Exploitation de la géothermie - site OPS4 à Soultz-sous-Forêts

ETUDE D'IMPACT DE LA DAOTM DE SOULTZ-SOUS-FORETS

Les informations, quel que soient leur nature et leur forme, contenues dans ce document et ses annexes (hors volet 4 relatif à la révision du PLU) sont la propriété des sociétés du Groupe ÉS.

Toute reproduction, modification ou utilisation de tout ou partie de son contenu, sans l'autorisation écrite d'Electricité de Strasbourg S.A, est strictement interdite et toute utilisation, au sens le plus large, illicite fera faire l'objet de poursuites judiciaires.

ARTELIA Villes & Territoires
Agence Alsace Lorraine
Espace Européen de l'Entreprise
21 rue de la Haye
67300 SCHILTIGHEIM
Tel. : +33 (0)3 88 04 04 00

Indice :	Etabli par :	Le :	Vérifié par :	Le :	Remarques
A	M.WAGNER	10/2023	A.PAILLET	11/2023	Version initiale
B					
C					
D					
E					

SOMMAIRE

VOLET 1 Résumé non technique 10

1. PRESENTATION DU PROJET ____ 11

1.1. Contexte de l'opération ____ 11

1.1.1. Présentation de la société et de ses activités ____ 11
1.1.2. La géothermie profonde en milieu fracturé ____ 11
1.1.3. Objet du projet ____ 11
1.1.4. Localisation de l'opération ____ 11
1.1.5. Etat initial du terrain et de ses abords ____ 12

1.2. Présentation du projet ____ 13

1.2.1. Généralités ____ 13
1.2.2. Phase de travaux de forage ____ 13
1.2.3. Aménagements des sites pour l'exploitation ____ 17
1.2.4. Remise en état après exploitation ____ 25
1.2.5. Estimation des consommations et des émissions ____ 26
1.2.6. Planning de réalisation du projet ____ 27

1.3. Justifications du choix du projet ____ 28

1.3.1. Raisons du choix de projet ____ 28
1.3.2. Émissions de gaz à effet de serre et bilan carbone ____ 28
1.3.3. Description des solutions de substitution raisonnables ____ 30
1.3.4. Conclusion sur la pertinence du projet ____ 30

1.4. Règlementation applicable au projet ____ 31

1.4.1. Cadre réglementaire ____ 31
1.4.2. Documents règlementaires et de planification ____ 31

2. ETUDE D'IMPACT ____ 32

2.1. Etat initial du site ____ 32

2.1.1. Terre, eau, sols, air, climat ____ 32
2.1.2. Biodiversité ____ 34
2.1.3. Population et santé humaine ____ 36
2.1.4. Patrimoine et paysage ____ 39

2.2. Bilan des enjeux ____ 40

2.3. Interactions entre les facteurs de l'environnement ____ 41

2.4. Évolution probable des aspects pertinents de l'environnement ____ 42

2.5. Incidences du projet et mesures ____ 44

2.5.1. Incidences de la phase travaux de forage ____ 44
2.5.2. Incidences du projet d'exploitation ____ 48
2.5.3. Evaluation des incidences Natura 2000 ____ 55
2.5.4. Incidences cumulées avec les projets connus ____ 55
2.5.5. Climat et vulnérabilité du projet au changement climatique ____ 56
2.5.6. Mesures envisagées pour éviter, réduire et/ou compenser les effets négatifs du projet ____ 57

2.6. Compatibilité avec les documents de planification ____ 59

2.7. Moyens de surveillance et de suivi ____ 61

2.7.1. Politique interne ES ____ 61
2.7.2. En phase travaux de forage ____ 61
2.7.3. En phase travaux d'aménagement ____ 62
2.7.4. En phase d'exploitation ____ 62
2.7.5. Après cessation de l'exploitation ____ 63

2.8. Matériels et méthodes ____ 63

2.8.1. Présentation des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement – phase travaux de forage (OTE ingénierie, 2021) ____ 63
2.8.2. Méthodologie relative au volet milieu naturel de l'étude d'impact – phase exploitation (OGE, 2023) ____ 64
2.8.3. Méthodologie d'application de la démarche ERC ____ 65
2.8.4. Principes et méthodologie appliqués aux études acoustiques ____ 67

2.9. Auteurs de l'étude ____ 67

VOLET 2 Présentation du projet..... 68

1. CONTEXTE DE L'OPERATION 69

1.1. Présentation de la société et de ses activités 69

1.2. La géothermie en réservoir naturellement fracturé 70

1.2.1. Principe de la géothermie 70
1.2.2. Le potentiel énergétique 70

1.3. Objet du projet 71

1.4. Localisation de l'opération 71

1.5. Etat initial du terrain et ses abords 72

1.5.1. Occupation actuelle du site du projet 72
1.5.2. Alentours du site 73

1.6. Reportage photographique 75

2. PRESENTATION DU PROJET 78

2.1. Généralités 78

2.1.1. Étendue des travaux 78
2.1.2. Présentation générale et phasage du projet 81

2.2. Phase travaux de forage sur OPS4 86

2.2.1. Aménagement du site OPS4 pour la phase travaux de forage 86
2.2.2. Descriptions des équipements et travaux d'aménagements 86
2.2.3. Fréquentation du site 91
2.2.4. Occupation des sols projetée 92
2.2.5. Gestion des eaux pluviales 93
2.2.6. Besoins en réseaux divers 99
2.2.7. Devenir du site au terme de la phase travaux de forage 99

2.3. Aménagements des sites pour l'exploitation 100

2.3.1. Site de production OPS4 100
2.3.2. Nouvelle centrale géothermique sur le site GPK2 106
2.3.3. Conduites de transport du fluide géothermal 115

2.4. Remise en état après exploitation 128

2.4.1. Remise en état des sites 128
2.4.2. Démantèlement des installations de surfaces 128
2.4.3. Démantèlement des puits d'exploitation et d'observation 128

2.5. Estimation des consommations et des émissions 130

2.5.1. Inventaire de cycle de vie du projet 130
2.5.2. Estimation des consommations de matériaux 131
2.5.3. Estimation de la production de déchets 131

2.6. Planning de réalisation du projet 132

3. JUSTIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES DU PROJET 133

3.1. Raisons du choix de la géothermie 133

3.1.1. Contexte réglementaire 133
3.1.2. Le potentiel de la géothermie haute température en Alsace 133

3.2. Emissions de gaz à effet de serre et bilan carbone 134

3.2.1. Scénarios d'études 134
3.2.2. Bilan des émissions de gaz à effet de serre du projet 134
3.2.3. Comparaisons avec d'autres productions de chaleur ou d'électricité 135
3.2.4. Estimation des émissions de gaz à effet de serre évitées 138
3.2.5. Retour d'expérience sur les installations similaires 139
3.2.6. Estimation des consommations énergétiques en phase forage 139

3.3. Description des solutions de substitution raisonnables 140

3.3.1. Choix du site d'implantation du projet 140

3.4. Conclusion sur la pertinence du projet 141

4. REGLEMENTATION APPLICABLE AU PROJET 142

4.1. Cadre réglementaire 142

4.1.1. Contexte réglementaire de l'exploitation géothermique 142
4.1.2. Arrêtés et autorisations antérieurs 142
4.1.3. Régime réglementaire du projet 142

4.2. Documents règlementaires et de planification 144

VOLET 3 Etude d'impact..... 145

1. ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT 146

1.1. Terre, eau, sols, air, climat 146

1.1.1. Topographie 146
1.1.2. Climat 147
1.1.3. Géologie 150
1.1.4. Occupation des sols 153
1.1.5. Eaux superficielles 154
1.1.6. Eaux souterraines 163
1.1.7. Qualité de l'air 168
1.1.8. Synthèse : Terre, eau, air, sols, climat 169

1.2. Biodiversité 170

1.2.1. Analyse bibliographique 170
1.2.2. Expertise faune-flore 173
1.2.3. Zones humides 181
1.2.4. Continuités écologiques 188
1.2.5. Synthèse : Biodiversité 190

1.3. Population et santé humaine 191

1.3.1. Documents d'urbanisme 191
1.3.2. Démographie 192
1.3.3. Activités économiques 194
1.3.4. Circulation et déplacements 194
1.3.5. Proximité du voisinage 196
1.3.6. Ambiance sonore 197
1.3.7. Réseaux divers 202
1.3.8. Risques naturels et technologiques 204
1.3.9. Synthèse : Population et santé humaine 213

1.4. Patrimoine et paysage 214

1.4.1. Paysage 214
1.4.2. Patrimoine culturel, historique et archéologique 216
1.4.3. Synthèse : Patrimoine et paysage 217

2. BILAN DES ENJEUX 218

2.1. Terre, eau, sols, air, climat 218

2.2. Biodiversité 218

2.3. Population et santé humaine 220

2.4. Patrimoine et paysage 220

2.5. Synthèse des enjeux 221

3. INTERACTIONS ENTRE LES FACTEURS DE L'ENVIRONNEMENT 222

4. ÉVOLUTION PROBABLE DES ASPECTS PERTINENTS DE L'ENVIRONNEMENT 223

4.1. En l'absence de projet : situation identique 223

4.1.1. Terre, eau, sols, air, climat 223
4.1.2. Biodiversité 223
4.1.3. Population et santé humaine 223
4.1.4. Patrimoine et paysage 224

4.2. Avec mise en œuvre du projet 224

4.2.1. Terre, eau, sols, air, climat 224
4.2.2. Biodiversité 224
4.2.3. Population et santé humaine 224
4.2.4. Patrimoine et paysage 225

4.3. Synthèse de l'évolution probable des aspects pertinents de l'environnement 225

5. INCIDENCES DU PROJET ET MESURES 227

5.1. Incidences de la phase travaux de forage sur le site OPS4 228

5.1.1. Terre, eau, sols, air, climat 228
5.1.2. Biodiversité 233
5.1.3. Population et santé humaine 237
5.1.4. Patrimoine et paysage 248
5.1.5. Synthèse des incidences et mesures pour la phase travaux de forage 249

5.2. Incidences du projet d'exploitation 254
5.2.1. Terre, eau, sols, air, climat 254
5.2.2. Biodiversité 264
5.2.3. Population et santé humaine 270
5.2.4. Patrimoine et paysage 283
5.2.5. Synthèse des incidences et mesures pour la phase travaux d'aménagement 285

5.3. Evaluation des incidences Natura 2000 293
5.3.1. En phase travaux de forage 293
5.3.2. En phase d'exploitation 297

5.4. Incidences cumulées avec les projets connus 298
5.4.1. Définition 298
5.4.2. Identification des projets connus 298
5.4.3. Analyse des effets cumulés 298
5.4.4. Autres projets portés par ÉS 298

5.5. Climat et vulnérabilité du projet au changement climatique 299
5.5.1. Climat passé et climat futur en Alsace 299
5.5.2. Incidences sur le climat et la vulnérabilité du projet au changement climatique 305

5.6. Mesures envisagées pour éviter, réduire et/ou compenser les effets négatifs du projet 307
5.6.1. Phase travaux de forage 307
5.6.2. Phase d'exploitation 308
5.6.3. Estimation des investissements liés à la protection de l'environnement 309

6. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION / REGLEMENTAIRES 310

6.1. Documents relatifs à la gestion des eaux et à la biodiversité 310
6.1.1. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Rhin-Meuse 310
6.1.2. Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) 314
6.1.3. Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) 314
6.1.4. Doctrine de gestion des eaux pluviales de la Région Grand Est 315
6.1.5. Compatibilité réglementaire du projet 316

6.2. Documents relatifs à l'énergie et au climat 317
6.2.1. Plan National d'Adaptation au Changement Climatique 2018-2022 (PNACC-2) 317
6.2.2. Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCAET) 318

6.3. Documents relatifs au développement territorial 320
6.3.1. Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET) 320
6.3.2. Le Schéma Régional de Développement Economique, d'Innovation et d'Internationalisation (SRDEII) 321
6.3.3. Schéma de cohérence territorial d'Alsace du Nord – SCoTAN 322

6.4. Révision allégée du Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Soultz-sous-Forêts 323
6.4.1. Présentation du Plan Local d'Urbanisme - PLU 323
6.4.2. Révision du règlement écrit et du zonage inscrit au PLU 325

7. MOYENS DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI 327

7.1. Politique interne ÉS 327
7.1.1. Politique environnementale du groupe ÉS 327
7.1.2. Politique RSE du groupe ÉS 327

7.2. En phase travaux de forage 329
7.2.1. Synthèse des mesures de suivi en phase travaux de forage 329
7.2.2. Suivi de la sismicité induite 329
7.2.3. Surveillance des eaux souterraines superficielles 332
7.2.4. Suivi acoustique 332

7.3. En phase travaux d'aménagement : surveillance du chantier 333
7.3.1. Période d'intervention 333
7.3.2. Prévention des pollutions 333
7.3.3. Intervention en cas de pollution accidentelle 333
7.3.4. Suivi du chantier par un écologue 334

7.4. En phase d'exploitation 335
7.4.1. Suivi sismologique et prévention de la sismicité induite 335
7.4.2. Suivi des rayonnements ionisants 340
7.4.3. Dispositif de gestion des eaux en cas d'incendie 341
7.4.4. Suivi acoustique 341

7.4.5. Système de détection de fuites sur les conduites de transport du fluide géothermal 341

7.5. Après cessation de l'exploitation 341

8. MATERIELS ET METHODES 342

8.1. Présentation des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement – phase travaux de forage (OTE ingénierie, 2021) 342

8.1.1. Cadre méthodologique 342
8.1.2. Explication des choix des méthodes 342
8.1.3. Difficultés rencontrées 343

8.2. Méthodologie relative au volet milieu naturel de l'étude d'impact – phase exploitation (OGE, 2023) 344

8.2.1. Délimitation de la zone d'étude 344
8.2.2. Méthodologie des inventaires écologiques 344
8.2.3. Méthodologie d'évaluation des impacts 349

8.3. Méthodologie d'application de la démarche ERC 350

8.3.1. Principes généraux 350
8.3.2. Méthodologie de mise en œuvre 351

8.4. Principes et méthodologie appliqués aux études acoustiques 354

8.4.1. Etude acoustique OTE ingénierie (juillet 2021) 354
8.4.2. Etude acoustique ARTELIA (octobre 2023) 356

9. AUTEURS DE L'ETUDE ET BIBLIOGRAPHIE 359

9.1. Auteurs de l'étude 359

9.2. Bibliographie 360

9.2.1. Documents utilisés 360
9.2.2. Sources web 361
9.2.3. Bibliographie relative au volet biodiversité de l'étude d'impact (OGE, 2023) 362

VOLET 4 Evaluation environnementale de la révision allégée du PLU de Soultz-sous-Forêts 363

1. INTRODUCTION 364

2. RESUME NON TECHNIQUE 365

2.1. Présentation du projet de révision du Plan Local d'Urbanisme de Soultz-sous-Forêts 365

2.1.1. Présentation du Plan Local d'Urbanisme de Soultz-sous-Forêts 365
2.1.2. Révision du règlement écrit et du zonage inscrit au PLU 365
2.1.3. Justification de la révision du PLU 365

2.2. Etat initial de l'environnement 366

2.2.1. Terre, eau, air, sols, climat 366
2.2.2. Biodiversité 366
2.2.3. Population et santé humaine 367
2.2.4. Patrimoine et paysage 367
2.2.5. Bilan des enjeux 368
2.2.6. Évolution probable des aspects pertinents de l'environnement 368

2.3. Analyse des incidences de la révision du PLU sur l'environnement 369

2.3.1. Incidences de la modification de zonage du site OPS4 369
2.3.2. Incidences de la révision allégée du PLU sur les zones AA 369
2.3.3. Evaluation des incidences sur les sites NATURA 2000 369

2.4. Compatibilité du PLU révisé avec les documents supérieurs 372

2.5. Critères, indicateurs et modalités de suivi des incidences 374

2.6. Méthodologie 374

3. PRESENTATION DU PROJET DE REVISION DU PLAN LOCAL D'URBANISME DE SOULTZ-SOUS-FORETS 375

3.1. Présentation du Plan Local d'Urbanisme de Soultz-sous-Forêts 375

3.2. Révision du règlement écrit et du zonage inscrit au PLU 378

3.2.1. Plan de règlement 378
3.2.2. Règlement de la zone AA 379
3.2.3. Création d'une OAP 381

3.3. Justification de la révision du PLU 381

3.3.1. Justification du PLU de Soultz-sous-Forêts 381
3.3.2. Justification du projet de géothermie 381
3.3.3. Choix des modifications apportées dans le cadre de la révision allégée du PLU 382

4. ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT 383

4.1. Terres, eau, sols, air, climat 383

4.1.1. Topographie 383
4.1.2. Climat 384
4.1.3. Géologie 384
4.1.4. Occupation des sols 386
4.1.5. Eaux superficielles 386
4.1.6. Eaux souterraines 388
4.1.7. Qualité de l'air 391

4.2. Biodiversité 392

4.2.1. Périmètres d'inventaire et de protection 392
4.2.2. Inventaires biodiversité 396
4.2.3. Zones humides 398
4.2.4. Continuités écologiques 398

4.3. Population et santé humaine 399

4.3.1. Démographie, économie et mobilité 399
4.3.2. Ambiance sonore 400
4.3.3. Emissions atmosphériques 400
4.3.4. Réseaux divers 400
4.3.5. Risques naturels et technologiques 401

4.4. Patrimoine et paysage 401

4.4.1. Paysage 401
4.4.2. Patrimoine culturel et archéologique 401

4.5. Bilan des enjeux 403

4.6. Évolution probable des aspects pertinents de l'environnement 405

5. ANALYSE DES INCIDENCES DE LA REVISION DU PLU SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES MISES EN ŒUVRE 408

5.1. Incidences de la modification de zonage du site OPS4 408

5.2. Incidences de la révision allégée du PLU sur les zones AA 409

5.3. Evaluation des incidences sur les sites NATURA 2000 413

5.4. Synthèse des mesures d'évitement, réduction, compensation prévues par la révision du PLU 414

6. COMPATIBILITE DU PLU REVISE AVEC LES DOCUMENTS SUPERIEURS 415

6.1. Présentation des documents supérieurs 417

6.1.1. Le SRADDET (Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires) Grand Est 417
6.1.2. Le SCoT (Schéma de cohérence territoriale) d'Alsace du Nord 417
6.1.3. Le PNACC (Plan national d'adaptation au changement climatique) 417
6.1.4. Le PCAET (Plan Climat Air Energie Territorial) d'Alsace du Nord 417
6.1.5. Le SRDEII (Schema regional de developpement economique, d'innovation et d'internationalisation) Grand Est 418
6.1.6. Le SDAGE (Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux) Rhin-Meuse 418
6.1.7. Le PGRI (Plan de Gestion des Risques d'Inondation) Rhin-Meuse 418

6.2. Conformité, compatibilité et prise en compte des documents supérieurs 418

7. CRITERES, INDICATEURS ET MODALITES DE SUIVI DES INCIDENCES 421

7.1. Application des principes du PLU : le contrôle de la mairie via l'autorisation d'urbanisme 421

7.2. Suivi des mesures d'évitement, réduction, compensation 421

8. METHODOLOGIE 422

8.1. Méthodologie d'établissement de l'évaluation environnementale de la révision allégée du PLU de Soultz-sous-Forêts ____ 422

8.1.1. Etat initial de l'environnement et bilan des enjeux ____ 422

8.1.2. Analyse des incidences et mesures ____ 422

VOLET 5 Annexes 423

ANNEXE 1 RAPPORT ACOUSTIQUE – PHASE TRAVAUX DE FORAGE (OTE INGENIERIE, JUILLET 2021) ____ 424

ANNEXE 2 PROJET DE GEOTHERMIE – ETUDE ACOUSTIQUE (ARTELIA, NOVEMBRE 2023) ____ 425

ANNEXE 3 ANNEXES RELATIVES AU VOLET BIODIVERSITE DE L'ETUDE D'IMPACT (OGE, 2023) ____ 426

VOLET 1 RESUME NON TECHNIQUE

1. PRESENTATION DU PROJET

1.1. CONTEXTE DE L'OPERATION

1.1.1. Présentation de la société et de ses activités

Le **GEIE « EMC »** (Exploitation Minière de la Chaleur) est **composé de deux entreprises**, une française, **Électricité de Strasbourg** (« ÉS ») (66,6%), et une allemande, **Energie Baden-Württemberg AG** (EnBW, 33,3%).

Le groupe ÉS propose un portefeuille de solutions énergétiques à destination de ses clients du territoire pour les **accompagner concrètement dans la transition énergétique**. Le groupe **réalise** et **exploite les projets énergétiques pour les collectivités**, dans **l'habitat**, la **santé**, ou encore le **secteur tertiaire** et de **l'industrie**.

Pionnier de l'aventure géothermique en Alsace, ÉS **exploite deux centrales dans le Bas-Rhin**. Les perspectives de la géothermie en Alsace apportent une vraie réponse aux enjeux de transition énergétique du territoire.

1.1.2. La géothermie profonde en milieu fracturé

1.1.2.1. LE PRINCIPE DE LA GEOTHERMIE PROFONDE EN MILIEU FRACTURE

De par la ressource visée, en termes de température et de structure géologique du sous-sol au droit de la cible, le projet du demandeur est un projet de géothermie haute température.

Le procédé de géothermie qui sera mis en œuvre par le demandeur consiste à puiser l'eau géothermale des réservoirs aquifères existants dans le sous-sol à la faveur de réseaux de failles. Ce sont donc des réservoirs géothermiques existant qui font l'objet de forages de production et de forages d'injection.

1.1.2.2. LE POTENTIEL ENERGETIQUE

Une diagraphie de contrôle de l'état du tubage du puits existant OPS4 réalisée en 2019 a mis en évidence une température de 150°C à la profondeur de 1250 m, ce qui correspond à un gradient de plus de 11°C/100 m, soit le plus haut mesuré dans cette région.

Les forages GRT1 et GRT2 en exploitation et ces études ont montré qu'il était envisageable de mettre en évidence une ressource géothermale importante à plus de 2500 m de profondeur dans la région de Soultz-Sous-Forêts.

1.1.3. Objet du projet

Le projet concerne :

- La réalisation d'un **nouveau doublet géothermique** sur le site existant OPS4,
- L'aménagement d'une nouvelle plateforme d'exploitation contigüe à la plateforme GPK2 existante,
- Le transport de fluide géothermal ou caloporteur du site OPS4 vers la nouvelle centrale GPK2.

La durée d'exploitation prévisionnelle est de 25 ans.

1.1.4. Localisation de l'opération

Le site se situe sur le **ban communal de Soultz-sous-Forêts**, entre les communes de de Kutzenhausen (Nord-Ouest), Surbourg (Sud-Ouest), Reimerswiller (Sud-Est) et Hohwiller (Nord-Est).

Les environs du site sont essentiellement occupés par des **parcelles agricoles**.

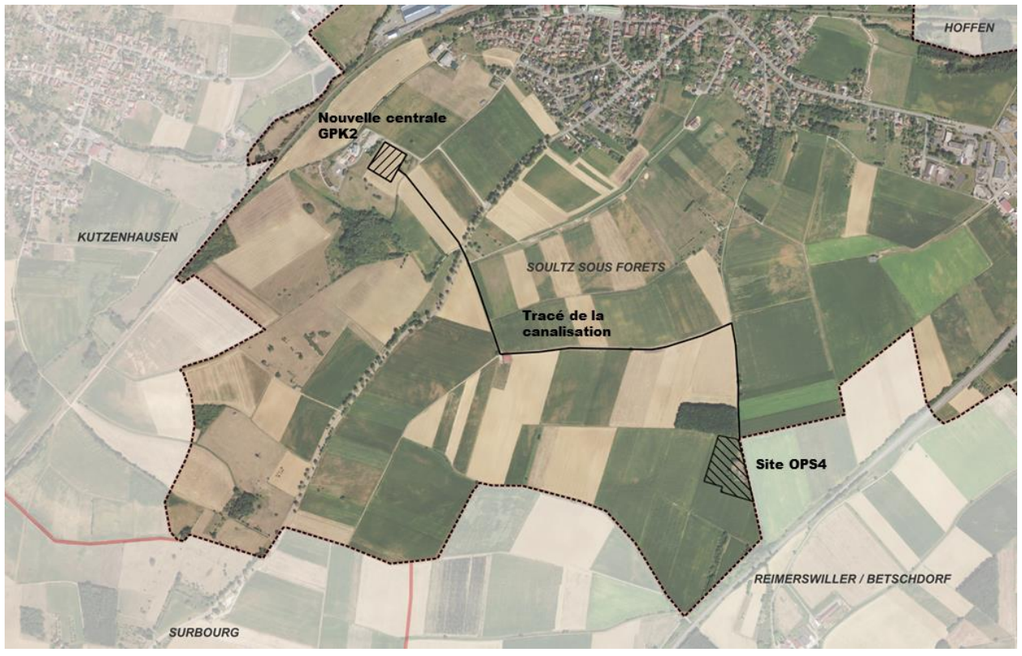


Figure 1 ***Localisation du projet sur vue aérienne – Source des données : DATA Grand Est***

1.1.5. Etat initial du terrain et de ses abords

Exploité en tant que site d'observation, le site d'OPS4 il n'est pas constitué d'aménagements particuliers. Le puits d'observation est entouré de surfaces en concassé, ainsi que de végétation éparse ; le site est clos par un grillage et accessible par un portail.

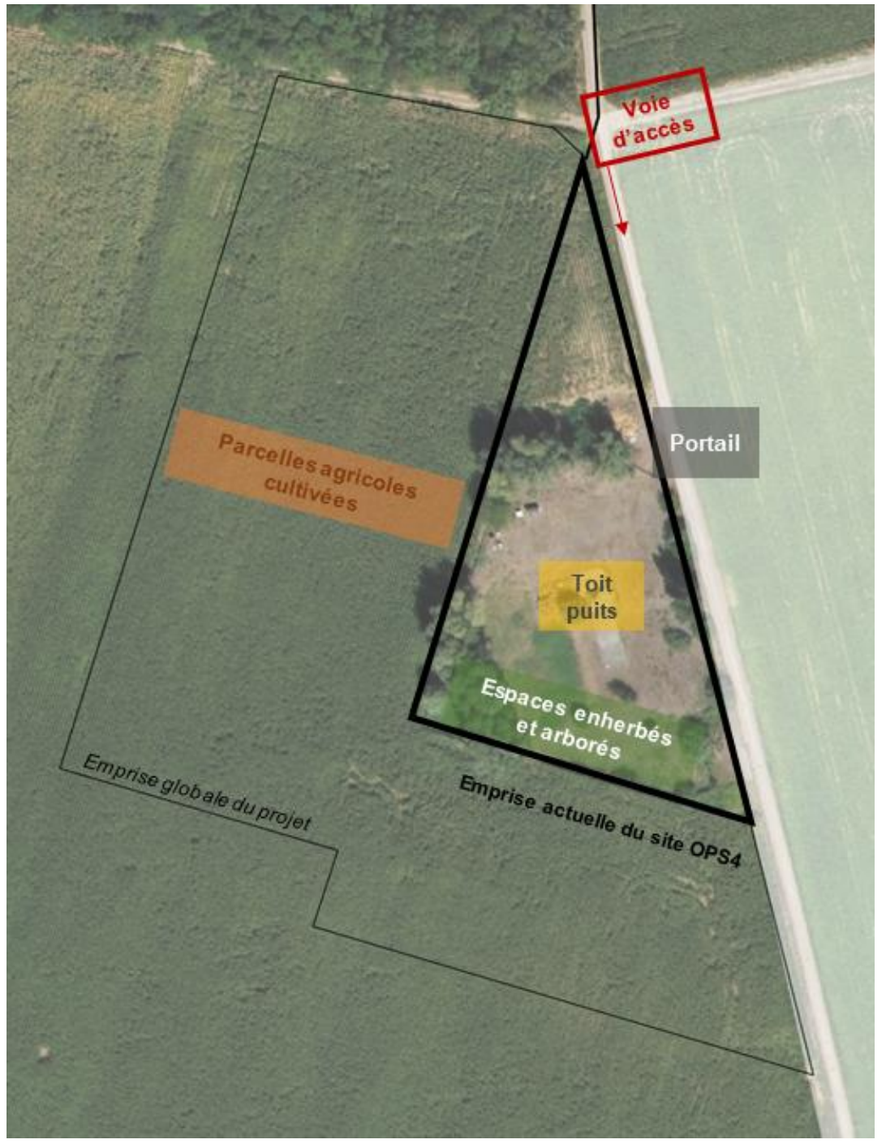


Figure 2 Localisation des éléments structurants du site OPS4

Depuis 2016, le projet de recherche initié en 1987 est un projet industriel. La centrale géothermique sur le site GPK2 exploitée par le GEIE EMC (Groupement Européen d'Intérêt Economique) est équipée d'une unité de conversion (ORC) de l'énergie géothermique en électricité d'une capacité de 1,8 MWe.

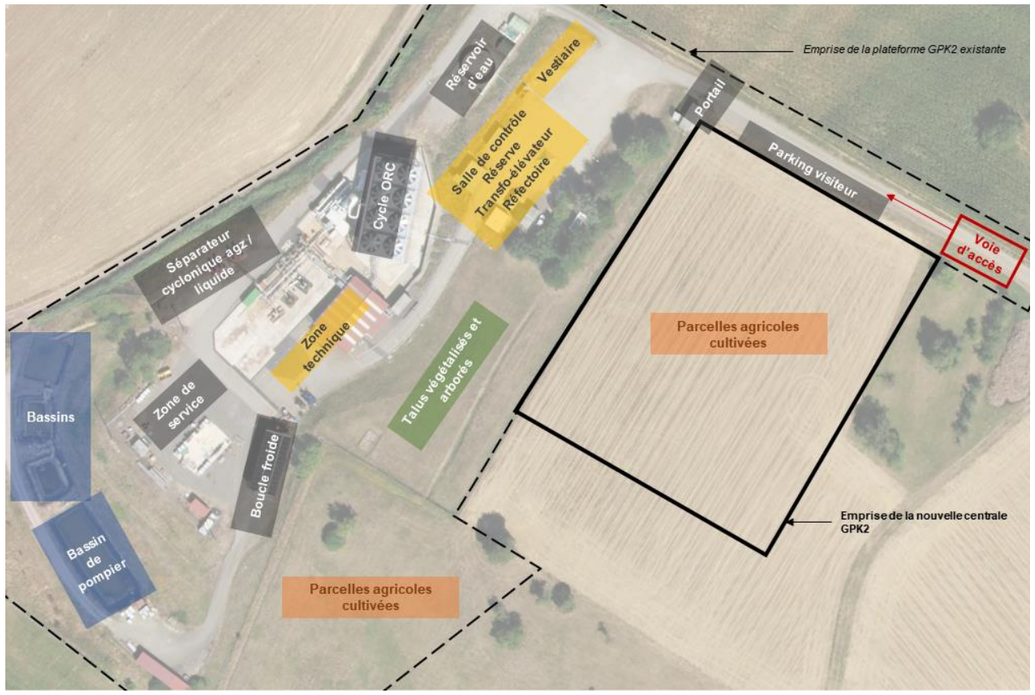


Figure 3 Localisation des éléments structurants du site GPK2

Les conduites reliant les deux sites seront installées en bordure de chemin agricole.

Les sites OPS4 et GPK2 se situent tous deux en contexte agricole. Les aménagements existants sont entourés de parcelles cultivés, chemins agricoles et ruraux, et ponctuellement d'éléments arborés ou arbustifs.

1.2. PRESENTATION DU PROJET

1.2.1. Généralités

1.2.1.1. ÉTENDUE DES TRAVAUX

Les emprises du projet sur les sites OPS4 et GPK2 (nouvelle centrale) sont les suivantes :

Tableau 1 Emprises du projet et surfaces (en hectares)

	Références cadastrales			Surface projet (en ha) Phase travaux de forage		Surface projet (en ha) Phase exploitation	
	Préfixe	Section	Numéro	Par parcelle	Totale	Par parcelle	Totale
Site OPS4	000	36	437	0,44	1,82	0,44	1,17
	000	36	424	1,12		0,31	
	000	36	436	0,26		0,42	
Nouvelle centrale GPK2	000	35	146	-	-	0,80 ha	0,80 ha

1.2.1.2. PRESENTATION GENERALE ET PHASAGE DU PROJET

L'évolution des sites sera réalisée suivant **3 zones géographiques** :

- La plateforme d'exploitation GPK2 ;
- Le site de forage OSP4 ;
- Et les conduites enterrées assurant la liaison entre les sites.

Elle s'organisera également selon **3 temporalités** :

Tableau 2 Déroulement du projet

Phase		Durée	Temporalité
Phase 1	Travaux de forage	2 ans	2024-2026
Phase 2	Travaux d'aménagement des sites pour l'exploitation	2 ans	2026-2028
Phase 3	Exploitation	25 ans	2028-2053

1.2.2. Phase de travaux de forage

1.2.2.1. AMENAGEMENT DU SITE POUR LA PHASE TRAVAUX DE FORAGE

Les opérations de forage font intervenir une grue de forage e nécessitent l'aménagement d'une plateforme de forage dimensionnée en conséquence. Le site sera également équipé d'une zone de stationnement VL, des ateliers et bureaux, ainsi que les dispositifs de gestion des eaux nécessaires.

1.2.2.2. DESCRIPTIONS DES EQUIPEMENTS ET TRAVAUX D'AMENAGEMENTS

La phase de travaux de forage concerne exclusivement le site OPS4. Cette première temporalité vise à mener des tests, quantifier et confirmer si la ressource présente dans le sous-sol d'OPS4 a des seuils suffisants pour entreprendre une production satisfaisante ; et de fait entreprendre la seconde temporalité : la phase de travaux et d'aménagement.

1.2.2.2.1. **Travaux préparatoires**

L'emprise prévisionnelle de la phase de travaux sur site OPS4 prévoit un périmètre d'actions de l'ordre d'1,8 ha.



Figure 4 Plan d'aménagement de la plateforme de forage OPS4 (source : DAOTM ÉS)

Avant l'aménagement de la plateforme, des études géotechniques et un sondage de reconnaissance de la géologie superficielle seront réalisés. La plateforme sera ensuite aménagée (décapage, terrassements et nivellement) et clôturée.

Pour l'arrivée de l'entreprise de forage, une implantation précise des ouvrages provisoires et de la zone d'intervention sera réalisée, ainsi que la confection des dalles bétonnées, des caves, de la mise en place des tubes-guides, du terrassement des fossés, des bourbiers et des bassins de stockage de l'eau géothermale.

Afin de reconnaître précisément les formations de surface en vue de la réalisation de la plateforme et de ses avant-trous, un forage de reconnaissance géologique d'une quarantaine de mètres de profondeur sera réalisé. Un suivi précis des terrains sera effectué afin d'affiner la connaissance des formations traversées et d'optimiser la cote de mise en place du tube guide.

1.2.2.2.2. **Approfondissement du puits existant**

Afin de consolider les connaissances géologiques sur le périmètre concerné, il est envisagé de réaliser un approfondissement vertical du puits OPS4 existant.

1.2.2.2.3. **Forage du 1er puits**

Pour atteindre la cible géologique, c'est la technique de forage rotary qui sera utilisée depuis la surface jusqu'à la profondeur finale de 3'500 m maximum.

La trajectoire de ce premier ouvrage sera réalisée pour optimiser sa connexion avec les fractures existantes identifiées à partir de l'imagerie 3D du sous-sol et des mesures réalisées dans le puits OPS4. Des tests de productivité seront réalisés pour étudier les caractéristiques hydrauliques et thermiques du réservoir fracturé situé dans le granite du socle.

Les données collectées permettront une mise à jour des connaissances afin de bénéficier des connaissances acquises pour la réalisation du second puits.

1.2.2.2.4. **Forage du 2ème puits**

La technique de forage du 2ème puits sera similaire à la technique de forage utilisée pour le 1er puits.

Le second puits sera également foré depuis la plateforme existante et sera orienté de façon à maximiser la perméabilité de la cible, en fonction des résultats obtenus pour le premier puits.

1.2.2.2.5. **Objectif final**

Une fois les deux puits réalisés, testés et validés, une nouvelle centrale géothermique pourra être aménagée. La localisation de cette nouvelle centrale prévue sur le site « GPK2 », où une centrale géothermique est déjà en exploitation, constitue en effet une localisation et une accessibilité optimisée ; facilitant l'exploitation des deux centrales, tout en mutualisant un certain nombre d'équipements et de moyens de protection pour l'environnement ou la sécurité.

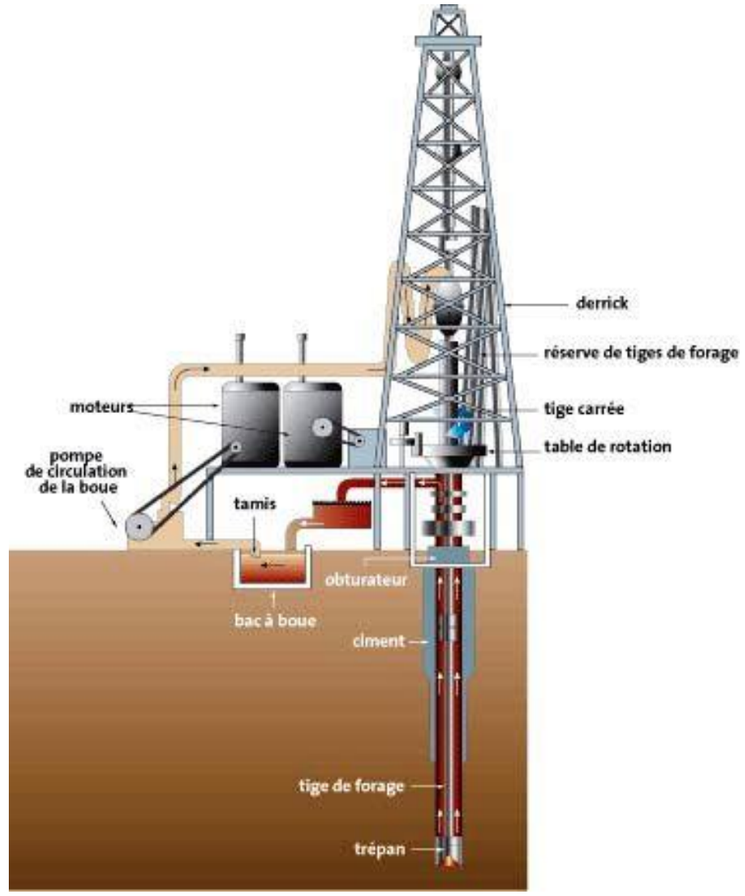


Figure 5 Schéma de principe du fonctionnement d'un forage rotary – Source : SIGES BRGM Centre-Val de Loire

1.2.2.3. FREQUENTATION DU SITE

En phase travaux de forage, le site OPS4 accueillera 15 à 20 personnes par jour.

En phase travaux de forage, la fréquentation du site sera la suivante :

- Lors de l'amenée puis du repli du chantier de forage, **une cinquantaine de véhicules lourds** accèdera au site chaque jour, sur une période de 2 à 3 semaines.
- Lors des travaux de forage, de développement et de tests, la circulation de camions se limitera à **1 à 2 véhicules par jour**.

En phase de forage, les opérations auront lieu la nuit, la plateforme sera donc éclairée, ainsi que le mât de forage. La mise en place d'un spot directionnel permettra de limiter la pollution lumineuse.

1.2.2.4. OCCUPATIONS DES SOLS PROJETEE

Tableau 3 Occupation des sols projetée de la station de forage OPS 4 en phase de travaux de forage

Zone	Surface approximative (m²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m²)
Plateforme de forage			
Dalles et enrobés	8 000	100%	8 000
Bassin(s)	4 500	100%	4 500
Surface en concassé	3 300	60%	1 980
Espaces enherbé (talus)	2 400	30%	720
TOTAL plateforme d'exploitation	**18 200**	**84%**	**15 200**
Hors plateforme de forage			
Surfaces cultivées	1 800	10%	180
TOTAL	**20 000**	**77%**	**15 380**

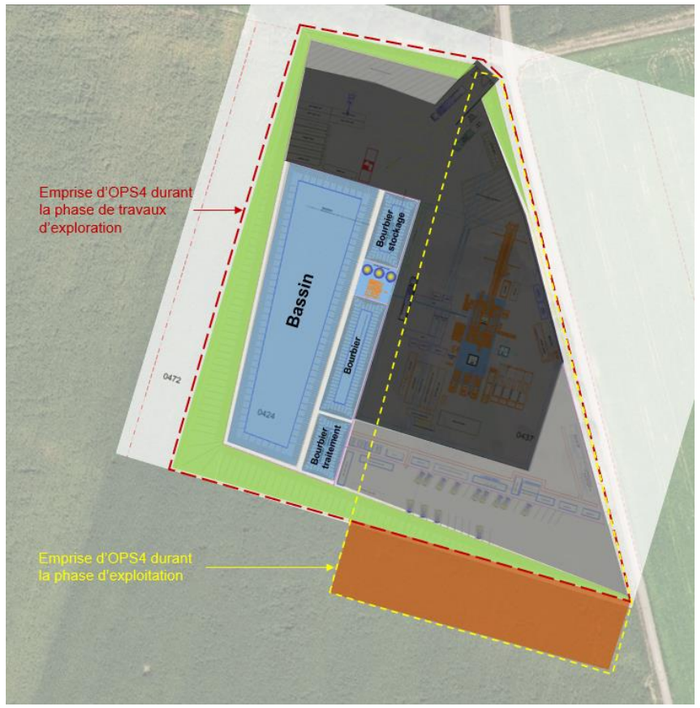


Figure 6 Plan de la station de forage OPS4, en phase de travaux de forage (source : ÉS)

1.2.2.5. PRINCIPES DE GESTIONS DES EAUX PLUVIALES

1.2.2.5.1. Surfaces collectées

Les **surfaces revêtues de la plateforme principale** (enrobés ou dalles) constituent le **siège des activités de forage**, présentant des **risques de contamination** notamment par les **eaux géothermales** fortement chargées en sel, les boues de forage ou les fluides des groupes hydrauliques et diesel. Elles seront **intégralement collectées par les caniveaux et réseaux de collecte dédiés**.

Les surfaces utilisées pour le stationnement des véhicules légers ou l'installation des bungalows de chantier seront aménagées en concassé, permettant l'infiltration des pluies courantes. En cas de fortes pluies, l'excédent d'eaux pluviales ruissellera vers le système de caniveaux de la plateforme principale.

1.2.2.5.2. Fonctionnement du système de gestion des eaux pluviales

❖ Phase hors forage

Les **eaux pluviales issues du ruissellement** sur la plateforme imperméabilisée seront **collectées par des caniveaux et stockées** dans une réserve constituée de conduites en béton de **volume 200 m³**.

Le risque de contamination par les eaux géothermales étant absent lors de cette phase, les eaux pluviales passeront par un limiteur de débit, puis un déshuileur/débourbeur, avant de rejoindre une zone d'infiltration située sous les surfaces en concassé. Le dispositif d'infiltration sera de type drain.

❖ Phase forage

Lors des travaux de forage, une **vanne sera fermée en sortie du déshuileur/débourbeur**. Ainsi, l'ensemble du réseau de collecte sera maintenu en charge afin de permettre la **surverse des eaux de ruissellement vers le bassin de 5 500 m³**. L'eau stockée dans ce bassin sera **réutilisée pour la fabrication de boue ou des essais de pompage**.

❖ Quartier boues

Le quartier boues fera l'objet d'un **ceinturage spécifique par des caniveaux permettant la collecte de l'eau ruisselant sur cette zone**. Le réseau de collecte de cette zone sera connecté au réseau de collecte de la plateforme ; une vanne implantée sur la conduite de connexion permettra **d'isoler les eaux de ruissellement du quartier boues selon le mode de fonctionnement du site**.

1.2.2.5.3. Gestion quantitative des eaux pluviales de la plateforme

Le **débit de fuite de rejet de la plateforme imperméabilisée a donc été fixé à 8,9 l/s au maximum** et le volume d'eaux pluviales généré par l'ensemble du site pour une pluie de période de retour décennale est **évalué à 407 m³**.

Ce volume de 407 m³ inclut les surfaces de bassins. Ainsi, le volume d'eaux pluviales généré par ruissellement sur les surfaces équipées d'un dispositif de collecte sera stocké :

- Dans des conduites de stockage d'une capacité de 200 m³ ;
- Par surverse dans le bassin de 5 500 m³ pour les 100 m³ restant.

1.2.2.5.4. **Gestion qualitative des eaux pluviales**

❖ Phase hors forage

Les eaux pluviales collectées sont traitées par un **débourbeur/déshuileur de classe 1** avant rejet à débit limité vers le milieu récepteur (infiltration).

En sortie du débourbeur/déshuileur, le réseau est équipé d'un dispositif d'obturation et de confinement des eaux de type vanne, actionnable manuellement en cas de pollution accidentelle.

Les eaux sont ensuite évacuées vers un **dispositif d'infiltration enterré**, implanté sous les surfaces en concassé.

❖ Phase forage

Lors des travaux de forage, une **vanne sera fermée en sortie du déshuileur/débourbeur**. Ainsi, **toute l'eau de pluie sera déversée dans le bassin** de 5 500 m³.

1.2.2.5.5. **Dimensionnement du dispositif d'infiltration**

❖ Choix de la solution d'infiltration

Afin de respecter les préconisations de la note de doctrine de gestion des eaux pluviales de la région Grand Est, ÉS est revenu sur son choix initial, qui consistait à mettre en œuvre une conduite d'évacuation des eaux vers un fossé puis le Lienenbach.

❖ Calcul du volume à évacuer

Le volume à évacuer correspondra donc :

- Au débit de fuite de 8,9 l/s pendant 2 heures (durée théorique de l'évènement pluvieux)
- A la vidange de 200 m³ d'eaux pluviales stockées dans les conduites au terme de l'évènement pluvieux.

Le volume d'eau à évacuer est donc de 264 m³.

❖ Dimensionnement du dispositif d'infiltration

Le dispositif d'infiltration à mettre en œuvre n'est pas encore défini ; le dimensionnement ci-dessous est hypothétique et a pour objectif de démontrer la faisabilité technique de la solution sans toutefois s'engager sur une typologie de dispositif à ce stade.

Tableau 4 Dimensionnement d'un ouvrage d'infiltration théorique

Volume à stocker (= volume à évacuer) *	264 m³
Volume de l'ouvrage (90% de vides)	293 m³
Hauteur des modules	0,60 m
Surface de l'ouvrage	**490 m³**

❖ En cas de pluie exceptionnelle

En cas d'évènement pluvieux important conduisant à une insuffisance du dispositif d'infiltration, un pompage vers le bassin de 5 500 m³ permettra d'évacuer les eaux en surplus.

1.2.2.5.6. **En cas de pluie exceptionnelle**

Ainsi, afin de garantir l'absence de rejet vers le milieu récepteur depuis le bassin, le **niveau du bassin fera l'objet d'un suivi et d'une gestion** permettant de maintenir toujours une revanche pour pouvoir accueillir les eaux d'une éventuelle pluie intense.

Ainsi, **en maintenant le niveau du bassin au minimum 25 cm** sous la cote de débordement, il sera assuré de ne **jamais occasionner de déversement** du bassin vers le milieu naturel, **le volume disponible permettant de stocker une pluie intense, avec une capacité de stockage de l'ordre de 1,8xP10, soit approximativement le volume de stockage d'une pluie centennale**.

1.2.2.5.7. **Synthèse de la gestion des eaux pluviales**

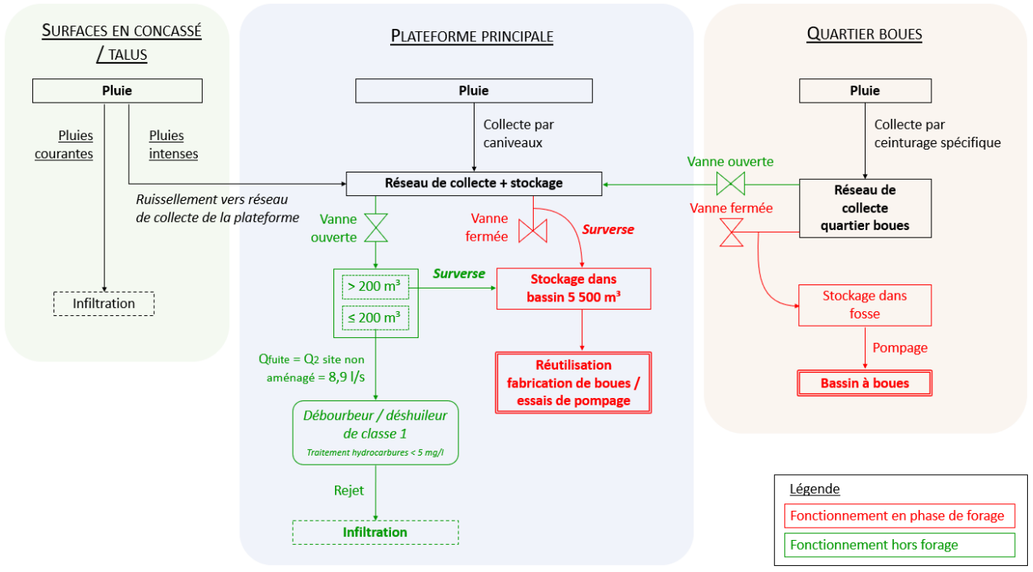


Figure 7 Synthèse de la gestion des eaux pluviales

1.2.2.6. BESOIN EN RESEAUX DIVERS

1.2.2.6.1. **Alimentation en eau potable**

Le site sera desservi par le réseau public d'adduction en eau potable, l'alimentation en eau sera assurée par celui-ci. Le raccordement en eau potable du site OPS4 se fera depuis la route de Reimerswiller à Soultz-sous-Forêts (environ 1 km de réseau à créer).



Figure 8 Réseau AEP existant route de Reimerswiller et réseau à mettre en œuvre

1.2.2.6.2. **Assainissement**

Pour cette phase travaux de forage, d'une durée d'environ 2 ans, une **fosse de récupération provisoire** sera mise en œuvre, et **vidangée une fois par semaine** par un prestataire. La vidange sera réalisée par un hydrocureur et les effluents seront acheminés vers une filière d'élimination adaptée.

1.2.2.7. DEVENIR DU SITE AU TERME DE LA PHASE TRAVAUX DE FORAGE

Si, au terme des essais réalisés lors de la phase travaux de forage, la ressource géothermique est confirmée, le site OPS4 fera l'objet des aménagements nécessaires à son exploitation.

Dans le cas contraire, les aménagements de la plateforme de forage seront démantelés et les emprises rendues à l'exploitation agricole.

1.2.3. Aménagements des sites pour l'exploitation

1.2.3.1. SITE DE PRODUCTION OPS4

1.2.3.1.1. **Organisation et fonction du site OPS4 en exploitation**

Suite à la phase dite « travaux de forage », le site OPS4 sera aménagé pour sa phase d'exploitation ; il comprendra notamment les équipements suivants (cf. Figure 6) :

- Le puits de production et sa pompe immergée ;
- Le puits d'injection ;
- Un container/local abritant les auxiliaires de la pompe de production ;
- Un poste électrique HTA d'arrivée ;
- Un poste/local électrique HTA/BT avec un transformateur 20kV/690V et un variateur de fréquence pour alimenter la pompe de production ;
- Un container avec rétention pour le stockage d'une partie des utilités (huile, inhibiteurs) ;
- Des tuyauteries en surface, connectée au réseau enterré entre les deux sites ;
- Des sanitaires ;
- Un bassin pour collecter les eaux de process ;
- Un stockage des eaux pluviales et leurs traitements.

1.2.3.1.2. **Caractéristiques des équipements de la station de forage OPS4**

Le puits de production sera équipé d'une pompe d'exhaure afin de maintenir la boucle géothermale en pression et d'exploiter un débit industriel et économique viable.

La pompe utilisée sur le site OPS4 sera probablement très similaire à celle installée sur site de la centrale géothermique de Rittershoffen, à savoir une pompe à arbre long (Line Shaft Pump). La profondeur d'installation, comprise entre 400 et 700 m, dépendra de l'indice de productivité du puits qui sera déterminé lors des essais en fin de forage.

1.2.3.1.3. **Fréquentation du site**

En phase exploitation, le site de production OPS4 accueillera 1 à 2 personnes par jour, pendant quelques heures.

Le site OPS4 ne fera pas l'objet d'une fréquentation régulière ; seules les opérations de maintenance nécessiteront un accès véhicule au site. Par ailleurs, tous les 3 ans, la réalisation de diagraphies sur le site nécessitera l'amenée d'une grue.

Le site OPS4 sera équipé d'un éclairage de nuit LED pour des raisons de sécurité.

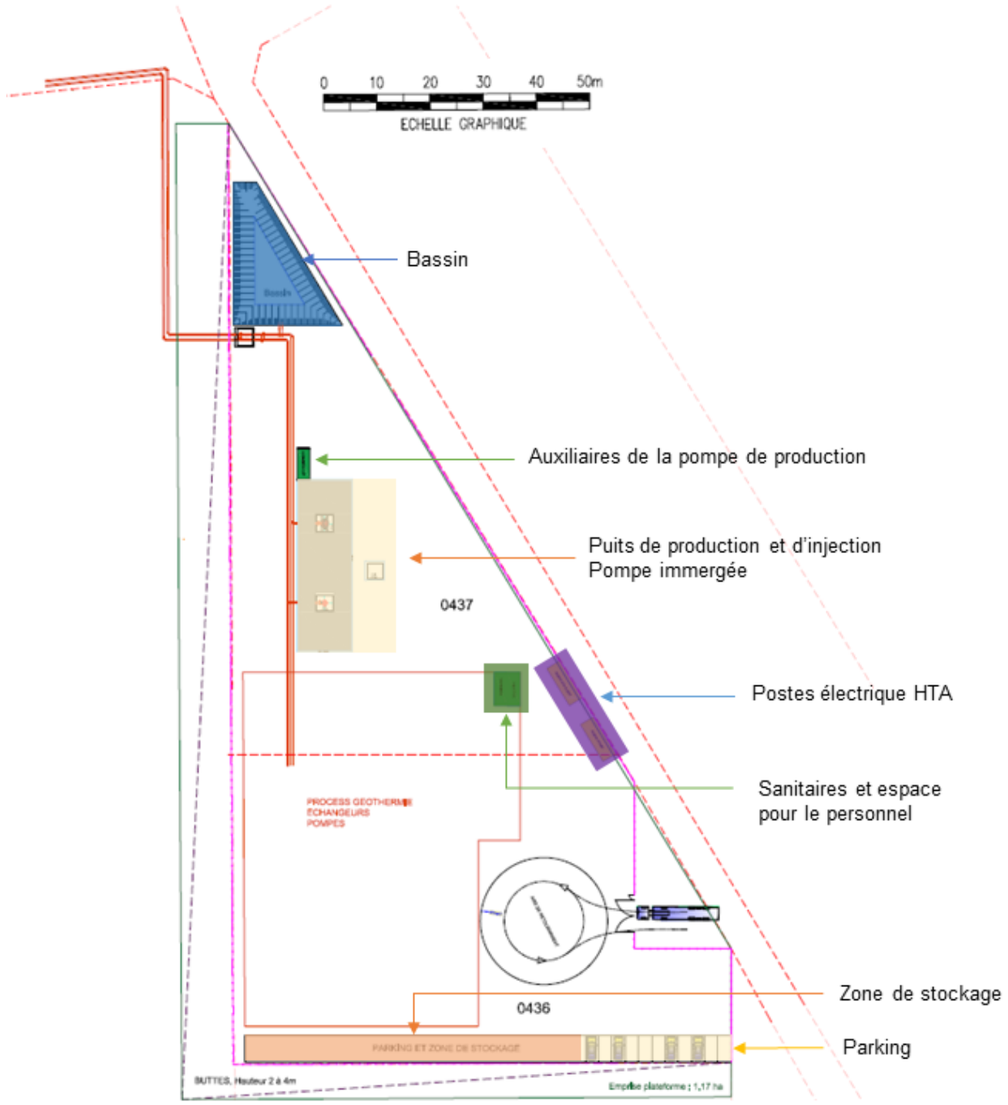


Figure 9 ***Plan du siteOPS4 en phase exploitation et projection aérienne de l'emprise au sol occupée (source : ÉS)***

1.2.3.1.4. **Occupation des sols**

Tableau 5 **Occupation des sols projetée de la station de forage OPS4 en phase d'exploitation**

Zone	Surface approximative (m²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m²)
Plateforme de forage			
Espaces enherbé (talus)	2 430	10%	243
Bâtiments	85	100%	85
Dalles et enrobés	5 710	100%	5710
Bassin(s)	530	100%	530
Surface en concassé	2 945	60%	1767
TOTAL	**11 700**	**71%**	**8335**
Hors plateforme de forage			
Surfaces cultivées	8 300	10%	830
TOTAL	**20 000**	**46%**	**9 165**

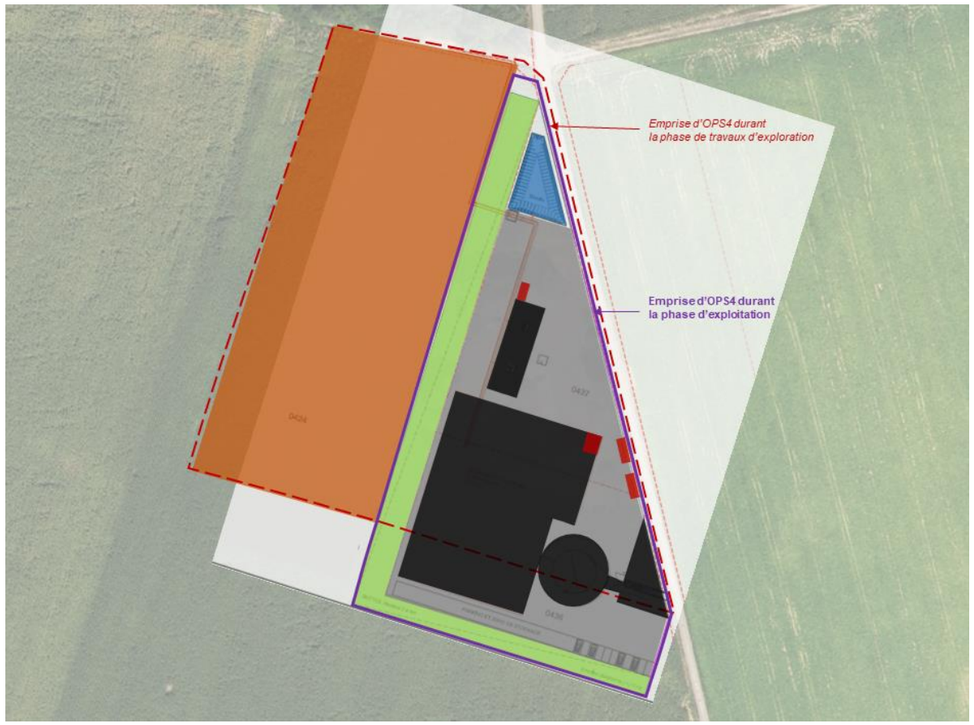


Figure 10 ***Plan du site OPS4, en phase d'exploitation (d'après plan ÉS)***

1.2.3.1.5. **Gestion des eaux pluviales**

❖ Surfaces collectées

À l'issue de la phase de travaux de forage, le profil de la plateforme OPS4 prévoit des modifications en termes d'occupation du sol, afin d'accueillir la phase d'exploitation. Ces changements entrainent une modification de la part de surfaces imperméabilisées, et de fait, la part de surfaces actives.

En effet, la surface de la plateforme d'exploitation est de 11 700 m² tandis qu'elle était de 18 200 m² en phase travaux de forage.

❖ Gestion des eaux pluviales des surfaces d'activités perméables (concassé)

Les surfaces d'activité en concassé accueillent des circulations, stationnements et autres équipements nécessaires à l'activité ne présentant pas de risque de pollution particulière. Ces espaces non imperméabilisées permettront l'infiltration naturelle des eaux pluviales.

❖ Gestion quantitative des eaux pluviales de la plateforme

Le volume de la pluie décennale généré par le site en phase d'exploitation a été estimé à environ 250 m³, stockés dans des buses béton.

❖ Contrôle de la qualité des eaux avant rejet

Les buses seront équipées d'un dispositif d'obturation et de confinement des eaux de type vanne actionnable manuellement. En exploitation, cette vanne sera normalement fermée et la conductivité des eaux collectées sera suivie en continu :

- Si la conductivité est inférieure à une limite comprise entre 1 et 5 mS/cm, alors la vanne sera ouverte manuellement par un opérateur. Les eaux seront traitées par un débourbeur/déshuileur de classe 1 avant rejet à débit limité vers le milieu récepteur (infiltration).
- En cas de contamination chimiques des eaux (conductivité supérieure à la limite fixée), la vanne restera fermée et les eaux stockées seront alors pompées dans le bassin bâché au nord du site.

❖ Dimensionnement du dispositif d'infiltration

Rappel : le dispositif d'infiltration n'est pas défini à ce stade. Le dimensionnement ci-dessous prévoit un type de dispositif théorique.

Le volume d'eau à évacuer est de 322 m³ (volume entrant durant la pluie 72 m³ + vidange de la conduite de stockage de 250 m³).

Tableau 6 Dimensionnement d'un ouvrage d'infiltration théorique

Volume à stocker (= volume à évacuer) *	322 m³
Volume de l'ouvrage (90% de vides)	358 m³
Hauteur des modules	0,60 m
Surface de l'ouvrage	**600 m³**

En cas d'évènement pluvieux important conduisant à une insuffisance du dispositif d'infiltration, un pompage permettra le débordement des eaux en surplus vers les fossés en pied de talus, en périphérie du site.

❖ En cas de pluie exceptionnelle

En cas d'évènement pluvieux important conduisant à une insuffisance des conduites de stockage, un dispositif de pompage permettra d'évacuer le surplus vers le bassin.

❖ Synthèse de la gestion des eaux pluviales

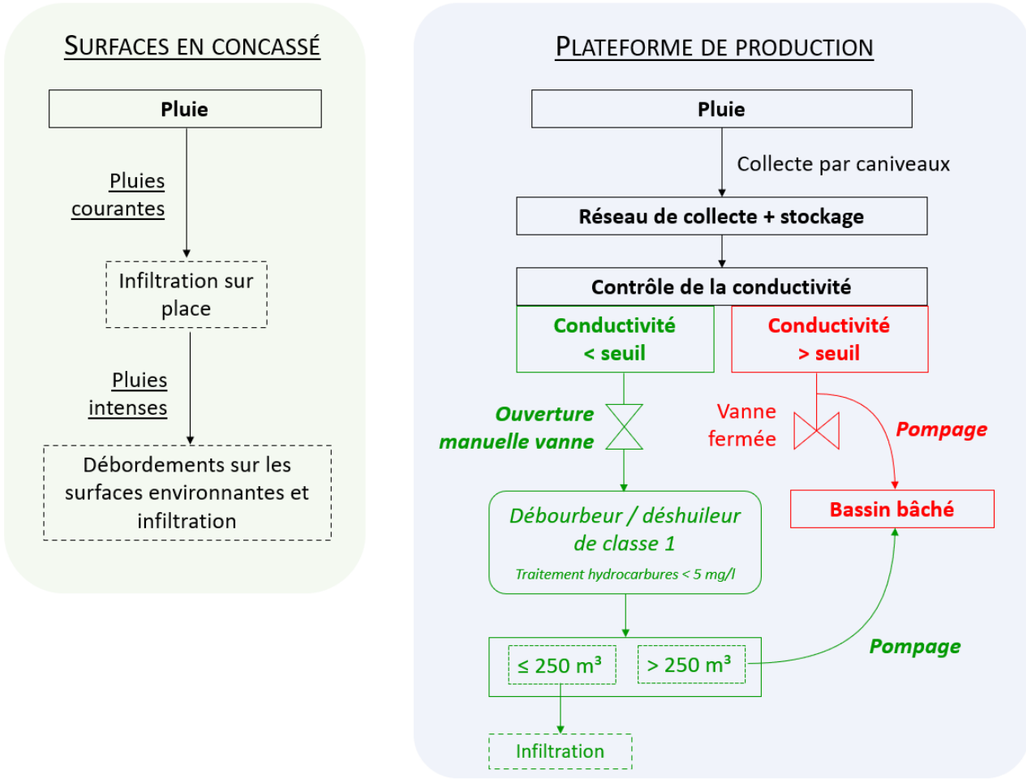


Figure 11 Synoptique de la gestion des eaux pluviales d'OPS4 en phase exploitation

1.2.3.1.6. **Besoins en réseaux divers**

❖ Alimentation en eau potable

Au démarrage de la phase d'exploitation, le site OPS4 sera déjà raccordé au réseau d'alimentation en eau potable, ce raccordement ayant été réalisé en amont de la phase de travaux de forage.

❖ Assainissement

Avant l'aménagement de la plateforme de forage, ÉS prendra contact avec le service public en charge de l'assainissement collectif, à savoir le SICTEU de la région de Soultz-sous-Forêts, pour valider une solution d'assainissement conforme à la réglementation en vigueur.

❖ Contrôle commande

La centrale géothermique comportant deux sites, il sera nécessaire de prévoir une fibre optique entre les deux sites pour assurer la communication du contrôle commande. Ce dernier comportera deux automates :

- Le premier assurera le contrôle commande de la boucle géothermale sur GPK2 et les équipements déportés sur OPS4.
- Le second assurera le pilotage du cycle ORC.

❖ Besoins électriques et raccordements aux réseaux HTA

En première approche, le site **OPS4** serait raccordé au réseau **HTA depuis le village de Reimerswiller,** à environ 800 m au sud.

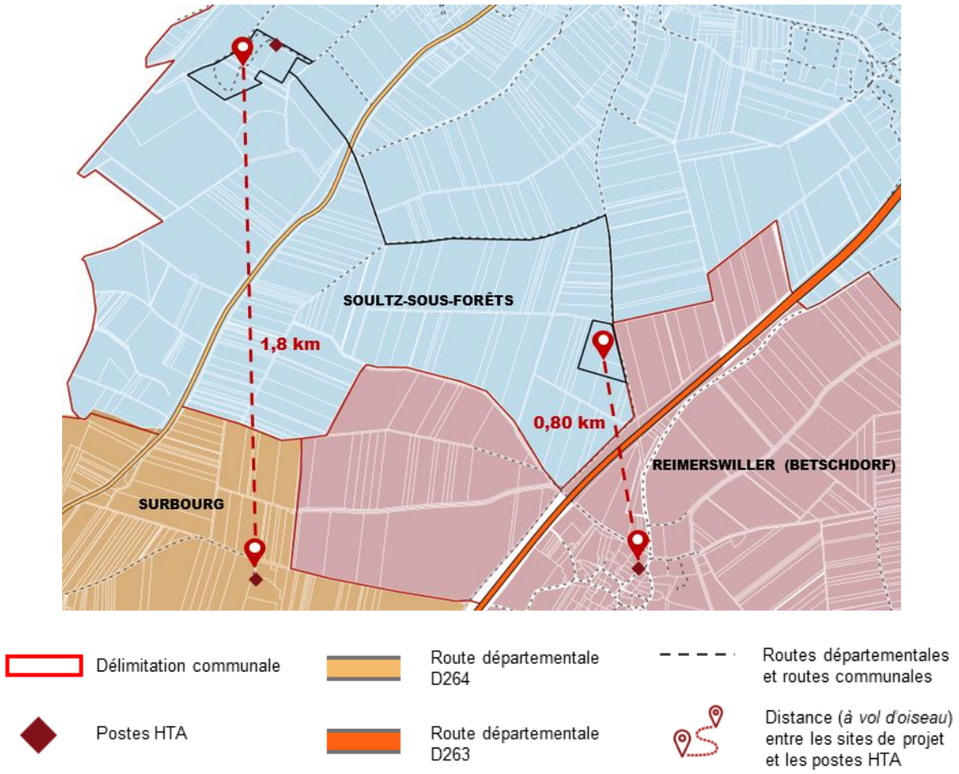


Figure 12 Localisation des postes HTA à proximités des sites OPS4 et GPK2

1.2.3.3. NOUVELLE CENTRALE GEOTHERMIQUE SUR LE SITE GPK2

1.2.3.3.1. Organisation et fonction de la nouvelle centrale géothermique sur le site GPK2

Cette nouvelle centrale comportera :

- Un bâtiment abritant notamment les échangeurs pour la fourniture de chaleur ou ceux du cycle organique de Rankine (ORC), ainsi que la turbine et la génératrice ;
- Un parking ;
- Des espaces verts (minimum 10% de la surface) ;
- Des surfaces imperméabilisées ;
- Un aérocondenseur
- Une cuve de stockage de fluide pour le cycle ORC ;
- Un séparateur ;
- Un bassin bâché de stockage des eaux process ;
- Un bassin bâché de stockage d'eau en cas d'incendie.

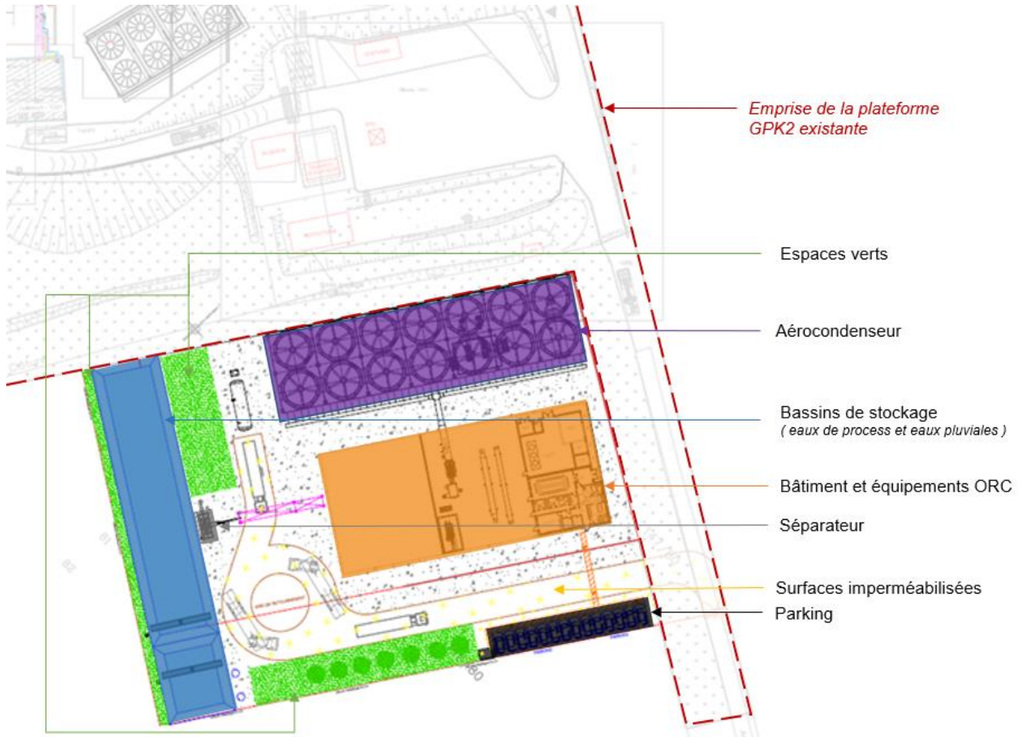


Figure 13 Vue schématique de la nouvelle centrale sur le site GPK2 (source : ÉS)

1.2.3.3.2. Caractéristiques des équipements de la nouvelle centrale GPK2

❖ Equipements de la boucle géothermale

- **Le séparateur liquide/gaz** permet de faire passer le fluide géothermal sous pression dans les conduites d'exhaure à la pression atmosphérique, ce qui se traduit par une vaporisation partielle du fluide dès lors que la température de celui-ci dépasse 100°C. La fumée du séparateur est constituée de vapeur d'eau à près de 99%.
- **L'injection d'inhibiteur** : le fluide géothermal exploité ayant une salinité d'environ 100 g/l, il est nécessaire d'injecter des inhibiteurs pour limiter la formation de dépôts et réduire la corrosion des installations.
- **Les filtres de production** seront de types autonettoyants par injection d'eau à contre-courant dans les trémies.
- **Les échangeurs de chaleur pour alimenter les réseaux de chaleur** permettent de transférer les calories de l'eau géothermal vers un réseau de chaleur.
- **Les pompes d'injection**, de type centrifuges multi-étagées, fonctionneront en mode secours : dans le cas où la pression d'injection est inférieure à la pression d'exhaure, les pompes sont alors by-passées et c'est une vanne qui régulera la pression.
- **Les conduites d'exhaure et d'injection** : tout comme sur le site OPS4, les conduites d'exhaure et d'injection sur le site GPK2 seront dimensionnées pour une pression et une température maximales supérieures aux conditions de service attendues, à savoir 25 bars et 155°C à la production et 40 bars et 109°C à l'injection.

❖ Equipements du cycle organique de Rankine (ORC)

- **La pompe de circulation** : la ou les pompes de circulation, de type centrifuge, ont pour objectif de mettre en pression le fluide de travail liquide en sortie d'aérocondenseur et l'envoyer vers les échangeurs de chaleurs.
- **Les échangeurs de chaleur** : le cycle ORC comprendra plusieurs échangeurs de chaleur de technologie tubulaire à courant inverse.
- **Le groupe turbo-alternateur** comporte la turbine et la génératrice. La turbine permet de détendre le fluide de travail et de convertir l'énergie thermodynamique en travail mécanique.
- **L'aérocondenseur** permet d'assurer une condensation du fluide de travail gazeux à basse pression en sortie de turbine à l'aide de l'air ambiant.
- **La cuve de stockage** permet de stocker en toute sécurité le volume de fluide de travail contenu dans le cycle ORC.

1.2.3.3.3. Fréquentation du site

En phase d'exploitation, le **nouveau site GPK2 sera fréquenté par 1 à 2 personnes, et** desservi par 1 à 2 camions par semaine.

Le site OPS4 sera équipé d'un éclairage de nuit LED pour des raisons de sécurité.

1.2.3.3.4. Occupation des sols

Tableau 7 Occupation des sols projetée de la station GPK2 en phase exploitation

Zone	Surface approximative (m²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m²)
Bâtiments	1 420	100%	1 420
Dalles et enrobés	4 715	100%	4 715
Bassin(s)	1 050	100%	1 050
Espaces enherbé	815	10%	82
TOTAL	**8 000**	**91%**	**7 267**

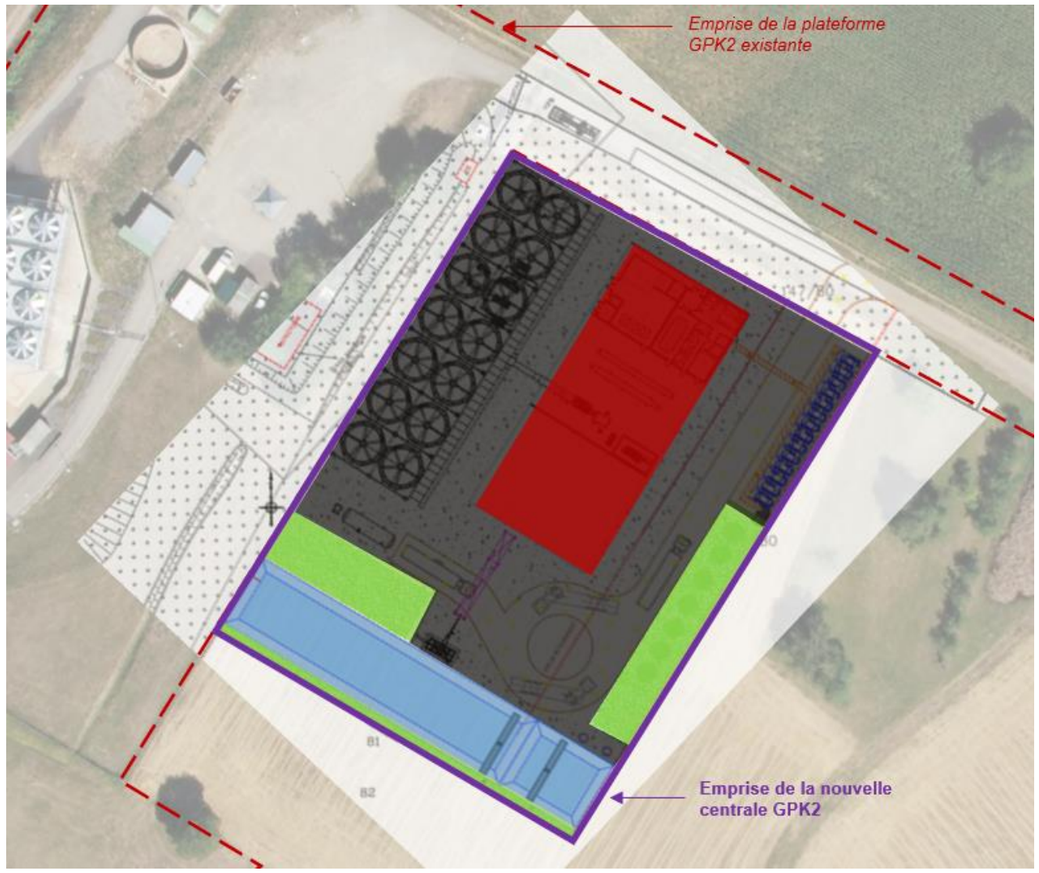


Figure 14 Plan de la nouvelle centrale géothermique sur le site GPK2, en phase d'exploitation (source : ÉS)

1.2.3.3.5. Principes de gestion des eaux

❖ Surfaces collectées

À l'exception des espaces verts, l'ensemble des surfaces d'activités sont étanches et collectées, soit environ 6 135 m² (revêtements étanches types dalles et enrobés + bâtiments).

❖ Gestion des eaux pluviales de la plateforme

À l'image du site de forage OPS4 dans ses phases de travaux de forage et d'exploitation, ou encore de la station géothermique déjà existante GPK2, la nouvelle centrale sera elle aussi équipée, en termes d'infrastructures liées à la gestion des eaux :

- D'un grand bassin de stockage des eaux géothermales,
- Et d'un petit bassin de stockage des eaux d'extinction d'incendie

La surface active collectée est de 6 135 m² et la pluie considérée est une pluie décennale de durée 6 minutes à 2 heures

Les eaux pluviales collectées seront stockées dans des buses béton d'une capacité d'environ 190 m³.

❖ Contrôle de la qualité des eaux avant rejet

Les buses seront équipées d'un dispositif d'obturation et de confinement des eaux de type vanne, actionnable manuellement.

❖ Dimensionnement du dispositif d'infiltration

- *Calcul de volume à évacuer*

En aval du dispositif de traitement, les 190 m³ d'eaux pluviales stockés dans les conduites de stockage seront évacués à débit limité 10 l/s vers un dispositif d'infiltration. **Le volume d'eau à évacuer est donc de 262 m³** (volume entrant sur la durée de la pluie 72 m³ + vidange du dispositif de stockage 190 m³).

- *Dimensionnement du dispositif d'infiltration*

Rappel : le dispositif d'infiltration n'est pas défini à ce stade. Le dimensionnement ci-dessous prévoit un type de dispositif théorique.

Tableau 8 Dimensionnement d'un ouvrage d'infiltration théorique

Volume à stocker (= volume à évacuer) *	262 m³
Volume de l'ouvrage (90% de vides)	291 m³
Hauteur des modules	0,60 m
Surface de l'ouvrage	**490 m³**

❖ En cas de pluie exceptionnelle

En cas de pluie exceptionnel, un pompage automatique disposé sur la conduite de stockage des eaux pluviale permettra le déversement vers le bassin de stockage des eaux géothermales.

❖ Confinement des eaux d'extinction d'incendie

Le volume à stocker correspondent aux exigences de la circulaire Interministérielle n°465 du 10 décembre 1951 : **60 m³/h pendant 2 heures, soit un volume total de 120 m³.**

❖ Synthèse de la gestion des eaux pluviales

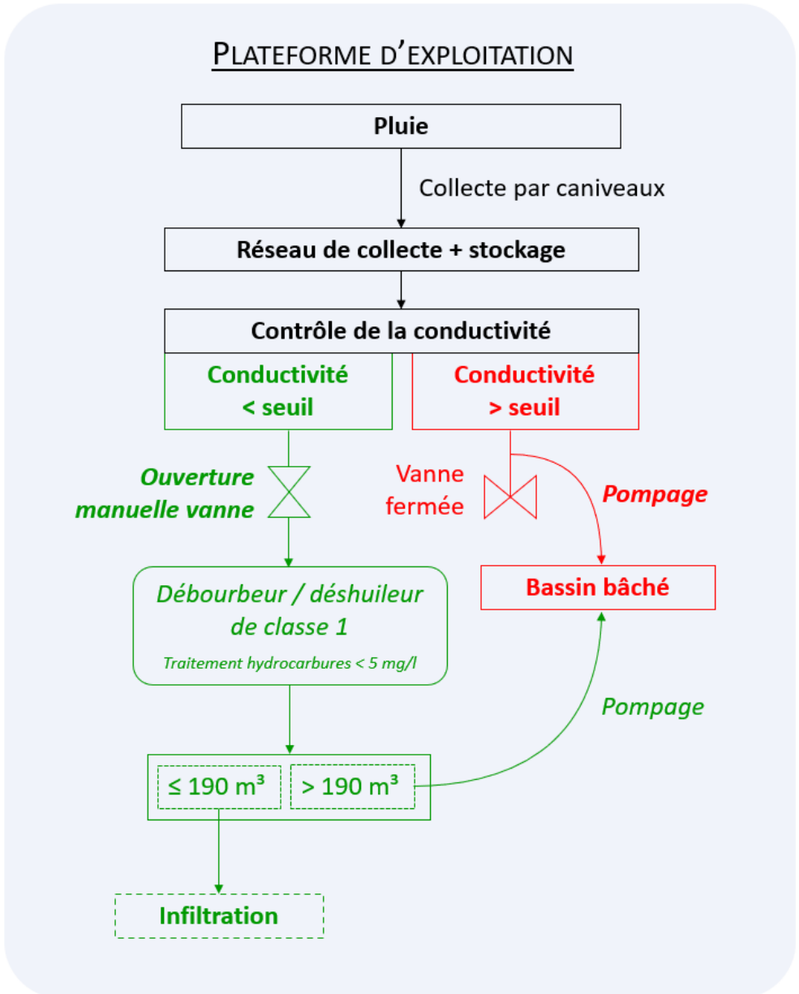


Figure 15 Synoptique de la gestion des eaux pluviales de la plateforme GPK2 en phase exploitation

1.2.3.3.6. **Besoins en réseaux divers**

❖ Alimentation en eau potable

La création de la nouvelle centrale GPK2 nécessitera un nouveau raccordement eau potable, qui sera mis en œuvre depuis la conduite située au droit de la route reliant Surbourg à Soultz-sous-Forêts, la départementale D264.

❖ Assainissement

Avant l'aménagement de la plateforme de forage, ÉS prendra contact avec le service public en charge de l'assainissement collectif, à savoir le SICTEU de la région de Soultz-sous-Forêts, pour valider une solution d'assainissement conforme à la réglementation en vigueur.

❖ Contrôle commande (fibre)

La centrale géothermique comportant deux sites, il sera nécessaire de prévoir une fibre optique entre les deux sites pour assurer la communication du contrôle commande.

1.2.3.3.7. **Besoins électriques et raccordements aux réseaux HTA**

La nouvelle centrale sur le site **GPK2** nécessite un **renforcement du réseau HTA et une connexion depuis le village de Surbourg,** à environ 2 km au sud-ouest.

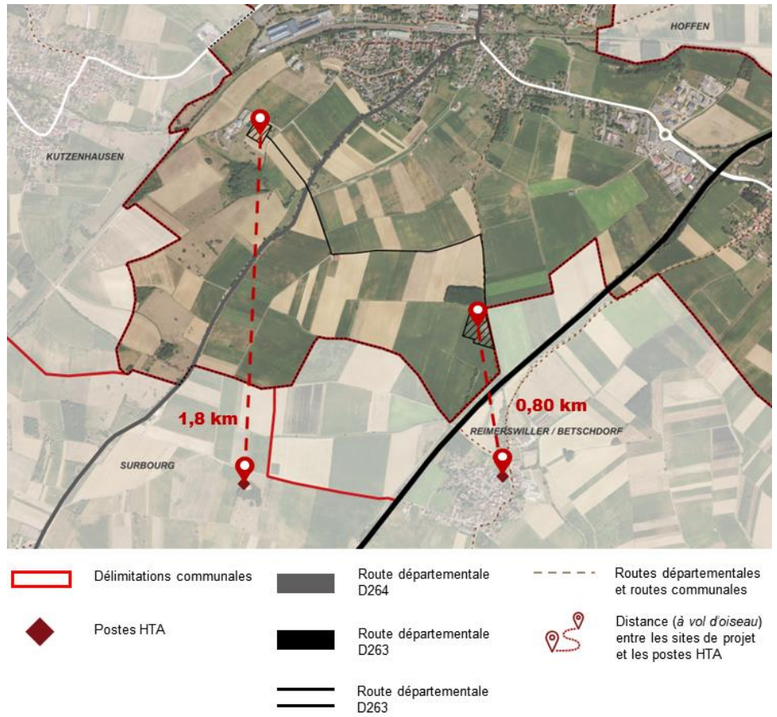


Figure 16 Localisation des postes HTA à proximités des sites OPS4 et GPK2

1.2.3.4. CONDUITES DE TRANSPORT DU FLUIDE GEOTHERMAL

1.2.3.4.1. Cheminement du tracé de la conduite

L'implantation des forages sur le site OPS4 et la centrale sur le site GPK2 implique la nécessité de transporter du fluide géothermal. La longueur totale du tracé des conduites entre le site d'OPS4 et de GPK2 sera d'environ 1,9 km. Le tracé prendra place au travers de 10 parcelles, dont :

- 4 chemins d'exploitation ;
- 2 chemins ruraux ;
- 1 route départementale ;
- 3 parcelles privées.



Figure 17 Tracé de la canalisation reliant le site OPS4 à la nouvelle centrale géothermique sur GPK2 et profil type d'implantation des canalisations

1.2.3.4.2. Description des travaux

❖ Mode de pose

Les conduites transportant le fluide géothermal entre les deux sites seront enterrées sur l'intégralité du tracé. Les conduites seront posées sur un lit de sable de 10 cm d'épaisseur en fond de fouille.

Une **fibre optique** sera posée dans la fouille pour permettre aux automates des deux sites de communiquer, ainsi qu'un réseau **d'eau** : eaux pluviales, eaux géothermales.

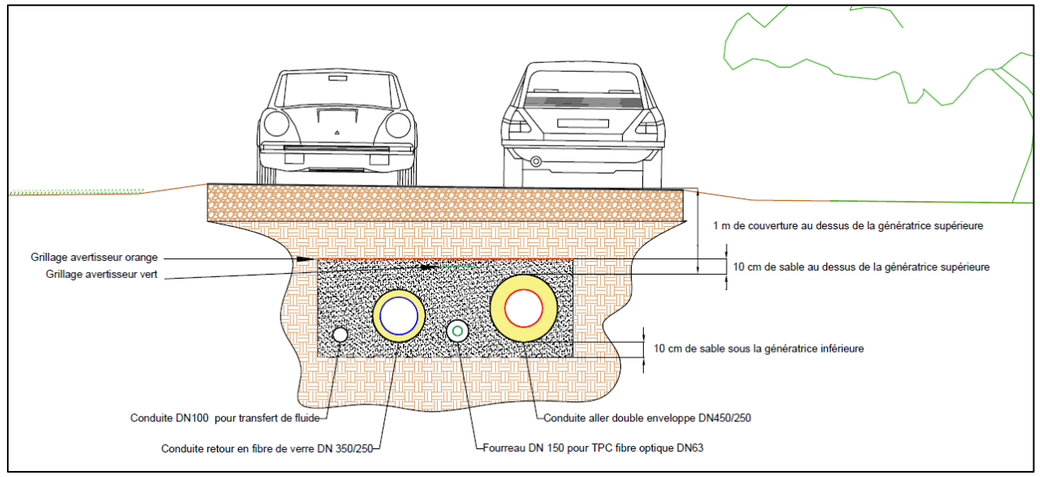


Figure 18 Coupe de principe des réseaux en tranchée commune – tous réseaux (source : ÉS)

❖ Emprise du chantier

L'emprise globale du chantier (piste d'accès et zone de stockage latérale à la tranchée et tranchée elle-même), sera **d'environ 13 à 15 m de large** illustré dans la Figure 90, avec a minima les emprises suivantes :

- Emprise du chantier : 4,50 m
- Piste de travail : 3,50 m
- Stockage de terre végétale : 5,50 m
- **Largeur totale : au moins 13,50 m.**

Les travaux seront réalisés par tranche linéaire de plusieurs centaines de mètres,

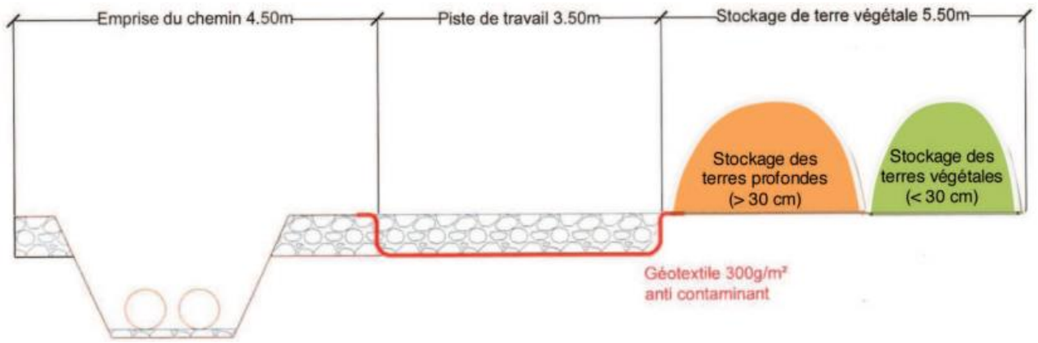


Figure 19 Vue schématique de l'emprise du chantier durant les travaux (source : ÉS)

❖ Traversée sous la RD264 et croisement

Le réseau de transport du fluide géothermal traversera la RD264 reliant Soultz-sous-Forêts à Surbourg.

Les travaux de mise en œuvre de la conduite de part et d'autre de la D264 nécessiteront la fermeture de la route.

La préparation préalable des soudures permettra de limiter **la durée de fermeture de la route à 4 à 5 jours**. Une déviation sera proposée pour rediriger le trafic routier par la D263.

1.2.3.4.3. **Caractéristiques des conduites**

- **La conduite aller** sera de type double enveloppe, comme pour la centrale géothermique de Rittershoffen, car c'est la seule technologie sans caniveaux permettant le transport de fluide ayant une température supérieure à 119°C.
- **La conduite retour** sera de pré-isolée et transportera le fluide géothermal vers le puits d'injection après extraction des calories, et non pas de l'eau adoucie traitée.
- **Caractéristiques du fluide géothermal transporté** : Le fluide géothermal qui sera pompé sur le site d'OPS4 aura des caractéristiques très semblables au fluide géothermal pompé sur les sites à proximité.
- **La température de service (Ts)** est la **température maximale pour laquelle la tuyauterie a été calculée**. Elle est strictement supérieure à la température maximale de l'application. Elle est également supérieure ou égale à la température de réglage des dispositifs de sécurité.
- **La pression de service (Ps)** est la pression maximale de calcul à laquelle pourrait être soumis l'équipement. Elle est strictement supérieure à la pression en exploitation liée à l'application. Elle est également supérieure ou égale à la pression de réglage des dispositifs de sécurité.
- **Débit de service** : Un débit d'exploitation de 300 m³/h est envisagé sur le site OPS4. Les canalisations aller et retour seront donc dimensionnées pour le transport de 300 m³/h entre les deux sites.
- **Diamètre des tubes caloporteurs** : pour un débit de service de 300 m³/h, il sera de l'ordre de DN250 (10").

1.2.3.4.4. **Fuite des canalisations**

La **conduite aller**, de type **double enveloppe**, constitué entre autres d'un espace annulaire sous vide : la présence d'un capteur de pression, placé sur chaque site, permettra de vérifier en continu la pression du vide, ce qui en cas d'anomalie (dépassement d'un certain seuil de pression), pourra générer une alerte.

Dans le cas de la **conduite retour**, c'est -ci le câble électrique qui représentera l'outil de détection de fuite : un capteur, placé au niveau de la centrale, permettra la vérification continue de la résistance électrique du câble, ce qui en cas de diminution de la résistance, déclenchera la manifestation d'un alerte, équivalent à la présence d'eau dans la mousse en polyuréthanne.

En cas de détection de fuite, une procédure sera enclenchée, consistant à confirmer l'alarme, inspecter le tracé, et, si la fuite n'a pu être localisée, **arrêter la production pour procéder aux tests de tenue en pression**, afin de procéder aux travaux de réparation adéquats.

1.2.4. Remise en état après exploitation

1.2.4.1. REMISE EN ETAT DU SITE

Les surfaces mobilisées pour le projet seront restituées à leur usage initial au terme de l'exploitation, selon le zonage des parcelles au Plan Local d'Urbanisme : restitution à l'agriculture (zone AA) ou évolution en Zone d'Activités Economiques (zone UT).

Le démantèlement des installations comprendra :

- Démontage des installations métalliques,
- Démontage des enrobés et bétons (si restitution à l'exploitation agricole)
- Dépose des réseaux
- Comblement des bassins
- Diagnostics de pollution des sols et dépollution éventuelle
- Sur le site OPS4 : cimentation des puits

1.2.4.2. DEMANTELEMENT DES INSTALLATIONS DE SURFACES

En **cas de mise à l'arrêt des installations** concourant à la production d'électricité à partir de la chaleur géothermale, les dispositions suivantes seront prises :

- La purge des circuits d'isobutane et l'élimination de ce fluide dans un centre autorisé ;
- L'évacuation des produits d'exploitation et éventuels déchets présents dans l'établissement selon les règles de l'art ;
- L'évacuation des éléments du circuit primaire susceptibles d'être contaminés par des radioéléments contenus dans l'eau géothermale (selon les dispositions règlementaires en vigueur) ;
- L'élimination de ces éléments dans un centre autorisé ;
- La coupure de l'alimentation électrique et de celle en eau ;
- La fermeture des locaux et du site grâce au maintien en place de la clôture.

1.2.4.3. DEMANTELEMENT ET FERMETURE DES PUITS

La fermeture des puits géothermiques relève de la **même réglementation** et des **mêmes pratiques que pour les puits d'hydrocarbures**.

Il existe plusieurs solutions techniques de fermeture de puits ; la solution la plus fiable est une **cimentation du puits sur toute sa hauteur**, mais elle est également la plus onéreuse.

La procédure de fermeture d'un ou des puits exploités par la centrale de Soultz-sous-Forêts suivra les recommandations du Règlement Général des Industries Extractives et établira une procédure, en concertation avec la DREAL.

1.2.5. Estimation des consommations et des émissions

1.2.5.1. ESTIMATION DES CONSOMMATIONS DE MATERIAUX

Tableau 9 Consommations de matériaux pour la réalisation des TRAVAUX DE FORAGE et des TRAVAUX D'AMENAGEMENT

	Unité	Phase travaux de forage (OPS4)		Travaux d'aménagement			TOTAL
		Préparation de la plateforme de forage	Réalisation des forages	Site de forage OPS4	Canalisations	Nouvelle centrale GPK2	
Acier	t	20	520	60	120	1 100	**1 820**
Acier galvanisé	t					100	**100**
Acier inoxydable	t			12	70	44	**126**
Bentonite	t		100				**100**
Béton	t	60				1 600	**1 660**
Carbonate de calcium	t		90				**90**
Cellulose	t		70				**70**
Chlorure de sodium	t		30				**30**
Ciment	t		380				**380**
Diesel	L	30 000	900 000				**930 000**
Enrobé	t	1 500			500	675	**2 675**
Graves	m³	6 600			3 200	3 500	**13 300**
Isobutane	t					30	**30**
Laine de roche	t				6	26	**32**
PEHD	t	10					**10**
Sable	m³				1 300		**1 300**

Tableau 10 Consommations de produits par an et sur la durée de vie du projet en phase EXPLOITATION

	Unité	Par an	TOTAL sur 25 ans
Electricité (OPS4)	MWh/an	4 600	**115 000**
Eau	m³	500	**12 500**
Huile	t	8	**200**
Inhibiteurs	t	25	**625**

1.2.5.2. ESTIMATION DE LA PRODUCTION DE DECHETS

Tableau 11 Déblais évacués (phase travaux)

Site / phase		Volume de déblais évacués (m³)
Phase travaux de forage (OPS4)	Préparation de la plateforme de forage	2 750
	Réalisation des forages	880
Travaux d'aménagement	Site de forage OPS4	0
	Canalisations	3 200
	Nouvelle centrale GPK2	8 000
Phase exploitation		-
TOTAL		**14 830**

1.2.6. Planning de réalisation du projet

	Durée	2024				2025				2026				2027				2028			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1. Phase de travaux de forage																					
▪ Réalisation de la plateforme OPS4	1 an																				
▪ Exploration de la ressource : forages, tests et validation de la ressource	1 an																				
2. Phase de travaux d'aménagement																					
▪ Réalisation de la nouvelle centrale GPK2 et de la plateforme d'exploitation OPS4	2 ans																				
▪ Réalisation du réseau enterré	6 mois																				
3. Phase d'exploitation	25 ans																				

1.3. JUSTIFICATIONS DU CHOIX DU PROJET

1.3.1. Raisons du choix de projet

Le projet répond aux objectifs de la loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte de 2015 et la loi Energie-Climat adoptée en 2019, visant la neutralité carbone d'ici 2025.

L'Alsace est propice à la géothermie haute température en raison de ses caractéristiques géologiques et de ses ressources naturelles.

1.3.2. Émissions de gaz à effet de serre et bilan carbone

1.3.2.1. SCENARIOS D'ETUDES

Les justifications environnementales se basent sur trois scénarios considérant des puits d'environ 3 000 m de profondeur qui sont les suivants :

1. **Scénario 1** : Un **doublet produisant uniquement de l'électricité** (3,5 MW_e, 26 GWh_e/an) ;
2. **Scénario 2** : Un **doublet produisant de l'électricité** (3,5 MW_e, 26 GWh_e/an) **et de la chaleur moyenne température** (10 MW_{th}, 40 GWh_{th}/an) ;
3. **Scénario 3** : Un **doublet produisant uniquement de la chaleur haute température** (26 MW_{th}, 220 GWh_{th}/an).

1.3.2.2. BILAN DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DU PROJET

Au total, pour ces trois scénarii, les émissions directes et indirectes de gaz à effet de serres sur toute la durée de vie du projet sont estimées à :

Tableau 12 Emissions de GES sur la durée de vie du projet pour chaque scénario

Scénario	Energie produite	Emissions de GES
Scénario 1	100% électricité	23 096 t de CO_2eq
Scénario 2	50% électricité 50% chaleur	24 243 t de CO_2eq
Scénario 3	100% chaleur	24 242 t de CO_2eq

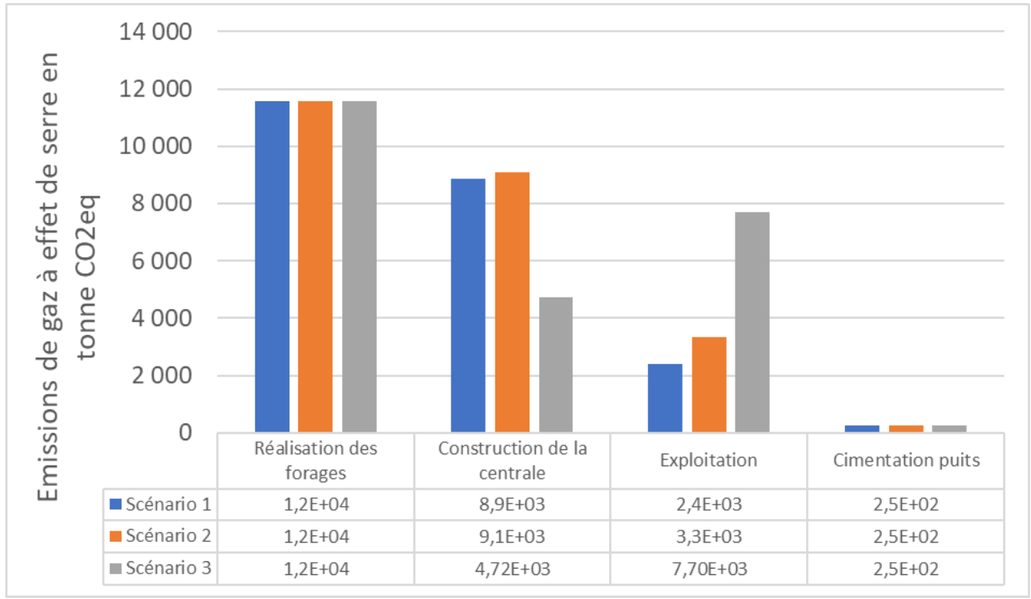


Figure 20 Estimation des émissions de gaz à effet de serres des trois scénarios en fonction des différentes phases du cycle de vie du projet (source : ÉS)

1.3.2.3. COMPARAISONS AVEC D'AUTRES PRODUCTIONS DE CHALEUR OU D'ELECTRICITE

L'empreinte carbone des émissions de CO_2 du projet a été comparé avec différentes sources d'énergies renouvelables, responsables de la production de chaleur ou d'électricité.

Tableau 13 Empreinte carbone des différentes sources d'énergie en gCO^2eq/kWh

CHALEUR	
Gaz naturel	215,8 gCO_2eq/kWh
Biométhane	41,6 gCO_2eq/kWh
Biomasse – plaquettes forestières	13 gCO_2eq/kWh
ÉLECTRICITÉ	
Mix EU	420 gCO_2eq/kWh
Mix FR	58,3 gCO_2eq/kWh
Photovoltaïque	43,9 gCO_2eq/kWh
Eolien terrestre	17,3 gCO_2eq/kWh

En ce qui concerne la production de chaleur, l'emprunte carbone du projet est plus de 50 fois inférieur au gaz naturel, et inférieure aux énergies renouvelables, à savoir le biométhane et la biomasse (plaquettes forestières) qui pourraient être implantées à Wissembourg.

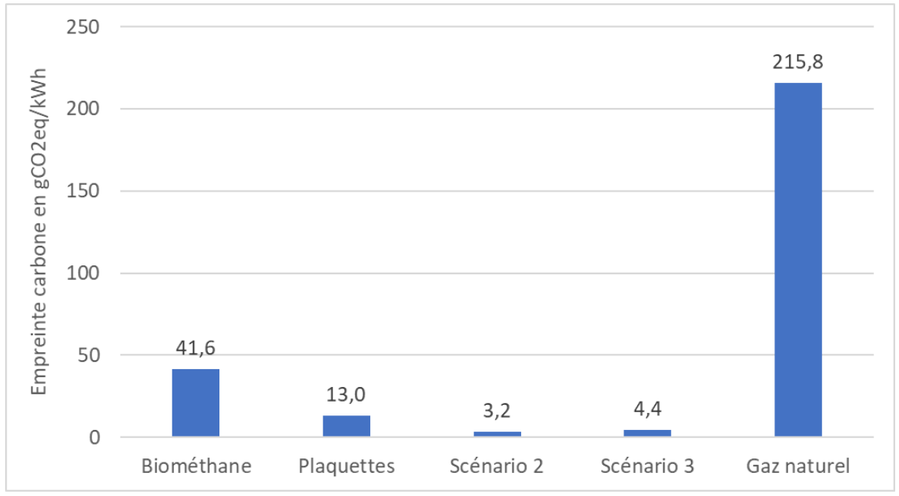


Figure 21 Empreinte carbone en gCO_{2eq}/kWh de la chaleur issue du biométhane, de la biomasse (plaquettes forestières), du projet et du gaz naturel

L'emprunte carbone de la production électrique du projet sera inférieure à celle du photovoltaïque fabriqué en Chine, mais supérieur à celle de l'éolien terrestre. Elle reste néanmoins inférieure à l'empreinte du mix français et très inférieure à celle du mix européen.

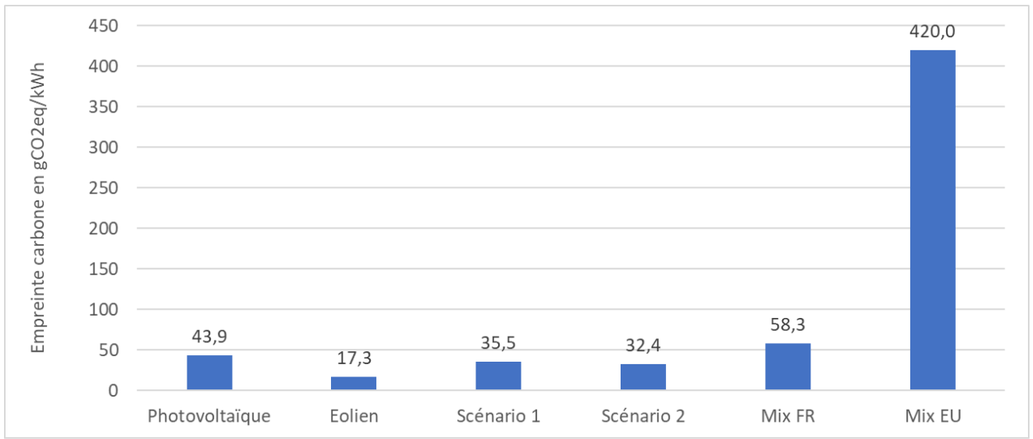


Figure 22 Empreinte carbone en gCO_{2eq}/kWh de l'électricité issue du photovoltaïque, de l'éolien terrestre, du projet et du mix électrique français

1.3.2.4. ESTIMATION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE EVITEES

Les **émissions de gaz à effet de serre évitées sont de 15 à 1 290 Mt/$CO_{2éq}$** sur la durée de vie du projet, selon le scénario et le mix énergétique de référence considérés.

Tableau 14 Estimation des émissions de gaz à effet de serre évitées durant la durée de vie du projet

		Scénario 1 100 % électricité	Scénario 2 50/50 électricité et chaleur	Scénario 3 100 % chaleur
Emissions de carbone évitées par la **chaleur**		-	236 Mt/CO_{2eq}	1 290 Mt/CO_{2eq}
Emissions de carbone évitées par **l'électricité**	mix FR	15 Mt/CO_{2eq}	17 Mt/CO_{2eq}	-
	mix EU	250 Mt/CO_{2eq}	252 Mt/CO_{2eq}	-
Total des émissions de carbone évitées par le projet	**mix FR**	15 Mt/CO_{2eq}	253 Mt/CO_{2eq}	1 290 Mt/CO_{2eq}
	mix EU	250 Mt/CO_{2eq}	488 Mt/CO_{2eq}	1 290 Mt/CO_{2eq}

NB : Le mix électrique désigne la répartition des différentes sources d'énergie utilisées dans un pays pour la production d'électricité.

1.3.2.5. ESTIMATION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES EN PHASE FORAGE

En phase de réalisation des forages, **la consommation d'énergie est estimée à 900 000 L de fioul.**

En phase de réalisation des forages, le recours à un raccordement électrique plutôt qu'à une énergie fioul permettrait de **réduire les émissions de CO_2 de 1 392 à 2 694 teqCO_2** selon le Mix énergétique considéré.

1.3.3. Description des solutions de substitution raisonnables

Huit sites d'intérêt ont été examinés. Des contraintes (ressources/documents d'urbanisme) leur ont été associées. La conjonction de ses données pour chaque site a permis de déterminer celui représentant le moins de contraintes pour l'environnement et l'exploitant.

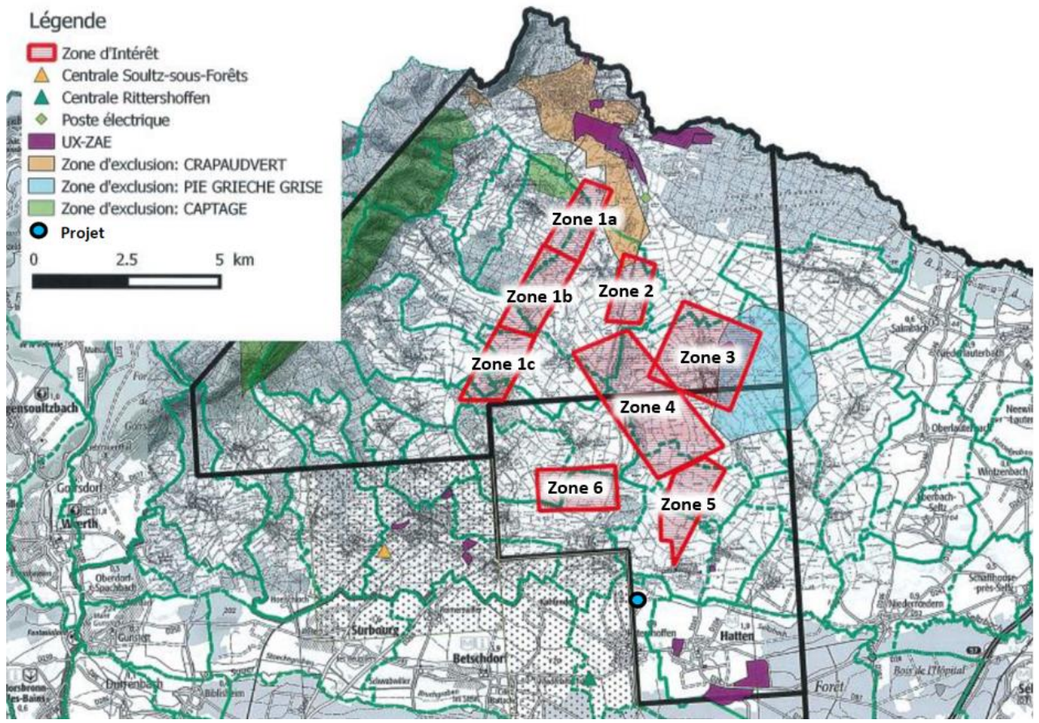


Figure 23 Localisation des solutions de substitution (source : Etude d'impact de la DAOTM, OTE Ingénierie, juillet 2021)

Tableau 15 Analyse des critères environnementaux pour les 8 sites considérés

Site envisagé	Conditions géologiques	Points faibles selon critères environnementaux	Points forts selon critères environnementaux
Zone 1a	**Très favorables**	Zone à enjeu du milan royal et de la pie Grièche	Proximité de la zone d'activité de Wissembourg Accès par axe routier majeur existant
Zone 1b	Favorables	En partie inondable Zone à enjeu du milan royal	
Zone 1c	Moyennement favorables	Zone à enjeu du milan royal Parc Naturel Régional des Vosges du Nord Réserve de biosphère	
Zone 2	**Très favorables**	En partie inondable Zone à enjeu du Crapaud vert Zone à enjeu du milan royal	Accès par axe routier majeur existant
Zone 3	**Très favorables**	**Zone de protection** Pie Grièche Grise Zone à enjeu du milan royal	Accès par axe routier majeur existant
Zone 4	Favorables	En partie inondable	Accès par axe routier majeur existant
Zone 5	Moyennement favorables	En partie inondable	Proximité de la zone d'activité de Hatten
Zone 6	Favorables	En partie inondable	
Site de Soultz (OPS4)	**Très favorables**	Site éloigné de zone NATURA 2000, ZNIEFF, Zones Humides Remarquables et arrêté de protection du biotope, mais situé en extrémité du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord.	Site en partie utilisé (plateforme OPS4 existante) ; le reste étant des champs de maïs présentant un faible intérêt pour la biodiversité. Proximité immédiate de la D263 Proximité avec la centrale de Soultz-sous-Forêts Proximité de zones d'activité à Soultz-sous-Forêts

Ainsi, il apparait que parmi les 4 sites offrant les meilleures conditions géologiques (lié à la profondeur plus réduite du réservoir et à la présence de zones naturellement perméables) :

- La zone 3 est en partie localisée sur une **zone de protection de la Pie Grièche** ;
- La zone 2 présente également un intérêt, mais n'a pas été sélectionnée pour ce projet du fait d'un plus grand **éloignement des zones d'activité** comme la zone de Wissembourg.
- La zone 1a a fait l'objet d'une demande d'autorisation de forage en 2019 sur le site dit de Wissembourg.

Ainsi, le site de Soultz (OPS4) permet de **limiter l'impact environnemental** du projet tout en offrant des perspectives de valorisation de la chaleur grâce à sa **proximité avec Soultz-sous-Forêts**.

En outre, ce site, situé à **proximité relative de la centrale existante** de Soultz-sous-Forêts est déjà partiellement utilisé du fait de la présence du puits OPS4 ; la réalisation des nouveaux puits nécessite une utilisation de terrains additionnels sur une **surface limitée**.

1.3.4. Conclusion sur la pertinence du projet

L'exploitation de la géothermie en Alsace est particulièrement pertinente compte-tenu :

- De son potentiel énergétique sur le territoire,
- De son bilan carbone extrêmement faible,
- Du contexte de transition énergétique.

1.4. REGLEMENTATION APPLICABLE AU PROJET

1.4.1. Cadre réglementaire

1.4.1.1. ARRETES ET AUTORISATIONS ANTERIEURS

- **Permis exclusif de Recherche** [1]
  - **Permis exclusif de recherches** de gîtes géothermiques dit « **Permis de Soultz** » octroyé le **27 septembre 2002**, pour une durée de 5 ans ;
  - Prolongation du « **Permis de Soultz** » accordé par arrêté ministériel, le **4 juillet 2008**, jusqu'au 5 octobre 2012 ;
- **Concession**
  - **Décret ministériel du 22 septembre 2015** accordant la concession de gîtes géothermiques dite « Concession de Soultz » au profit du Groupement Européen d'Intérêt Economique – Exploitation Minière de la Chaleur » pour une **durée de 25 ans** ;
- **Antériorité réglementaire**
  - DAOTM (demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers) - Etude d'impact et étude d'incidence sur l'eau de juillet 2021 – Bureau d'études OTE Ingénierie

1.4.1.2. REGIME REGLEMENTAIRE DU PROJET

Le projet est soumis aux régimes réglementations suivants :

- **Code de l'environnement / Réglementation IOTA**
  - Article R.214-1 du Code de l'environnement → déclaration
    - rubriques 1.1.1.0, « Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain (…) »
    - rubrique 2.1.5.0 alinéa 2° « Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol (…) surface supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha »
    - rubrique 5.1.3.0. alinéa c) « Travaux de recherche, de création, d'essais, d'aménagement ou d'exploitation des stockages souterrains (…) Essais visés au 4° de l'article 4 »
- **Code de l'environnement / Evaluation environnementale**
  - Rubrique 27.b) « Ouverture de travaux de forage pour l'exploration ou l'exploitation de gîtes géothermiques » de l'annexe à l'article R.122-2 du Code de l'environnement → soumis à évaluation environnementale
- **Code de l'environnement / Réglementation ICPE**
  - Dispositions générales des Installations Classées pour la Protection de l'environnement de l'article L.511-1 du Code de l'environnement
- **Code minier**
  - Article L. 124-1-1, et sous réserve des 1° et 2° de l'article L.124-1-2, concernant les travaux de recherche de gîtes géothermiques
  - Articles L134-2-6 du Code Minier, concernant les concessions de gîtes géothermiques et la durée du permis d'exploitation
- **Code de l'urbanisme**
  - Article L.153-31 partie I - alinéa 2° et partie II concernant la révision du plan local de l'urbanisme
- **Code rural et de la pêche maritime**
  - Etude préalable agricole → non soumis
  - Article L.451-1 (parcelle 437, accueillant la station existante d'OPS4, concernée par un bail emphytéotique)

1.4.2. Documents règlementaires et de planification

Le projet est également soumis aux prescriptions des doctrines et documents de planification territoriales, élaborés à plusieurs échelles :

- **A l'échelle nationale :**
  - Plan National d'Adaptation au Changement Climatique - PNACC 2
- **A l'échelle régionale :**
  - Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires - SRADDET
  - Schéma Régional de Développement Economique, d'Innovation et d'Internationalisation - SRDEII
  - Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux (SDAGE) Rhin-Meuse
  - Doctrine de la gestion des eaux pluviales de la région Grand Est 2020
- **A l'échelle locale :**
  - Schéma de cohérence territorial d'Alsace du Nord – SCoTAN
  - Plan local d'urbanisme – PLU (révision allégée en cours).

[1] Consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr

2. ETUDE D'IMPACT

2.1. ETAT INITIAL DU SITE

2.1.1. Terre, eau, sols, air, climat

2.1.1.1. TOPOGRAPHIE

La zone d'étude est concernée par un paysage topographique vallonnée, connaissant une amplitude de 65 m entre le point le plus haut (215 m), et le point le plus bas (150 m).



Figure 24 Topographie de la zone de projet - Source : Grand Est - WFS

2.1.1.2. CLIMAT

Le climat de la zone d'étude est un climat de type semi-continental, caractéristique de la Plaine d'Alsace.

La température moyenne annuelle est de 10,5°C, avec une température maximum moyenne de 19,3°C (en juillet) et une température minimale moyenne de 1,7°C (en janvier) ; ce qui équivaut à une amplitude thermique de l'ordre de 17,6°C.

La hauteur moyenne des précipitations s'élève à 818,3 mm/an, avec une période pluviale majoritairement comprise entre octobre et décembre, et une période sèche comprise généralement entre janvier et avril.

Les vents sont majoritairement orientés Sud-Ouest / Nord-Est et inférieurs à 28 km/h, avec des vents forts observés en période hivernale.

2.1.1.3. GEOLOGIE

Le territoire d'étude se situe dans des formations de Lœss (limon) et Lehms (argilo-sablonneux), alternant des formations limoneuses et argilo-sablonneuse.

La perméabilité des sols est de l'ordre de 1.10^{-6} m/s.

2.1.1.4. OCCUPATION DES SOLS

La zone d'étude révèle un territoire agricole peu construit. L'imperméabilisation moyenne au droit des sites OPS4 et GPK2 (nouvelle centrale) est actuellement de l'ordre de 10%.

Tableau 16 Occupation des sols du site OPS4, et surfaces actives équivalente

Zone	Surface (m²)	Cr	Surface active (m²)
Bâtiments	18	100%	18
Surfaces cultivées	16 282	10%	1 628
Espaces enherbé et arboré	3 600	10%	360
Surface en concassé	100	60%	60
TOTAL des surfaces	**20 000**	**10%**	**2 066**

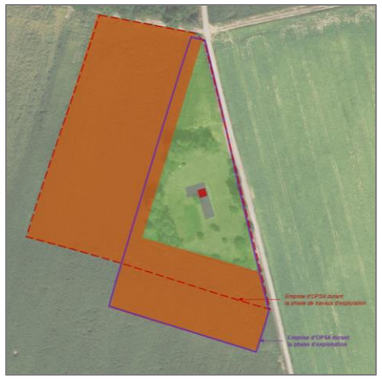


Tableau 17 Occupation des sols du site GPK2 et surface active équivalente

Zone	Surface (m²)	Cr	Surface active (m²)
Surfaces cultivées	8 000	10%	800
TOTAL des surfaces	**8 000**	**10%**	**800**



2.1.1.5. EAUX SUPERFICIELLES

2.1.1.5.1. Inventaire des eaux superficielles

Le réseau hydrologique concerné par la zone d'étude appartient aux bassins versants de la SAUER et du SELTZBACH.

Les cours d'eau les plus proches sont le ruisseau le Bachgraben (ou Lienenbach) et le ruisseau du Seltzbach et le ruisseau le Sumpfgraben.

2.1.1.5.2. Aspects qualitatifs

Les masses d'eaux superficielles de SAUER et SELTZBACH présentent un état dégradé :

- SAUER : état ou potentiel écologique « **moyen** » ;
- SELTZBACH : état ou potentiel écologique « **mauvais** ».

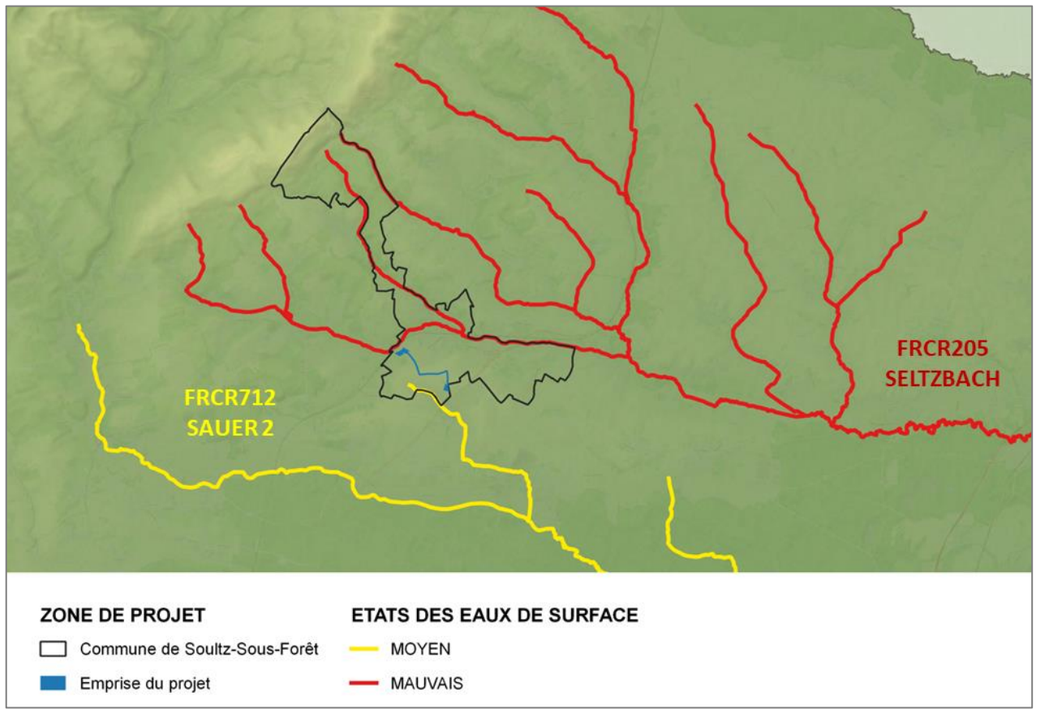


Figure 25 Etat ou potentiel écologique des masses d'eaux de surface concernant le projet (source : Agence de l'eau Rhin-Meuse)

2.1.1.5.3. Aspects quantitatifs

❖ La Sauer à Beinheim (station A3690110)

Le débit mensuel moyen de la Sauer à Beinheim est de **3 620 l/s** (entre 6 060 et 1 630 l/s).

Les données de débit instantané mensuel minimal mettent en évidence une aggravation des débits d'étiages depuis 2017, dont 6 relevés en 2022. Aucun débit instantané maximal n'a été enregistré depuis l'hiver 2010/2011.

❖ Le Seltzbach à Niederrœdern (A3730200)

Le débit mensuel moyen du Seltzbach à Niederrœdern est de **1 580 l/s** (entre 3 160 et 412 l/s).

Les données de débit instantané mensuel minimal mettent en évidence une aggravation des débits d'étiages depuis 2016, dont 1 relevé en 2022. Aucun débit instantané maximal n'a été enregistré depuis l'été 2013.

2.1.1.6. EAUX SOUTERRAINES

2.1.1.6.1. Inventaire des eaux souterraines

La zone d'étude est concernée par la masse d'eau souterraine : Nappe d'Alsace, Pliocène de Haguenau et Oligocène – FRCG101 ; situé au droit du Champ de fracture de Saverne.

Toutefois, le suivi piézométrique réalisé sur le puits OPS4 indique **l'absence de nappe au droit du site**.

2.1.1.6.2. Aspects qualitatifs

Les eaux souterraines de la nappe d'Alsace présentent un état **contrasté**, qualifié de « Bon » à « Pas bon état » selon les critères d'évaluation et les typologies de production :

- Bon : les valeurs en chlorures, sulfates et COHV ;
- Pas bon : l'état qualitatif général, et notamment les valeurs en pesticides ou nitrates.

2.1.1.6.3. Aspects quantitatifs

La nappe d'Alsace connaît une baisse progressive en période de rechargement ainsi qu'une aggravation de ses niveaux en période d'étiage. Ce phénomène s'accélère depuis 2013 où les tendances des courbes de mesures sont plus abruptes et décroissantes, dépassant plus régulièrement les seuils d'alerte renforcée et de crise.

2.1.1.6.4. Captages d'eau potable

La zone de projet se situe à plus de 7 km de la zone de captage d'eau potable la plus proche. Celui-ci n'est pas concernée par un périmètre de protection.

2.1.1.7. QUALITE DE L'AIR

La qualité de l'air environnant à la zone d'étude est bonne, avec des concentrations en polluants inférieures aux objectifs de qualité établis par le Ministère de l'Ecologie.

2.1.2. Biodiversité

2.1.2.1. PERIMETRES D'INVENTAIRE ET DE PROTECTION

La zone d'étude ne recoupe pas de périmètre de protection. Elle se trouve cependant à 600 m de la ZNIEFF de type 2 « Vallée du Seltzbach et massif du Niederwald » et à plus de 2 km des ZPS « FR4211790 Forêt de Haguenau » et ZSC « FR4201798 Massif forestier de Haguenau ».

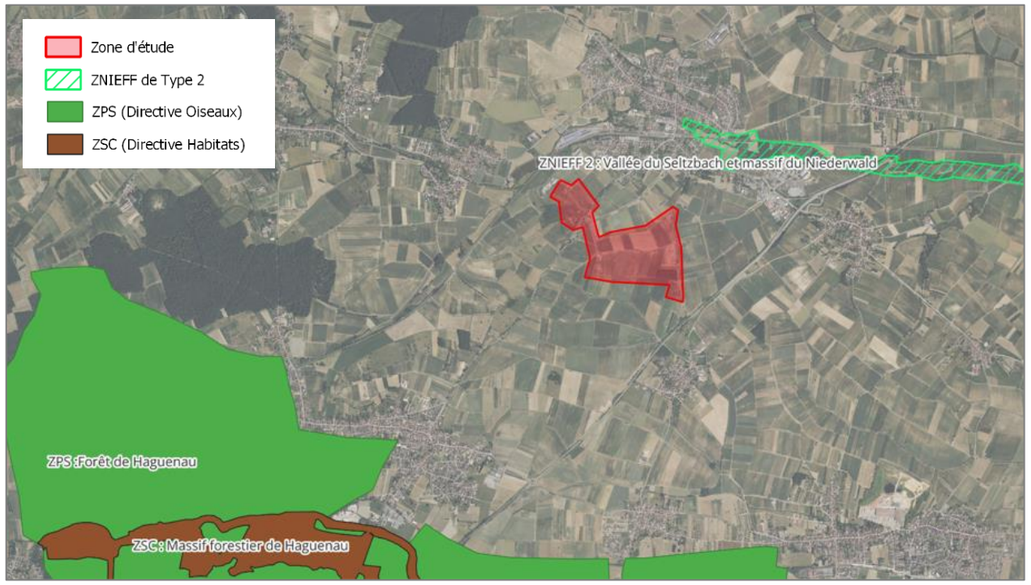


Figure 26 Périmètres d'inventaires et de protection à proximité de la zone d'étude

2.1.2.2. FLORE ET VEGETATION

Aucune espèce patrimoniale (protégée et/ou rare) n'est observée. La flore observée est banale ; la flore nitrophile et rudérale est sur-représentée. Les habitats naturels présentent un état de conservation médiocre, avec une présence très importante des parcelles de grande culture, présentant peu d'intérêt d'un point vu écologique**.**

Ainsi, d'après les données obtenues, aucun enjeu notable n'est à mettre en avant concernant la flore.

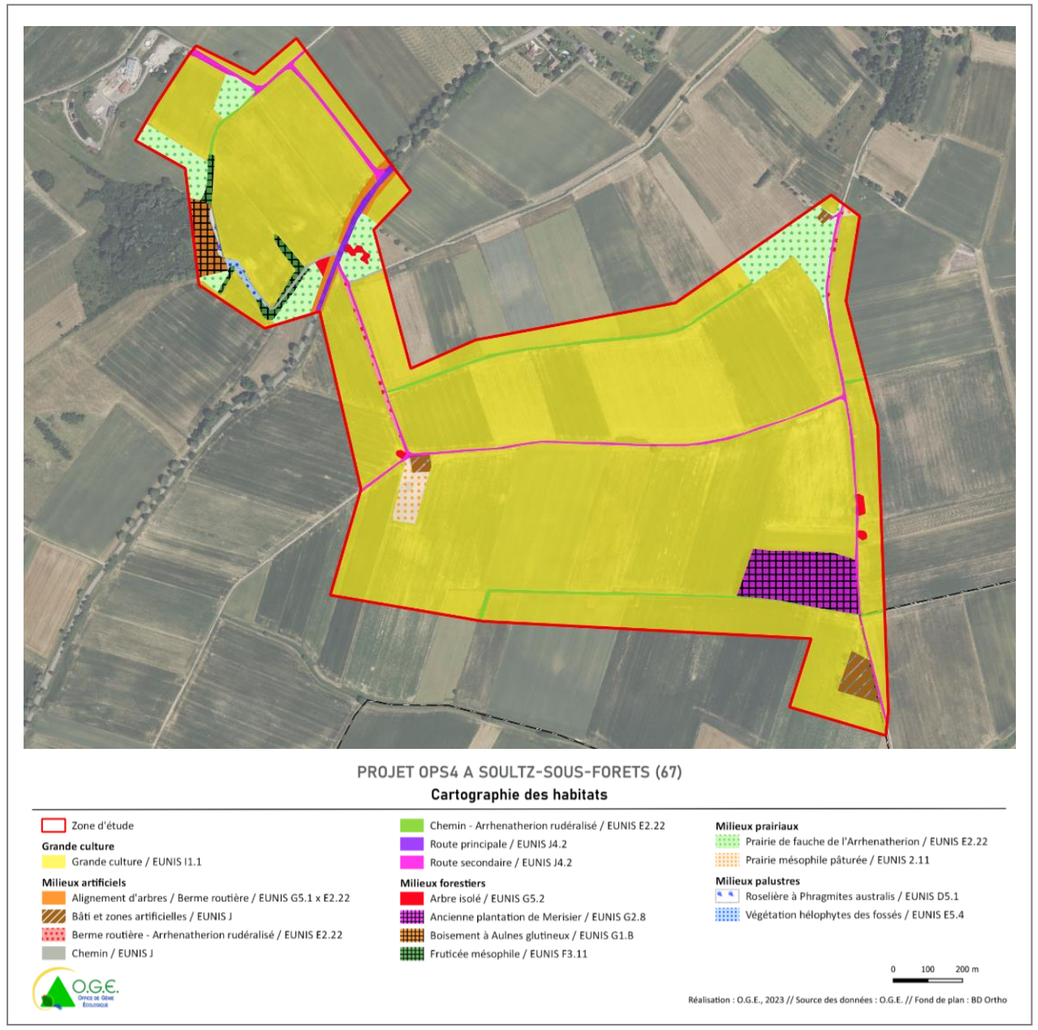


Figure 27 Cartographie des habitats naturels inventoriés

2.1.2.3. FAUNE

La zone d'étude abrite des espèces communes et peu exigeantes liées principalement aux milieux semi-ouverts. Le secteur offre peu de milieux favorisant le maintien de ces espèces. Les populations sont fortement réduites étant donné le manque d'habitats favorables sur le site d'étude.

La zone présente un enjeu écologique faible pour les mammifères, les reptiles, les amphibiens et les insectes, du fait du contexte très agricole et de la faible diversité d'habitats naturels. On notera seulement une petite population d'Oedipode émeraudine *Aiolopus thalassinus* aux abords du site OPS4.

Les enjeux sont en revanche un peu plus forts concernant l'avifaune avec des nicheurs à enjeu moyen et une espèce à enjeu fort : la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio*, dont les nids semblent se trouver à proximité ou au sein des futurs travaux et dont les milieux favorables sont rares dans le secteur.

Du point de vue règlementaire, plusieurs espèces protégées sont présentes ou potentiellement présentes. Mais il s'agit essentiellement d'espèces communes liées aux milieux forestiers et/ou semi-ouverts.

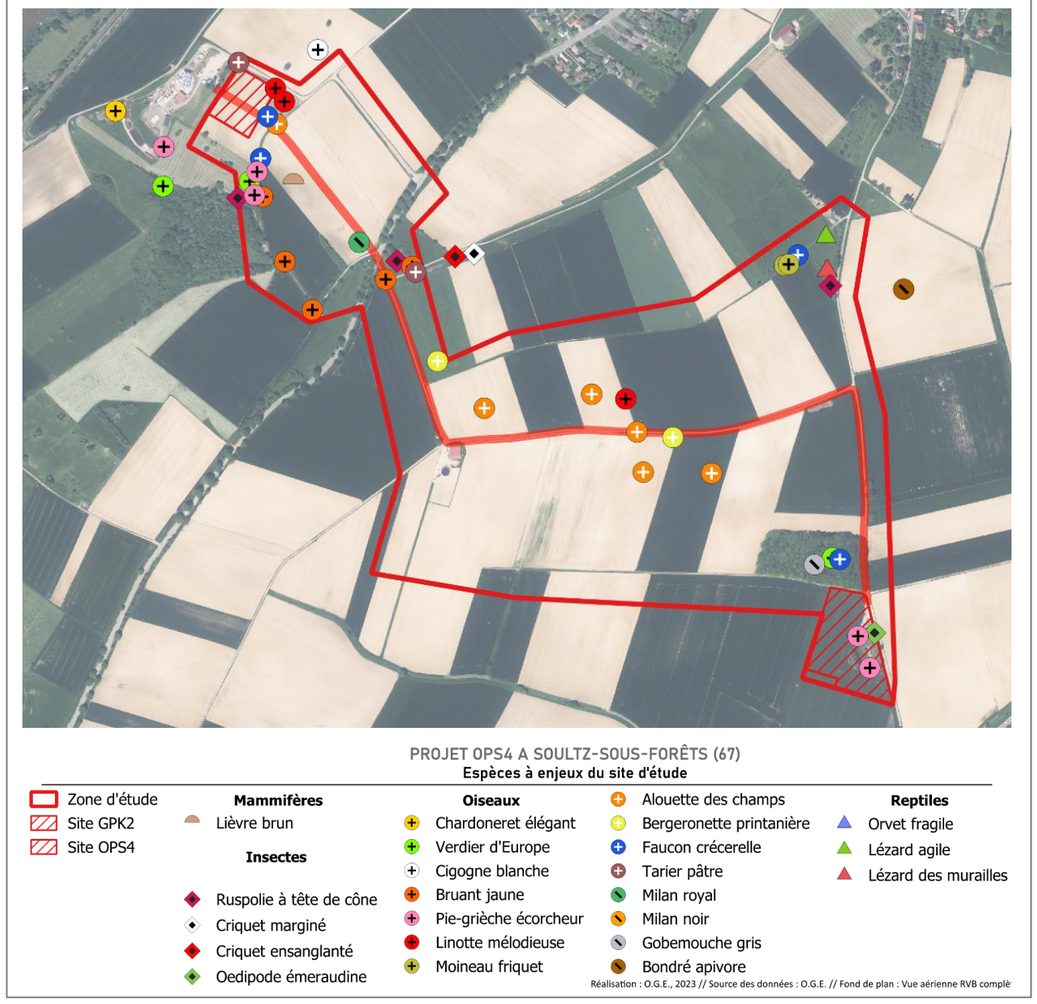


Figure 28 Espèces patrimoniales observées sur le site d'étude

2.1.2.4. ZONES HUMIDES

Seulement **0,06 ha** de zones humides peuvent être définis au sein de la zone d'étude, selon le critère végétation, au titre de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1er octobre 2009, complétée par la circulaire du 18 janvier 2010 ; il s'agit d'une roselière située au Nord-Ouest du périmètre d'investigation.

Les sondages pédologiques n'ont pas permis de recenser d'autres zones humides sur la zone d'étude.

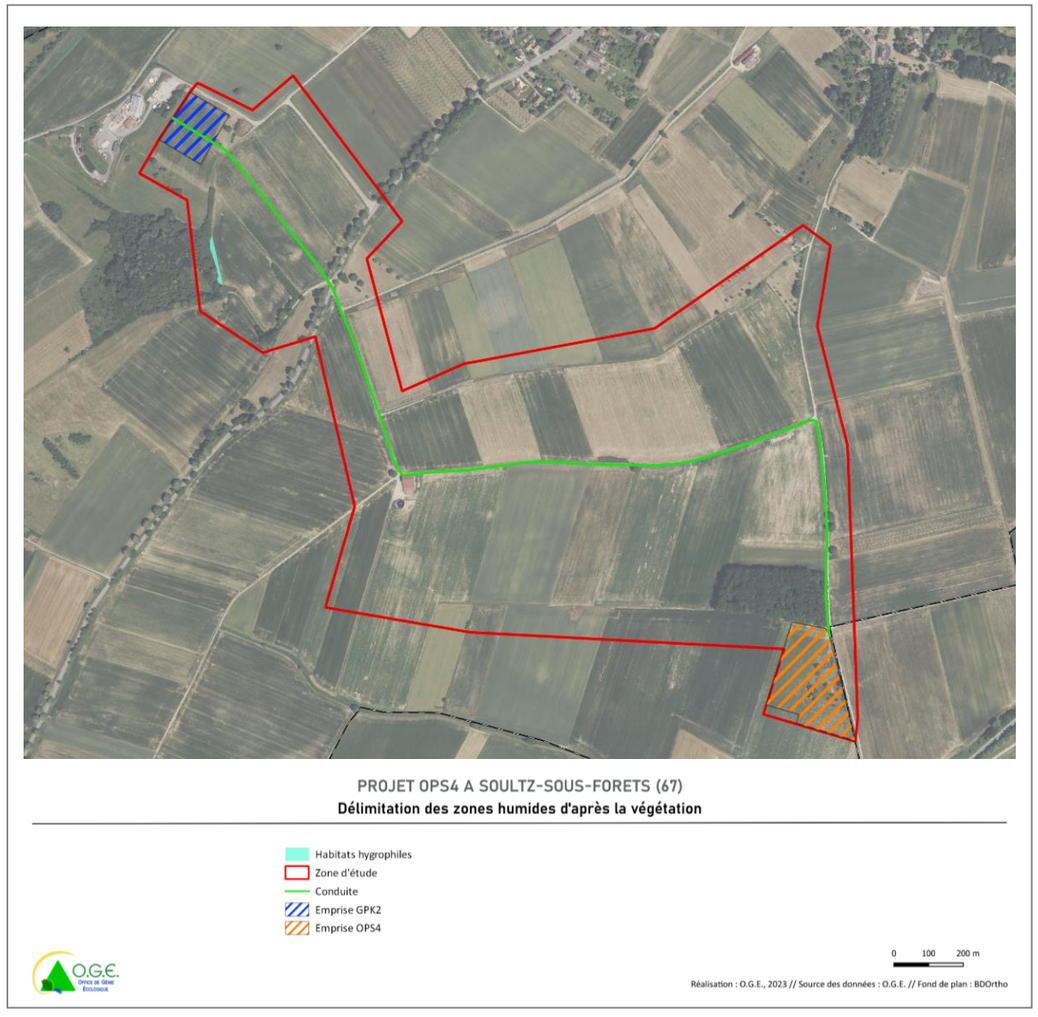


Figure 29 Délimitation des zones humides d'après la végétation

2.1.2.5. CONTINUITES ECOLOGIQUES

La zone d'étude se trouve à proximité d'un corridor d'importance régionale (C034) : le cours d'eau du Seltzbach qui relie les réservoirs de biodiversité RB15 « La Sauer et ses affluents et bassin du Lembach » et RB27 « Forêt de Haguenau et Delta de la Sauer ». Le réservoir de biodiversité de la Forêt de Haguenau et du Delta de la Sauer RB27 est situé à 2,5 km au sud du projet.

La zone d'étude comprend des milieux ouverts et forestiers qui peuvent être inclus dans une corridor écologique discontinu en « pas-japonais ». La continuité est aujourd'hui assurée sur le secteur pour les milieux ouverts et forestiers.

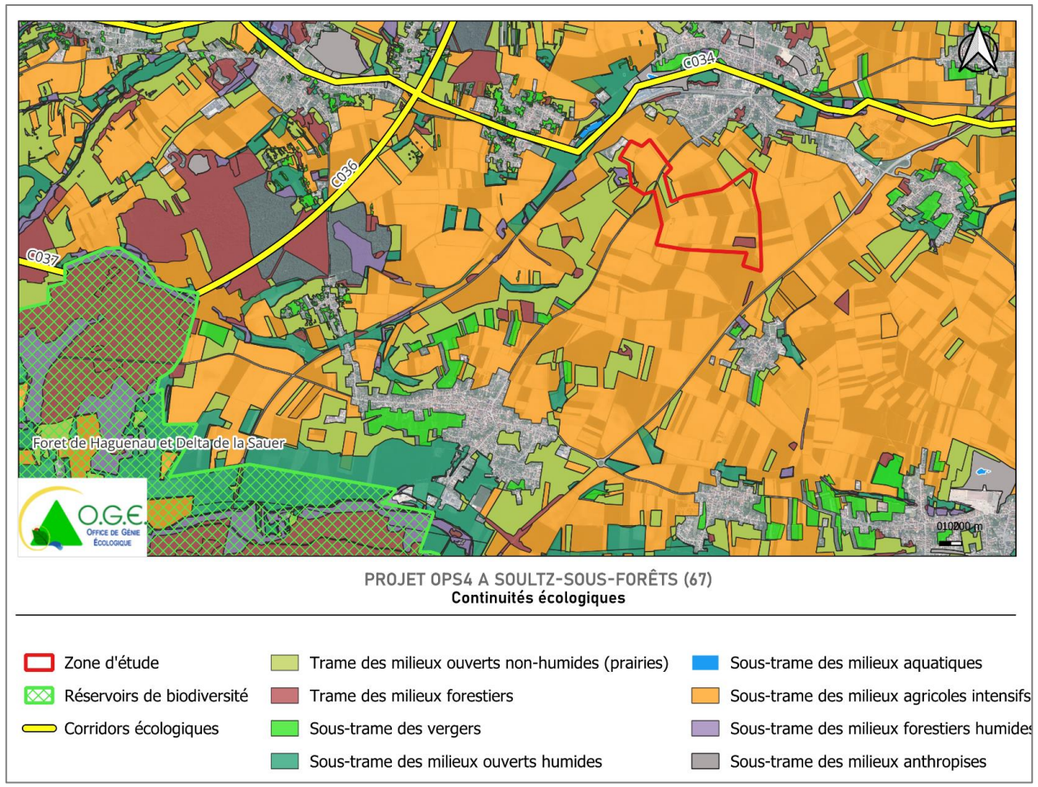


Figure 30 Continuités écologiques

2.1.3. Population et santé humaine

2.1.3.1. DOCUMENTS D'URBANISME

Au sein du PLU, la zone d'étude s'inscrit dans un parcellaire agraire majoritairement. Les infrastructures existantes telles que celles composant la centrale existante GPK2, sont classées UT et IAUT ; à savoir une classification réservée aux activités en lien avec la géothermie.

Le parcellaire accueillant la plateforme d'observation OPS4 est quant à lui classifié AA : « zone protégée en raison d'un potentiel agronomique, biologique ou économique ».

Une procédure de révision allégée du PLU est en cours afin de permettre la réalisation du projet.

2.1.3.2. DEMOGRAPHIE

Le territoire concerné par la zone d'étude présente, à l'échelle communale et intercommunale, une hausse stable et continue de sa démographie depuis *a minima* une quinzaine d'années.

2.1.3.3. ACTIVITES ECONOMIQUES

L'activité économique du territoire accueillant la zone d'étude est une économique ancrée et diversifiée, gravitant autour du commerce, de l'artisanat ou encore, de l'activité industrielle.

La géothermie profonde, quant à elle, participe au rayonnement de la commune, grâce au projet européen de production d'électricité, déjà en place avec la centrale géothermique sur le site GPK2.

2.1.3.4. CIRCULATION ET DEPLACEMENTS

Les maillages ferroviaire et routier propres au territoire de la zone d'étude, lui offrent une grande fluidité / mobilité d'échanges régionaux et internationaux.

La commune de Soultz-sous-Forêts est desservie par la ligne TER Strasbourg-Wissembourg.

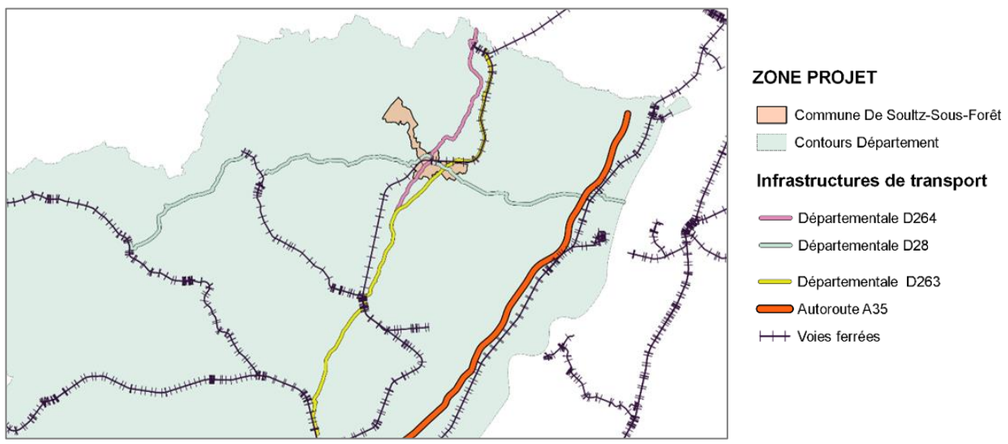


Figure 31 Inventaire voiries structurantes et réseaux ferrés (source : datagrandest.fr)

Le site du projet est desservi par 2 axes routiers majeurs :

- la D263 (7 280 véhicules/jour dont 470 PL/jour)
- la D264 (3 270 véhicules/jour dont 120 PL/jour).

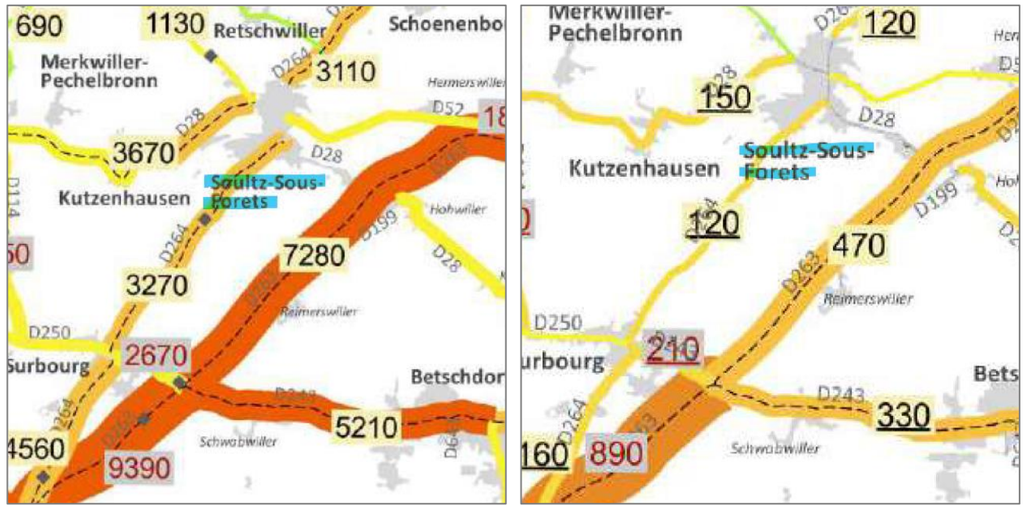


Figure 32 Carte de comptage du trafic routier tous véhicules, tous jours confondus 2019 (à gauche) et poids lourds, jours ouvrés 2019 (à droite) (source : Département du Bas-Rhin)

2.1.3.5. PROXIMITE DU VOISINAGE

La zone de projet bénéficie d'une topographie vallonnée ce qui, additionnée à la distance comprise entre les infrastructures existantes et les habitations environnantes, lui permet une cohabitation harmonieuse, puisqu'il y a absence de proximité directe (physique et visuelle).

2.1.3.6. AMBIANCE SONORE

Les niveaux sonores enregistrés aux points de mesure à proximité du site du projet sont relativement faibles, de l'ordre de 40 dB(A) (équivalent au niveau sonore d'une bibliothèque) à 60 dB(A) (équivalent au niveau sonore d'une rue résidentielle), et révèlent un environnement acoustique calme.

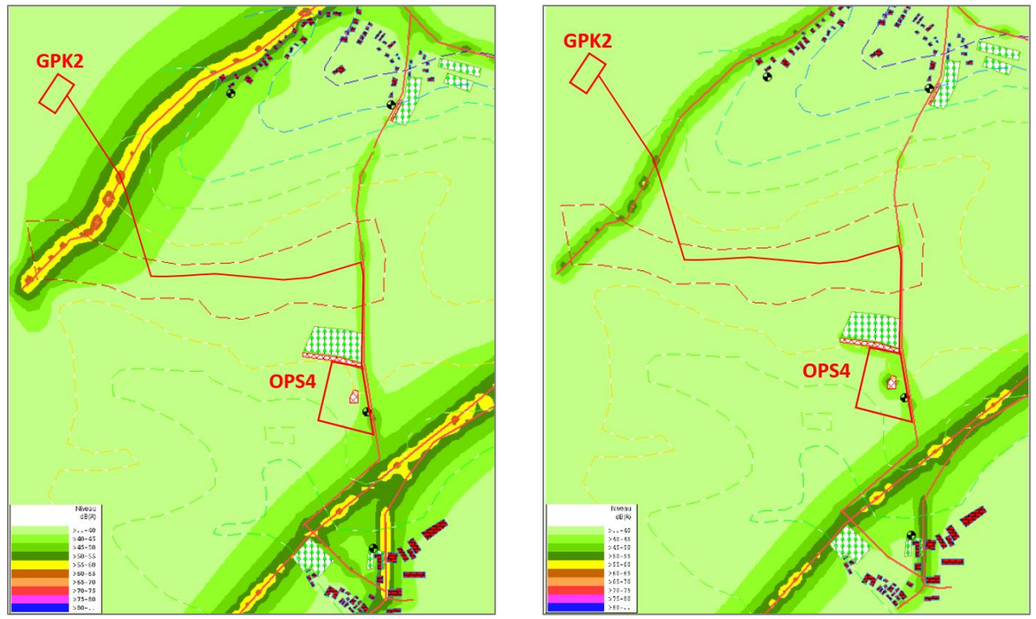


Figure 33 Cartographie sonore hauteur = 2 m – Etat initial site OPS4 – période Jour (gauche) et période Nuit (à droite) (source : Rapport acoustique OTE ingénierie, juillet 2021)

2.1.3.7. RESEAUX DIVERS

Le site OPS4 n'est pas desservi par un réseau d'eau potable ; le site GPK2 existant est raccordé depuis Soultz-sous-Forêts (conduite petit diamètre). Les sites OPS4 et GPK2 concernés par le projet ne sont pas raccordés au réseau d'assainissement.

La centrale géothermique sur le site GPK2 existante est également desservie par un réseau HTA.

Le projet est également concerné par la présence de plusieurs réseaux secs situés en travers ou à proximité des aménagements projetés : réseau gaze, fibre optique.

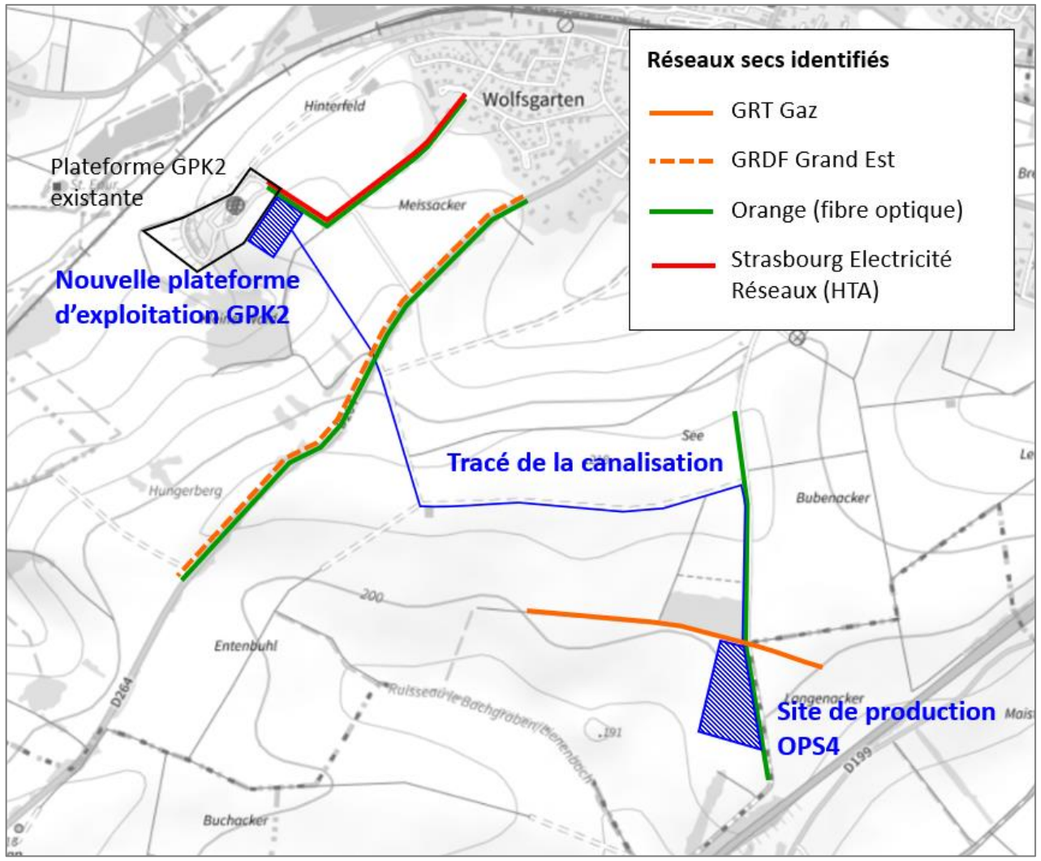


Figure 34 Réseaux secs identifiés à proximité des implantations du projet (source : concessionnaires via DT-DICT)

2.1.3.8. RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES

La zone d'étude n'est pas concernée par les Plans de Préventions de Risques : Naturels, Miniers ou Technologiques.

Elle est concernée par :

- Un risque sismique modéré (niveau 3),
- Un risque radon de niveau 2,
- Un risque de coulées d'eau boueuse « Ceb1 » (4 arrêtés de catastrophe naturelle « Inondations et coulées de boues »),
- Un aléa retrait-gonflement des argiles moyen,
- Un risque de départ de feux de forêts de moyen.

La commune est concernée par un risque minier de type risque d'émission de gaz de mine, liées aux activités pétrolières passées sur le bassin de Pechelbronn.

Elle est également concernée par 2 risques liés au Transport de Matières Dangereuses : par voie routière et par gazoduc.

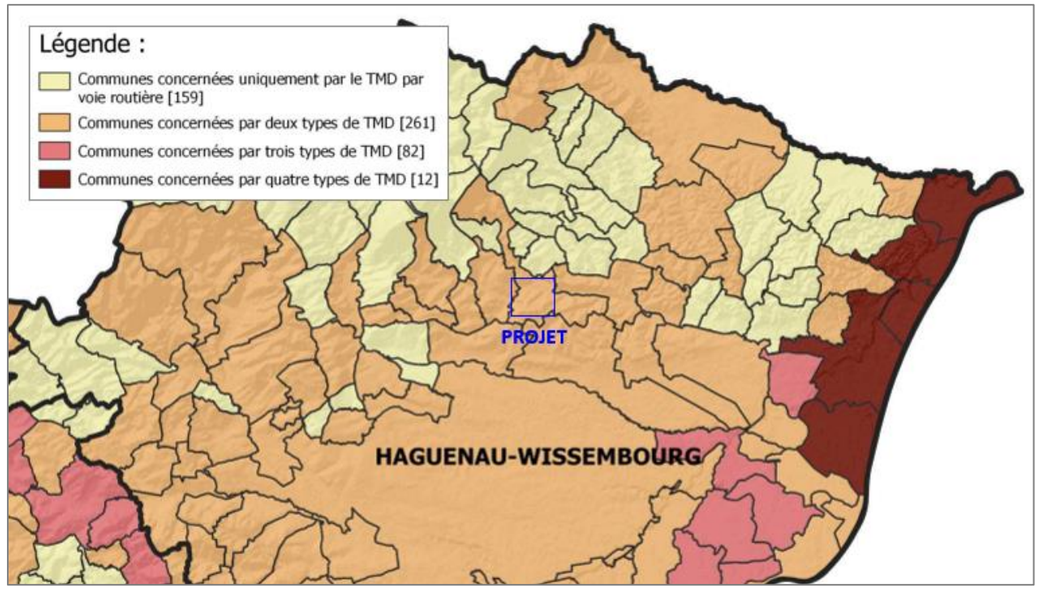


Figure 35 Risque TMD au nord du Bas-Rhin (source : rapport DDRM 67, 2023)

Le projet se situe à moins de 1 km de 6 sites référencés dans l'inventaire du SIS (Secteurs d'Informations sur le Sols), correspondant à des forages fuyards des années 1930, époque de l'exploitation pétrolière.

Le site le plus proche de la nouvelle plateforme GPK2 se situe à une distance de 450 m.

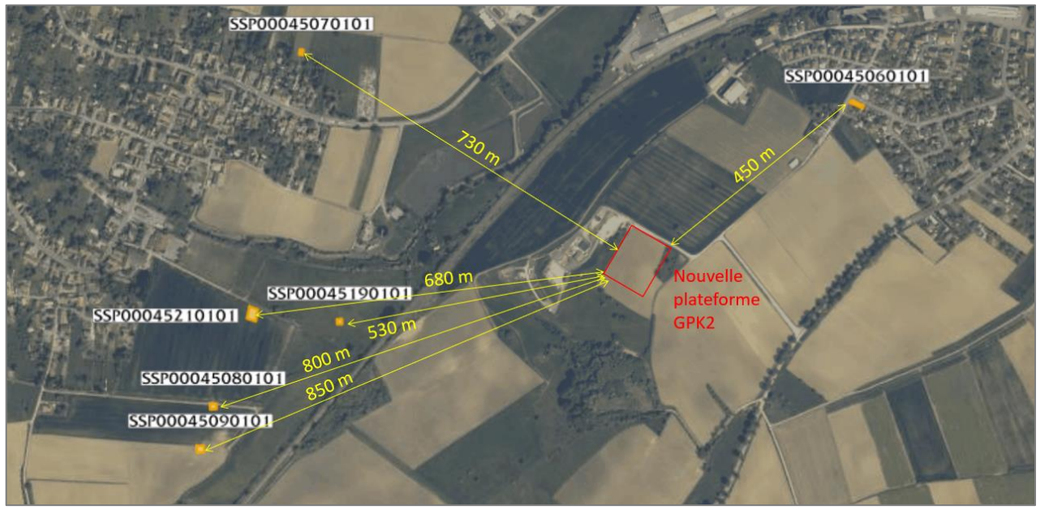


Figure 36 Localisation des sites référencés SIS (source : Infoterre, BRGM)

Aucune installation SEVESO n'est identifiée à proximité de la zone de projet.

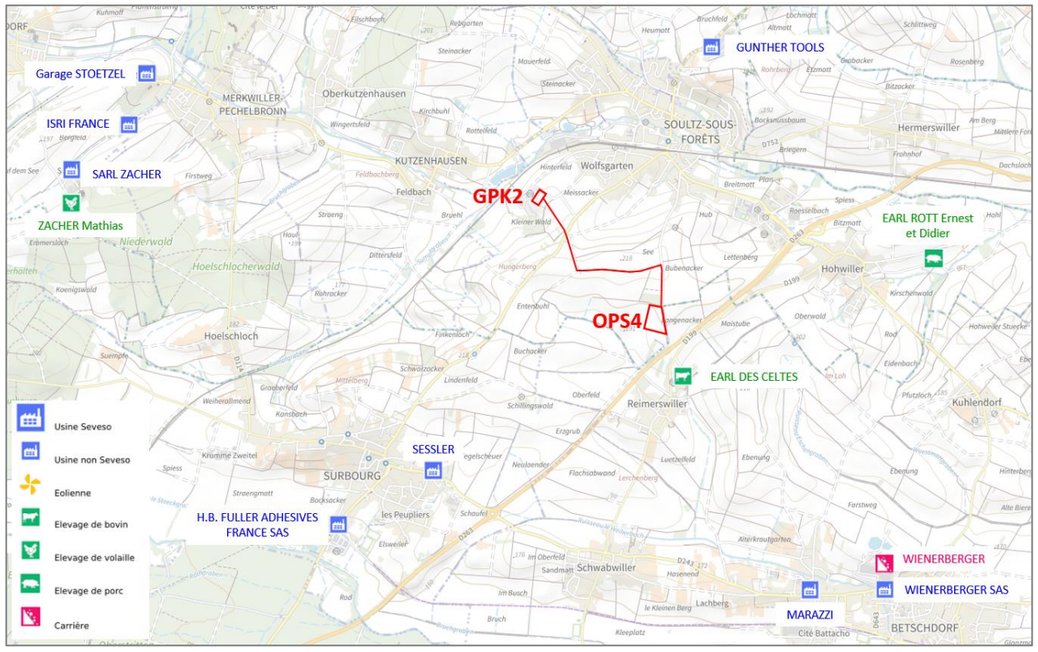


Figure 37 Localisation des ICPE à proximité du projet (source : Géorisques)

2.1.4. Patrimoine et paysage

2.1.4.1. PAYSAGE

Le projet est implanté au sein de l'unité paysagère semi-naturelle caractéristique de l'openfield et du paysage alsacien.

2.1.4.2. PATRIMOINE

Aucun site archéologique n'est recensé sur la commune de Soultz-sous-Forêts.

Dans un périmètre de 3 km du site du projet, 9 monuments historiques sont recensés. Les limites de périmètres au titre des monuments historiques se situent à plus de 500 m du projet pour chacun d'entre eux.

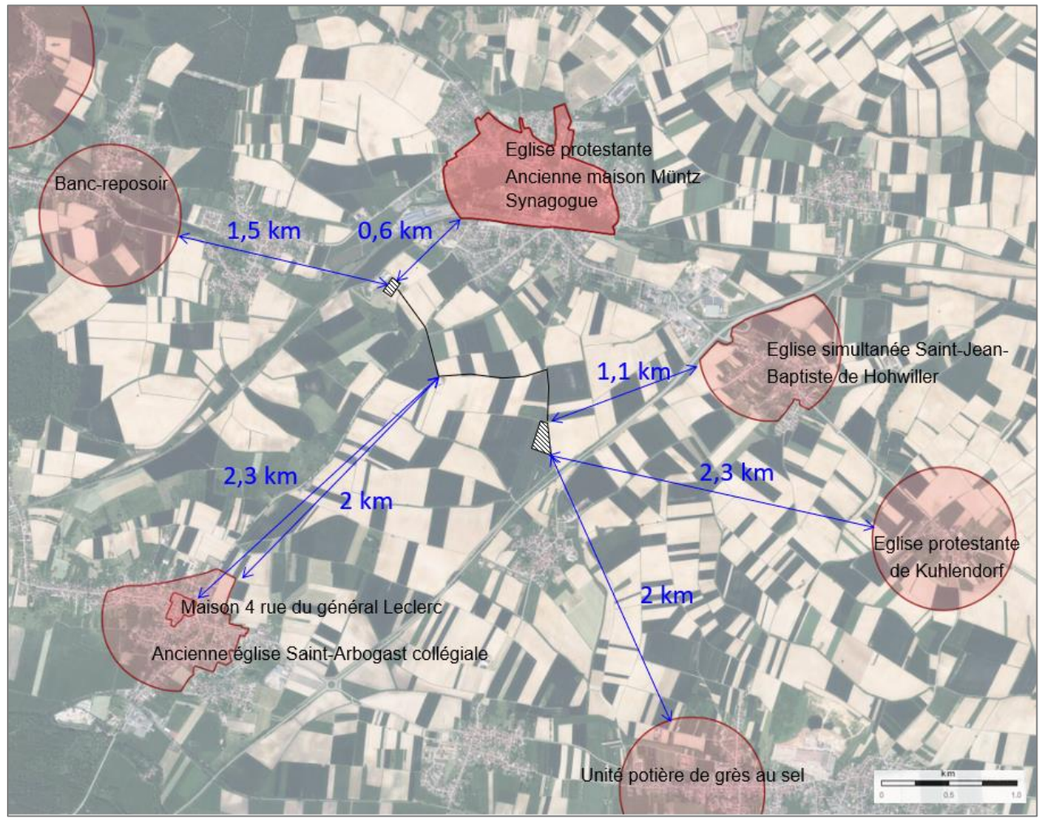


Figure 38 Cartographie des périmètres monuments historiques dans un périmètre de 2,5 km autour du projet

2.2. BILAN DES ENJEUX

Tableau 18 Synthèse des enjeux

THÉMATIQUE			NIVEAU D'ENJEU
Terres, eau, sols, air, climat	Occupation des sols		FAIBLE
	Eaux superficielles	Débits	MOYEN
		Qualité	MOYEN
	Eaux souterraines	Ressource	MOYEN
		Qualité	MOYEN
	Captage en eau potable		NUL
	Réseaux humides		NUL
	Qualité de l'air		FAIBLE
Biodiversité	Flore et habitats		NUL
	Faune		MOYEN
	Zones humides		FAIBLE
	Continuités écologiques		FAIBLE
Population et santé humaine	Dynamisme économique, emploi		FAIBLE
	Circulations et déplacements		FAIBLE
	Ambiance sonore		MOYEN
	Réseaux divers		MOYEN
	Risques naturels et technologique		MOYEN
Patrimoine et paysage	Paysage		MOYEN
	Patrimoine	Patrimoine archéologique	NÉGLIGEABLE
		Monuments historiques	NÉGLIGEABLE

Légende : niveaux d'enjeu

NUL / NEGLIGEABLE	FAIBLE	MOYEN	FORT

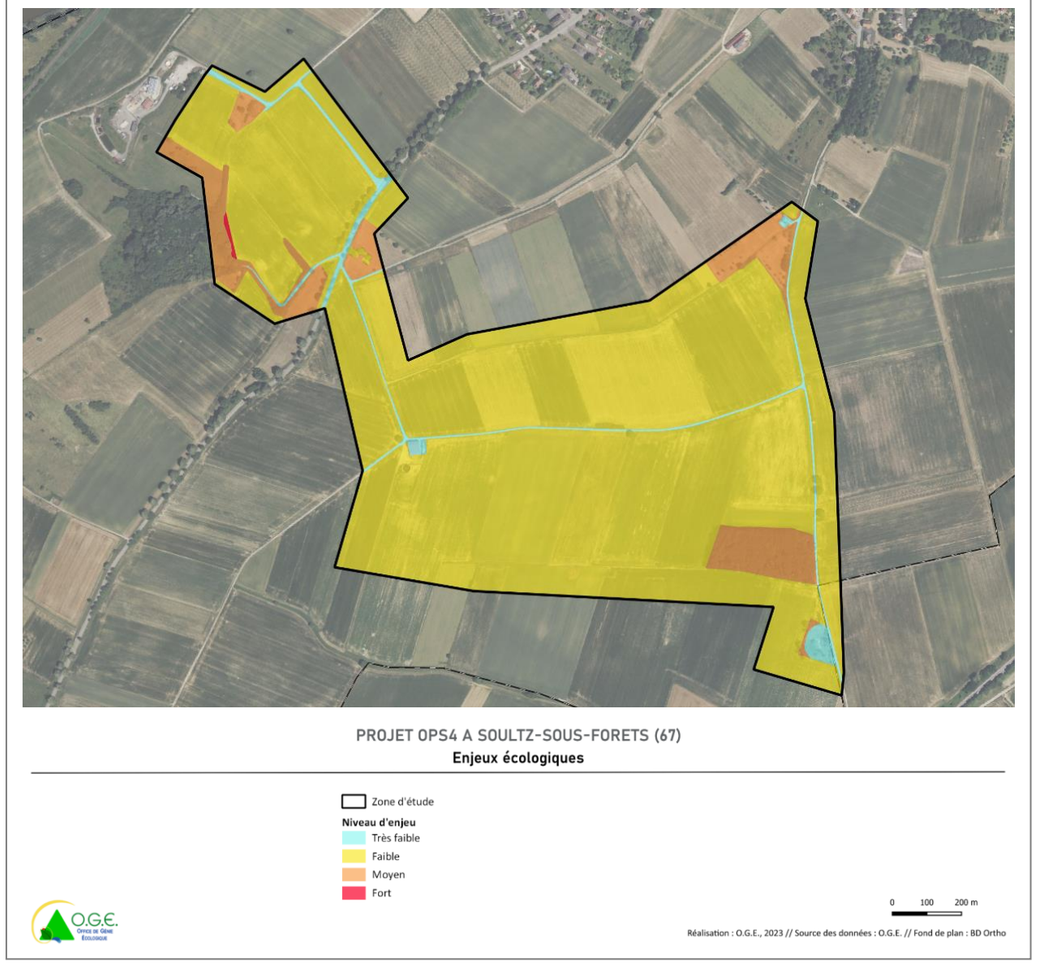
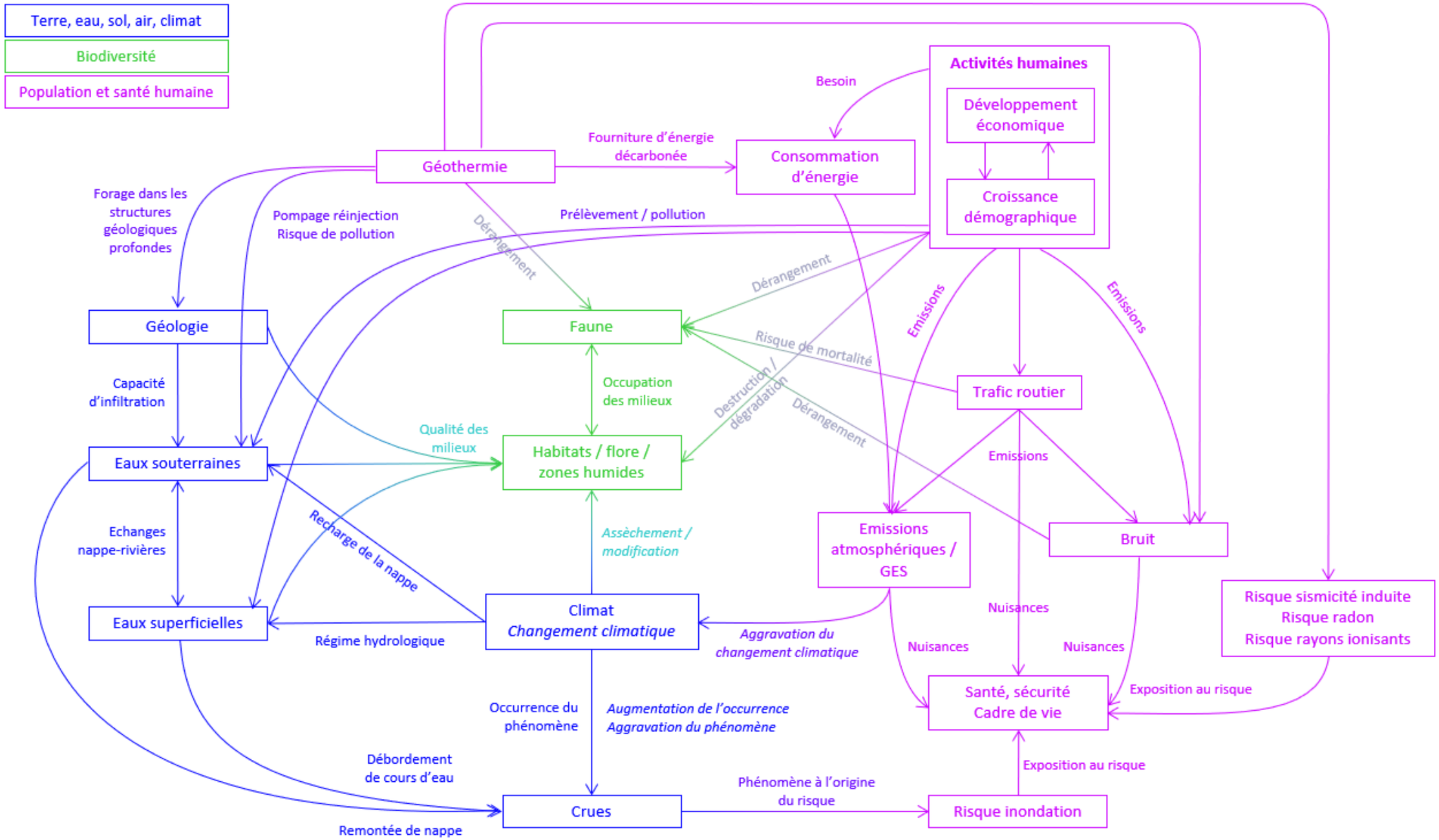


Figure 39 Cartographie des enjeux écologiques du site

2.3. INTERACTIONS ENTRE LES FACTEURS DE L'ENVIRONNEMENT



2.4. ÉVOLUTION PROBABLE DES ASPECTS PERTINENTS DE L'ENVIRONNEMENT

Tableau 19 Synthèse de l'évolution probable des aspects pertinents de l'environnement, sans et avec mise en œuvre du projet

	SANS PROJET	AVEC PROJET	Evolution attendue
Terre, eau, sols, air, climat			
Topographie	• Pas d'évolution	• Idem sans projet	Aucune
Climat	• Poursuite du changement climatique	• Idem sans projet • Réduction locale des émissions de GES (substitution des énergies fossiles par la géothermie)	Positive
Occupation des sols	• Evolution de l'occupation du sol, selon les projets établit dans les documents d'urbanisme	• Pas d'autre évolution à long terme	Aucune
Hydrologie	• Poursuite de l'aggravation des situations d'étiages et des phénomènes d'inondations, en lien avec le changement climatique	• Idem sans projet • Projet permettant de limiter l'accentuation du phénomène par la réduction des GES	Négligeable
Hydrogéologie	• Poursuite de l'abaissement des nappes • Diminution de la ressource en eau douce (écosystèmes aquatiques et consommation humaine)	• Idem sans projet	Aucune
Qualité des eaux	• Concentration des polluants • Augmentation des phénomènes de désoxygénation des eaux et d'eutrophisation des milieux	• Dans le cas d'un bon maintien des équipements : idem sans projet	Aucune
Qualité de l'air	• Qualité de l'air aux considérée comme bonne, aux regards des normes nationales en vigueur. • Amélioration à long terme du parc routier • Arrêt d'utilisation massive des énergies fossiles	• Idem sans projet • L'utilisation de l'énergie issue de la géothermie se substituera aux énergies fossiles émettrices de polluants atmosphériques	Positive
Biodiversité			
Faune, flore, habitats	• Evolution des habitats et espèces en lien avec le changement climatique, la pollution environnementale (air, eau, sols…) et la fragmentation des habitats	• Idem sans projet • Le projet contribue toutefois à limiter le changement climatique sans toutefois générer une évolution notable à l'échelle considérée	Négligeable à positif
Population et santé humaine			
Activité et emploi	• Dynamiques et cadre de vie propices à l'attractivité territoriale	• Idem sans projet • Potentiel d'attraction d'entreprises ou de projets d'établissements publics	Négligeable à positif
Démographie et urbanisation	• Croissance démographique (de l'ordre de 1%/an) • Poursuite de l'urbanisation de son territoire, avec un zonage déjà établit	• Idem sans projet • Potentielle augmentation démographique dû au dynamisme économique et à l'augmentation de la part employé temps plein	Négligeable à positif

	SANS PROJET	AVEC PROJET	Evolution attendue
Trafic routier et circulations	• Augmentation naturelle du trafic routier, dû à l'augmentation projetée de la population et l'absence de renforcement de l'offre/politique de transport	• Idem sans projet • Possible augmentation du trafic due à l'augmentation de la fréquentation du site (stimulation des activités économiques et de la démographie)	Négligeable à négative
Emissions de gaz à effet de serre	• Poursuite de l'usage d'énergies fossiles pour les infrastructures de chauffage : fortement émettrices de gaz à effet de serre.	• Une part des besoins d'énergies pourrait être assurée par la production géothermique, et de fait entrainer la réduction des émissions GES	Positive
Contexte sonore	• Pas d'évolution majeure • Potentiel impact (long terme) du remplacement du parc automobile	• Idem sans projet • Présence des aérocondenseurs sur le long terme	Négligeable à négatif
Risques naturels et technologiques	• Poursuite de l'évolution selon les politiques d'aménagement	• Idem sans projet • Risque maitrisé de sismicité induite	Négligeable à négatif
Patrimoine et paysage			
Paysage	• Augmentation de la part urbanisée de la commune	• OPS4 pas de sujet • Impact paysager de la nouvelle centrale GPK2, dans le cas d'absence d'installation d'infrastructures brises-vues.	Négative
Patrimoine	• Pas de sujet	• Idem sans projet	Aucune

2.5. INCIDENCES DU PROJET ET MESURES

2.5.1. Incidences de la phase travaux de forage

Tableau 20 Synthèse des incidences du projet, mesures d'évitement-réduction et incidence résiduelle – phase travaux de forage

Légende : Impacts temporaires | Impacts permanents

Compartiment impacté		Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Terre, eau, sols, air, climat					
Artificialisation des surfaces		Imperméabilisation des surfaces pour la réalisation du projet	• Direct • Temporaire	• Imperméabilisation du site, passant de 10% avant travaux à 81% pendant les travaux (+70%) • Aménagement de surfaces en concassé au droit des usages ne présentant pas de risque de pollution (parkings VL, bungalows de chantier), soit sur 3 300 m²	**MOYEN**
Eaux souterraines	Ressource	Pompage des eaux des **aquifères profonds**	• Direct • Temporaire	• Réinjection des eaux prélevées dans l'aquifère – fonctionnement en circuit fermé	**NUL**
		Imperméabilisation des surfaces entrainant une réduction de l'impluvium de la **nappe phréatique superficielle**	• Indirect • Temporaire	• Aménagement de surfaces en concassé afin de réduire les surfaces étanches et favoriser l'infiltration des eaux pluviales. • Eaux de ruissellement des surfaces étanches : collecte, traitement et rejet vers le sous-sol via un dispositif d'infiltration (sauf cas de contamination des eaux de ruissellement et phase forage).	**NÉGLIGEABLE**
	Qualité	Pollution des eaux souterraines par les opérations de forage	• Direct • Temporaire	• Mise en œuvre de méthodes de forage limitant les risques de pollution ou de transfert, notamment mise en place d'un tube guide sans boue de forage • Le cas échéant, colmatage ou cimentation des fractures actives • Après les phases de foration, protection des eaux souterraines superficielles par la mise en œuvre de 3 cuvelages • Stockage des produits liquides sur rétention • Moyens d'absorption à disposition sur site en cas de déversement accidentel	**FAIBLE**
		Activités de forage entrainant un risque de pollution chronique et accidentelle des **eaux de ruissellement** infiltrées vers les eaux souterraines superficielles	• Direct • Temporaire	• Surfaces d'activités potentiellement polluées (plateforme de forage en enrobés) : • **En phase forage** : – Zone de production des boues → ceinturage spécifique et rejet vers l'un des bassins à boues. – Collecte de l'ensemble des eaux pluviales de ruissellement, stockage puis rejet (après traitement) à débit limité équivalent au débit de ruissellement d'une P2 avant aménagement. – Au-delà des premiers 200 m³ de pluie, stockage des eaux dans le bassin et réutilisation. – Gestion du niveau du bassin afin de maintenir une capacité de stockage ≈P100 – pas de débordement possible. • **En phase hors forage** : – Rejet après traitement vers le sous-sol (infiltration) – pas de rejet d'eaux polluées non traitées. – Présence d'une vanne de sectionnement pour le confinement des pollutions accidentelles. • Surfaces à faible risque de pollution (parkings VL, bungalows) : – Revêtement en concassé permettant l'infiltration des pluies courantes. – Traitement des pollutions chroniques par percolation dans la zone non saturée. – Conforme avec la doctrine de gestion des eaux pluviales de la région Grand Est. – Rejet traité par débourbeur/déshuileur ; aucun rejet d'eau non traitée vers la nappe.	**FAIBLE**

Compartiment impacté		Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Eaux souterraines (suite)	Ecoulements des eaux souterraines	Perturbation des écoulements par les opérations de pompage et réinjection	• Direct • Temporaire	• Le débit réinjecté sera égal au débit pompé • Réinjection des eaux dans la zone d'influence en limite du cône de rabattement de façon à garder le réservoir sous pression sans refroidir la zone exploitée • Le pompage est réalisé dans un milieu faillé profond → aucun impact sur l'écoulement ou le niveau des eaux souterraines et superficielles (exploitation pour l'AEP)	**NUL**
Eaux superficielles	Prélèvements	Prélèvement d'eaux superficielles	• Direct • Temporaire	• Aucun prélèvement des eaux superficielles	**NUL**
	Débits	Imperméabilisation des surfaces entrainant une accélération des ruissellements et aggravant le débit de pointe rejeté vers le milieu récepteur	• Direct • Temporaire	• Eaux de ruissellement soit infiltrées sur place (surfaces non étanches), soit intégralement collectées (surfaces étanches) • Selon risque de contamination, eaux collectées infiltrées ou stockées en bassin pour réutilisation en essai de forage • Aucun rejet vers les eaux superficielles.	**NUL**
	Qualité	Activités de forage entrainant un risque de pollution chronique et accidentelle vers les eaux superficielles	• Direct • Temporaire		**NUL**
Qualité de l'air		Pollution de l'air par les poussières, les gaz d'échappement des moteurs thermiques et des groupes diesel, et les gaz présents dans les fluides géothermaux	• Direct • Temporaire	• Pollution d'origine routière négligeable (3-4 véh/j lors des phases d'amenée-repli du chantier, puis 1-2 véh/j le reste du temps) • A l'étude : raccordement de la machine de forage au réseau électrique de distribution afin de limiter l'utilisation des groupes diesel au dernier recours (réduction des émissions de polluants atmosphériques et GES).	**FAIBLE**
Pollution du sol et du sous-sol		Pollution du sol et du sous-sol par : • Utilisation et stockage de produits liquides • Remontée de boues de forage et stockage	• Direct • Temporaire	• Stockage des produits liquides sur rétention • Mise à disposition de moyens d'absorption sur site en cas de déversement accidentel.	**FAIBLE**
Biodiversité					
Milieux naturels remarquables		Présence de milieux naturels remarquables	• Direct • Temporaire	• Pas d'incidence sur les zones NATURA 2000 • Proximité d'une ZNIEFF mais distance (1,25 km) et milieux entourant le projet (parcelles agricoles) : pas d'impact • Pas de Zone Humide Remarquable à moins de 2 km • Projet situé au sein du Parc National Régional des Vosges du Nord mais éloigné des enjeux	**NUL**
Habitats		Destruction des habitats	• Direct • Permanent	• Enjeu lié à la présence de la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio* et d'Oedipode émeraudine *Aiolopus thalassinus* • Application de la **mesure de réduction MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année** pour les travaux de libération d'emprise • **Suivi du chantier par un écologue**	**FAIBLE**
Faune		Dérangement des espèces	• Indirect • Temporaire		

Compartiment impacté	Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Flore	Prolifération des espèces invasives	• Indirect • Temporaire	• Application de la **mesure de réduction MR2 : Limiter la prolifération d'espèces exotiques envahissantes** • **Suivi du chantier par un écologue**	**FAIBLE**
Continuités écologiques	Perturbation potentielle des continuités écologiques par le projet	• Indirect • Permanent	• Corridor le plus proche : CR034 à 1,4 km du site (corridor de type cours d'eau), non impacté par le projet	**NUL**
Population et santé humaine				
Consommation d'espaces agricoles, naturels et forestiers	Aménagement du projet au détriment d'espaces naturels, agricoles et forestiers	• Direct • Permanent	• Consommation de 1,8 ha dont : – 1,4 ha de surfaces agricoles – 0,4 ha du site OPS4 actuel • Pas de consommation d'espace naturel ou forestier	**FAIBLE** pour les espaces agricoles **NUL** pour les espaces naturels et forestiers
Risque inondation et coulées de boue	Aggravation potentielle du risque inondation / coulées de boue en aval	• Indirect • Temporaire	• Projet non concerné par un risque d'inondation • Aucun rejet vers les eaux superficielles n'est prévu • Collecte des eaux de ruissellement des surfaces étanches : pas de ruissellement au-delà des limites parcellaires	**NUL**
Réseaux humides	Prélèvement important dans le réseau AEP susceptible d'affecter le service public	• Indirect • Temporaire	• Consommation en eau prévisionnelle = 3 000 m³ pour 2 forages / besoin instantané de 25 à 30 m³/h • ÉS s'assurera de la robustesse du réseau auprès du concessionnaire • Une réserve complémentaire d'eau douce pourra être prévue si besoin.	**NÉGLIGEABLE**
	Surcharge potentielle des réseaux par les rejets eaux usées / pluviales	• Indirect • Temporaire	• Aucun rejet vers le réseau n'est prévu	**NUL**
Vibrations / sismicité induite	Emissions de vibrations et risque de sismicité induite par les activités de forage	• Direct • Temporaire	• Mise en œuvre de techniques pour la réalisation des essais de développement visant à maitriser les risques d'évènements micro-sismiques. • Communication en lien avec les riverains • Surveillance permanente de la sismicité et suivi de la sismicité lors des opérations de forage	**FAIBLE**
Trafic routier	Trafic induit par le projet susceptible d'encombrer les axes routiers et de générer des nuisances	• Direct • Temporaire	• Trafic induit par le projet : – Phases d'amenée et repli du chantier : **50 à 100 véh pendant 2-3 semaines** (à l'amenée puis au repli) – Phase forage, développement et tests : 1-2 véh/j • Accès au chantier privilégiant les départementales (gabarit adapté à la circulation PL) et les chemins agricoles • Définition d'un plan d'accès PL au site OPS4	**MOYEN**
Contexte sonore	Activités de forage source d'émissions sonores	• Direct • Temporaire	• Eloignement des habitations les plus proches • Etude acoustique : les émissions sonores des activités de forage seront quasiment imperceptibles pour les ZER d'habitations les plus proches • Respect des exigences réglementaires en tous les points durant la durée de fonctionnement du site	**NÉGLIGEABLE**
Rejets atmosphériques	Risque sanitaire lié aux émissions atmosphériques	• Indirect • Temporaire	• Emissions en quantités limitées • Contexte favorable à une bonne dispersion des émissions dans l'atmosphère (pas de confinement)	**FAIBLE**

Compartiment impacté	Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Produits stockés	Risque par inhalation	• Indirect • Temporaire	• Faible volatilité des hydrocarbures utilisés sur le site	**NÉGLIGEABLE**
	Risque toxique aigu		• Formation du personnel aux consignes de sécurité et protocoles d'intervention	**FAIBLE**
Emissions radon / accumulation de radioéléments	Risque lié à la présence de radionucléides d'origine naturelle sur les plateformes de forage	• Indirect • Temporaire	• Mise en œuvre d'un plan de surveillance vis-à-vis des rayonnements ionisants (eaux souterraines, rejets aqueux, niveaux atmosphériques) permettant de confirmer l'absence d'émission de radioéléments dans l'environnement • Moyens de prévention : stockage et réinjection du fluide géothermal ou des eaux de ruissellement susceptibles d'être contaminées par le fluide géothermal	**NÉGLIGEABLE**
Gestion des déchets	Risque de contamination lié à la production de déchets divers (DIB, métalliques, dangereux, roches et boues de forage…)	• Direct • Temporaire	• Gestion des boues suivant analyse (traitement et évacuation en filière adaptée) • Stockage et gestion des déchets adaptés à leur nature : tri à la source des déchets • Recours à des entreprises agréées pour assurer la collecte, l'évacuation et la revalorisation éventuelle des déchets	**NÉGLIGEABLE**
Emissions lumineuses	Pollution lumineuse due à la présence de l'éclairage de la plateforme de forage	• Direct • Temporaire	• Eclairage de nuit lors des travaux de forage • Eloignement des habitations les plus proches • Utilisation de spots directionnels pour limiter la diffusion des rayons lumineux	**FAIBLE**
Patrimoine et paysage				
Intégration paysagère	Impact paysager de la machine de forage	• Direct • Temporaire	• Site OPS4 visible depuis la D263 seulement • Eloignement du site de la D263 (plus de 250 m) • Présence de végétation le long de la D263 limitant la visibilité du site • Circulation sur la D263 limitant la visibilité des alentours	**FAIBLE**
Patrimoine culturel et archéologique	Risque de destruction de vestiges archéologiques	• Direct • Permanent	Pas de site archéologique identifié à proximité du projet Réalisation d'un diagnostic archéologique réalisé préalablement aux travaux (début 2024)	**NÉGLIGEABLE**
	Impact visuel en périmètre de monument historique	• Direct • Temporaire	Pas de monument historique identifié à proximité du projet	**NUL**

2.5.2. Incidences du projet d'exploitation

Tableau 21 Synthèse des incidences du projet, mesures d'évitement-réduction et incidence résiduelle – phase exploitation

Légende : Impacts temporaires | Impacts permanents

Compartiment impacté		Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Terre, eau, sols, air, climat					
Artificialisation des surfaces		Tassement des sols dû au passage répété des engins Modification de l'occupation des sols au droit du tracé des réseaux	• Direct • Temporaire	• Balisage du chantier et décompactage des sols • Application de la **mesure de réduction MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année** pour les travaux de pose des conduites, a minima au droit des zones à enjeu (zone boisée au nord d'OPS4) → ces périodes correspondent aux périodes de moindre impact pour l'exploitation agricole. • Restitution intégrale des terrains à l'agriculture à l'issue des travaux (6 mois)	**FAIBLE**
		Imperméabilisation des surfaces dans le cadre de l'aménagement des plateformes d'exploitation	• Direct • Permanent	• Maintien de surfaces perméables dans la mesure du possible sur OPS4 : surfaces à faible risque de pollution en concassé ; augmentation du Cr de 10% à 75% • GPK2 : activités à risque, pas de possibilité de surfaces d'activités perméables ; augmentation du Cr de 10% à 91% • Conduites et réseaux : restitution des emprises → pas d'impact en phase exploitation • Sur l'emprise globale aménagée pour l'exploitation (1,97 ha), augmentation du Cr de 10% à 82%	**MOYEN**
Eaux souterraines	Ressource	Prélèvements d'eaux souterraines	• Direct • Permanent	• Pas de prélèvements des eaux souterraines superficielles • Réinjection intégrale des eaux souterraines profondes prélevées dans l'aquifère – débit de pompage 300 m³/h	**NUL**
		Imperméabilisation des surfaces due au tassement des sols en phase de chantier	• Indirect • Temporaire	• Balisage du chantier et décompactage des sols • Collecte et rétention des eaux du chantier avant rejet vers zone d'infiltration	**NÉGLIGEABLE**
		Imperméabilisation des surfaces entrainant une réduction de l'impluvium de la **nappe phréatique superficielle**	• Indirect • Permanent	• Aménagement de surfaces en concassé afin de réduire les surfaces étanches et favoriser l'infiltration des eaux pluviales (25% des surfaces sur OPS4) • Eaux de ruissellement des surfaces étanches : collecte, traitement et rejet vers le sous-sol via un dispositif d'infiltration (sauf cas de contamination des eaux de ruissellement).	**NÉGLIGEABLE**
	Qualité	Pollution chronique (MES) et déversements accidentels en phase travaux	• Direct • Temporaire	• Eaux de ruissellement collectées, traitées (MES) et infiltrées • Mesures de précaution en phase chantier • Protocole d'intervention en cas de pollution accidentelle sur le chantier	**FAIBLE**
		Pollution des eaux souterraines superficielles par les **puits** : mise en communication des nappes, contamination par les produits de forage, écoulements accidentels de produits…	• Direct • Permanent	• Puits existant ayant démontré l'absence de nappe superficielle au droit du site • Suivi de la perméabilité des terrains via un piézomètre de surveillance, complété le cas échéant par 2 autres piézomètres en cas de présence de nappe superficielle avérée ; objectif : s'assurer de l'absence d'impact sur la nappe. • Puits équipés d'une triple enveloppe en cas de présence de terrains superficiels → étanchéité du puits avec les formations superficielles • Etat et cimentation des tubages contrôlée par diagraphie	**FAIBLE**

Compartiment impacté		Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Eaux souterraines (suite)	Qualité (suite)	Pollution des eaux souterraines profondes par les **puits** (…)	• Direct • Permanent	• Mesures ci-dessus permettant de limiter les contacts entre les eaux souterraines superficielles et profondes • Suivi physico-chimique des eaux produites lors de l'exploitation des puits → détection d'une éventuelle venue d'eau superficielle en cas de rupture des protections • Pas de modification physico-chimique des eaux avant réinjection en principe • Suivi physico-chimique des eaux produites lors de l'exploitation des puits → détection des pollutions	**FAIBLE**
		Activités entrainant un risque de pollution chronique et accidentelle des **eaux de ruissellement** infiltrées vers les eaux souterraines superficielles	• Direct • Permanent	• OPS et GPK2 : l'évacuation des eaux de ruissellement contenus dans les dispositifs de rétention vers l'infiltration n'est possible que sur intervention d'un opérateur précédée d'une vérification de la bonne qualité de ces eaux (mesure de la conductivité) • **Site OPS4 / nouvelle plateforme GPK2** – Collecte des eaux pluviales de ruissellement (pluie décennale) dans des conduites béton, stockage puis rejet (après traitement) à débit limité 10 l/s vers dispositif d'infiltration – Surverse du dispositif de stockage enterré vers le bassin de stockage des eaux géothermales et réinjection. – Rejet après traitement vers le sous-sol (infiltration) – pas de rejet d'eaux polluées non traitées. – Présence d'une vanne de sectionnement pour le confinement d'une éventuelle pollution accidentelle (contrôle de la conductivité avant ouverture manuelle de la vanne). – En cas de contamination des eaux, vanne maintenue fermée et pompage des eaux polluées dans le bassin bâché. • Site OPS4 – Surfaces à faible risque de pollution : revêtement en concassé permettant l'infiltration des pluies courantes. – Traitement des pollutions chroniques par percolation dans la zone non saturée. – Conforme avec les prescriptions de la doctrine de gestion des eaux pluviales de la région Grand Est.	**FAIBLE**
		Pollution accidentelle des nappes souterraines superficielles par **fuite des canalisations**)	• Direct • Permanent	• Conduites enterrées : dispositif de détection de fuites	**FAIBLE**
	Ecoulements des eaux souterraines	Perturbation des écoulements par les opérations de pompage et réinjection	• Direct • Permanent	• Le débit réinjecté sera égal au débit pompé • Connexion hydraulique entre les puits → perturbation localisée dans un rayon de l'ordre de 1 km autour de chaque puits, la production et l'injection se « neutralisant » mutuellement	**NÉGLIGEABLE**
	Température des nappes profondes	Eaux pompées à 160°C réinjectées à 70°C	• Direct • Permanent	• Impact thermique à relativiser par la dimension du réservoir cible et sa profondeur • Réchauffement naturel des eaux une fois réinjectées	**NÉGLIGEABLE**
Eaux superficielles	Prélèvements	Prélèvement d'eaux superficielles	• Direct • Permanent	• Aucun prélèvement des eaux superficielles	**NUL**
	Débits	Erosion des sols en phase chantier : modification des chemins d'écoulement	• Direct • Temporaire	• Balisage et décompactage des sols en phase chantier • Eaux de ruissellement collectées, traitées (MES) et infiltrées • Pas de rejet d'eaux de ruissellement vers le réseau superficiel	**NUL**

Compartiment impacté		Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Eaux superficielles (suite)	Débits (suite)	Imperméabilisation des surfaces entrainant une accélération des ruissellements et aggravant le débit de pointe rejeté vers le milieu récepteur	• Direct • Permanent	• Eaux pluviales collectées et infiltrées après traitement → **aucun rejet vers les eaux superficielles**	**NUL**
	Qualité	Erosion des sols en phase chantier : contamination par les matières en suspension	• Direct • Temporaire	• Mesures de précaution en phase chantier • Protocole d'intervention en cas de pollution accidentelle sur le chantier • Eaux de ruissellement collectées, traitées (MES) et infiltrées • Pas de rejet d'eaux de ruissellement vers le réseau superficiel	**NUL**
		Contamination des eaux superficielles par les eaux de ruissellement des surfaces d'activités	• Direct • Permanent	• Eaux pluviales collectées et infiltrées après traitement → **aucun rejet vers les eaux superficielles**	**NUL**
Qualité de l'air		Dégradation de la qualité de l'air due au trafic PL du chantier et à l'émission de poussières	• Indirect • Temporaire	• Trafic poids lourds du chantier limité • Itinéraires de circulation permettant de limiter les distances parcourues et d'éviter les zones habitées dans la mesure du possible • Attention portée aux conditions de terrassement (émissions de poussières)	**NÉGLIGEABLE**
		Emissions atmosphériques dues au trafic routier et au dégazage des eaux géothermales	• Direct • Permanent	• Trafic routier très limité en phase d'exploitation • Séparateur liquide / gaz : opérations à l'origine de dégazage très **ponctuelles**, de l'ordre de quelques dizaines d'heures par an • En cas de détection d'odeurs depuis les bassins, réinjection des eaux	**NÉGLIGEABLE**
Pollution du sol et du sous-sol		Risque de pollution des sols par fuite ou déversement accidentel	• Direct • Temporaire	• Mesures de précaution en phase chantier • Protocole d'intervention en cas de pollution accidentelle sur le chantier	**FAIBLE**
		Risque de pollution chimique (stockage de produits) et thermique (conduite de transport OPS4-GPK2)	• Direct • Permanent	• Stockage des produits sur rétention • Augmentation de la température des sols en surface non significative (+0,5 à +1°C) • Conduite de transport en matériau anti-corrosion pour limiter le risque de fuite + dispositif de détection de fuites	**FAIBLE**
Biodiversité					
Milieux naturels remarquables		Présence de milieux naturels remarquables	• Direct • Temporaire ou permanent	• Pas de périmètre de protection : projet situé à 600 m d'une ZNIEFF et à plus de 2 km d'une zone NATURA 2000	**NUL**
Faune		Destruction d'espèces animales lors des travaux, dérangement des espèces lors des travaux	• Direct • Temporaire	• NB : sur le site OPS4, présence de la Pie-grièche écorcheur et d'Œdipode émeraudine impactés en amont de la phase travaux de forage (cf. 5.1.5 page 249) • Présence d'espèces à enjeux du cortège des milieux semi-ouverts : Bruant jaune • Autres espèces → impact brut négligeable • Application de la mesure de réduction temporelle MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année	**FAIBLE** pour l'avifaune **NÉGLIGEABLE** pour les autres espèces

Compartiment impacté	Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Faune (suite)	Destruction et/ou dégradation d'habitats d'espèces animales	• Direct • Permanent	• Application de la mesure de compensation MC1 : Plantation de haies bocagères → création d'habitats favorables aux espèces du cortège des milieux semi-ouverts dont la Pie-grièche écorcheur présente sur le site • Mesure favorable aux autres groupes faunistiques	**POSITIF** pour l'avifaune **NÉGLIGEABLE** pour les autres espèces
	Dérangement de la faune en phase exploitation	• Indirect • Permanent	• Impact local lié à la proximité des activités • Dérangement temporaire : report de la faune vers de nouveaux lieux d'alimentation et de reproduction	**FAIBLE**
Flore / habitats	Destruction et/ou dégradation d'habitats naturels, disparition d'espèces végétales remarquables, artificialisation des milieux	• Direct • Permanent	• Aucune espèce végétale présentant un statut patrimonial n'a été observée -> impact brut négligeable • Application de la mesure de compensation MC1 : Plantation de haies bocagères	**POSITIF**
	Destruction de zones humides	• Direct • Permanent	• La roselière de 0,06 ha, identifiée comme zone humide selon le critère végétation, n'est pas impactée par le projet	**NÉGLIGEABLE**
	Prolifération des espèces invasives en phase travaux puis en phase exploitation	• Indirect • Temporaire et permanent	• Application de la mesure de réduction technique MR2 : Limiter la prolifération d'espèces exotiques envahissantes	**FAIBLE**
Continuités écologiques	Perturbation des continuités écologiques	• Indirect • Permanent	• Aucun habitat compris dans les différentes trames ne sera atteint ou détruit	**NÉGLIGEABLE**
Population et santé humaine				
Consommation d'espaces agricoles, naturels ou forestiers	Travaux de mise en œuvre des réseaux entre OPS4 et GPK2 occupant des surfaces **agricoles**	• Direct • Temporaire	• Chantier étendu sur une bande de 13-15 m en bord de parcelle - surface totale occupée 26 600 m² • Chantier réalisé par tranche linéaire de plusieurs centaines de mètres • Consommation d'espaces agricoles ponctuelle : durée totale du chantier est estimée à 6 mois	**FAIBLE** pour les espaces agricoles
	Aménagement des plateformes OPS4 et GPK2 au détriment d'espaces **agricoles**	• Direct • Permanent	• Consommation supplémentaire de surfaces agricoles de 1 800 m² sur OPS4 • Consommation de surfaces agricoles de 8 800 m² sur GPK2 • Restitution de 8 300 m² à l'exploitation agricole sur OPS4 (diminution des emprises entre les phases travaux de forage et exploitation)	**FAIBLE** pour les espaces agricoles
	Consommation d'espaces **naturels ou forestiers**	• Direct • Temporaire ou permanent	• Pas de consommation d'espaces naturels ou forestiers	**NUL** pour les espaces naturels et forestiers
Risque inondation et coulées de boue	Aggravation potentielle du risque inondation / coulées de boue en aval	• Indirect • Permanent	• Projet non concerné par un risque d'inondation • Aucun rejet vers les eaux superficielles n'est prévu • Collecte des eaux de ruissellement des surfaces étanches : pas de ruissellement au-delà des limites parcellaires	**NUL**

Compartiment impacté	Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Réseaux humides	Prélèvement important dans le réseau AEP susceptible d'affecter le service public	• Indirect • Permanent	• Consommation en phase exploitation 500 m³/an • Nouveau raccordement AEP du site GPK2 depuis la conduite longeant la D264 • Débit de pointe admissible sans préjudice au service public défini avec le concessionnaire	**NÉGLIGEABLE**
	Surcharge potentielle des réseaux par les rejets eaux usées / pluviales	• Indirect • Permanent	• Aucun rejet d'eaux pluviales vers le réseau d'assainissement • OPS4 : traitement des eaux usées par un dispositif autonome conforme • GPK2 : traitement des eaux usées par un dispositif autonome conforme OU raccordement au réseau d'assainissement • Nouvelle centrale GPK2 : 1 à 2 personnes sur site, jusqu'à 10-15 personnes ne période de maintenance (2-3 semaines/an)	**NÉGLIGEABLE**
Vibrations	Emissions de vibrations dues aux travaux (compactage…)	• Direct • Temporaire	• Pas d'impact attendu sur la commodité du voisinage	**NÉGLIGEABLE**
	Vibrations en phase exploitation	• Direct • Permanent	• Pas d'activité susceptibles de générer des vibrations en phase exploitation	**NÉGLIGEABLE**
Sismicité induite	Secousse ressentie Dégât non structurel sur le bâti	• Direct • Temporaire	• Risque de sismicité induite modéré • Suivi des recommandations du guide des bonnes pratiques rédigé par l'INERIS et le BRGM • Adaptation des paramètres d'exploitation (baisse du débit si nécessaire) • Le risque sismique global reste **modéré** (risque de sismicité naturelle)	**FAIBLE** sur le risque de sismicité induite
Trafic routier	Fréquentation du chantier par les véhicules lourds générant des nuisances	• Direct • Temporaire	• Durée des travaux : 2 ans • Trafic induit par le projet : variable, jusqu'à 25 véh/j maximum • Accès au chantier privilégiant les départementales (gabarit adapté à la circulation PL) et les chemins agricoles • Définition d'un plan d'accès PL au site OPS4	**MOYEN**
	Trafic induit par le projet susceptible d'encombrer les axes routiers et de générer des nuisances	• Direct • Permanent	• En phase exploitation, fréquentation du site limitée à 1 à 2 camions / semaine • Trafic plus important lors des opérations de maintenance (2-3 semaines tous les ans) et des opérations de diagraphies (tous les 3 ans) → impact ponctuel • Définition d'un plan d'accès PL au site OPS4	**NÉGLIGEABLE**
Contexte sonore	Activités d'exploitation source d'émissions sonores	• Direct • Permanent	• Eloignement des habitations les plus proches • Etude acoustique : – GPK2 : seuils réglementaires respectés de jour ; respectés avec caisson acoustique de nuit – OPS4 : seuils réglementaires respectés de jour comme de nuit	**FAIBLE**
Rejets atmosphériques	Risque sanitaire lié aux émissions atmosphériques en phase travaux	• Indirect • Temporaire	• Trafic induit par la réalisation des travaux variables • Contexte favorable à une bonne dispersion des émissions dans l'atmosphère (pas de confinement) • Itinéraires d'accès privilégiant les voies structurantes, notamment lors des traversées urbaines → accumulation des polluants limitée	**FAIBLE**
	Emissions de poussières lors des terrassements	• Indirect • Temporaire	• Camions évacuant les déblais bâchés pour éviter l'envol de poussières • Terrassements évités si possible par temps sec et venteux	**FAIBLE**

Compartiment impacté	Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Rejets atmosphériques (suite)	Risque sanitaire lié aux émissions atmosphériques en phase exploitation	• Indirect • Permanent	• Emissions atmosphériques induites par un trafic VL/PL très limité en phase d'exploitation	**NÉGLIGEABLE**
	Emissions du séparateur liquide / gaz	• Direct • Permanent	• Emissions du séparateur liquide / gaz sont **ponctuelles** et composées majoritairement de vapeur d'eau	**NÉGLIGEABLE**
Produits stockés	Risque lié au déversement et à la manipulation des produits dangereux	• Indirect • Permanent	• Stockage sur rétention des produits dangereux • Faible quantité sur site • Formation du personnel amené à manipuler les produits	**NÉGLIGEABLE**
Emissions radon / accumulation de radioéléments	Risque d'exposition au radon	• Indirect • Permanent	• Mise en œuvre d'un plan de surveillance du radon • Mesures 2020 et 2021 : pas d'impact des activités géothermiques	**NÉGLIGEABLE**
	Risque d'exposition du personnel aux rayons ionisants	• Indirect • Permanent	• Mise en œuvre d'un plan de surveillance du radon • Rayonnements de types Alpha et Beta : propagation de quelques centimètres à quelques mètres dans l'air • Mesures 2020 et 2021 : pas d'impact des activités géothermiques, dosimètre individuel • Zonage du site • Population environnante : pose de dosimètres d'ambiance permettant de vérifier les émissions du site	**FAIBLE**
	Risque d'exposition de la population aux rayons ionisants	• Indirect • Permanent	• Propagation des rayonnements Alpha et Beta limitée à quelques centimètres / mètres dans l'air • Surveillance des émissions par un dosimètre d'ambiance fixe installé au milieu des équipements de la future centrale géothermique	**NÉGLIGEABLE**
Gestion des déchets	Risque de contamination lié à la production de déchets divers (DIB, dangereux, contenant des RNR)	• Direct • Temporaire	• Les DIB et déchets dangereux produits sur GPK2 seront stockés et évacués vers une filière de traitement adaptée • Les déchets contenant des RNR feront l'objet d'un stockage sécurisé et réglementé • Un plan de gestion des déchets contenant des RNR sera établi	**FAIBLE**
Emissions lumineuses	Pollution lumineuse due à la présence de l'éclairage LED de nuit sur OPS4 et GPK2 (sécurité)	• Direct • Permanent	• Eclairage LED de nuit minimal • Mobilier d'éclairage permettant d'orienter le flux vers le sol • Eloignement des habitations de GPK2 et absence de covisibilité d'OPS4	**NÉGLIGEABLE**
Patrimoine et paysage				
Intégration paysagère	Impact paysager de la machine de forage	• Direct • Temporaire	• Faible visibilité du site OPS4 • Travaux de canalisations en contexte agricole • Nouvelle centrale de GPK2 visible depuis les habitations situées à 300 m minimum	**FAIBLE**
	Site de production OPS4	• Direct • Permanent	• Faible visibilité du site OPS4 • Installations en phase exploitation de faible hauteur, non visibles • Mise en place d'une haie mixte de 300 m dans le cadre des OAP	**NÉGLIGEABLE** pour le site OPS4
	Tracé des réseaux	• Direct • Permanent	• Au terme des travaux, aucune visibilité des réseaux	**NUL** pour les réseaux

Compartiment impacté	Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Intégration paysagère (suite)	Nouvelle plateforme GPK2	• Direct • Permanent	• Visibilité depuis les habitations les plus proches situées à 300 m minimum à l'Est • Habillage des installations avec un bardage bois et/ou un écran végétal sur le côté Est Mise en œuvre d'une haie arbustive côtés Sud et Ouest dans le cadre des mesures biodiversité	**FAIBLE** pour le site GPK2
Patrimoine culturel et archéologique	Risque de destruction de vestiges archéologiques	• Direct • Temporaire	• Pas de site archéologique identifié à proximité du projet • Réalisation d'un diagnostic archéologique réalisé préalablement aux travaux, puis fouilles le cas échéant	**NUL**
	Impact visuel en périmètre de monument historique	• Direct • Temporaire	• Monuments historiques situés à plus de 500 m du projet	
	Impact visuel en périmètre de monument historique	• Direct • Temporaire	• Monuments historiques situés à plus de 500 m du projet • Pas de visibilité avec le projet	**NUL**

2.5.3. Evaluation des incidences Natura 2000

La zone d'étude ne recoupe pas de zone NATURA 2000 ; elle se trouve à plus de 2 km des ZPS « FR4211790 Forêt de Haguenau » et ZSC « FR4201798 Massif forestier de Haguenau ».

Tableau 22 Caractéristiques des zones NATURA 2000 identifiées

Nom	Caractéristiques	Enjeux
FR 4211790 ZPS « Forêt de Haguenau »	- l'un des plus grands massifs forestiers de plaine, première forêt d'Alsace et sixième de France - massif désigné en ZICO : accueil de 11 espèces d'intérêt communautaire et notamment : Pic mar, Pic noir, Pic cendré, Bondrée apivore, Milan noir, Milan royal et Pie-grièche écorcheur.	- Favoriser la biodiversité à travers la gestion des milieux forestiers, des milieux ouverts agricoles ou non, et des milieux humides - Favoriser la quiétude des espèces
FR 4201798 ZSC « Massif forestier de Haguenau »	- forêts mixtes de type méridioeuropéen à résineux et feuillus naturels, sixième forêt de France en superficie ; diversité de peuplements forestiers - site d'importance communautaire : 19 habitats naturels, dont 3 prioritaires, et 12 espèces animales et végétales de la faune et de la flore de la Directive « Habitats »	- Préservation des habitats et de la richesse biologique des milieux - Préservation des populations

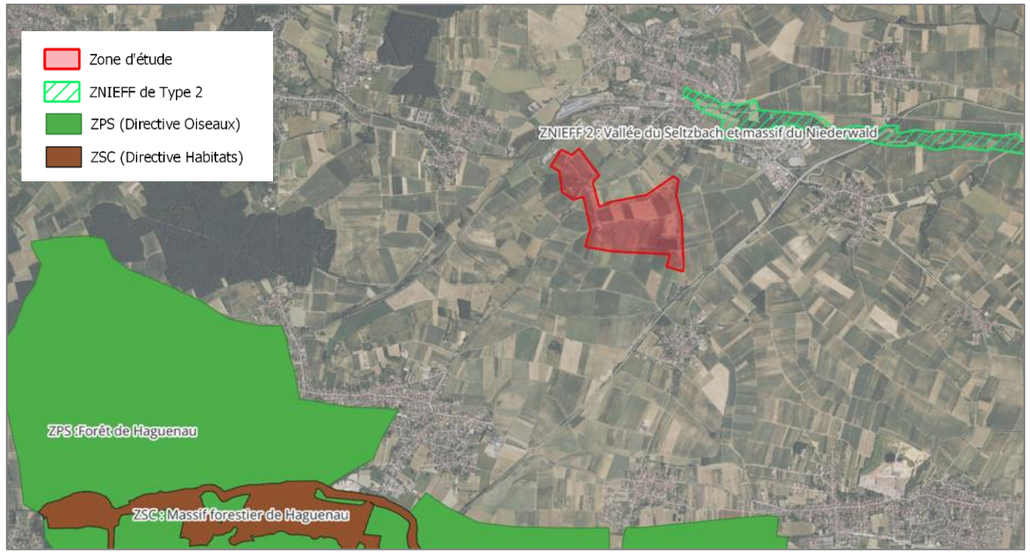


Figure 40 Périmètres d'inventaires et de protection à proximité de la zone d'étude

L'analyse des incidences sur les sites NATURA 2000 met en évidence les points suivants :

- une distance importante sépare le site d'étude et les sites Natura 2000 (plus de 2 km)
- les enjeux associés à la ZPS-FR4211790 et ZSC-FR4201798 sont surtout liés aux milieux forestiers, aux clairières herbeuses (sèches ou humides) et aux cours d'eau qui traversent la forêt de Haguenau ;
- les activités qui seront mises en œuvre sur le site ne seront pas susceptible d'être à l'origine de rejets ou d'émissions vers ces zones Natura 2000 ;

Du fait de la distance qui sépare la zone d'étude et les zones Natura 2000 les plus proches, on considère les impacts directs du projet sur ces zones comme négligeables.

Ainsi, la nature des travaux réalisés additionnée à cette distance font que les impacts sur les espèces et les habitats de ces zones Natura 2000 sont aussi négligeables.

En revanche, le projet pourrait porter atteinte à certaines espèces déterminantes inscrites à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux, sans pour autant affecter significativement les populations qui y vivent et remettre en cause l'état de conservation des espèces ayant justifié la désignation des sites.

Les mesures prévues permettront de réduire et compenser ces impacts.

Le projet n'aura **pas d'incidence** sur la thématique NATURA 2000.

2.5.4. Incidences cumulées avec les projets connus

Le projet de construction d'un nouvel entrepôt « H2 » par la société STRIEBIG LOGISTIQUE, s'implantant sur un terrain industriel d'une superficie totale de 45 ha comprenant déjà d'autres entrepôts, se situe à environ 5 km du projet.

Le projet est soumis à évaluation environnementale car il s'agit d'une ICPE.

Compte-tenu de la distance entre les deux sites et de l'absence de lien direct entre les projets, les deux projets ne sont pas susceptibles de présenter des incidences cumulées.

Le projet n'est pas susceptible de voir ses effets aggravés ou amplifiés par le cumul de ses incidences avec celles d'autres projets.

2.5.5. Climat et vulnérabilité du projet au changement climatique

Les tendances d'évolutions du climat à horizon 2100 démontrent :

- Une **poursuite du réchauffement** au cours du XXIe siècle en Alsace, quel que soit le scénario ;
- Selon le scénario de fortes émissions, le **réchauffement en température moyenne annuelle pourrait dépasser 4,6°C** en fin de siècle par rapport à la période 1976-2005 ;
- Peu d'évolution des précipitations annuelles au XXIe siècle, mais des contrastes saisonniers ;
- Poursuite de la diminution du nombre de jours de gel et de l'augmentation du nombre de journées chaudes, quel que soit le scénario ;
- Assèchement des sols de plus en plus marqué au cours du XXIe siècle en toute saison.

Remarquons également que le changement climatique nous permet d'observer des épisodes venteux de plus en plus fréquents et intenses.

2.5.5.1. INCIDENCES SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le projet sera à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre émis par le trafic routier et à la consommation énergétique nécessaire au projet.

Le projet permettra la production d'une énergie beaucoup plus « propre » en termes d'émissions de gaz à effet de serre que les sources d'énergie classiques.

Mix EU électrique	420
Gaz naturel	215,8
Mix FR électrique	58,3
Photovoltaïque	43,9
Biométhane	41,6
Scénario 1 (100%électricité)	35,5
Scénario 2 (50% électricité)	32,4
Eolien	17,3
Biomasse - plaquettes forestière	13
Scénario 3 (100% chaleur)	4,4
Scénario 2 (50% chaleur)	3,2

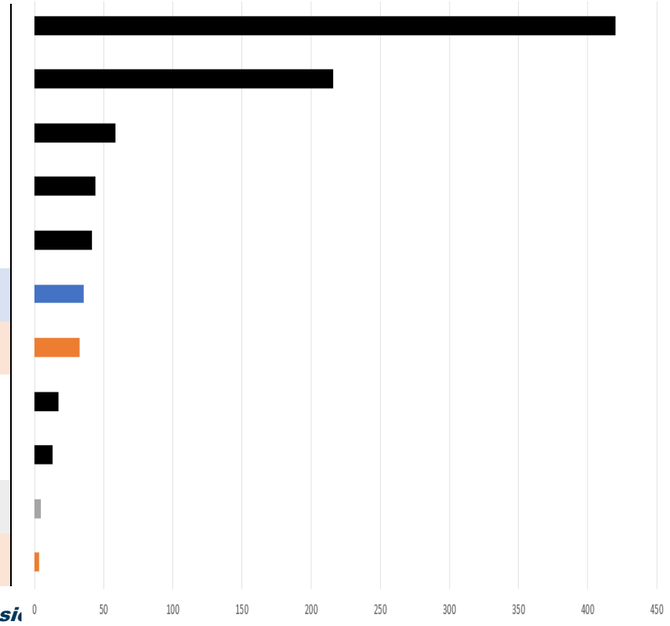


Figure 41 Comparaison des émissi
chaleur ou d'électricité (source : ÉS)

En effet, il s'inscrit dans la démarche de transition énergétique impulsée par la loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte de 2015 et la loi Energie-Climat adoptée en 2019, dont l'objectif est de **permettre la décarbonation de l'économie** et **l'atteinte de la neutralité carbone à 2050**, ainsi que la réduction de nos impacts sur l'environnement.

Ainsi, le recours à l'énergie géothermique permettra, sur la durée de vie du projet, d'éviter l'émission de **15 à 1 290 Mt/CO_{2eq}**, selon le scénario et le mix énergétique considérés.

Au global, le projet aura une incidence **largement positive** sur le changement climatique.

2.5.5.2. VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le projet est peu dépendant du climat et peu vulnérable au changement climatique.

- Il n'est pas exposé au risque d'inondation,
- Le risque de coulées de boue est limité par le contexte géographique des sites (topographie et végétation),
- Etant implanté en secteur agricole, il n'est pas exposé au risque de feu de forêts,
- Il est peu vulnérable aux vents violents,
- Le projet nécessite peu d'aménagements en surface, et est donc peu exposé aux risques de mouvements de sol. Des systèmes de détection de fuite permettront une surveillance des réseaux de transport du fluide géothermal.
- Les dispositifs de gestion des eaux pluviales du projet prévoient la gestion d'un évènement pluvieux exceptionnel, sans déversement vers l'extérieur des sites.
- Les aménagements paysagers mis en œuvre en périphérie des plateformes seront constituées d'essences locales, adaptées au climat alsacien et ses fortes amplitudes thermiques.

La vulnérabilité du projet face au changement climatique sera donc **faible**.

2.5.6. Mesures envisagées pour éviter, réduire et/ou compenser les effets négatifs du projet

Le choix du site du projet parmi les 8 scénarii initiaux a permis d'éviter les enjeux relatifs aux zonages réglementaires et à la biodiversité.

2.5.6.1. EN PHASE TRAVAUX DE FORAGE

❖ R1 - Mesures de réduction des effets sur les eaux souterraines

- Les techniques du triple cuvelage du puit et la technique BENOTO ou par havage, permettront d'éviter la pollution des eaux souterraines et superficielles et la mise en contact des aquifères ;
- L'utilisation de produits chimiques non toxiques et biodégradables sera favorisée
- Des campagnes de diagraphie sonique permettant de vérifier l'état des cuvelages et de la cimentation du puits de forage
- Des contrôles des boues de forage seront réalisés de manière régulière

❖ R2 - Mesures de réduction des effets liés aux émissions sonores

- Etude de la possibilité de raccorder la machine de forage au réseau électrique de distribution et de n'utiliser les groupes diesel qu'en cas de secours
- Insonorisation des équipements utilisés si nécessaire, notamment les groupes électrogènes et les pompes électriques centrifuges
- Réalisation d'une campagne de mesures par un organisme agréé lors des différentes phases du projet

❖ R3 - Mesures de réduction des ondes micro sismiques

Les techniques utilisées permettront la réduction des impacts et de la probabilité d'occurrence des phénomènes micro sismiques engendrés par le projet :

- Réalisation des développements hydrauliques avec diminution progressives des pressions d'injection en fin d'essai.
- Opérations de développement par étape tout en vérifiant à chaque étape que les caractéristiques statistiques de la relation fréquence d'occurrence-magnitude (modification du risque micro-sismique).

Le réseau de surveillance de l'activité sismique mis en place permettra d'assurer une surveillance permanente de la sismicité naturelle ou induite par les opérations de géothermie.

❖ R4 - Mesures de réduction des effets sur les eaux superficielles

Le projet prévoit collecte des eaux pluviales issues du ruissellement sur la plateforme imperméabilisée, leur stockage dans des conduites enterrées de grand diamètre et leur rejet à débit limité après traitement par séparateur d'hydrocarbures

En cas de pluie exceptionnelle, aucun débordement n'est rendu possible par les dispositifs de gestion des eaux.

2.5.6.2. EN PHASE EXPLOITATION

❖ Terre, eau, sols, air, climat

- Imperméabilisation des surfaces limitée aux surfaces d'activités à risque de pollution ;
- Gestion des eaux : collecte intégrale des eaux de ruissellement potentiellement polluées des plateformes d'activité ; aucun rejet d'eaux potentiellement polluées non traitées vers le milieu naturel.
- Gestion des eaux collectées suivant la qualité des eaux mesurée par conductimétrie : pas d'infiltration (après traitement) d'eaux contaminées par les saumures géothermales (réinjectées).
- Puits équipés d'une triple enveloppe en cas de présence de terrains superficiels : étanchéité du puits avec les formations superficielles ;
- Contrôle de l'état et de la cimentation des tubages par diagraphie ;
- Dispositif de détection de fuites sur les conduites de transport du fluide géothermal avec actions correctives ;
- Stockage des produits dangereux sur rétention.

❖ Biodiversité

- Mesures de réduction :
  - MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année
  - MR2 : Limiter la prolifération d'espèces exotiques envahissantes
- Mesure de compensation :
  - MC1 : Plantation de haies bocagères
- Suivi du chantier par un écologue, pendant et après les travaux, afin d'assurer la bonne mise en œuvre de ces mesures.

❖ Population et santé humaine

- Définition d'itinéraires d'accès des poids lourds afin de limiter les nuisances liées au trafic routier ;
- Mobiliers d'éclairage avec orientation du flux vers le sol, éclairage LED de nuit minimal ;
- Mise en place d'un caisson acoustique sur GPK2 pour respecter les seuils réglementaires de nuit ;
- Gestion des déchets adaptée et plan de gestion des déchets RNR ;
- Déploiement d'un réseau de surveillance micro-sismique avec actions correctives ;
- Mise en œuvre d'un plan de surveillance du radon ;
- Mesures d'insertion paysagère (conjointe MC1 : Plantation de haies bocagères).

❖ Patrimoine et paysage

- Réalisation de diagnostics archéologiques préalables aux travaux.

2.5.6.3. ESTIMATION DES INVESTISSEMENTS LIES A LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Tableau 23 Estimation des investissements liés à la protection de l'environnement

Phase travaux de forage	1 554 000 € HT
Phase exploitation	7 040 000 € HT

2.6. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION

Le projet est compatible avec les documents suivants :

Tableau 24 Compatibilité avec les documents de planification

Document	Objectifs concernés	Caractéristiques du projet	Compatibilité du projet
SDAGE Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhin-Meuse 2022-2027	– Thème 2 : Eau et pollution – Thème 5 : Eau et aménagement du territoire	– Gestion des eaux de ruissellement adaptée au risque de pollution – Aucun rejet possible vers le milieu naturel – Pas d'incidence sur les zones d'expansion de crues ou le risque de coulée de boue – Raccordement au réseau AEP et assainissement ou assainissement autonome	**OUI**
SAGE Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux	– Projet non concerné par un SAGE	/	**/**
SRCE Schéma Régional de Cohérence Ecologique d'Alsace	/	– Projet non concerné par un corridor écologique terrestre d'importance nationale – Projet situé à proximité d'un corridor écologique d'importance régionale CR0034 de type cours d'eau (le Seltzbach), non impacté par le projet ; – Projet non concerné par un élément de la trame bleue	**OUI**
Doctrine de gestion des eaux pluviales de la Région Grand Est	/	– Infiltration des eaux pluviales dès que le risque de pollution le permet ; – Gestion sur site des eaux pluviales ; – Réutilisation favorisée en phase travaux de forage ; – Anticipation d'un fonctionnement en cas d'évènement pluvieux exceptionnel ; – Aucun rejet d'eau pluviale vers le réseau d'assainissement.	**OUI**
Objectifs visés à l'article L.211-1 et D.211-10 du Code de l'environnement	– alinéas 2°, 4°, 5° et 6°	– Collecte intégrale des eaux potentiellement polluées – Réutilisation de ces eaux pluviales en phase travaux de forage – L'ensemble des eaux de forage pompées seront réinjectées dans la nappe – Valorisation des eaux géothermales pour la production d'énergie	**OUI**
Arrêté du 21 juillet 2015	– article 5, alinéa 4°	– Aucun raccordement ni aucun rejet d'eaux pluviales n'est prévu vers le réseau d'assainissement, ni en phase travaux de forage, ni en phase d'exploitation, et ce pour aucun des 2 sites aménagés (OPS4 et GPK2)	**OUI**
PNACC-2 Plan National d'Adaptation au Changement Climatique 2018-2022	/	– Projet proposant une source d'énergie propre, stable, non dépendante des conditions climatiques, et peu dépendante du contexte économique	**OUI**
PCAET Plan Climat-Air-Energie Territorial d'Alsace du Nord	– **AXE 2 : Vers un territoire plus autonome** Orientation 1 : Développer les énergies renouvelables – **AXE 3 : Vers un territoire plus attractif** Orientation 3 : Améliorer la qualité de l'air	– Développement de l'exploitation géothermique – Substitution des sources d'énergie émettrices de polluants atmosphériques par la géothermie, notamment dans le secteur résidentiel, et améliorer la qualité de l'air	**OUI**

Document	Objectifs concernés	Caractéristiques du projet	Compatibilité du projet
SRADDET Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable et d'Egalité des Territoires	– **AXE 1 : Changer de modèle pour un développement vertueux de nos territoires** Objectif 4. Développer les énergies renouvelables pour diversifier le mix énergétique – **CHAPITRE I. - Climat, air et énergie** Règle n°5 : Développer les énergies renouvelables et de récupération	– Projet de géothermie : développement d'une source d'énergie propre et durable, indépendante des conditions climatiques et peu dépendante du contexte économique. – Géothermie profonde mentionnée spécifiquement par l'axe 1 / objectif 4 du SRADDET, ainsi eu par la règle n°5 du chapitre I.	**OUI**
SRDEII Schéma Régional de Développement Economique, d'Innovation et d'Internationalisation Région Grand Est	– **LIVRET 2 – Déclinaison opérationnelle du SRDEII** Orientation 1 : Faire du Grand Est un des leaders européens de l'industrie du futur et de la bioéconomie Objectif 1.3. : Faire de la transition écologique et énergétique un levier de compétitivité et d'attractivité du territoire Fiche action : Soutenir les démarches de production et de consommation d'énergies renouvelables dans le cadre de la transition énergétique – **LIVRET 5 – Diagnostic régionaux et enjeux** 5. Dynamique et structuration du tissu économique 5.2. Les enjeux identifiés	– Déclinaison opérationnelle du SRDEII visant le soutien aux projets utilisant les énergies renouvelables, et notamment la géothermie (orientation 1 : objectif 1.1). – Enjeu relatif à l'exploitation de l'énergie géothermique également identifié dans le livret 5 / partie 5.2	**OUI**
SCoTAN Schéma de cohérence territorial d'Alsace du Nord	<u>Projet d'Aménagement et de Développement Durables</u> : – Développer l'attractivité économique de l'Alsace du Nord – Diversification de l'économie et nouvelles filières – Concilier développement et préservation de la qualité des ressources / Améliorer globalement la qualité de l'air et lutter contre les nuisances sonores – Lutter contre le changement climatique / Préparer la transition énergétique et réduire la vulnérabilité du territoire aux aléas climatiques	– La géothermie constitue un objectif de développement et de valorisation majeur, que ce soit à l'échelle locale (commune/intercommunalité), mais aussi et surtout à l'échelle territoriale (territoire de l'Alsace du Nord)	**OUI**
PLU (Plan Local d'Urbanisme) de Soultz-sous-Forêts	/	– Site OPS4 en zone AA → aménagement non autorisée par le zonage – Conduites de transport du fluide géothermal en zone AA → non autorisé par le règlement – Nouvelle centrale GPK2 en zone UT → aménagement autorisé	**NON (révision allégée en cours)**

2.7. MOYENS DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI

2.7.1. Politique interne ES

Le groupe ÉS a mis en place un **système de management environnemental** ISO 14001 se traduisant par plusieurs lignes directrices en faveur de l'environnement et 6 grands enjeux environnementaux :

Nos lignes directrices	Nos enjeux environnementaux
→ Garantir la conformité de nos activités à la réglementation environnementale ainsi qu'à nos propres exigences → Prévenir la pollution en maitrisant les aspects environnementaux de nos activités → Sensibiliser et impliquer notre personnel aux bonnes pratiques environnementales → Assurer la communication autour des enjeux environnementaux → Être à l'écoute des attentes de l'ensemble des parties intéressées à la protection de l'environnement et en particulier les collectivités locales alsaciennes → Contribuer à la maitrise de l'énergie et au développement des énergies renouvelables → Accompagner le territoire dans sa transition énergétique.	→ La maitrise des ressources naturelles → La gestion des déchets et des polluants → L'intégration environnementale des réseaux et la biodiversité pour Strasbourg Electricité Réseaux et ÉS Géothermie → La promotion de l'éco-efficacité énergétique pour le fournisseur d'énergie ÉS Énergies Strasbourg → L'intégration environnementale, dès l'exploitation des gisements, pour ÉS Géothermie → La mobilité douce pour notre parc de véhicules légers et le territoire alsacien.

Par ailleurs, la **politique RSE** (responsabilité sociétale d'entreprise) du groupe ÉS permet de répondre à quatre orientations principales :

- Répondre aux défis du changement climatique
- Optimiser l'utilisation des ressources naturelles et préserver l'environnement
- Porter une attention particulière aux personnes
- Dialoguer avec les parties prenantes et rendre compte de nos activités

2.7.2. En phase travaux de forage

2.7.2.1. SYNTHESE DES MESURES DE SUIVI EN PHASE TRAVAUX DE FORAGE

Tableau 25 Modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction de compensation

Types d'effets	Mesures		Modalité de suivi
Effets sur les eaux souterraines	R1	Techniques de forage	Modes opératoires Réalisation de campagne de diagraphie sonique après chaque étape de forage
		Utilisation privilégiée de produits non toxiques	Fiches de données de sécurité Modes opératoires Contrôle des boues de forage plusieurs fois par jour
Effets liés aux émissions sonores	R2	Utilisation de matériels respectant les normes en vigueur Insonorisation des pompes électriques et de forage Étude de la possibilité de raccorder la machine de forage au réseau de distribution électrique	Réalisation d'une campagne de mesures des niveaux sonores avant et pendant les travaux de forage
Effets liés aux ondes micro-sismiques	R3	Techniques de forage	Modes opératoires Enregistrement permanent de l'activité sismique par le réseau de surveillance
Effets sur les eaux superficielles	R4	Gestion quantitative des eaux pluviales (rejet à débit limité et stockage sans débordement pour une pluie de fréquence décennale) Contrôle de la conductivité avant rejet Traitement par séparateur d'hydrocarbures avant rejet	Entretien des ouvrages (sonde de mesure de la conductivité et séparateur d'hydrocarbures)

2.7.2.2. SUIVI DE LA SISMICITE INDUITE

Les mesures mises en œuvre dans le but de surveiller et de se prémunir contre le risque sismique et leurs justifications se décomposent en plusieurs volets sur toutes les étapes du projet :

- Avant le début du projet afin de prévoir et minimiser la sismicité induite,
- Pendant les opérations de forage afin de surveiller au mieux la sismicité potentiellement induite,
- Pendant les opérations clés du projet afin de contrôler et prévenir la sismicité induite.

Un suivi sismologique sera notamment mis en place et associé à un système de seuils d'alerte déclenchant des actions correctives en fonction du seuil activé.

2.7.2.3. SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES

Les rapports issus des opérations de forage du puits existant OPS4 ont conclu à l'absence de nappe au droit du site.

Par précaution, il est prévu de confirmer l'absence de nappe au droit du projet à l'occasion des investigations géotechniques préalables à l'aménagement de la plateforme. Si la présence d'une nappe est mise en évidence, des piézomètres permettant de surveiller l'évolution de la nappe seront installés selon les recommandations d'un bureau d'hydrogéologie indépendant.

La surveillance est réalisée sur différents paramètres, avec différentes fréquences :

- Suivi en continu du niveau et de la température de la nappe (échantillonnage à la minute) ;
- Prélèvements mensuels lors des opérations de forage, avec analyse des paramètres physicochimiques (pH, conductivité, potentiel redox) ;
- Prélèvement annuel avec analyses chimiques détaillées (éléments majeurs et mineurs).

A plus longue échéance, lors de l'exploitation, les dispositifs suivants sont prévus afin d'assurer l'isolation des ouvrages prévus :

- Contrôles réguliers de l'intégrité du tubage et de la cimentation par diagraphie (tous les 6 ans pour les puits de production et tous les 3 ans pour les puits d'injection) ; ces contrôles règlementaires permettent de s'assurer de l'absence de « fuites » du puits vers les formations traversées ;
- Poursuite de la surveillance d'une nappe superficielle éventuelle selon le dispositif exposé ci-dessus.

Enfin, la réinjection de saumure refroidie dans le réservoir est suivie en continu, tant lors des phases de tests de puits qu'en phase d'exploitation, avec enregistrement des données de pression, température et débit de réinjection. Le retour d'expérience sur les sites de Soultz-sous-Forêts et Rittershoffen montre que ce refroidissement n'engendre pas d'incidence notable sur l'aquifère constituant ce réservoir profond et son fonctionnement hydrogéologique.

2.7.2.4. SUIVI ACOUSTIQUE

Une étude acoustique a été menée dans le cadre de l'étude d'impact de la phase forage. Cette étude intègre également les mesures acoustiques pour l'état actuel du site.

Un prestataire sera mandaté au démarrage du forage pour réaliser de nouvelles mesures acoustiques autour du site et confirmer la conformité réglementaire. En cas de non-conformité avérée, des mesures de réduction du niveau sonore seront prises en intégrant par exemple des capotages acoustiques aux équipements ayant l'impact sonore le plus important.

2.7.3. En phase travaux d'aménagement

2.7.3.1. PERIODE D'INTERVENTION

Les travaux d'aménagement respecteront les préconisations de la mesure **MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année** a minima pour les travaux de mise en œuvre de la conduite au droit des zones à enjeu (boisement au nord d'OPS4).

Les travaux seront réalisés préférentiellement durant les mois présentant le moins de sensibilités vis-à-vis de la biodiversité, soit de septembre à février.

2.7.3.2. PREVENTION DES POLLUTIONS ET INTERVENTION EN CAS DE POLLUTION ACCIDENTELLE

L'application des bonnes pratiques de chantier permettra de limiter le risque de déversement accidentel. Toutefois, en cas d'incident et de souillure des sols, un protocole permettra de limiter la propagation des pollutions.

2.7.3.3. SUIVI DU CHANTIER PAR UN ECOLOGUE

Un prestataire écologue sera désigné par ÉS afin d'assurer le suivi écologique du chantier, avant, pendant et après les travaux, conformément aux préconisations formulées dans le cadre du présent dossier :

- MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année
- MR2 : Limiter la prolifération des espèces végétales exotiques envahissantes
- MC1 : Plantation de haies bocagères

2.7.4. En phase d'exploitation

2.7.4.1. SUIVI SISMOLOGIQUE ET PREVENTION DE LA SISMICITE INDUITE

Après réalisation des études et mesures préalablement nécessaires, ÉS déploiera un réseau de surveillance de la sismicité induite permettant d'en prévenir l'occurrence.

A l'instar de la phase travaux de forage, cette surveillance sera associée à un système de seuils d'alerte déclenchant des actions correctives en fonction du seuil activé.

2.7.4.2. SUIVI DES RAYONNEMENTS IONISANTS

Les mesures mises en œuvre pour prévenir le risque d'exposition aux rayons ionisants seront les suivantes :

- Formation du personnel potentiellement exposé,
- Mise à disposition d'équipements de protection individuels
- Mise à disposition de dosimètres individuels avec analyse trimestrielle des données.
- Surveillance des niveaux d'émission de radon et des poussières atmosphériques près des lieux publics et des habitations susceptibles d'être les plus exposées notamment sous les vents dominants

2.7.4.3. DISPOSITIF DE GESTION DES EAUX EN CAS D'INCENDIE

Le volume à stocker correspondent aux exigences de la circulaire Interministérielle n°465 du 10 décembre 1951 : **60 m³/h pendant 2 heures, soit un volume total de 120 m³**.

Les volumes de rétention mis en œuvre sur les sites via des canalisations béton enterrées sur les sites OPS4 et GPK2 **sont supérieur au besoin de confinement des eaux d'extinction d'incendie.**

En exploitation, la vanne située en aval du dispositif de stockage reste fermée par défaut, et n'est ouverte manuellement que lors des phases de vidange du dispositif, après contrôle de la qualité des eaux stockées (mesure de la conductivité). **Ainsi, en cas d'incendie sur l'un des sites, aucun manœuvre de fermeture de vanne n'est nécessaire.**

Les eaux d'extinction d'incendie sont stockées dans les conduites de stockage ; elles seront pompées par un prestataire agréé puis évacuées vers une filière adaptée.

2.7.4.4. SUIVI ACOUSTIQUE

Une étude acoustique complémentaire a été réalisée dans la cadre de l'étude d'impact globale intégrant la phase d'exploitation. Les résultats sont présentés dans la présente étude d'impact.

Un prestataire sera mandaté au démarrage du forage pour réaliser de nouvelles mesures acoustiques autour du site et confirmer la conformité réglementaire. En cas de non-conformité avérée, des mesures de réduction du niveau sonore seront prises en intégrant par exemple des capotages acoustiques aux équipements ayant l'impact sonore le plus important.

2.7.4.5. SYSTEME DE DETECTION DE FUITES SUR LES CONDUITES DE TRANSPORT DU FLUIDE GEOTHERMAL

Le risque de fuite des canalisations est prévenu grâce à un dispositif de détection de fuite en place sur les canalisations aller et retour.

En cas de détection de fuite, la procédure sera la suivante :

- Confirmation de l'alerte (absence de problème de capteur, etc.)
- Recherche visuelle de la fuite
- Si la fuite n'a pas été localisée, arrêt de production pour test de tenue en pression :
  - Si la pression est maintenue, fuite venant de la double enveloppe ou de la gaine en PE du tube retour → la remise en production peut être effectuée avant la recherche de fuite
  - Si la pression chute, fuite supposée du tube transportant le fluide géothermal à l'aller ou au retour → la remise en production sera effectuée une fois la fuite réparée.
- Recherche de fuite, réparation, vérification de l'étanchéité.

2.7.5. Après cessation de l'exploitation

A la fin de la période d'exploitation, les installations seront démantelées et les puits présents sur le site de production OPS4 seront cimentés.

Les puits feront l'objet d'une surveillance de la sismicité, de fuites éventuelles ou d'autre impact sur le long terme, conformément aux exigences réglementaires.

2.8. MATERIELS ET METHODES

2.8.1. Présentation des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement – phase travaux de forage (OTE ingénierie, 2021)

La méthodologie appliquée comprend une recherche bibliographique, une analyse des études existantes, un recueil de données effectué auprès des organismes compétents dans les divers domaines, des relevés de terrain.

Le recueil des données nécessaires à la caractérisation de l'état initial de l'environnement met en jeu différents moyens :

- Visite ponctuelle sur le terrain,
- Exploitation de photographies aériennes,
- Enquête auprès des administrations régionales, départementales et d'organismes divers afin de compléter les données recueillies préalablement sur l'état du site et ses sensibilités :
- Examen de documents graphiques, des documents d'urbanisme,
- Analyse des données statistiques générales ou spécifiques (recensement général de la population, …) : INSEE, CCI, etc.
- Consultation de différents sites Internet :
- Documents mis à disposition par le client.

Les mesures sont élaborées à partir des effets identifiés, et consistent à éviter, réduire les impacts et, le cas échéant, à compenser les impacts résiduels.

Aucune difficulté particulière n'a été rencontrée dans le cadre de la présente étude.

2.8.2. Méthodologie relative au volet milieu naturel de l'étude d'impact – phase exploitation (OGE, 2023)

2.8.2.1. DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone concernée par cette étude correspond à l'emprise du site OPS4 et de la nouvelle centrale GPK2 ainsi qu'au linéaire où sera installé la conduite reliant les deux structures.

2.8.2.2. METHODOLOGIE DES INVENTAIRES ECOLOGIQUES

2.8.2.2.1. Flore et végétation

La description des unités d'habitats se fait sur la base d'inventaires phytoécologiques. Ceci signifie que chaque unité d'habitat homogène est inventoriée précisément, tous les taxons étant notés ainsi que des informations stationnelles. La liste d'espèces, les abondances-dominances par espèce, leur écologie, leur sociologie, ainsi que les données stationnelles permettent d'identifier le groupement de végétation en présence.

Les dates d'inventaire sont définies en fonction des milieux rencontrés (phénologie des habitats). Elles sont les mêmes que pour l'inventaire du patrimoine floristique.

La zone de prospection des inventaires floristiques est parcourue intégralement. Un relevé exhaustif est effectué avec plusieurs passages.

Les espèces végétales protégées et/ou remarquables sont localisées précisément au GPS.

2.8.2.2.2. Faune

Les inventaires faune portent sur les groupes suivants :

- Les mammifères terrestres,
- Les oiseaux,
- Les reptiles
- Les insectes.

Compte-tenu de l'absence de milieu favorable ou la faible potentialité d'accueil, aucun inventaire n'est réalisé pour ces groupes :

- Les chiroptères,
- Les amphibiens.

2.8.2.2.3. Zones humides

Le diagnostic des zones humides est réalisé sur le critère végétation et pédologie conformément à l'**arrêté du 24 juin 2008.**

2.8.2.2.4. Calendrier des prospections de terrain

Le tableau suivant présente les différentes prospections qui ont été réalisées au sein de la zone d'étude.

Tableau 26 Calendrier des prospections

Date	Type de prospection	Opérateur
19/04/2023	Inventaire faune (Oiseaux, Reptiles, Mammifères)	B. Legeay
17/05/2023	Inventaire faune (Oiseaux, Reptiles, Mammifères, Insectes)	B. Legeay
31/05/2023	Inventaire floristique / Cartographie des habitats	M. Potonnier
14/06/2023	Inventaire faune (Oiseaux, Reptiles, Mammifères, Insectes)	B. Legeay
01/08/2023	Inventaire floristique / Cartographie des habitats	M. Potonnier
29/08/2023	Inventaire faune (Oiseaux, Reptiles, Mammifères, Insectes)	B. Legeay
14/11/2023	Sondages pédologiques	M. Potonnier C. Tournier

2.8.2.2.5. Hiérarchisation des enjeux

Les **enjeux écologiques** sont définis sur base des statuts de protection, de la rareté des espèces et des menaces pesant sur celles-ci. Dans un premier temps, chaque espèce fait l'objet d'une analyse spécifique. Ensuite, un enjeu global sur base de la qualité des milieux naturels et des espèces les fréquentant est défini.

2.8.2.3. METHODOLOGIE D'EVALUATION DES IMPACTS

Les impacts du projet sur la faune, la flore, les habitats et les corridors recensés consistent en :

- la destruction d'habitats par effet d'emprise ou une altération de l'état écologique de ces derniers ;
- un dérangement de la faune pendant les travaux et en phase d'exploitation ;

Les impacts du projet sont locaux, temporaires et globalement directs. Les enjeux écologiques étant faibles, les impacts le sont également pour la plupart.

On distingue deux types d'impacts :

- **les impacts directs** sont les impacts résultant de l'action directe de la mise en place ou du fonctionnement de l'aménagement sur les milieux naturels.
- **les impacts indirects** correspondent aux conséquences des impacts directs, conséquences se produisant parfois à distance de l'aménagement.

Le niveau d'impact est quantifié et qualifié en 5 niveaux en tenant compte de plusieurs facteurs :

- **le niveau d'enjeu initial du site** : ce niveau d'enjeu est défini par l'état initial et détermine au maximum un impact de même niveau, en tenant compte de :
  - **la surface de la zone impactée** par rapport à la surface totale du site à enjeu ;

- **le contexte local** : par exemple, la destruction de l'unique pied d'une plante à enjeu fort génère un impact fort mais le niveau d'impact peut être réduit si la même plante est très abondante à côté, hors de la zone impactée par le projet.;

- **la nature de l'impact** (direct ou indirect) : un site à enjeu très fort ne génère pas automatiquement un impact de même niveau, même quand ce site est affecté par le projet, car le niveau d'impact est fonction de la nature de ce dernier.

L'analyse des impacts distingue le caractère permanent ou temporaire des impacts.

- Les **impacts temporaires** sont en général liés à la phase travaux ou à la mise en service de l'aménagement. Ils sont limités dans le temps mais leur effet peut être très important.

- Les **impacts permanents** sont des impacts liés à la phase d'exploitation. C'est par exemple la rupture de corridor et l'altération qui en découle.

La prise en compte de l'échelle de l'impact (impact local, régional ou national) est réalisée dès l'évaluation du niveau d'enjeu des sites en prenant en compte la répartition de l'espèce ou de l'habitat à différentes échelles. L'analyse des impacts permet de distinguer :

- les **impacts nationaux** : ces impacts ont des conséquences perceptibles à l'échelle nationale. Il s'agit alors d'impacts qui touchent des populations ou des habitats peu représentés au niveau national ;

- les **impacts régionaux** : ces impacts ont des conséquences perceptibles à l'échelle de la région. Ils sont susceptibles de concerner un territoire vaste aux caractéristiques physiques et biologiques homogènes (massif forestier, marais…) ou une population donnée ;

- les **impacts locaux** : ces derniers affectent une proportion restreinte du territoire. Ils se limitent à un milieu naturel particulier ou à un territoire communal donné.

2.8.3. Méthodologie d'application de la démarche ERC

2.8.3.1. PRINCIPES GENERAUX

L'application de la séquence ERC « Eviter-Réduire-Compenser » a été renforcée par le décret n° 2016-1110 du 11 août 2016 précisant **l'ordre de mise en œuvre** de ces principes et son caractère obligatoire :

*1 « **éviter** les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine ;*

*2 « **réduire** les effets n'ayant pu être évités ;*

*3 « **compenser**, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits.*

La loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages a réaffirmé (pour les atteintes à la biodiversité) les principes de la séquence ERC et en a renforcé certains (L.163-1 du code de l'environnement) :

- **L'équivalence écologique** avec la nécessité de « compenser dans le respect de leur équivalence écologique »

- L'« **objectif d'absence de perte nette voire de gain de biodiversité** » (voir figure ci-après)

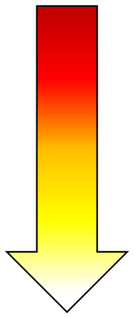
- La **proximité géographique** avec la priorité donnée à la compensation « sur le site endommagé ou, en tout état de cause, à proximité de celui-ci afin de garantir ses fonctionnalités de manière pérenne » ;

- **L'efficacité** avec « **l'obligation de résultats** » pour chaque mesure compensatoire ;

- La **pérennité avec l'effectivité des mesures de compensation « pendant toute la durée des atteintes** ».

2.8.3.2. METHODOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE

Notre méthodologie d'application de la séquence ERC se déploie en 6 étapes :



1) Analyse des **impacts bruts**

2) → Mesures d'évitement (primaires puis secondaires)

3) Analyse des impacts non évitables

4) → Mesures de **réduction**

5) Analyse des impacts résiduels

6) → Mesures de **compensation** (si nécessaire)

2.8.3.2.1. Diagnostic du site et évaluation des enjeux

L'établissement d'un état initial de l'environnement exhaustif et précis est un préalable indispensable au déploiement de la séquence ERC. Il s'agit de hiérarchiser les enjeux sur plusieurs niveaux :



La **synthèse des enjeux** relatifs à la biodiversité découle du croisement des enjeux habitats biologiques et espèces.

		Enjeux espèces			
		Faible	**Moyen**	**Elevé**	**Majeur**
Enjeux habitats	**Nul**	1	2	3	4
	Faible	1	2	3	4
	Moyen	2	2	3	4
	Elevé	3	3	3	4
	Majeur	4	4	4	4

2.8.3.2.2. **Analyse des impacts bruts**

L'évaluation des impacts bruts consiste à apprécier les incidences du projet sur la base des enjeux habitats biologiques et espèces.

L'intensité d'un impact est évaluée suivant les critères suivants :

- **Surface** impactée ;
- **Durée** de l'impact : permanent ou temporaire ;
- **Portée** de l'impact : régionale ou locale.

Le croisement de ces trois critères a permis d'évaluer **l'intensité de l'impact** selon trois classes : **forte**, **moyenne** ou **faible**

L'évaluation du niveau d'impact brut est réalisée par croisement entre **l'intensité de l'impact et le niveau de l'enjeu impacté** :

Tableau 27 Evaluation de l'impact brut selon l'intensité de l'impact et le niveau d'enjeu impacté

		Niveau d'enjeu				
		Majeur	Fort	Moyen	Faible	Négligeable
Intensité de l'impact	Fort	Très fort	Fort	Moyen	Faible	Négligeable
	Moyen	Fort	Moyen	Faible	Négligeable	Négligeable
	Faible	Moyen	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable

2.8.3.2.3. **Mesures d'évitement, réduction et compensation**

A. Mesures d'évitement

- *Mesures d'évitement « primaires » ou « amont »*

L'évitement « primaire » ou « amont » (mesure E1) est la première étape de la séquence ERC. Elle consiste à éviter prioritairement de générer un impact sur une zone à enjeu majeur identifiés lors de la synthèse des enjeux (croisement de la hiérarchisation des enjeux habitats biologiques et espèces).

- *Mesures d'évitement « secondaires »*

Sur la base du projet redéfini suite à la mise en œuvre des mesures d'évitement primaire, des **mesures d'évitement « secondaires »** vont pouvoir être proposées.

Elle peut concerner une adaptation d'ordre **géographique** (mesures E2), **technique** (mesures E3) ou **temporelle** (mesures E4) de la solution retenue, en phase de travaux ou en phase d'exploitation.

B. Mesures de réduction des impacts non évitables

Comme pour les mesures d'évitement, une mesure de réduction peut concerner une adaptation d'ordre **géographique** (mesures R1), **technique** (mesures R2) ou **temporelle** (mesures R3) du projet, en phase de travaux ou en phase d'exploitation.

C. Analyse du niveau d'impact résiduel

Une fois mises en œuvre toutes les mesures d'évitement, puis de réduction des impacts envisageables, une analyse du niveau d'impact résiduel notable est réalisée.

La philosophie de la démarche ERC voudrait qu'idéalement, **après mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction, les impacts résiduels soient faibles ou négligeables**, démontrant la bonne application et l'efficacité de la démarche.

D. Mesures de compensation des impacts résiduels notables

Une mesure compensatoire est conçue en réponse à un impact résiduel notable (impact subsistant après application des mesures d'évitement puis de réduction).

Les mesures compensatoires sont de 3 types :

- **Restauration ou réhabilitation** (y compris mesures de gestion) (mesures C1)
- **Création** (y compris mesures de gestion) (mesures C2)
- **Evolution des pratiques de gestion** (mesures C3)

2.8.3.2.4. **Mesures d'accompagnement et modalités de suivi**

A. Mesures d'accompagnement

Les mesures d'accompagnement ne peuvent venir en substitution d'aucune des autres mesures, mais uniquement venir en plus. Se retrouvent donc dans cette catégorie **toutes les mesures qui ne peuvent se rattacher ni à l'évitement, ni à la réduction, ni à la compensation**.

B. Modalités de suivi

Le suivi qui a pour objet de s'assurer de l'efficacité de l'atteinte des objectifs d'une mesure d'évitement, de réduction ou de compensation **ne constitue pas à lui seul une mesure et ne correspond qu'à une action qui doit être intégrée à part entière dans la mesure correspondante**. Il est une partie intrinsèque et obligatoire de cette dernière.

2.8.4. Principes et méthodologie appliqués aux études acoustiques

2.8.4.1. ETUDE ACOUSTIQUE OTE INGENIERIE (JUILLET 2021)

2.8.4.1.1. **Campagne de mesures**

Une campagne de mesures a été réalisée pour caractériser les niveaux de bruit RESIDUEL (avant implantation du site), réalisée le 1er juillet 2021, de 16h30 à 0h00.

Trois points de mesures situés en Zone à Émergence Réglementée et un point de mesures en limite de propriété ont été choisis :

- point 1 : au voisinage le plus proche, à environ 500 m au Sud du site, à Reimerswiller,
- point 2 : au voisinage le plus proche, à environ 900 m au Nord du site, rue de Reimerswiller à Soultz-Sous-Forêts,
- point 3 : au voisinage le plus proche, à environ 1 km au Nord-Ouest,
- point A : sur site, en limite de propriété Sud, en direction des tiers les plus proches.

Les conditions climatiques lors des campagnes de mesures ont fait l'objet d'un relevé (vitesse du vent / température) et sont conformes à la norme de mesurage NF S 31-010.

Les mesures ont été réalisées à l'aide de 2 chaînes de mesure 01 dB complètes de classe 1.

2.8.4.1.2. **Etude de l'impact sonore du site futur**

Pour calculer l'impact sonore du futur puit de forage dans l'environnement, le logiciel IMMI 2019 a été utilisé et calé sur les mesures réalisées.

Une fois le modèle calé, les sources de bruit projetées peuvent être modélisées.

2.8.4.2. ETUDE ACOUSTIQUE ARTELIA (OCTOBRE 2023)

2.8.4.2.1. **Introduction et réglementation**

L'étude acoustique du projet en phase exploitation comprend :

- Un rappel du bruit résiduel au travers des études réalisées précédemment par OTE Ingénierie ;
- Une estimation du bruit particulier (contribution sonore due aux activités de la nouvelle centrale GPK2 d'une part et de la pompe supplémentaire de la plateforme de forage OPS4) à travers la modélisation ;
- Une estimation des émergences au niveau des zones d'habitation et/ou des parcelles concernées par des projets de construction de future habitation les plus proche des sites ;
- Une analyse du respect des seuils réglementaires.

Le respect de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement des installations classées pour la protection de l'environnement constitue une obligation règlementaire.

Dans cet arrêté, les zones à émergences réglementées sont :

- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existants à la date de l'arrêté d'autorisation de l'installation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cours, jardins, terrasses) ;
- Les zones constructibles définies par les documents d'urbanismes opposables aux tiers et publiés à la date de l'autorisation ;
- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de l'autorisation dans les zones constructibles définies ci-dessus et leurs parties annexes comme ci-dessus, à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles.

2.8.4.2.2. **Modélisation du projet en phase exploitation**

La modélisation des niveaux sonores a été menée avec le logiciel de prévision acoustique de référence CadnaA développé par la société allemande DATAKUSTIK.

Le modèle numérique est constitué de plusieurs données d'entrée :

- La topographie du site,
- Les éléments construits significatifs pouvant modifier la propagation du son (bâtiments notamment mais également les remblais et déblais, les éventuels écrans acoustiques, …),
- Les conditions météorologiques du site, impliquées dans la propagation du bruit,
- La nature du sol,
- Les sources sonores modélisées sous formes de sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques.

Le contexte du projet a été pris en compte lors de la modélisation :

- Topographie
- Absorption du sol
- Météorologie
- Bâtiments.

2.9. AUTEURS DE L'ETUDE

Le dossier a été réalisé sous la supervision d'ARTELIA, en partenariat avec le bureau d'étude écologue OGE. Il intègre les documents produits par le bureau d'études OTE ingénierie dans le cadre de l'étude d'impact de la DAOTM pour la phase travaux de forage.

VOLET 2 PRESENTATION DU PROJET

1. CONTEXTE DE L'OPERATION

1.1. PRESENTATION DE LA SOCIETE ET DE SES ACTIVITES

Le **GEIE « EMC »** (Exploitation Minière de la Chaleur) est **composé de deux entreprises**, une française, **Électricité de Strasbourg** (« ÉS ») (66,6%), et une allemande, **Energie Baden-Württemberg AG** (EnBW, 33,3%).

Tableau 28 Récapitulatif des principales informations administratives et d'activités des deux membres actuels du GEIE « EMC » (source : ÉS, 2022)

Membre	Adresse du siège social	Activité	Capital social	Salariés 2020	CA 2020
ÉLECTRICITE DE STRASBOURG SA	26 Bd du Président Wilson, 67000 Strasbourg France	La production, la commercialisation et le négoce d'énergies, la fourniture de services énergétiques ainsi que la distribution d'énergies via une filiale gérée en toute indépendance	71,7 M€	1300 (groupe)	577 M€ (groupe)
EnBW	Durlacher Allee 93, 76131 Karlsruhe Allemagne	Production et distribution d'électricité et de gaz en Allemagne	-	24 111	22 Md€

Le groupe ÉS propose un portefeuille de solutions énergétiques à destination de ses clients du territoire pour les **accompagner concrètement dans la transition énergétique**. Le groupe **réalise** et **exploite les projets énergétiques pour les collectivités**, dans **l'habitat**, la **santé**, ou encore le **secteur tertiaire** et de **l'industrie**.

Pionnier de l'aventure géothermique en Alsace, ÉS **exploite deux centrales dans le Bas-Rhin**. De la conception d'un projet à son exploitation, son expertise est complète et ne cesse de s'enrichir grâce à de nombreux programmes de recherche et d'innovation. Avec deux énergies renouvelables décarbonées, la chaleur et l'électricité, la **géothermie participe à la transition énergétique du territoire**.

Cette volonté de développement s'appuie sur :

- L'expertise d'ÉS et connaissance poussée du sous-sol ;
- Des valeurs de respect des ressources de l'Alsace ;
- L'acceptabilité des futurs projets par les habitants ;

La centrale de Rittershoffen, d'une puissance installée de 24 MWth, a été inaugurée le 7 juin 2016. L'année 2023 représente ainsi la septième année complète d'exploitation de cette centrale.

Le site de Soultz-sous-Forêts a été converti de laboratoire en site industriel en 2016. Électricité de Strasbourg détient 66,7% dans le Groupement Européen d'Intérêt Économique Exploitation Minière de la Chaleur (GEIE EMC). L'année 2023 représente également, pour le GEIE EMC, la septième année complète d'exploitation de la centrale de Soultz-sous-Forêts en mode industriel, d'une capacité de 1,8 MW élec.

Le Tableau 29 synthétise les données d'exploitation des deux centrales depuis leurs mises en service en 2016. Des compte rendus d'exploitation des centrales, ainsi que des rapports d'activité microsismiques, sont envoyés mensuellement à la DREAL et à la DGEC. En début de chaque année, un bilan annuel complet d'activité d'exploitation, de maintenance et de suivis environnementaux est également transmis à la DREAL et à la DGEC.

Tableau 29 Synthèse les données d'exploitation des deux centrales de Rittershoffen et de Soultz-sous-Forêts depuis leurs mises en service en 2016

Site	Rittershoffen	Soultz-sous-Forêts
Production	Chaleur	Electricité
Puissance installée	24 MW_{th}	1,8 MW_e
Disponibilité moyenne depuis 2016mise en service	93,8%	87,0%
Energie produite depuis 2016la mise en service	1 178 GWh_{th}	45 GWh_e
Emissions de CO_2 évitées	250 443 tCO_{2eq}	1 026 tCO_{2eq}
Activité microsismique ressentie	Aucune	Aucune

1.2. LA GEOTHERMIE EN RESERVOIR NATURELLEMENT FRACTURE

1.2.1. Principe de la géothermie

Selon le type de projet, l'énergie géothermique est exploitée à différentes profondeurs, allant de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Les procédés d'extraction de la chaleur diffèrent selon la profondeur d'exploitation et donc de la température du gîte géothermique.

De par la ressource visée, en termes de température, et de structure géologique du sous-sol au droit de la cible, le projet du demandeur est un projet de géothermie haute température. Le principe repose sur un système composé d'un ou plusieurs puits de production permettant d'extraire la chaleur du sous-sol par l'intermédiaire d'un échangeur thermique en surface transférant la chaleur en énergie exploitable industriellement. Ensuite, les eaux refroidies sont injectées dans le sous-sol au moyen d'un ou plusieurs puits d'injection. Les forages sont réalisés soit verticalement soit de manière déviée.

Le procédé de géothermie qui sera mis en œuvre par le demandeur consiste à puiser l'eau géothermale des réservoirs aquifères existants dans le sous-sol à la faveur de réseaux de failles naturelles. Ce sont donc des réservoirs géothermiques existant qui font l'objet de forages de production et de forages d'injection. Les forages sont réalisés verticalement ou de manière déviée afin d'optimiser la circulation de l'eau géothermale dans le réseau de failles du sous-sol entre les deux puits. Le débit peut être particulièrement élevé dans ces zones de failles.

Cette géothermie, de par les températures atteintes, est appropriée pour une exploitation industrielle telle que la production d'électricité, de chauffage urbain, à l'adresse des industries à fortes consommations de chaleur et de froid, etc…

Pour le projet du demandeur, en cas de résultats satisfaisants des essais de forage, l'énergie extraite sera destinée à produire de la chaleur et de l'électricité.

1.2.2. Le potentiel énergétique

Les travaux scientifiques accompagnant le projet de Soultz-Sous-Forêts ont permis d'acquérir des connaissances nécessaires à l'exploitation des aquifères profonds naturellement fracturés présents dans le sous-sol alsacien. Les anciens forages d'exploration pétrolière ont mis en évidence la présence d'anomalies thermiques haute enthalpie dans le Nord de l'Alsace ; ainsi dans cette région les terrains sédimentaires présentent localement des gradients de températures spécialement élevés, phénomènes favorables à la recherche d'une ressource géothermale haute température industriellement exploitable.

Sur la base des études bibliographiques et notamment la Synthèse géothermique transfrontalière de 1979 et l'étude des aquifères profonds d'Alsace (document BRGM – ADEME de septembre 1993), le retraitement et la réinterprétation des profils de sismique réflexion enregistrés dans les années 1970 dans le périmètre de la zone d'autorisation de recherche, les caractéristiques des puits d'exploration pétrolières à proximité du projet réalisés dans les années 1970, les caractéristiques des puits GRT-1 et GRT-2 réalisés respectivement en 2012 et en 2014, et enfin l'acquisition sismique en 3 dimensions réalisée en 2018 sur un large territoire de l'Alsace du Nord et son interprétation en 2019, la décision a été prise de retenir le secteur de Soultz-Sous-Forêts dans la liste des projets potentiels d'exploitation géothermique pour la réalisation d'un nouveau doublet.

En particulier, une diagraphie de contrôle de l'état du tubage du puits existant OPS4 réalisée en 2019 a mis en évidence une température de 150°C à la profondeur de 1 250 m, ce qui correspond à un gradient de plus de 11°C/100m, soit le plus haut mesuré dans cette région.

Les forages GRT1 et GRT2 en exploitation et ces études ayant montrées qu'il était envisageable de mettre en évidence une ressource géothermale importante à plus de 2 500 m de profondeur dans la région de Soultz-Sous-Forêts : température du fluide de l'ordre de 160°C et débit pouvant atteindre plus de 200 m³/h, et profitant des résultats positifs des projets de Soultz-sous-Forêts et de Rittershoffen, la société Électricité de Strasbourg s'est engagée dans un projet innovant de production d'électricité et de calories en se tournant résolument vers une solution de développement durable permettant de limiter la consommation en gaz naturel et en diminuant d'autant les rejets de CO_2, reconnu gaz à effet de serre.

En Europe, malgré un nombre restreint de zones volcaniques actives favorables aux exploitations géothermiques de haute enthalpie, un important potentiel existe également au niveau des aquifères profonds fracturés. En Alsace, les conditions favorables à l'exploitation de la chaleur des aquifères profonds semblent réunies.

Des conditions assez similaires se retrouvent dans le sillon rhodanien, le couloir de la Saône et dans la plaine de la Limagne avec des potentiels équivalents. En Allemagne, d'autres zones favorables ont été relevées. Dans le reste de l'Europe, d'autres pays tels l'Italie, la Grèce et la Bulgarie, la Hongrie, la Tchéquie et la Slovaquie offrent des potentiels également remarquables.

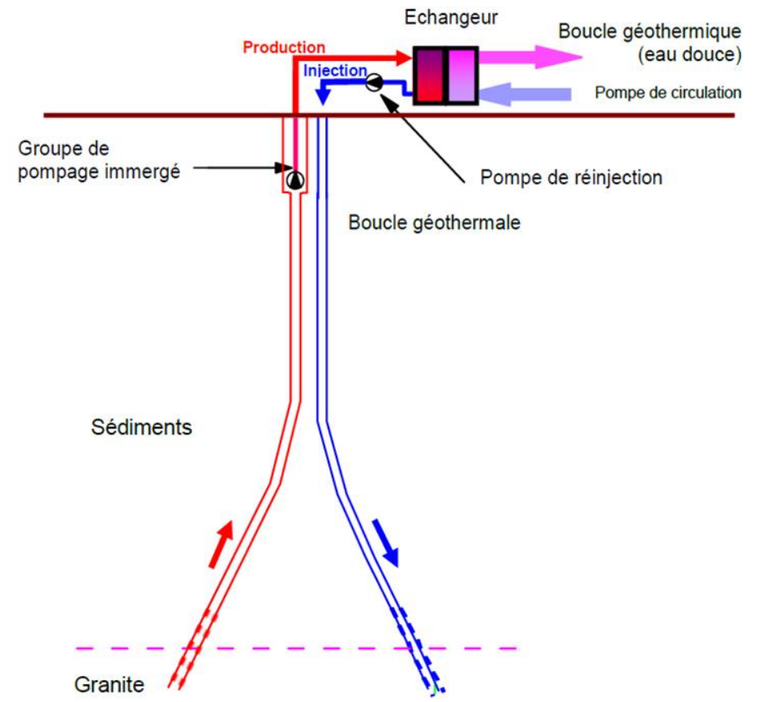


Figure 42 Schéma de principe du doublet et de la boucle géothermique

1.3. OBJET DU PROJET

Afin de développer ses activités d'exploitation géothermique, ÉS a identifié le site d'OPS4 comme présentant un potentiel de ressource adapté. En effet, ce site d'observation est bien connu d'ÉS, et se situe à quelques centaines de mètres de la plateforme existante GPK2, principalement utilisée pour des opérations à vocation expérimentale.

Le projet concerne :

- La réalisation d'un **nouveau doublet géothermique** sur le site existant OPS4,
- L'aménagement d'une nouvelle plateforme d'exploitation contigüe à la plateforme GPK2 existante,
- Le **transport de fluide géothermal ou caloporteur** du site OPS4 vers la nouvelle centrale GPK2.

La durée d'exploitation prévisionnelle est de 25 ans.

1) Débouchés énergétiques et actualisation de l'étude d'impact

La nouvelle centrale produira en priorité de l'énergie thermique à destination du territoire, ainsi que de l'énergie électrique réinjectée sur le réseau public. La répartition entre la production thermique et électrique est tributaire des éléments suivants :

- Les caractéristiques réelles du doublet, après les forages et la phase de test ;
- Les besoins en chaleur du territoire, en cours d'identification.

Les impacts décrits dans le présent document sont ceux d'une centrale en cogénération. En ce qui concerne les tracés d'acheminement, seules les caractéristiques du raccordement au réseau de distribution électrique sont connues à ce jour et décrits dans le présent document.

L'étude d'impact sera remise à jour après les opérations de forage et l'identification finale des débouchés pour la production thermique, en intégrant la description et la caractérisation des impacts des tracés d'acheminement liés au réseau de chaleur.

Un travail d'identification des besoins, en lien avec le territoire a d'ores et déjà démarré, et plusieurs potentiels de consommation thermiques ont été identifiés autour de la nouvelle centrale.

Ainsi, les étapes d'actualisation du dossier au fur et à mesure de l'acquisition des informations nécessaires à la caractérisation et aux impacts du réseau de chaleur sont les suivantes :

1. Forage et test du doublet ;
2. En parallèle des opérations : identification des besoins précis du territoire et discussions contractuelles ;
3. Une fois les phases 1 et 2 réalisés : caractérisation finale du réseau de chaleur, de son tracé et ses impacts, avec mise à jour de l'étude d'impact.

2) Lien avec le projet d'exploitation du Lithium géothermal

Le périmètre du Permis Exclusif de Recherches (PER) de lithium « Outre-Forêt » dont ÉS est titulaire se superpose à la concession permettant l'exploitation géothermique du projet. Cependant, bien que le dossier transmis aux services de l'État pour l'octroi du PER de lithium « Outre-Forêt » stipule que le projet d'extraction du lithium utilisera des puits d'exploitation géothermique, le projet géothermique de Soultz-sous-Forêts trouve sa légitimité avec ou sans exploitation ultérieure du lithium.

Le dossier de demande d'autorisation relatif au projet d'exploitation du Lithium intégrera les impacts des différents sites de forage, y compris celui de Soultz-sous-Forêts si ce site était retenu pour l'exploitation du lithium.

Le présent dossier porte uniquement sur le projet d'exploitation géothermique.

ÉS mène actuellement des études qui permettront de définir le périmètre d'un éventuel projet de production de lithium géothermal et engagera l'évaluation environnementale associée le cas échéant.

1.4. LOCALISATION DE L'OPERATION

Le site se situe sur le **ban communal de Soultz-sous-Forêts**, entre les communes de de Kutzenhausen (Nord-Ouest), Surbourg (Sud-Ouest), Reimerswiller (Sud-Est) et Hohwiller (Nord-Est). Les environs du site sont essentiellement occupés par des **parcelles agricoles**.

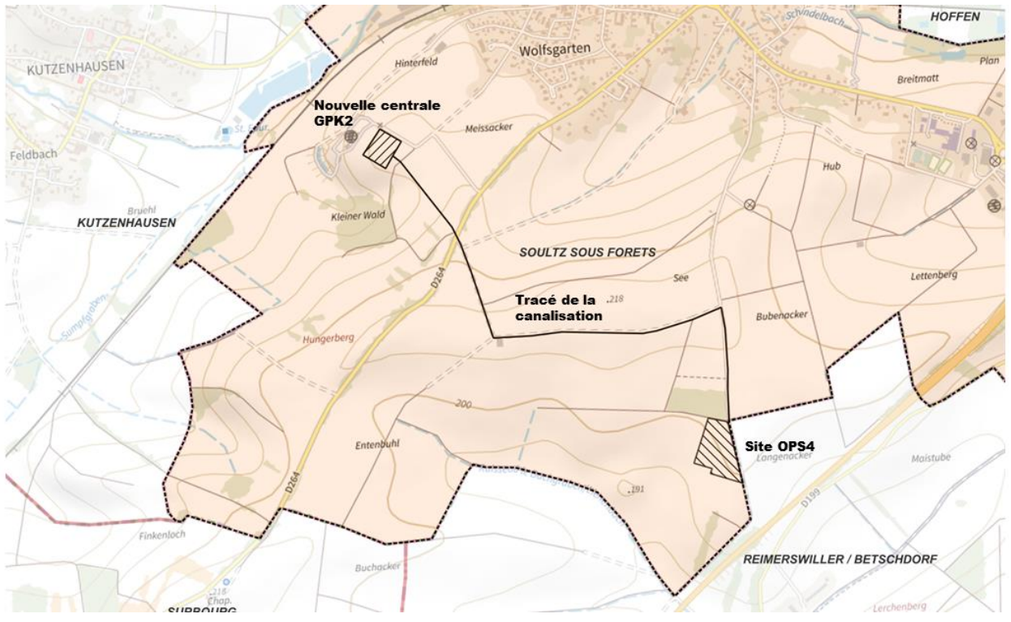


Figure 43 Localisation du projet sur fond IGN – Source des données : DATA Grand Est

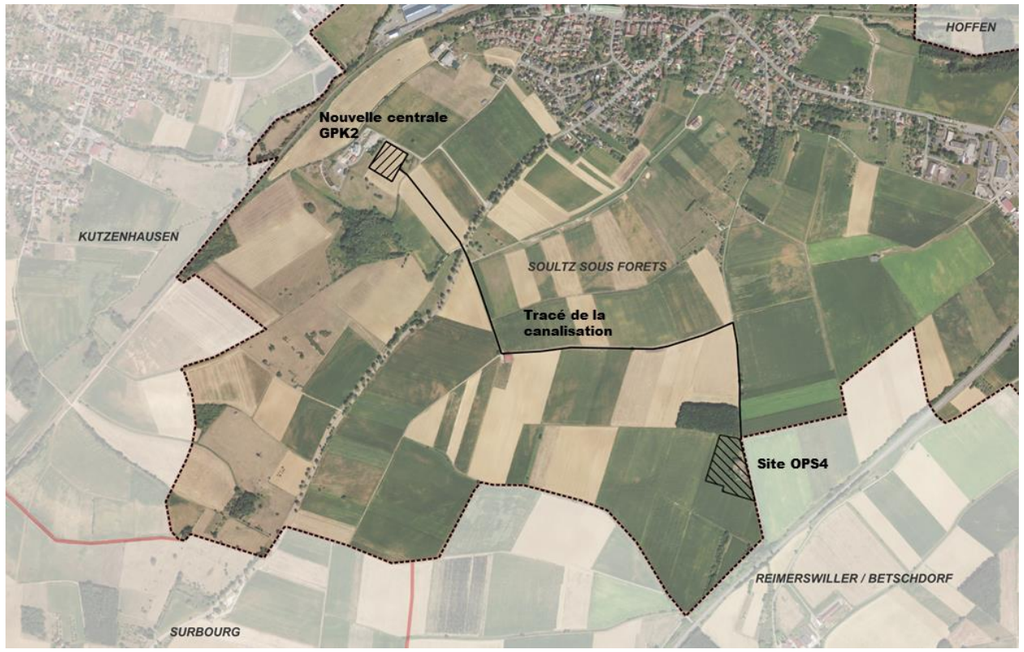


Figure 44 Localisation du projet sur vue aérienne – Source des données : DATA Grand Est

1.5. ETAT INITIAL DU TERRAIN ET SES ABORDS

1.5.1. Occupation actuelle du site du projet

Les sites existants sont actuellement équipés de bâtiments et installations dédiés à l'exploitation géothermique.

1.5.1.1. SITE OPS4 (PLATEFORME DE FORAGE)

Exploité en tant que site d'observation, le site d'OPS4 il n'est pas constitué d'aménagements particuliers.

Le puits d'observation est entouré de surfaces en concassé, ainsi que de végétation éparse ; le site est clos par un grillage et accessible par un portail.

Au-delà des grilles de délimitation de propriété, l'emprise du projet n'est pas aménagée ; elle est actuellement occupée par des surfaces agricoles.

➔ **Surfaces de bâtiments et équipements du site OPS4 :**

- **Toit puits** (18 m²)

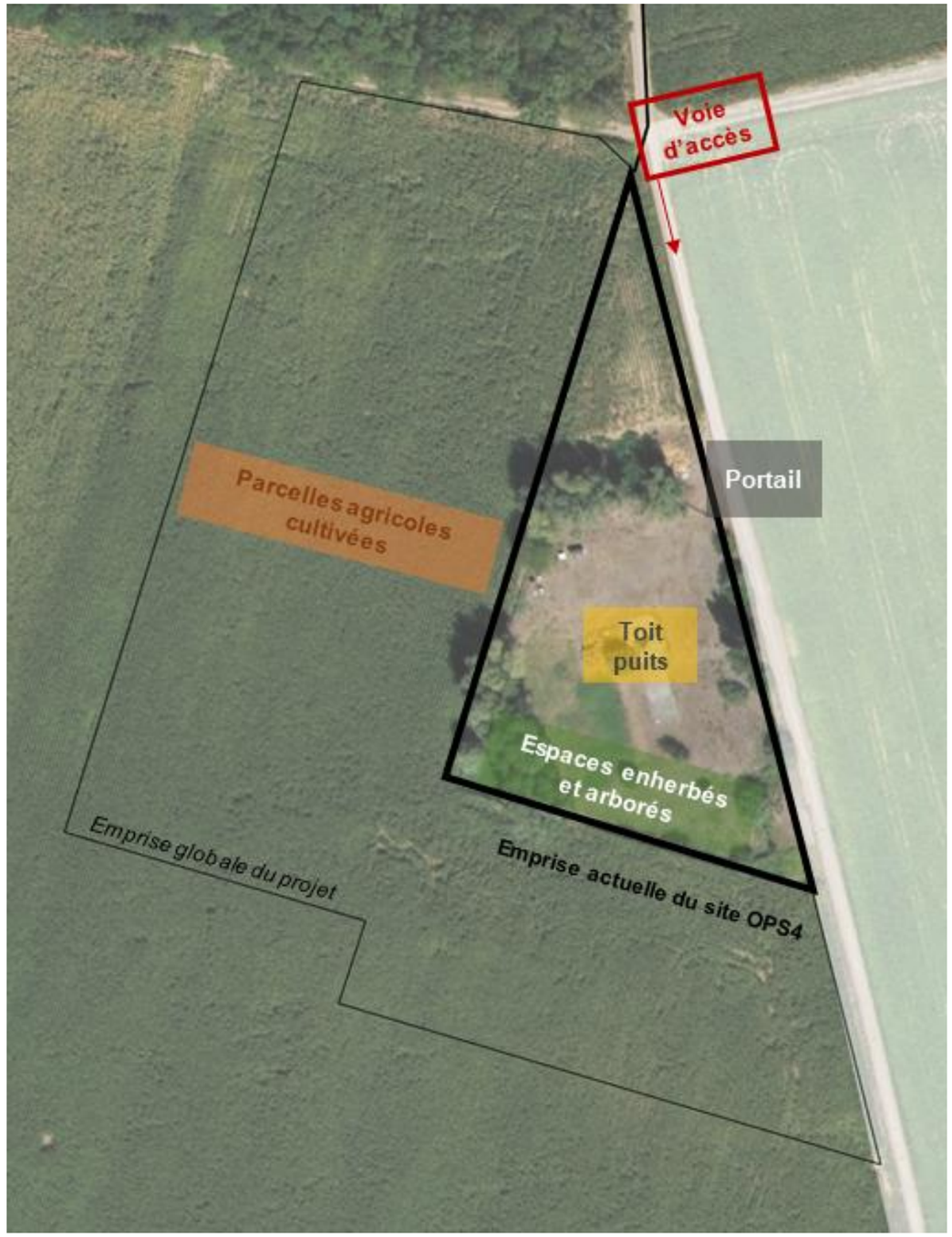


Figure 45 Localisation des éléments structurants du site OPS4

1.5.1.2. CENTRALE GEOTHERMIQUE SUR LE SITE GPK2

Depuis 2016, le projet de recherche initié en 1987 est un projet industriel. La centrale géothermique sur le site GPK2 exploitée par le GEIE EMC (Groupement Européen d'Intérêt Economique) est équipée d'une unité de conversion (ORC) de l'énergie géothermique en électricité d'une capacité de 1,8 MWe.

➔ **Surfaces du site GPK2 – Bâtiments**

- **Réfectoire** (~16 m²)
- **Réserve** (~30 m²)
- **Transfo-élévateur** (~35 m²)

  Dispositif électrique utilisé pour augmenter la tension électrique dans un circuit. Dans le cas de la centrale géothermique de Soultz, le transformateur élévateur est utilisé pour augmenter la tension en sortie de la génératrice (11 kV) pour la ramener à la tension du réseau de distribution publique (20 kV).
- **Salle de contrôle et de supervision** (~50 m²)
- **Vestiaire** (~20 m²)
- **Zone technique** (~265 m²)

  Zone entre autres occupée par le local électrique puissance et contrôle commande, le local compresseur, le local inhibiteurs, un espace de stockage et un atelier.

➔ **Surfaces du site GPK2 – Equipements**

- **Réservoir d'eau** (~30 m²)
- **Séparateur cyclonique gaz / liquide** (~65 m²)

  Cet équipement est utilisé lors du démarrage de la centrale géothermique et en cas d'arrêt d'urgence afin de ne pas réinjecter du fluide géothermal à haute température dans le puits d'injection.
- **Boucle froide** (~150 m²)

  Cette boucle est utilisée lors des phases de préchauffage du cycle ORC ou en cas d'arrêt de celui-ci.
- **Cycle ORC**~450 m²)

  Dispositif en circuit fermé permettant de convertir la chaleur géothermique en électricité, il comprend des échangeurs de chaleur, une turbine, une génératrice, un aérocondenseur (équipement le plus volumineux), une pompe de circulation et une cuve de stockage.

➔ **Surfaces du site GPK2 – Aménagements extérieurs**

- **Zone de stationnement** (~80 m²)

  A destination du personnel intervenant sur site et des visiteurs, en amont du premier portail.
- **Zone de service** (~465 m²)

  La zone de service agit comme espace de desserte entre les espaces techniques et d'équipements
- **Bassin pompier** (350 m³)

  Permettant la collecte des eaux pluviales et constituant une réserve d'eau d'extinction d'incendie.
- **Bassins**

  Bassins de récupération du fluide géothermal en sortie de séparateur ou des eaux de pluie autours des équipements de la centrale
- **Allée principale**

  Dessert le site : les différentes zones d'équipements et bâtiments présents.

1.5.1.3. TRACE DES CONDUITES ENTRE OPS4 ET GPK2

Les conduites reliant les deux sites seront installées en bordure de chemin agricole.

1.5.2. Alentours du site

Les sites OPS4 et GPK2 se situent tous deux en contexte agricole. Les aménagements existants sont entourés de parcelles cultivés, chemins agricoles et ruraux, et ponctuellement d'éléments arborés ou arbustifs.

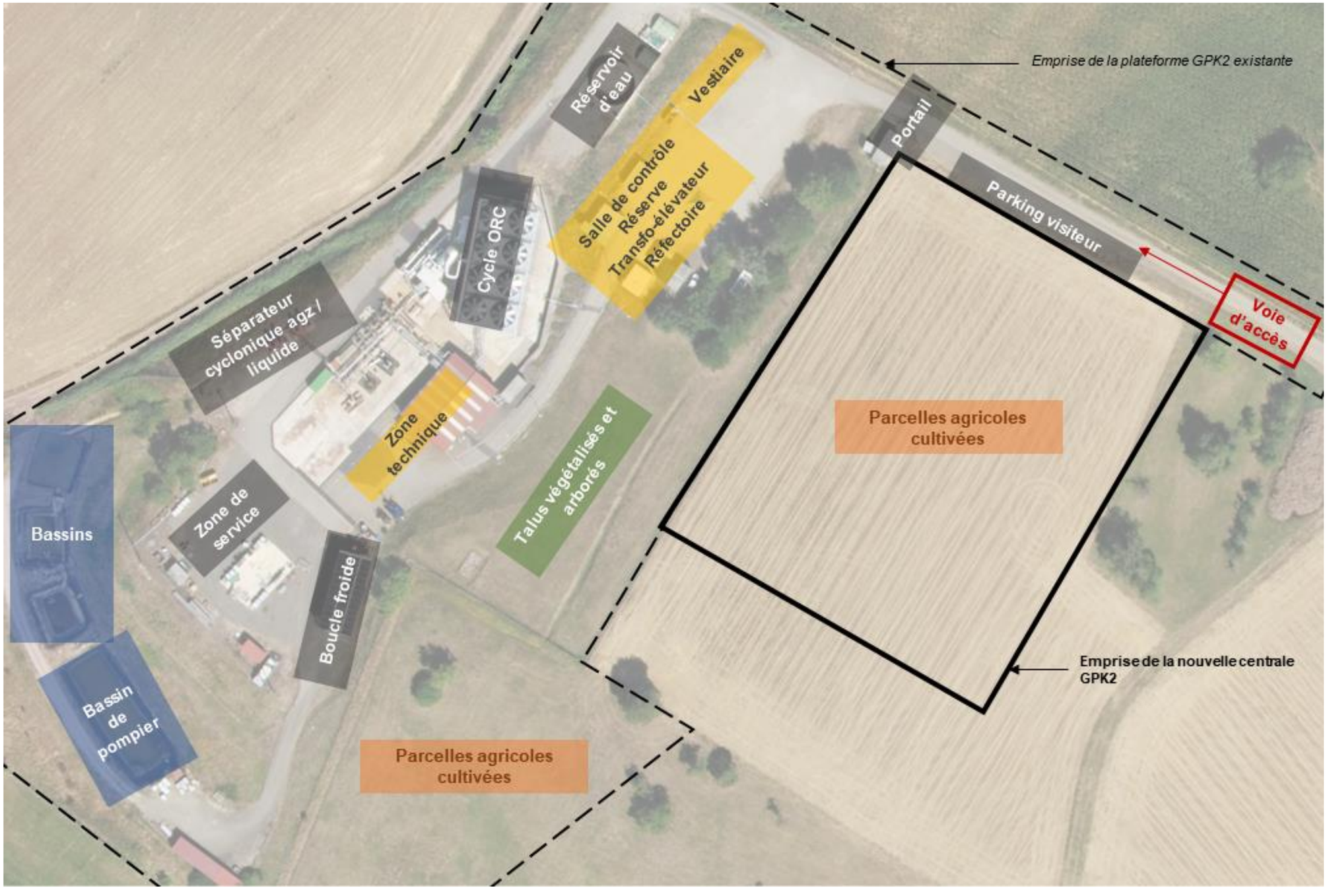


Figure 46 **Localisation des éléments structurants du site GPK2**

1.6. REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

Les photos suivantes ont été prises le 6 juin 2023.



Figure 47 **Localisation des photos 1 à 3**



Photo 1. **Vue de l'entrée du site depuis le parking visiteurs et la voie d'accès (à droite : emplacement de la plateforme projetée)**



Photo 2. **Vue des aérocondenseurs**



Photo 3. **Vue de la boucle froide sur la gauche**



Figure 48 Localisations des photos 4 à 6



Photo 4. Vue du talus végétalisé depuis la zone technique



Photo 5. Vue des puits GPK2, GPK3 et GKP4 et du cycle ORC



Photo 6. Vue du bassin pompier et des bassins



Figure 49 Localisation des photos 7 à 9



Photo 7. Vue depuis le portail du site OPS4



Photo 8. Vue du toit de puits



Photo 9. Vue depuis la partie Sud du site OPS4

2. PRESENTATION DU PROJET

2.1. GENERALITES

2.1.1. Étendue des travaux

Le projet concerne, selon les localisations et les temporalités du projet, plusieurs parcelles détaillées ci-dessous.

2.1.1.1. PLATEFORME D'EXPLOITATION GPK2

La nouvelle centrale GPK2 sera aménagée sur la parcelle 146 de la section 35, sur une surface totale de 0,80 ha.

Tableau 30 Détail du parcellaire concerné par le projet de nouvelle centrale géothermique sur le site GPK2

COMMUNE	PREFIXE	SECTION	NUMERO DE PARCELLE	Surface projet (ha)
Soultz-sous-Forêts - 67474	**000**	**35**	**146**	**0,80**

En vert : parcelle(s) aménagée(s) dans le cadre du projet

Cf. Vue aérienne du site de projet GPK2 sur fond cadastral – Source : Grand Est - Figure 50

2.1.1.2. SITE DE PRODUCTION OPS4

2.1.1.2.1. **Emprise actuelle du site OPS4**

Le site OPS4 actuellement en exploitation occupe l'intégralité de la parcelle 437 de la section 36, soit 0,44 ha.

Tableau 31 Détail du parcellaire concerné par le site existant d'OPS4

COMMUNE	PREFIXE	SECTION	NUMERO DE PARCELLE	Surface parcelle (ha)
Station existante				
Soultz-sous-Forêts - 67474	000	36	437	0,44

La parcelle 437 est sujette à un bail emphytéotique.

2.1.1.2.2. **Emprise OPS4 projetée – phase travaux de forage**

En phase travaux de forage, le périmètre existant s'étendra partiellement sur les parcelles 424 et 436.

Tableau 32 Détail du parcellaire concerné par la phase de travaux de forage sur le site OPS4

COMMUNE	PREFIXE	SECTION	NUMERO DE PARCELLE	Surface projet (ha)
Soultz-sous-Forêts - 67474	000	36	437	0,44
Soultz-sous-Forêts - 67474	**000**	**36**	**424**	**1,12**
Soultz-sous-Forêts - 67474	**000**	**36**	**436**	**0,26**
			Surface totale	**1,82**

En vert : parcelle(s) aménagée(s) dans le cadre du projet

La parcelle 424 sera partiellement restituée à l'issue de la phase de travaux d'exploration.

2.1.1.2.3. **Emprise OPS4 projetée – phase exploitation**

En phase exploitation, les mêmes parcelles seront occupées mais sur des emprises et des surfaces différentes.

Tableau 33 Détail du parcellaire concerné par la phase d'exploitation sur le site OPS4

COMMUNE	PREFIXE	SECTION	NUMERO DE PARCELLE	Surface projet (ha)
Soultz-sous-Forêts - 67474	000	36	437	0,44
Soultz-sous-Forêts - 67474	**000**	**36**	**424**	**0,31**
Soultz-sous-Forêts - 67474	**000**	**36**	**436**	**0,42**
			Surface totale	**1,17**

En vert : parcelle(s) aménagée(s) dans le cadre du projet

Cf. Vue aérienne du site de projet OPS4 sur fond cadastral – Source : Grand Est - Figure 51

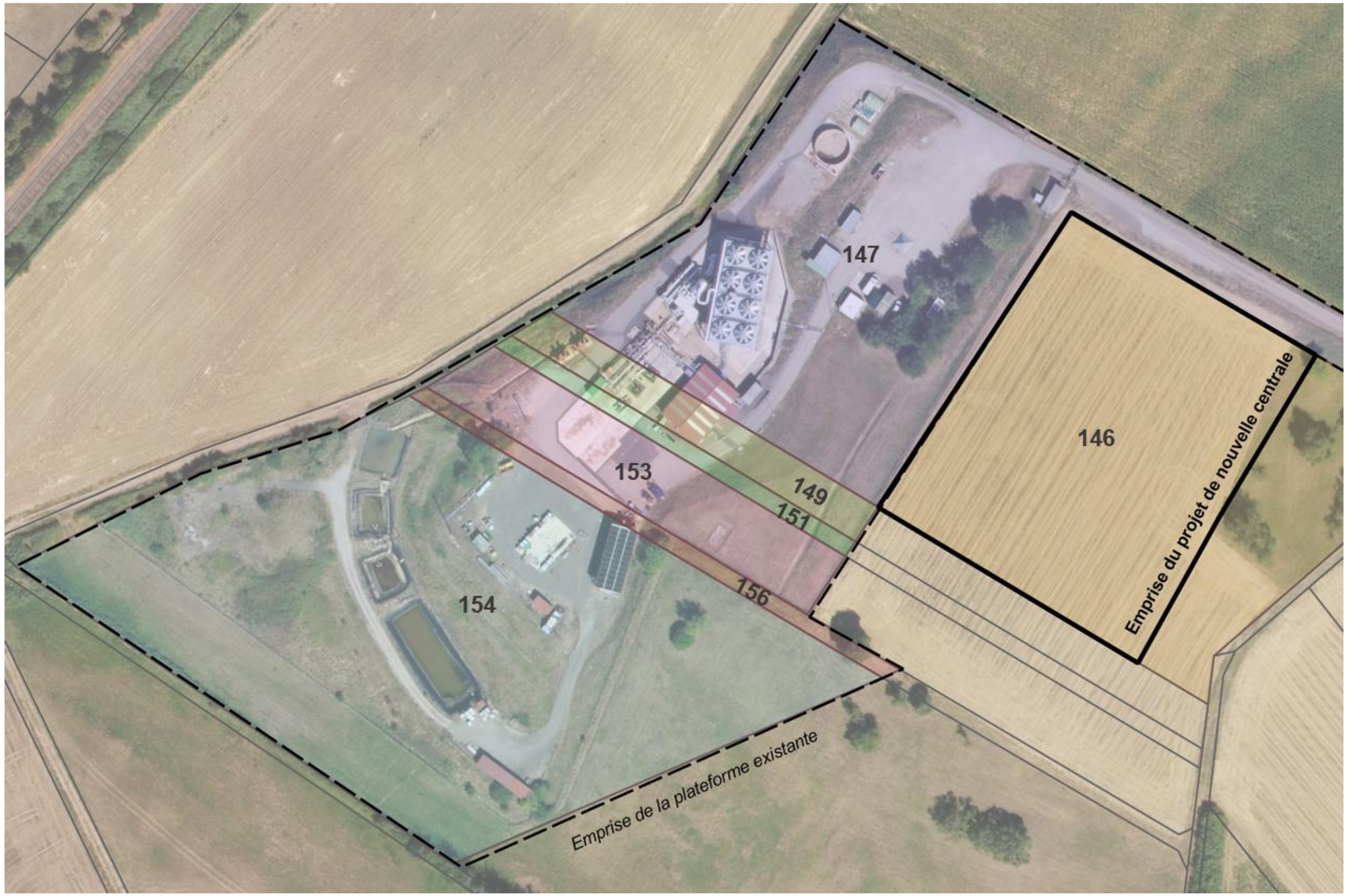


Figure 50 Vue aérienne du site de projet GPK2 sur fond cadastral – Source : Grand Est



Figure 51 Vue aérienne du site de projet OPS4 sur fond cadastral – Source : Grand Est

2.1.2. Présentation générale et phasage du projet

L'évolution des sites sera réalisée suivant **3 zones géographiques** :

- La nouvelle centrale géothermique sur le site GPK2 ;
- Le site de forage OSP4 ;
- Et les conduites enterrées assurant la liaison entre les sites.

Elle s'organisera également selon **3 temporalités** :

- **Phase 1 : travaux de forage**

  A l'issue de la phase de travaux, si la ressource d'OPS4 est confirmée, elle donnera suite aux phases présentées ci-dessous.

  Dans le cas de la validation de la ressource d'OPS4, une part de l'emprise du site OPS4 aménagé lors de la phase travaux de forage sera restituée au plus proche de son état d'origine.

- **Phase 2 : travaux d'aménagement**
- **Phase 3 : exploitation**

Tableau 34 Synthèse du déroulement de la mise en œuvre du projet d'exploitation

Phase	Temporalité	Contenu phase
1 - Phase de travaux de forage	A partir de mi-2024 Durée 2 ans	Réalisation de la plateforme OPS4 – 1 an Exploration de la ressource : forages, tests et validation de la ressource – 1 an
→ Confirmation de la ressource		
2 - Phase de travaux d'aménagement	A partir de mi-2026 Durée 2 ans	Réalisation de la nouvelle centrale GPK2 et de la plateforme d'exploitation OPS4 – 2 ans Réalisation du réseau enterré en temps masqué sur réalisation de la nouvelle centrale – 6 mois
3 - Phase d'exploitation	A partir de 2028 Durée 25 ans	Exploitation des sites GPK2 et OPS4

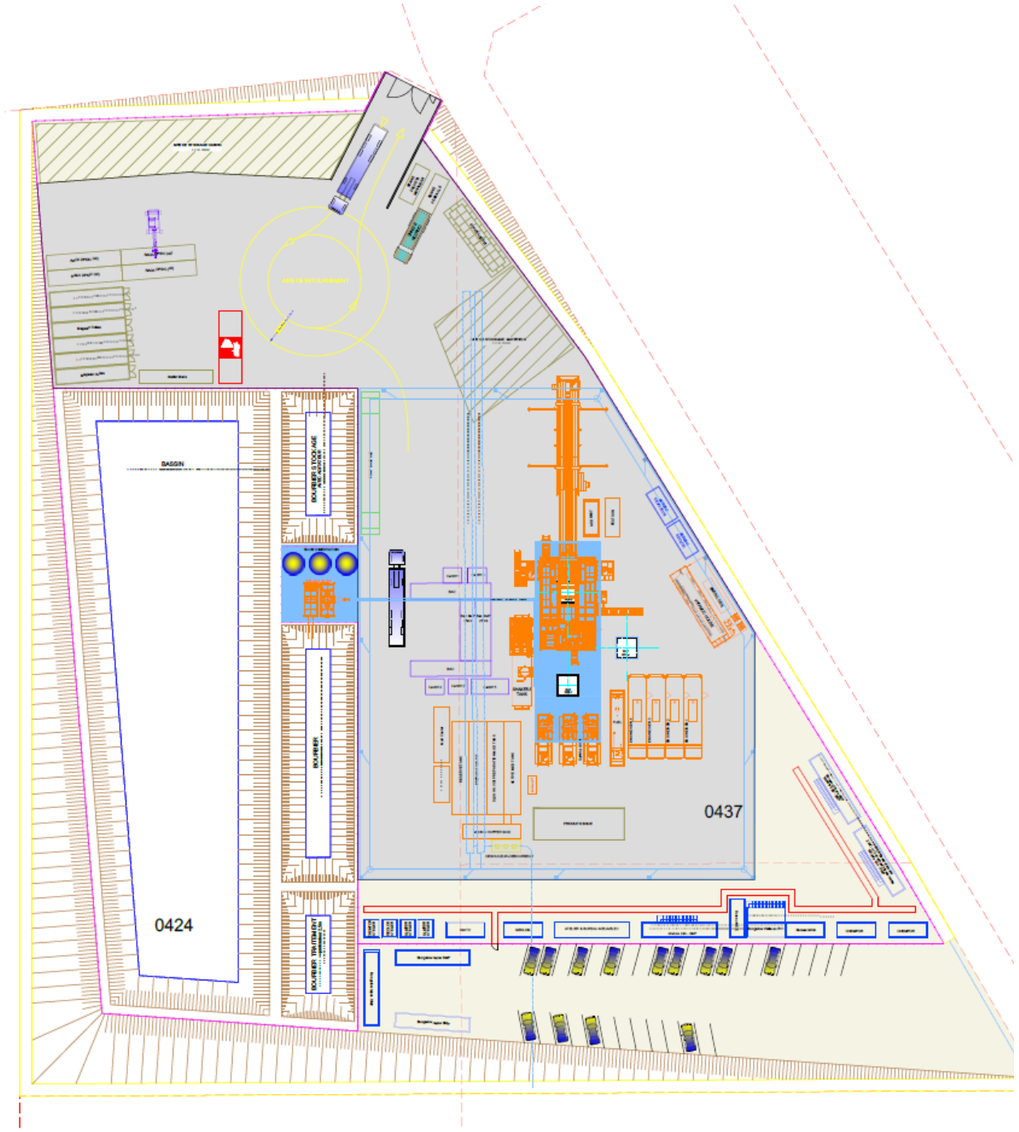


Figure 52 ***Plan du site OPS4 durant la phase de travaux de forage – Source : ÉS***

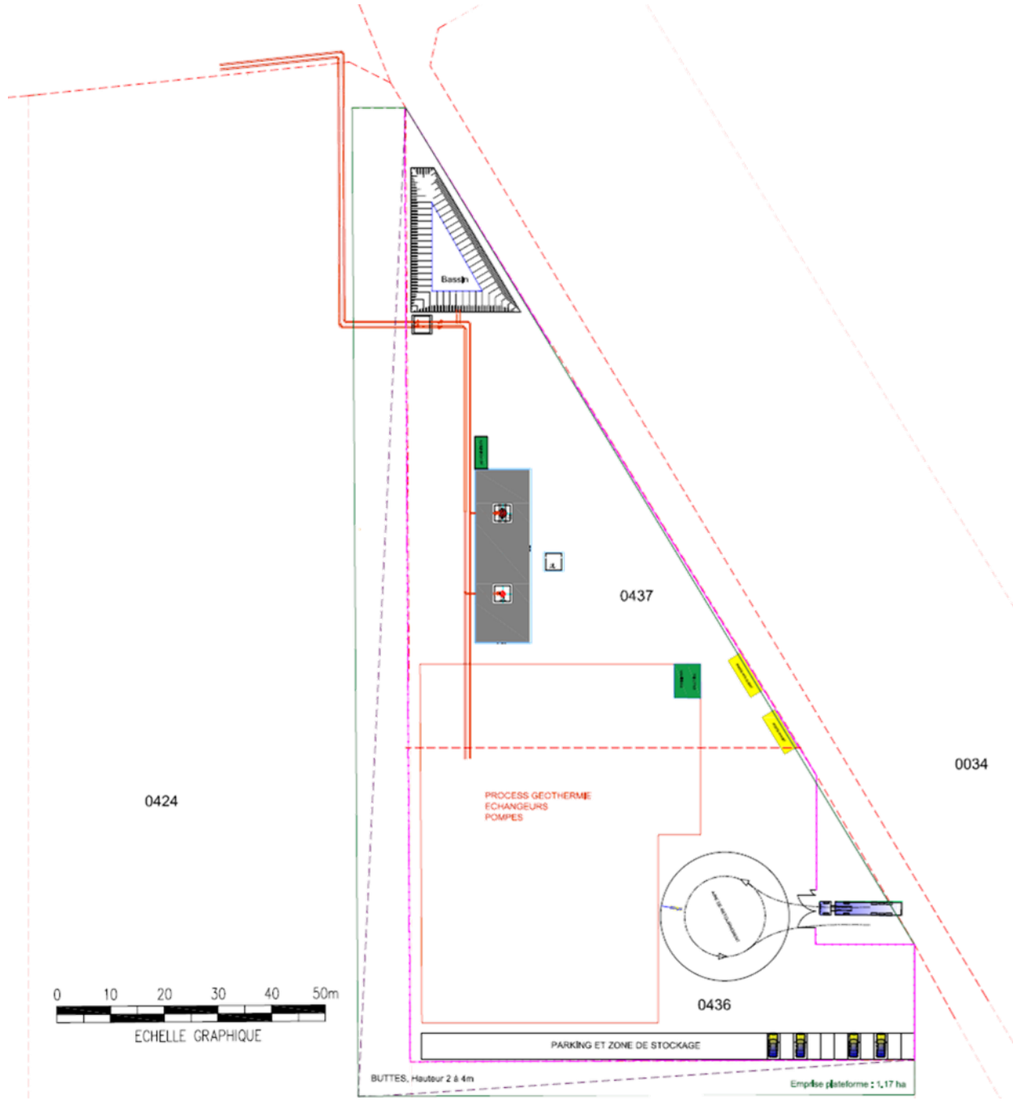
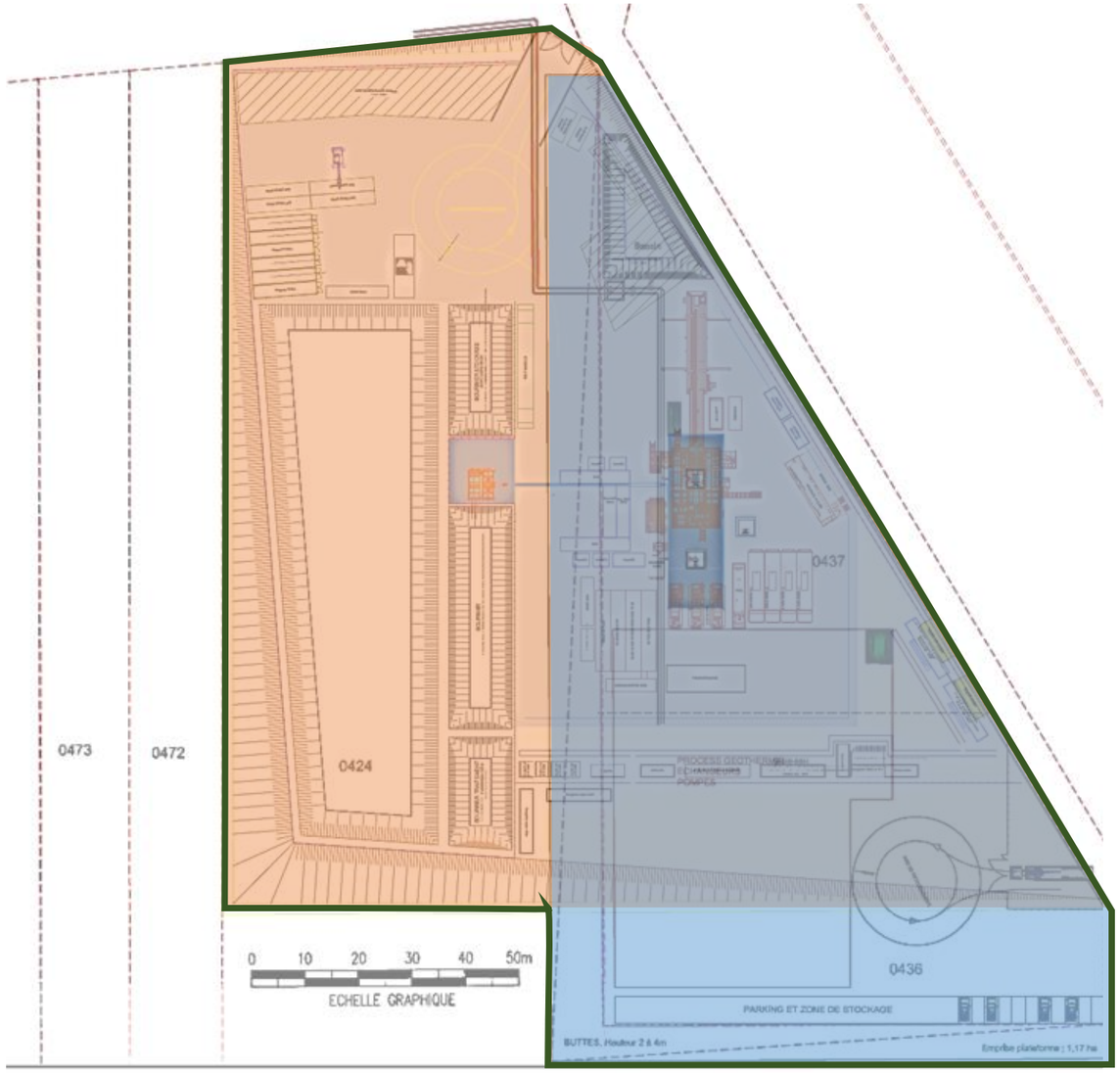


Figure 53 ***Plan du site OPS4 durant la phase d'exploitation – Source : ÉS***



EMPRISE TOTALE DES PHASES DU PROJET – La délimitation représentée par le figuré ci-contre illustre l'emprise totale du projet, à la suite de la superposition des emprises occupées par la station OPS4 en phase de travaux de forage et en phase d'exploitation

➔ Elle correspond à un périmètre d'environ 2 ha

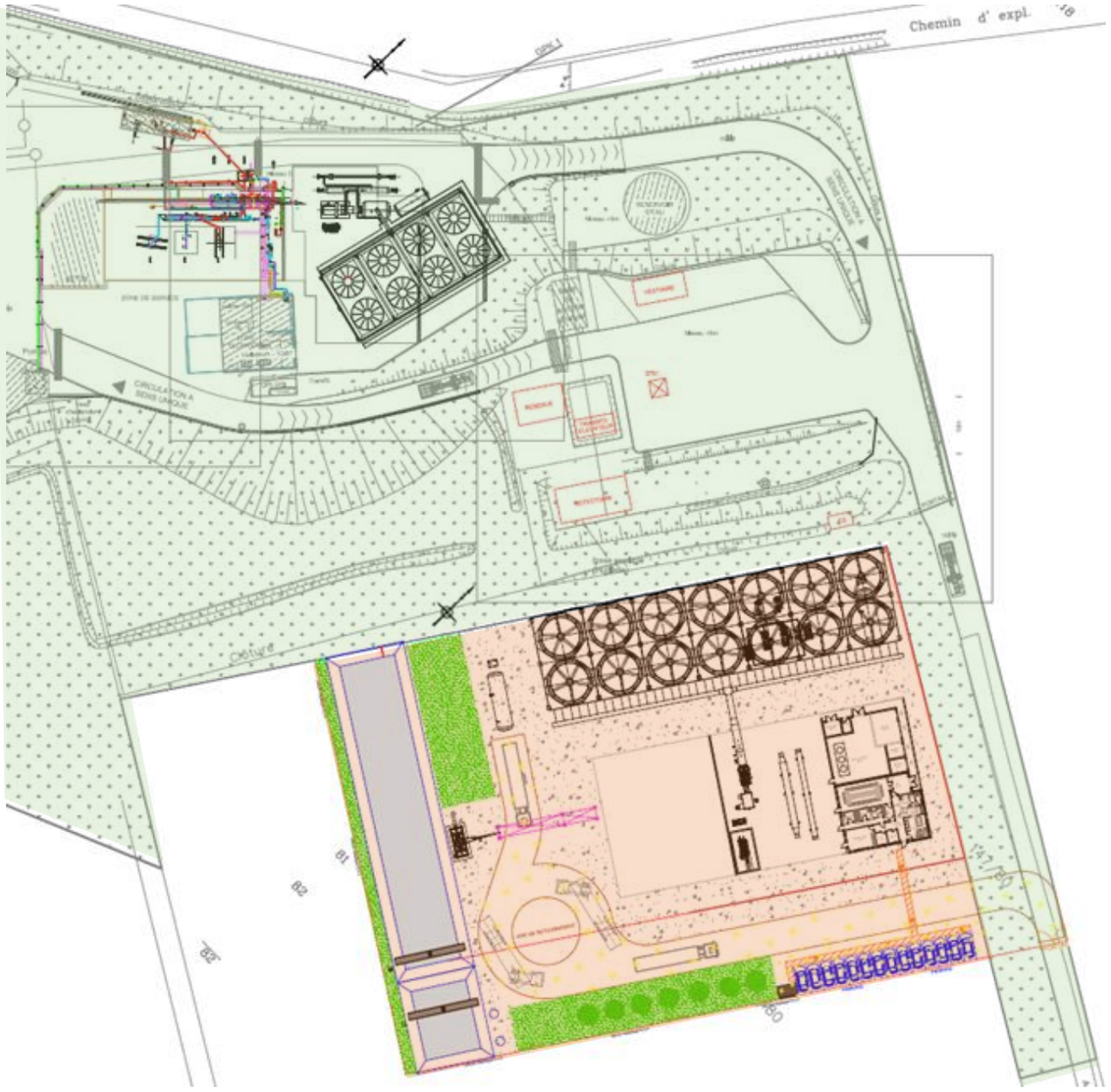
EMPRISE DU SITE OPS4 EN PHASE DE TRAVAUX DE FORAGE

➔ Elle correspond à un périmètre d'environ 1,8 ha

EMPRISE DU SITE OPS4 EN PHASE D'EXPLOITATION

➔ Elle correspond à un périmètre d'environ 1,2 ha

Figure 54 Délimitation des différentes emprises de projet sur le site OPS4 (source : ÉS)



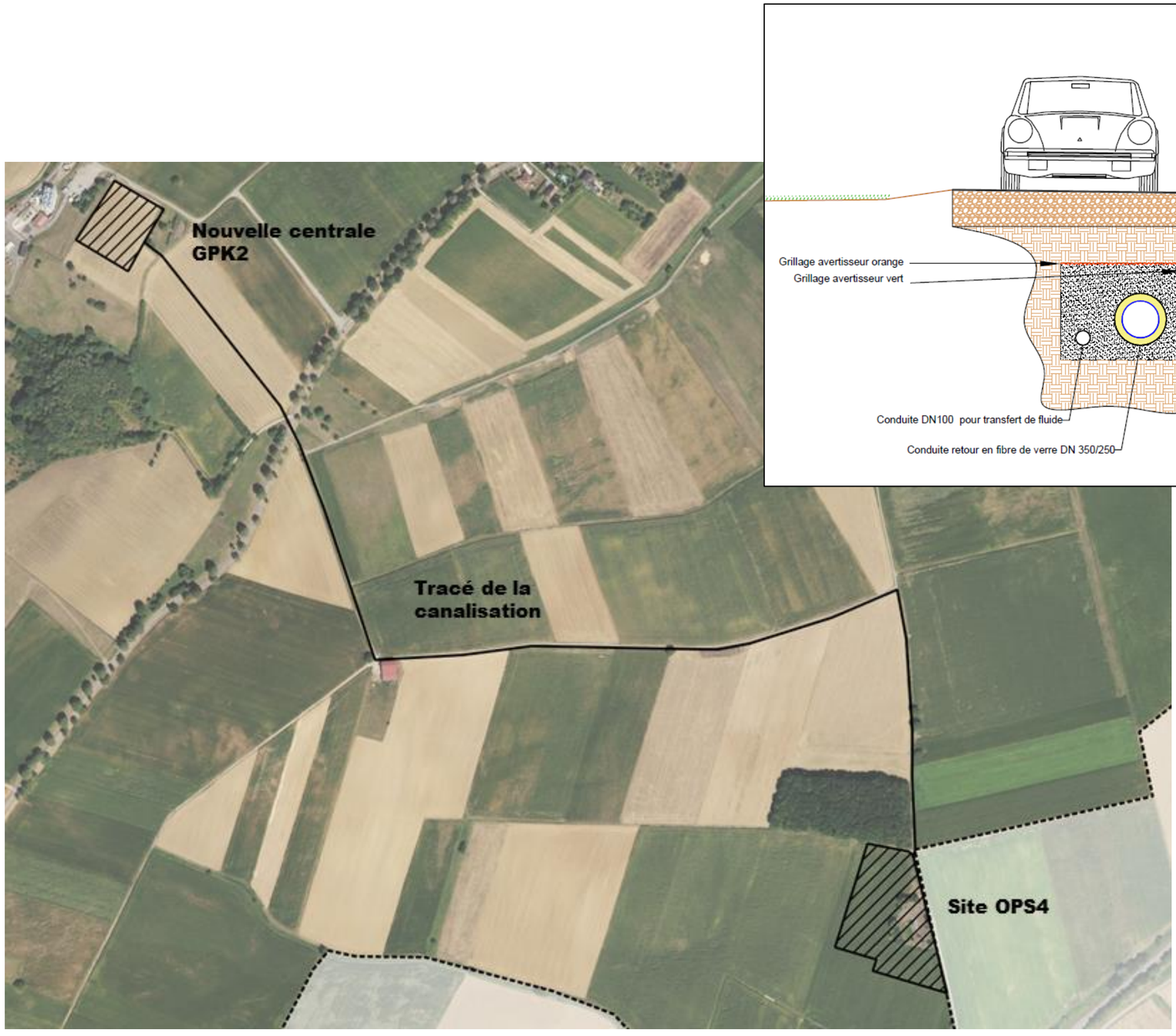
EMPRISE DE LA CENTRALE GEOTHERMIQUE EXISTANTE SUR GPK2

➔ Elle correspond à un périmètre d'environ 3,4 ha

EMPRISE DE LA NOUVELLE CENTRALE GEOTHERMIQUE EN PHASE D'EXPLOITATION

➔ Elle correspond à un périmètre d'environ 0,8 ha

Figure 55 ***PHASE D'EXPLOITATION - Plan de la centrale géothermique existante (au nord) et des travaux de la nouvelle centrale (au sud) (source : ÉS)***



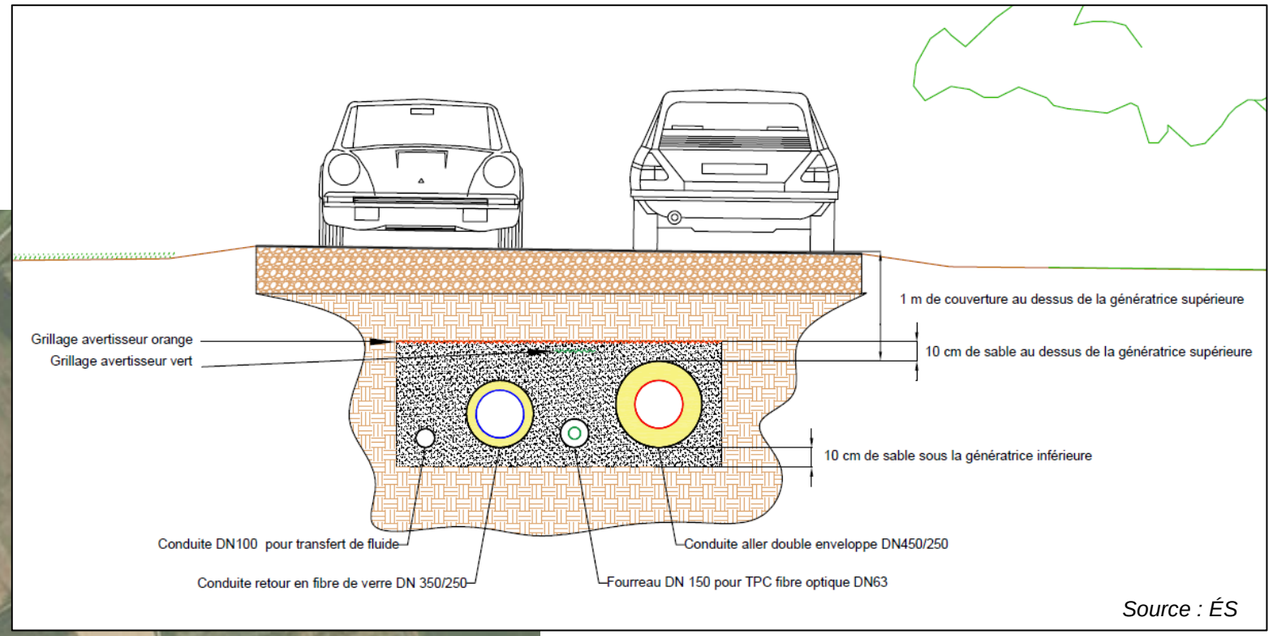


Figure 56 ***PHASE DE TRAVAUX D'AMENAGEMENT – Tracé de la canalisation reliant le site OPS4 à la nouvelle centrale géothermique sur GPK2 et profil type d'implantation des canalisations***

2.2. PHASE TRAVAUX DE FORAGE SUR OPS4

2.2.1. Aménagement du site OPS4 pour la phase travaux de forage

Les opérations décrites ci-après font intervenir une machine de forage (rig). Elles nécessiteront la réalisation d'une plateforme de forage dimensionnée pour les engins lourds.

Les eaux géothermales et eaux de ruissellement de la plateforme de forage seront gérées par des ouvrages de stockage à ciel ouvert, dont le fonctionnement est notamment décrit en partie ***2.2.5. Gestion des eaux pluviales***, à partir de la page 93.

Afin de permettre le stationnement des véhicules légers du personnel sur site, un parking VL sera aménagé en partie sud du site ; ces surfaces ne présentant pas de risque accru de pollution chronique ou accidentelle, elles seront revêtues d'un concassé perméable.

Finalement, les opérations réalisées en phase travaux de forage nécessitent des bureaux et ateliers sur le site ; ces aménagements seront provisoires, de type bungalows de chantier, et seront installés au droit des surfaces en concassé.

2.2.2. Descriptions des équipements et travaux d'aménagements

Électricité de Strasbourg envisage de réaliser un nouveau doublet géothermique à Soultz-sous-Forêts. Le site d'implantation de ce nouveau doublet est le **site OPS4** qui comporte actuellement un **puits d'observation**. Ce puits d'observation a montré la présence localement d'un **gradient de température particulièrement élevé**.

Une anomalie de gradient étant l'un des indices de convection géothermale dans le sous-sol, ce site, localisé sur la concession dite de Soultz, présente donc un intérêt pour le développement de la géothermie dans le Nord de l'Alsace, dans un prospect de production d'électricité et/ou de chaleur.

Pour ce faire, l'aménagement du doublet géothermique a été nivelé de sorte à distinguer les **différentes géographies** du projet, ainsi que les **temporalités et paliers d'actions associés**.

La **phase de travaux de forage concerne exclusivement le site OPS4**. Cette première temporalité vise à mener des **tests**, **quantifier et confirmer si la ressource** présente dans le sous-sol d'OPS4 a des **seuils suffisants** pour entreprendre une production satisfaisante ; et de fait entreprendre la **seconde temporalité** : **la phase de travaux et d'aménagement**.

Pour ce faire, le site de forage OPS4 est soumis à **différentes actions** et **travaux préparatoires** explicités ci-dessous.

2.2.2.1. TRAVAUX PREPARATOIRES

L'**emprise prévisionnelle de la phase de travaux de forage** sur site OPS4, prévoit un **périmètre d'actions de l'ordre d'1,8 ha**, correspondant au périmètre représenté en Figure 54 (emprise orange).

Avant l'aménagement de la plateforme, un diagnostic archéologique, des **études géotechniques** et un **sondage de reconnaissance de la géologie superficielle** seront réalisés. La plateforme sera ensuite aménagée (décapage, terrassements et nivellement) et clôturée.

Pour l'arrivée de l'entreprise de forage, une implantation précise des ouvrages provisoires et de la zone d'intervention sera réalisée, ainsi que la confection des dalles bétonnées, des caves, de la mise en place des tubes-guides, du terrassement des fossés, des bourbiers et des bassins de stockage de l'eau géothermale.

Ces travaux de génie civil comprendront :

- Une **zone d'enrobés**, qui permettra la mise en place et le démontage de l'appareil de forage (rig) et de ses annexes, le passage des camions de transport des équipements nécessaires au forage, et en cours de travaux, des engins de levage et de manutention des consommables et des matériels tubulaires. Cette **aire est traitée en « voirie lourde »**. La zone située autour des puits sera **étanche de façon à éviter toute infiltration d'effluents dans le sol**. Le quartier boue (bacs à boue en acier) et les générateurs électriques seront également placés sur la zone enrobée.
- Un **empierrage compacté** vers la base vie et l'aire de stockage des tubages et des équipements. Pour la circulation des engins de levage, des camions de livraison ou de chargement, un réseau de voies de circulation sera mis en place entre les bourbiers et sur le reste de la surface occupée par le chantier.
- Un réseau de caniveaux disposés autour des caves et un réseau de drainage autours du quartier rig. Ce réseau de caniveaux et de drainage est destiné à drainer les effluents aqueux et/ou boueux vers le bourbier en passant par l'intermédiaire d'un bac déshuileur qui piège les effluents flottants polluants.
- Un bassin de stockage avec agitateur de 400 m³ permettant le stockage temporaire des boues de forage lors des différentes phases de forage avant évacuation.
- Un bassin de traitement de 300 m³, permettant la préparation des boues de forage.
- Un bassin de 700 m³ permettant la stabilisation des eaux thermales, équipé d'une membrane imperméable capable de résister à l'eau géothermale et la température.
- Un grand bassin de 5 500 m³, équipé également d'une membrane imperméable capable de résister à l'eau géothermale. Ce bassin sera utilisé comme réservoir de stockage d'eau douce ou d'eau géothermale lors des travaux et des essais de production.
- Une **dalle en béton armé** destinée à accueillir la sous structure de la machine de forage et qui aura une longueur d'environ 30 m et une largeur de l'ordre de 9 m (dalle prévue pour un doublet).
- **2 caves en béton armé** au centre desquelles sont positionnés les puits. Les caves seront identiques et leur profondeur adaptée à l'utilisation ultérieure des puits ; la largeur et la longueur (environ 4 x 4 m) sont liées aux dimensions de la sous-structure et donc à l'appareil de forage qui sera choisi.
- **2 avant-trous** centrés dans les caves permettant la mise en place des tubes guides, premières parties de la complétion des puits.

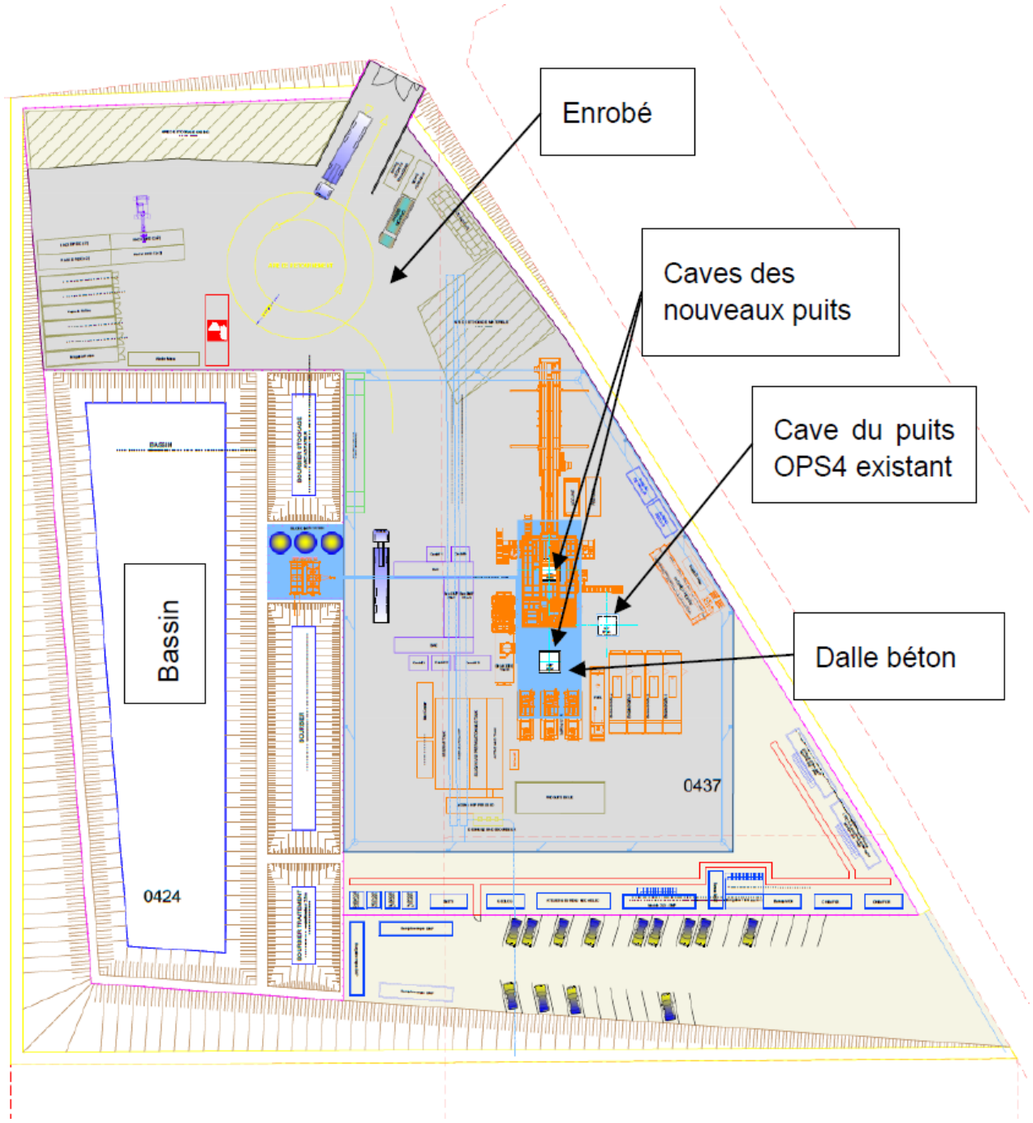


Figure 57 Plan d'aménagement de la plateforme de forage OPS4 (source : DAOTM ÉS)

Afin de **reconnaître précisément les formations de surface** en vue de la réalisation de la plateforme et de ses avant-trous, un **forage de reconnaissance géologique d'une quarantaine de mètres de profondeur** sera réalisé. Un suivi précis des terrains sera effectué afin d'**affiner la connaissance des formations traversées** et d'**optimiser la cote de mise en place du tube guide**, qui serait probablement entre 15 et 30 m. La profondeur prévisionnelle de ces tubes guides est de 20 m, de façon similaire à ce qui avait été fait pour le puits OPS4.

2.2.2.2. DIFFERENCE PAR RAPPORT A LA GEOTHERMIE DE MINIME IMPORTANCE

Contrairement aux forages géothermiques pour l'installation de sondes géothermiques, les forages profonds pour l'exploitation d'une ressource à haute température sont « tubés » sur toute leur hauteur, c'est-à-dire que la phase de foration est immédiatement suivie de l'insertion d'un tube métallique d'un diamètre proche de celui du forage, tube qui est scellé à la roche par une cimentation et qui constitue ainsi une double barrière physique (celle du tube et celle du ciment) à la communication entre des eaux souterraines provenant de profondeurs différentes. En effet, les forages visant à exploiter la géothermie à basse température ne comportent pas de tubage métallique à la périphérie du forage, et l'espace vide entre les sondes et la paroi n'est pas comblée par une cimentation. Pour un forage en géothermie de minime importance, c'est la difficulté de réaliser, en présence d'eau, une cimentation étanche dans l'espace vide qui a conduit aux principaux incidents, tel que celui de Lochwiller.

Lors de l'exploitation, les dispositifs suivants sont prévus afin d'assurer l'isolation des ouvrages prévus :

- Contrôles réguliers de l'intégrité du tubage et de la cimentation par diagraphie (tous les 6 ans pour les puits de production et tous les 3 ans pour les puits d'injection) ; ces contrôles règlementaires permettent de s'assurer de l'absence de « fuites » du puits vers les formations traversées ;
- Contrôle des mouvements lents du sol (verticaux et horizontaux) grâce à l'installation d'une antenne GNSS sur la plateforme. Cette antenne sera installée avant le début des travaux afin d'avoir une position de référence et sera fonctionnelle durant les travaux de forage et puis durant toute la durée d'exploitation.
- Approfondissement du puits existant

Afin de consolider les connaissances géologiques sur le périmètre concerné, il est envisagé de réaliser un approfondissement vertical du puits OPS4 existant (phase optionnelle). L'objectif est d'atteindre et de caractériser le socle granitique par des mesures, tests de production et diagraphies (notamment imageries de puits afin d'identifier les fractures naturelles existantes).

2.2.2.3. FORAGE DU 1ER PUITS

Pour atteindre la cible géologique, c'est la **technique de forage rotary** qui sera utilisée depuis la surface jusqu'à la **profondeur finale de 3'500 m maximum**.

Le **forage rotary**, présenté sur la Figure 58 utilise généralement un trépan à molettes (équipées de dents ou de picots de tungstène) sur lequel est appliqué un poids et qui est entraîné en rotation par un train de tiges et/ou un moteur de fond dans la phase déviée.

Un fluide est injecté depuis la surface par l'intérieur des tiges pour nettoyer et refroidir le trépan puis pour remonter les débris de roche jusqu'en surface par l'espace annulaire tiges-paroi du forage. Le poids appliqué sur l'outil est fourni par les masses-tiges vissées au-dessus du tricône et prolongées jusqu'en surface par les tiges de forage, simples tubes en acier vissés entre eux et qui assurent la transmission du mouvement de rotation et la canalisation du fluide de forage.

Le **fluide de forage**, (décrit ci-dessous) est utilisé en **circuit fermé** et **injecté par une pompe à haute pression**. Il assure la remontée des déblais produits par l'action des dents du tricône, contribue au soutien des parois du puits et maintient en place par la pression hydrostatique qu'il exerce, les fluides présents dans les terrains perméables.

Le puits est foré par intervalles ou phases successives de diamètres décroissants et concentriques. A la fin de chaque phase de forage un tubage en acier est mis en place dans le puits, puis cimenté à l'extrados jusqu'à la surface. En général, trois ou quatre phases de forage sont nécessaires pour atteindre l'objectif fixé.

La dernière phase de forage permettra de recouper les niveaux naturellement fracturés producteurs entre 1200 m et 2500 m (profondeur verticale), cette partie du puits sera laissée en trou ouvert (également appelé « open hole »).

La trajectoire de ce premier ouvrage sera réalisée pour **optimiser sa connexion avec les fractures existantes** identifiées à partir de l'imagerie 3D du sous-sol et des mesures réalisées dans le puits OPS4. Ce puits visera le haut du réservoir (profondeur maximale du puits 3500 m, suffisant pour produire chaleur et électricité) dans les grès du Buntsandstein (grès des Vosges) et le socle granitique. Des tests de productivité seront réalisés pour **étudier les caractéristiques hydrauliques et thermiques du réservoir fracturé** situé dans le granite du socle.

Les **données collectées** permettront une mise à jour des connaissances afin de bénéficier des connaissances acquises pour la **réalisation du second puits**.

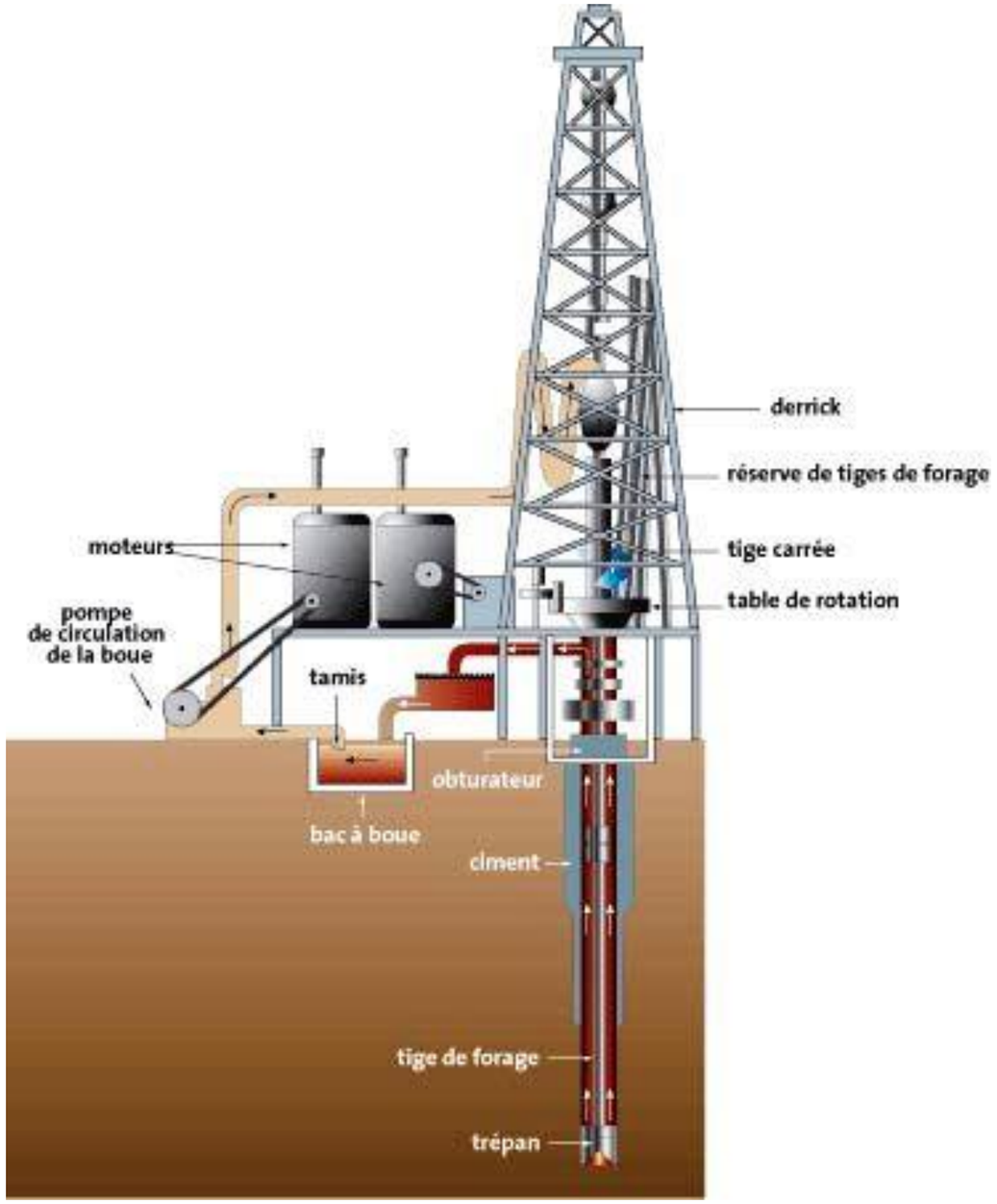


Figure 58 Schéma de principe du fonctionnement d'un forage rotary – Source : SIGES BRGM Centre-Val de Loire

2.2.2.4. FORAGE DU 2EME PUITS

La technique de forage du 2ème puits sera similaire à la technique de forage utilisée pour le 1er puits.

Le second puits sera également foré depuis la plateforme existante et sera orienté de façon à **maximiser la perméabilité de la cible**, **en fonction des résultats obtenus pour le premier puits**. Ce puits visera le haut du réservoir dans les grès du Buntsandstein et le socle granitique.

La distance minimale entre les sections de production des puits sera de l'ordre du kilomètre, afin de limiter l'interférence entre les puits et d'éviter le développement d'un court-circuit thermique et le refroidissement de la ressource.

2.2.2.5. OBJECTIF FINAL

Une fois les deux puits réalisés, testés et validés, une nouvelle centrale géothermique pourra être aménagée. La localisation de cette nouvelle centrale prévue sur le site « GPK2 », où une centrale géothermique est déjà en exploitation, constitue en effet une localisation et une accessibilité optimisée, facilitant l'exploitation des deux centrales : bien que chaque centrale présente un fonctionnement indépendant, leur proximité permettra de mutualiser un certain nombre d'équipements et de moyens de protection pour l'environnement ou la sécurité.

Il est alors prévu de transférer les calories extraites du sous-sol du site dit « OPS4 » vers le site dit « GPK2 » au moyen de conduites de transport enterrées à 1 mètre de profondeur entre les deux sites.

Le site dit d'OPS4 accueillera :

- Un poste électrique HTA, un transformateur et une cabine électrique ;
- Une électropompe immergée ou une pompe à arbre long sera installée dans le puits d'exhaure pour augmenter la productivité et maintenir le fluide géothermal dans les canalisations en amont de manière à maintenir le fluide géothermal à une pression suffisante (supérieure au « point de bulle ») empêchant l'eau surchauffée de vaporiser et les sels minéraux de se déposer sur les parois des tubulaires.
- Les têtes de puits et une partie des panoplies hydrauliques de la boucle géothermale.

2.2.2.6. FLUIDES DE FORAGE UTILISES

Les fluides de forage ont pour rôle de remonter les débris de roche, de refroidir le puits et l'outil de forage et d'éviter l'effondrement du puits en assurant une contre-pression suffisante contre ses parois. Les paramètres du fluide de forage (viscosité, densité, etc.) sont ajustés en continu lors des opérations afin de maintenir le puits ouvert sans envahir les formations traversées. Le fluide permet en outre la création d'une barrière entre les formations et le puits, appelé « mud cake », visant à isoler le puits des formations géologiques traversées afin de ne pas les envahir avec le fluide de forage et d'éviter la venue d'eau de formation dans le puits lors des opérations de forage.

Il existe deux grandes familles de fluide de forage : les fluides de forage à base d'huile et les fluides de forage à base d'eau**. Pour des raisons environnementales, les forages de géothermie utilisent en priorité des fluides à base d'eau**, contrairement à la majorité des puits d'hydrocarbures.

La composition des fluides de forage utilisés dans le cadre de ce projet diffère selon la section forée, en fonction de la nature principale des terrains traversés par le forage. Les composant principaux des fluides de forage à base d'eau qui seront utilisés sont les suivants :

- **Viscosifiant :**
  - Bentonite (argile)
  - Gomme de xanthane
- **Contrôle de densité :**
  - Carbonate de calcium CaCO3
  - Baryte BaSO4
  - Sel NaCl
- **Inhibition des argiles :**
  - Chlorure de potassium KCl
- **Réducteur de filtrat :**
  - Cellulose
  - Polysaccharides
  - Amidon de pomme de terre modifié
- **Contrôle du pH :**
  - Soude NaOH
  - Acide citrique
- **Autres :**
  - Bicarbonate de sodium pour précipiter les calciums au besoin
  - Lubrifiant au besoin
  - Antibactérien au besoin pour éviter l'activité bactérienne dans le fluide de forage
  - Anti-oxydant au besoin

- Anti-corrosion au besoin
- Anti-mousse au besoin
- Chlorure ferrique (utilisé lors de la floculation/déshydratation)

Il convient de préciser que cette liste est indicative et non exhaustive. La nature précise de ces additifs dépend de l'entreprise finalement retenue pour la fourniture des fluides de forage et l'assurance de leur compatibilité avec l'environnement sera évaluée lors de la sélection de l'entreprise en charge des travaux.

La fabrication le contrôle des boues de forages, ainsi que leur traitement sur site et leur évacuation seront assurés par des entreprises compétentes et agréées. La composition de la boue de forage sera maintenue aussi simple que possible. Il est prévu d'utiliser pour partie de l'eau géothermale produite par le puits à laquelle on rajoutera selon les besoins de l'eau fournie par le réseau d'eau.

En cas de pertes excessives des bouchons de ciment pourront être injectés pour colmater des fractures actives, présentes dans les terrains de couverture au-dessus du réservoir. Il est rappelé que le but de la boue de forage est de remonter les déblais de roche au cours de la foration. Le contrôle de la densité de la boue de forage permet d'éviter au mieux les pertes de boue dans les formations tout en assurant une contre-pression pour assurer une stabilité à l'ouvrage. Néanmoins, tout en tenant compte des contraintes techniques, le choix des meilleurs standards disponibles seront appliqués afin d'éviter, en cas de pertes de boue, une contamination du sous-sol profond par les boues de forage.

Le volume total des boues fabriquées dépendra des conditions géologiques rencontrées pendant la foration. Les déblais (grès, calcaire, marnes, et argiles plus ou moins finement broyés) et les boues de forage seront traités et les liquides séparées des solides, ces derniers étant rendus pelletables par déshydratation. Les déblais de roche seront ainsi évacués après analyses en cas de doute sur la composition (réalisées par un laboratoire agrée) pour vérifier leur parfaite innocuité pour une utilisation soit en remblais après avoir été stockés sur le site, soit via une plate-forme agréée de recyclage des matériaux inertes selon l'état de la législation en vigueur.

En cas d'analyses montrant la présence de produits minéraux ou chimiques empêchant la réutilisation en remblai, les déblais seraient évacués et traités dans une filière agréée.

2.2.2.7. ANALYSE DES DEBLAIS DE FORAGE

Des analyses de polluants, notamment pour identifier d'éventuelles pollutions résiduelles aux hydrocarbures liées aux activités d'exploitation pétrolières à Pechelbronn, seront réalisés lors du projet :

- Lors de la réalisation des tubes guides, sur les terrains excavés ;
- En continu lors des opérations de forage, notamment par chromatographie gazeuse (ces mesures sont faites en continu à la sortie des fluides de forage sur toute la longueur du forage, afin de pouvoir détecter une éventuelle venue de gaz ou d'huile et d'assurer la protection des personnes et de l'environnement) ;
- Dans le réservoir, des échantillons seront prélevés pour une analyse chimique détaillée du fluide produit ; la présence d'hydrocarbures ou de produits organiques est systématiquement recherchée.

En cas de détection d'une contamination, les cuttings (déblais de forage) et le fluide de forage seront isolés et conduits dans des filières de retraitement adaptées. Il est également souligné que le tubage cimenté permet d'assurer une barrière étanche entre le puits et des terrains potentiellement pollués.

2.2.2.8. SURVEILLANCE DES EAUX

Un suivi piézométrique est assuré sur les projets où une nappe phréatique est présente. Or aucune nappe n'est présente au droit de ce site ; en effet les rapports issus des opérations de forage du puits existant OPS-4 (notamment la mise en place du tube guide jusqu'à une profondeur de 20m, soit la base du plio-quaternaire) ont conclu à l'absence de nappe au droit du site. C'est également le même cas de figure pour les sites de Soultz-sous-Forêts et de Rittershoffen. Ce point sera confirmé par le forage de reconnaissance, préalable à tout travaux de terrassement.

Si la présence d'une nappe est mise en évidence, des piézomètres permettant de surveiller l'évolution de la nappe seront installés selon les recommandations d'un bureau d'hydrogéologie indépendant, comme c'est le cas par exemple sur le site de géothermie d'Illkirch pour la nappe du Rhin, avec un piézomètre amont et deux piézomètres en aval du site. La surveillance est réalisée sur différents paramètres, avec différentes fréquences :

- Suivi en continu du niveau et de la température de la nappe (échantillonnage à la minute) ;
- Prélèvements mensuels lors des opérations de forage, avec analyse des paramètres physicochimiques (pH, conductivité, potentiel redox) ;
- Prélèvement annuel avec analyses chimiques détaillées (éléments majeurs et mineurs).

Le suivi de la conductivité permet dans ce cas de s'assurer de l'absence de contamination de la nappe par les fluides de forage (chargés en argiles - conducteurs) ou de la saumure géothermale (salée - conductrice).

Il est précisé que la structure du puits et la mise en œuvre des opérations de forage sont conçues afin de limiter au maximum le risque d'une contamination des eaux superficielles et souterraines des aquifères traversés, avec :

- Mise en place d'un tube guide cimenté par havage préalablement aux opérations de forage, sans utilisation de fluides de forage (méthode similaire à celle utilisée pour la réalisation de puits d'eau potable), afin de protéger une éventuelle nappe superficielle ;
- Architecture du forage en différentes sections, les sections étant tubées et cimentées à chaque fois sous les horizons dans laquelle une venue d'eau ou une perte de fluide de forage pourrait intervenir ;
- Lors des opérations de forage, en cas de rencontre avec un aquifère, maitrise des pertes de fluide par utilisation de colmatant naturel (type coquilles de noix, couramment utilisées dans ce type de travaux) et contrôle de la densité du fluide de forage afin de rester à l'équilibre en pression avec ces formations.

A plus longue échéance, lors de l'exploitation, les dispositifs suivants sont prévus afin d'assurer l'isolation des ouvrages prévus :

- Contrôles réguliers de l'intégrité du tubage et de la cimentation par diagraphie (tous les 6 ans pour les puits de production et tous les 3 ans pour les puits d'injection) ; ces contrôles règlementaires permettent de s'assurer de l'absence de « fuites » du puits vers les formations traversées ;
- Poursuite de la surveillance d'une nappe superficielle éventuelle selon le dispositif exposé ci-dessus.

Il est précisé qu'aucun rejet aqueux n'est induit par la production d'énergie géothermique. Les seuls rejets aqueux pouvant intervenir lors de la construction ou de l'exploitation sont liés à la déshydratation des fluides de forage (voir section impact des activités de forage), et aux eaux de pluie et de nettoyage ponctuel, qui sont collectées dans le bassin et réinjectées dans le réservoir. Une exploitation éventuelle de lithium, qui

pourrait engendrer des rejets aqueux, n'est pas prévue dans le cadre de la demande actuelle ; une telle exploitation fera l'objet d'une demande et d'une étude d'impact spécifique si elle devait être réalisée sur le site de Soultz-sous-Forêts.

Enfin, la réinjection de saumure refroidie dans le réservoir est suivie en continu, tant lors des phases de tests de puits (éventuellement réalisés en injection) qu'en phase d'exploitation, avec enregistrement des données de pression, température et débit de réinjection. L'extension du refroidissement (ou « bulle froide ») est calculée par des simulations numériques prenant en compte la géologie locale, les propriétés géologiques, hydrauliques et thermiques du réservoir (basées sur les diagraphies et les différents tests réalisés, notamment tests de puits et tests de traceurs), ainsi que les données d'opération. Le retour d'expérience sur les sites de Soultz-sous-Forêts et Rittershoffen montre que ce refroidissement n'engendre pas d'incidence notable sur l'aquifère constituant ce réservoir profond et son fonctionnement hydrogéologique.

2.2.3. Fréquentation du site

2.2.3.1. PERSONNEL SUR SITE

En phase travaux de forage, le site OPS4 accueillera 15 à 20 personnes par jour.

2.2.3.2. TRAFIC ROUTIER

En phase travaux de forage, la fréquentation du site sera la suivante :

- Lors de l'amenée du chantier de forage, **une cinquantaine de véhicules lourds** accèdera au site chaque jour, sur une période de 2 à 3 semaines.
- Lors des travaux de forage, de développement et de tests, la circulation de camions se limitera à **1 à 2 véhicules par jour**.
- En phase de repli du chantier, les besoins en termes d'accessibilité par les véhicules lourds rejoignent la phase d'amenée du chantier, soit **50 véhicules par jour** environ.

2.2.3.3. ÉCLAIRAGE DU SITE

En phase de forage, les opérations auront lieu la nuit, la plateforme sera donc éclairée, ainsi que le mât de forage. La mise en place d'un spot directionnel permettra de limiter la pollution lumineuse.

2.2.4. Occupation des sols projetée

Le tableau ci-dessous tient compte de l'**emprise du site OPS4** en **phase de travaux de forage**, comme présenté sur la Figure 59.

Tableau 35 Occupation des sols projetée de la station de forage OPS4 en PHASE DE TRAVAUX DE FORAGE

Zone	Surface approximative (m²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m²)
Plateforme de forage			
Dalles et enrobés	8 000	100%	8 000
Bassin(s)	4 500	100%	4 500
Surface en concassé	3 300	60%	1 980
Espaces enherbé (talus)	2 400	30%	720
TOTAL plateforme d'exploitation	**18 200**	**84%**	**15 200**
Hors plateforme de forage			
Surfaces cultivées	1 800	10%	180
TOTAL	**20 000**	**77%**	**15 380**

NB : Pour rappel, sur le site OPS4, le périmètre nécessaire à la phase travaux de forage est plus important que celui nécessaire à la phase exploitation ; par ailleurs, ces périmètres ne se recoupent pas exactement. Ainsi, les surfaces d'occupation des sols pour le site OPS4 sont toujours présentées à la fois :

- Sur le périmètre aménagé pour la phase considérée :
  - Phase travaux de forage, en **rouge** sur la Figure 59, d'une surface de 18 200 m²,
  - Phase exploitation, en **jaune** sur la Figure 59, d'une surface de 11 700 m²,
- Sur le périmètre total intégrant les surfaces occupées pour les 2 phases (20 000 m²).

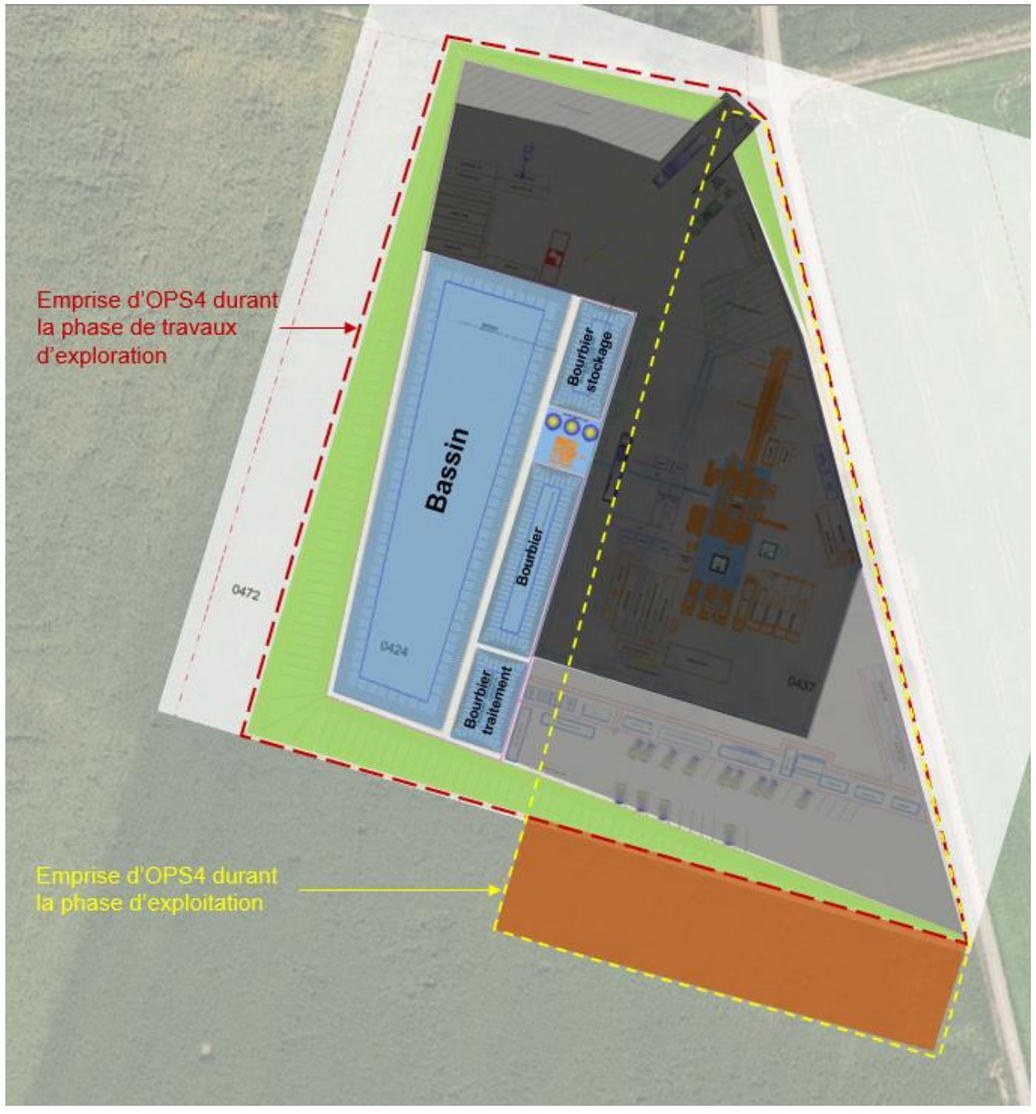


Figure 59 Plan de la station de forage OPS4, en phase de travaux de forage (source : ÉS)

2.2.5. Gestion des eaux pluviales

Parmi les enjeux portés par la doctrine de gestion des eaux du Grand Est, l'un des objectifs majeurs est celui de la limitation de l'imperméabilisation des sols par la désimperméabilisation ou la mise en place d'espaces à dominance enherbée.

L'applicabilité de ce principe doit prendre en compte les éléments de contexte au regard des risques liés à l'activité du site. Puisque les activités géothermiques représentant un **risque de pollution** (eaux géothermales, groupes hydrauliques… etc.), les surfaces d'activités seront étanches et équipées d'un système de collecte et de gestion dédiés.

2.2.5.1. SURFACES COLLECTEES

Les **surfaces revêtues de la plateforme principale** (enrobés ou dalles) constituent le **siège des activités de forage**, présentant des **risques de contamination** notamment par les **eaux géothermales** fortement chargées en sel, les boues de forage ou les fluides des groupes hydrauliques et diesel. Elles seront **intégralement collectées par les caniveaux et réseaux de collecte dédiés**.

Les surfaces utilisées pour le stationnement des véhicules légers ou l'installation des bungalows de chantier seront aménagées en concassé, permettant l'infiltration des pluies courantes. En cas de fortes pluies, l'excédent d'eaux pluviales ruissellera vers le système de caniveaux de la plateforme principale.

Tableau 36 Surfaces collectées – site OPS4 en phase travaux de forage

Zone	Surface (m²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m²)
Dalles et enrobés	8 000	100%	8 000
Surface en concassé	3 300	60%	1 980
Bassin(s)	*Surfaces non collectées*		
Espaces enherbé (talus)	*Surfaces non collectées*		
TOTAL	**11 300**	**88%**	**9 980**

2.2.5.2. FONCTIONNEMENT DU SYSTEME DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Les **risques de pollutions liés à l'activités de forages** sont potentiellement une **contamination par un déversement** d'eau géothermale, dont la salinité est élevée, les boues de forage, ou les fluides des groupes hydrauliques et diesel. La **gestion des eaux pluviales sera réalisée selon 2 modes** de fonctionnement : durant le **forage** et **hors forage**.

2.2.5.2.1. Phase hors forage

Les **eaux pluviales issues du ruissellement** sur la plateforme imperméabilisée seront **collectées par des caniveaux et stockées** dans une réserve constituée de conduites en béton de **volume 200 m³**.

Le risque de contamination par les eaux géothermales étant absent lors de cette phase, les eaux pluviales passeront par un limiteur de débit, puis un déshuileur/débourbeur, avant de rejoindre une zone d'infiltration située sous les surfaces en concassé. Le dispositif d'infiltration sera de type drain.

En cas **d'orage important** (volume à stocker supérieur à 200 m³, voir 2.2.5.3), les **collecteurs se mettront en charge** et le **surplus d'eaux pluviales sera déversée via une surverse** (sur collecteur) dans le bassin de 5 500 m³.

Le réseau est équipé d'un **dispositif d'obturation et de confinement des eaux en cas de pollution accidentelle** sur le site (vanne manuelle en sortie de débourbeur / déshuileur).

2.2.5.2.2. Phase forage

Lors des travaux de forage, une **vanne sera fermée en sortie du déshuileur/débourbeur**. Ainsi, l'ensemble du réseau de collecte sera maintenu en charge afin de permettre la **surverse des eaux de ruissellement vers le bassin de 5 500 m³**. L'eau stockée dans ce bassin sera **réutilisée pour la fabrication de boue ou des essais de pompage**.

En fin de forage, les collecteurs seront pompés et évacués vers le bassin de 5 500 m³, puis curés, avant de rebasculer vers le mode de fonctionnement de la phase hors forage (vanne ouverte).

2.2.5.2.3. Quartier boues

Le quartier boues fera l'objet d'un **ceinturage spécifique par des caniveaux permettant la collecte de l'eau ruisselant sur cette zone**. Le réseau de collecte de cette zone sera connecté au réseau de collecte de la plateforme ; une vanne implantée sur la conduite de connexion permettra **d'isoler les eaux de ruissellement du quartier boues selon le mode de fonctionnement du site** :

- En phase hors forage, en **l'absence de production de boues et des risques afférant**, la **vanne sera maintenue ouverte** ; le **réseau de collecte du quartier boues** sera **connecté au réseau de collecte de la plateforme** et les **eaux feront l'objet du même mode de gestion**.
- En phase forage, la **vanne de connexion sera fermée** ; **l'intégralité des eaux collectées sera confinée dans le réseau** puis **évacuée par pompage vers l'un des bassins à boue**.

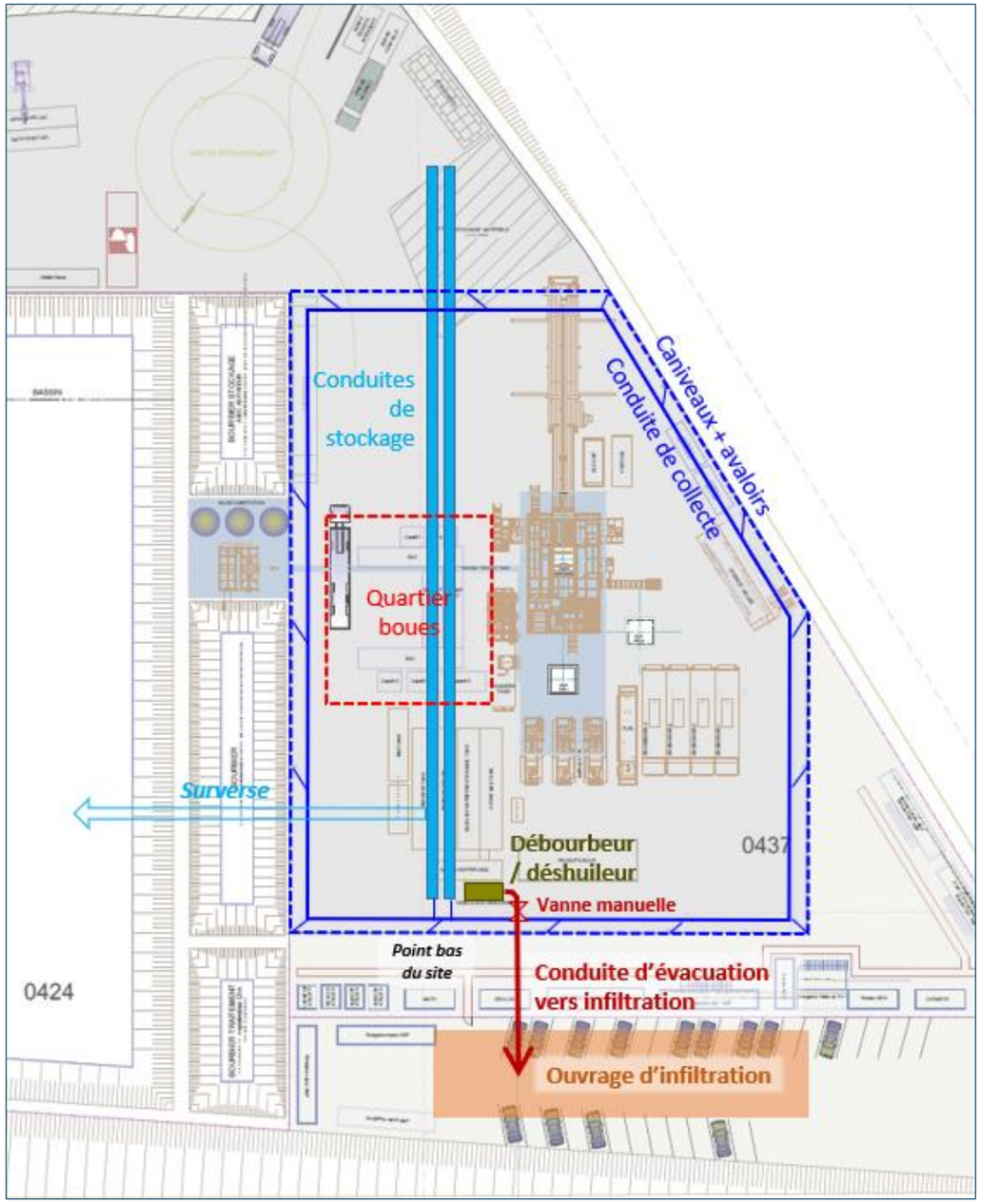


Figure 60 Principe schématique de collecte des eaux pluviales de la plateforme : réseaux et équipements principaux (source : ÉS)

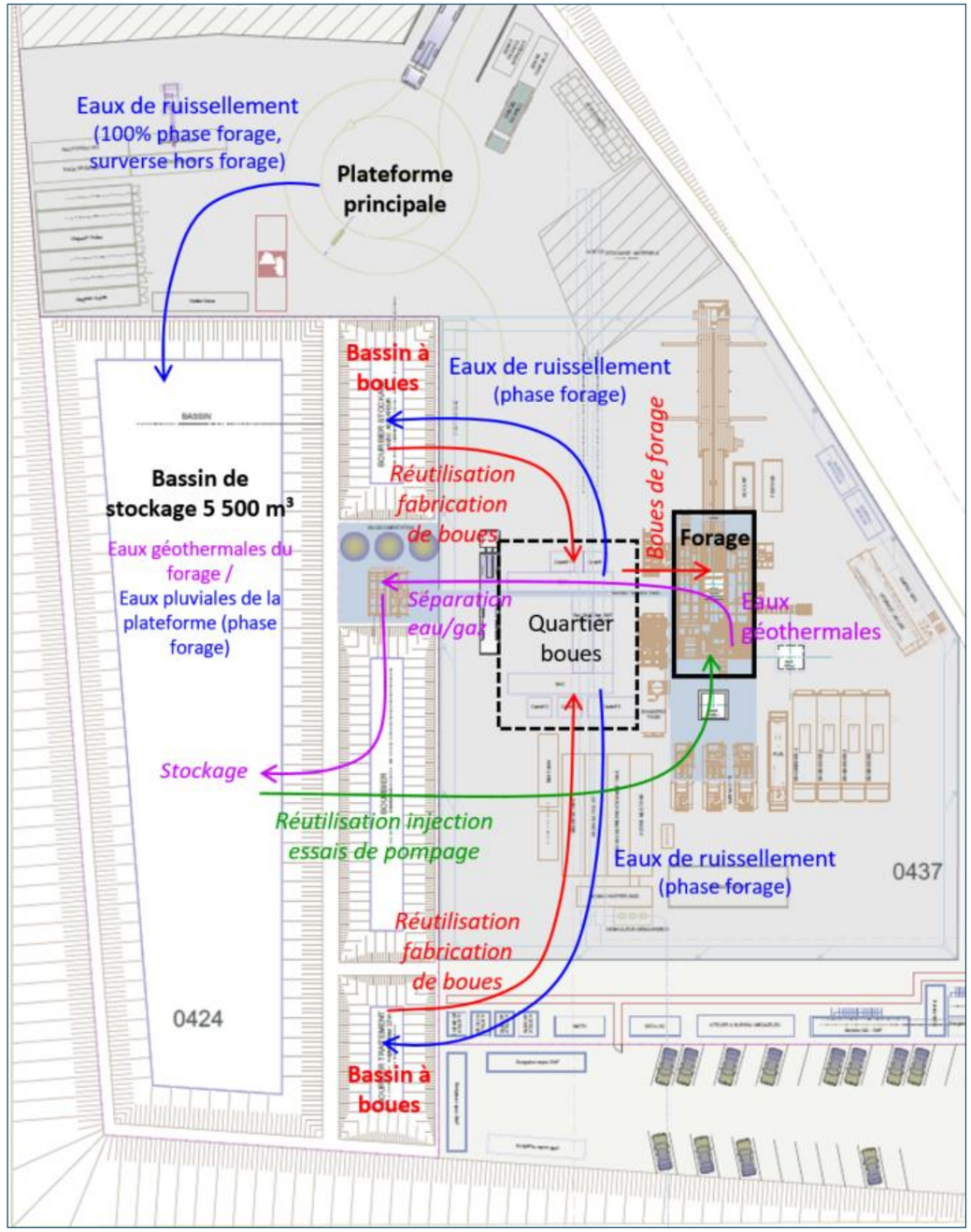


Figure 61 Schéma de principe des flux entrant / sortant des bassins (source : ÉS)

2.2.5.3. GESTION QUANTITATIVE DES EAUX PLUVIALES DE LA PLATEFORME

Le rejet des eaux pluviales sera réalisé à débit limité et le volume de stockage permettra de contenir les eaux issues d'un orage de fréquence décennal. Une surverse permettra d'évacuer directement le trop plein d'eau issu d'évènements pluvieux plus intense (fréquence > 10 ans) directement dans le bassin de 5 500 m³.

Le dimensionnement du système de gestion des eaux pluviales est réalisé **selon les règles fixées par la DDT 67**, en charge de la compétence Police de l'Eau, à savoir :

- **Débit de fuite limité au débit de rejet du terrain avant aménagement** (coefficient d'imperméabilisation = 10%) pour une pluie de fréquence biennale,
- **Volume de stockage des eaux pluviales dimensionné pour une pluie de fréquence décennale**.

Le principe de la méthode est de pouvoir stocker le volume d'eau de pluie non évacué par le débit de fuite autorisé pour une pluie de référence (ici pluie décennale).

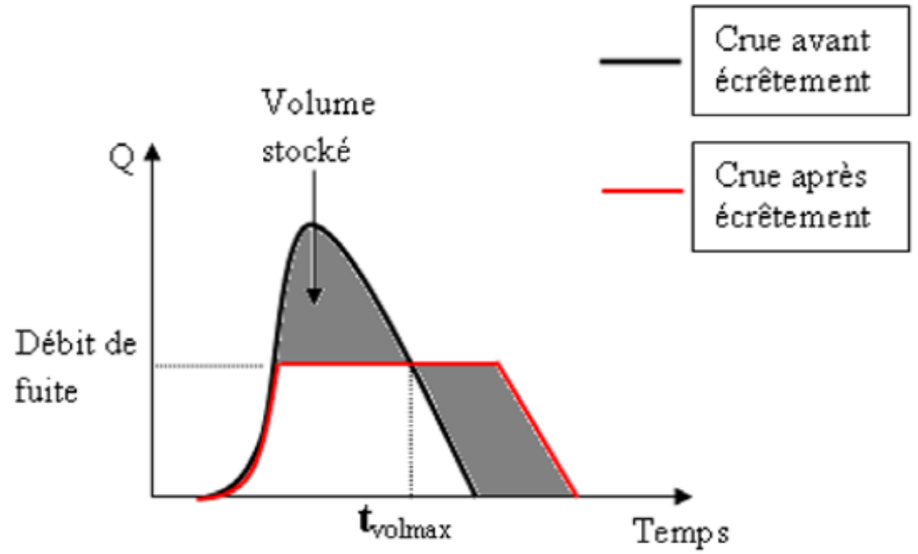


Figure 62 Príncipe de la détermination du volume à stocker (source : Etude d'impact OTE ingénierie, 2021)

Le **débit de fuite de rejet de la plateforme imperméabilisée sera donc fixé à 8,9 l/s au maximum** et le volume d'eaux pluviales généré par l'ensemble du site pour une pluie de période de retour décennale est **évalué à 407 m³** (voir Tableau 37).

Tableau 37 Dimensionnement du système de gestion des eaux pluviales (source : Etude d'impact OTE ingénierie, 2021)

Dimensionnement du stockage - Méthode des volumes - Région I			
Projet :	ES - SOULTZ SOUS FORETS 2021		
Surfaces de ruissellement			
Nature	**Surface (m²)**	**C**	**Surface active (m²)**
Zone principale imperméabilisée	8000	100%	8000
Zone secondaire perméable (concassés)	3300	60%	1980
Bassin	4500	100%	4500
Espaces verts	2400	10%	240
Total	**18200**	**81%**	**14720**
Intensité biennale			
tc :	60	min	DISE 67 - 60 min si S<20 ha sinon tc à calculer
I2 :	48,7	l/s/ha	
Débit de fuite			
Stotale :	18200	m2	*surface impermeabilisee*
C :	81	%	
Qf :	**8,9**	**l/s**	**DISE 67 (période de retour 2 ans, C=0.1)**
Stockage			
q :	2,17	mm/h	
période de retour : 10 ou 20 ans			
T :	10	ans	
ha :	27,6	mm	
V :	**407**	**m3**	

Ce volume de 407 m³ inclut les surfaces de bassins, directement interceptées par les bassins eux-mêmes. Ainsi, le volume d'eaux pluviales généré par ruissellement sur les surfaces équipées d'un dispositif de collecte, pour une pluie décennale, à 300 m³, et sera stocké :

- **Dans des conduites de stockage d'une capacité de 200 m³** ;
- **Par surverse dans le bassin de 5 500 m³ pour les 100 m³ restant**.

2.2.5.4. GESTION QUALITATIVE DES EAUX PLUVIALES

2.2.5.4.1. Phase hors forage

Les eaux pluviales collectées sont traitées par un **débourbeur/déshuileur de classe 1** avant rejet à débit limité vers le milieu récepteur (infiltration). Ce dispositif permet d'obtenir des teneurs en hydrocarbures résiduels **inférieures à 5 mg/l**. Le débourbeur/déshuileur fera l'objet d'inspections régulières et de curages si besoin pour évacuer les hydrocarbures piégés.

En sortie du débourbeur/déshuileur, le réseau est équipé d'un dispositif d'obturation et de confinement des eaux de type vanne, actionnable manuellement en cas de pollution accidentelle.

Les eaux sont ensuite évacuées vers un **dispositif d'infiltration enterré**, implanté sous les surfaces en concassé (voir §2.2.5.5, page 96).

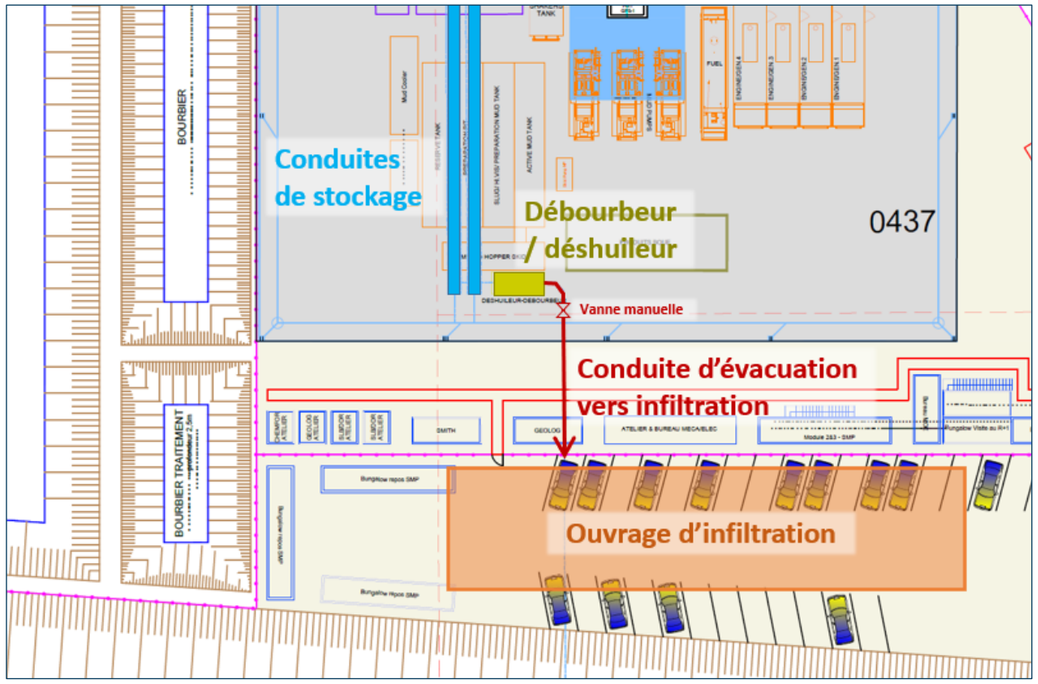


Figure 63 Localisation des ouvrages de stockage et de traitement

2.2.5.4.2. Phase forage

Lors des travaux de forage, une **vanne sera fermée en sortie du déshuileur/débourbeur**. Ainsi, **toute l'eau de pluie sera déversée dans le bassin** de 5 500 m³. L'eau sera utilisée pour la fabrication de boue ou des essais de pompage.

Aucun rejet d'eaux pluviales, potentiellement contaminées par les eaux géothermales, ne sera effectué vers le milieu récepteur.

2.2.5.5. DIMENSIONNEMENT DU DISPOSITIF D'INFILTRATION

2.2.5.5.1. Choix de la solution d'infiltration

Afin de respecter les préconisations de la note de doctrine de gestion des eaux pluviales de la région Grand Est, ÉS est revenu sur son choix initial, qui consistait à mettre en œuvre une conduite d'évacuation des eaux vers un fossé puis le Lienenbach.

Cette solution s'approche davantage du cycle naturel de l'eau dans une situation sans aménagement (infiltration sur site des eaux) et s'inscrit dans une démarche « éviter-réduire-compenser ».

2.2.5.5.2. Calcul du volume à évacuer

En aval du dispositif de traitement, les eaux pluviales seront rejetées à débit limité 8,9 l/s vers un dispositif d'infiltration. Rappelons que seuls les 200 m³ stockés dans les conduites de stockage seront évacués vers l'infiltration, le surplus étant réorienté vers le bassin de stockage de 5 500 m³.

Le volume à évacuer correspondra donc :

- Au débit de fuite de 8,9 l/s pendant 2 heures (durée théorique de l'évènement pluvieux)
- A la vidange de 200 m³ d'eaux pluviales stockées dans les conduites au terme de l'évènement pluvieux.

Tableau 38 Bilan des volumes à infiltrer et durée de l'infiltration

Période	Durée	Débit	Volume
Durant l'évènement pluvieux	120 minutes	8,9 l/s	64 m³
Après l'évènement pluvieux (vidange)	375 minutes	8,9 l/s	200 m³
TOTAL	**495 minutes**	**8,9 l/s**	**264 m³**

En bleu : valeur calculée

Le volume d'eau à évacuer est donc de 264 m³.

2.2.5.5.3. **Dimensionnement du dispositif d'infiltration**

Le dispositif d'infiltration à mettre en œuvre n'est pas encore défini ; le dimensionnement ci-dessous est hypothétique et a pour objectif de démontrer la faisabilité technique de la solution sans toutefois s'engager sur une typologie de dispositif à ce stade.

Afin d'assurer l'infiltration des eaux pluviales traitées rejetées, un système de type casiers d'infiltration / rétention pourrait être envisagé. Ce type de dispositif est constitué de modules constitués de 90% de vides, assemblés entre eux pour répondre au besoin de stockage, et adaptés à la circulation des véhicules en surface. Le recouvrement minimum est de 0,8 m environ (selon modèles).

La hauteur des modules dépendant des fournisseurs, nous prendront l'hypothèses de modules de 0,60 m de haut sur un seul niveau afin de maximiser la surface d'infiltration tout en limitant les terrassements.

Tableau 39 Dimensionnement d'un ouvrage d'infiltration théorique

Volume à stocker (= volume à évacuer) *	264 m³
Volume de l'ouvrage (90% de vides)	293 m³
Hauteur des modules	0,60 m
Surface de l'ouvrage	**490 m³**

** NB : la perméabilité des sols mesurée est de 1.10^{-6} m/s (cf. **VOLET 3 : Etude d'impact / 1.1.3. Géologie**, page 150). Par conséquent, le volume infiltré sur la durée considérée étant négligeable comparé au volume entrant, il n'a pas été pris en compte dans le calcul du dimensionnement.*

Le dimensionnement du dispositif est présenté à titre indicatif ; les dimensions des modules pourront différer des valeurs ci-dessus, dans la mesure où le stockage du volume nécessaire est assuré.

Notons également que les dispositifs installés pour la phase travaux de forage pourront être réutilisés pour l'infiltration des eaux pluviales du site OPS4 en phase exploitation.

2.2.5.5.4. **En cas de pluie exceptionnelle**

Les volumes et débits des eaux à évacuer étant maitrisés par les systèmes de rétention en amont, le dimensionnement du dispositif n'est pas susceptible d'être éprouvé par **l'intensité** de l'évènement pluvieux.

Toutefois, le volume de stockage est conditionné par la durée de l'évènement pluvieux ; ici, la durée de la pluie considérée est de 2 heures.

Une augmentation de la durée de l'évènement, et donc de la durée du rejet, peut entrainer un besoin de stockage supérieur à celui présenté ci-dessus.

En cas d'évènement pluvieux important conduisant à une insuffisance du dispositif d'infiltration, un pompage vers le bassin de 5 500 m³ permettra d'évacuer les eaux en surplus.

2.2.5.6. EN CAS DE PLUIE EXCEPTIONNELLE

Le bassin de 5 500 m³ permettra de stocker les eaux pluviales suivantes :

- En situation hors forage :
  - Volumes au-delà des premiers 200 m³ de ruissellement (stockés dans les canalisations) ;
  - Volumes en surplus par débordement du dispositif d'infiltration en cas d'évènement pluvieux longue durée.
- En intégralité en situation de forage.

En cas de pluie exceptionnelle, il n'est pas envisageable d'autoriser le débordement des eaux dans les espaces environnants compte-tenu des charges en sel potentiellement présentes dans ces eaux.

Ainsi, afin de garantir l'absence de rejet vers le milieu récepteur depuis le bassin, le **niveau du bassin fera l'objet d'un suivi et d'une gestion** permettant de maintenir toujours une revanche pour pouvoir accueillir les eaux d'une éventuelle pluie intense.

Le volume de la **pluie décennale** P10 généré par le site a été **estimé à 407 m³** par les calculs de dimensionnement. Ce volume représente environ **13,6 cm de hauteur d'eau à stocker dans le bassin** de 5 500 m³ (d'une surface de 3 000 m²).

Ainsi, **en maintenant le niveau du bassin au minimum 25 cm** sous la cote de débordement, il sera assuré de ne **jamais occasionner de déversement** du bassin vers le milieu naturel, **le volume disponible permettant de stocker une pluie intense, avec une capacité de stockage de l'ordre de 1,8xP10, soit approximativement le volume de stockage d'une pluie centennale**.

Ce niveau sera maintenu par une **alternance des opérations de production** (volumes pompés depuis forage vers le bassin) **et d'injection** (volumes injectés du bassin vers le forage) : dans le cas où le niveau du bassin serait trop élevé, il serait **procédé à une opération d'injection permettant d'abaisser le niveau et d'augmenter la capacité de stockage de l'ouvrage**.

Ce dispositif garantit l'absence de déversement et donc de contamination des milieu aquatiques (eaux souterraines et superficielles).

Notons finalement que le remplissage du bassin jusqu'à 20 cm sous la cote de débordement, permettant de stocker jusqu'à une pluie cinquantennale, n'est effectif que lors des phases de forage. Ces phases sont très restreintes dans le temps, et en général, les bassins sont vides ou quasi-vides avec des milliers de m³ de stockage disponibles pour la gestion des eaux pluviales.

2.2.5.7. SYNTHESE DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

Voir synoptique en page suivante, 2.2.5.

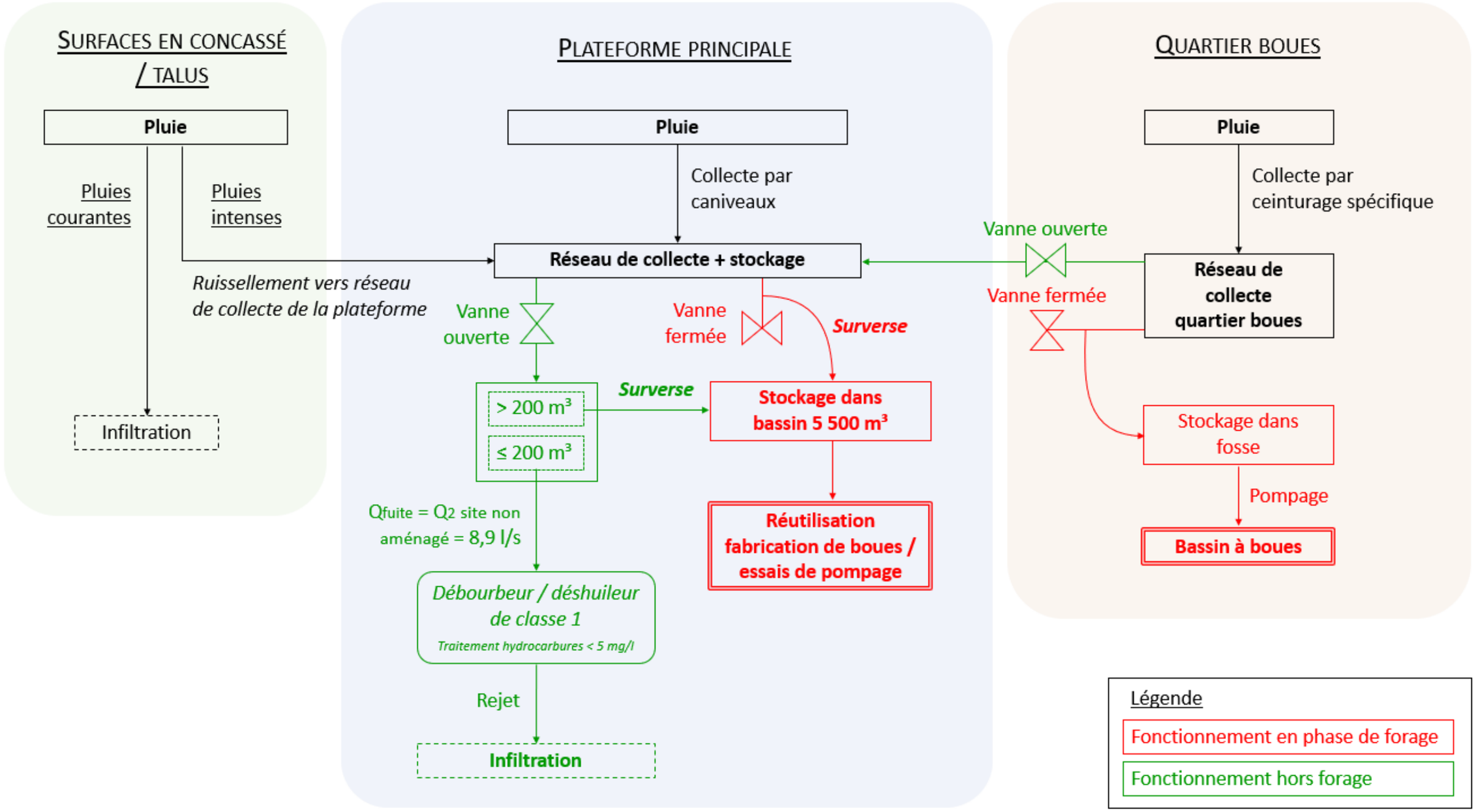


Figure 64 ***Synoptique de la gestion des eaux pluviales du site de forage OPS4 en phase de travaux de forage***

2.2.6. Besoins en réseaux divers

2.2.6.1. ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Le site sera desservi par le réseau public d'adduction en eau potable, l'alimentation en eau sera assurée par celui-ci. L'alimentation en eau assurera :

- les besoins sanitaires et domestiques,
- le nettoyage des installations,
- la préparation des produits de forage.

La consommation en eau prévisionnelle pour la réalisation des forages projetée est de l'ordre de 1 500 m³ par forage, soit **3 000 m³ pour 2 forages**. Le besoin instantané est de l'ordre de 25 à 30 m³/h (hors poteau incendie).

ÉS s'assurera en amont du démarrage des travaux auprès du gestionnaire du réseau de la **robustesse du réseau à fournir ces besoins sans affecter la continuité de service public** pour les abonnés. En cas de nécessité, l'eau douce nécessaire aux opérations pourra être stockée dans un bassin pour limiter le débit de puisage sur le réseau.

Le raccordement en eau potable du site OPS4 via une conduite DN90 se fera depuis la route de Reimerswiller à Soultz-sous-Forêts (environ 1 km de réseau à créer).



Figure 65 Réseau AEP existant route de Reimerswiller et réseau à mettre en œuvre

2.2.6.2. ASSAINISSEMENT

En phase travaux de forage, le site OPS4 accueillera 15 à 20 personnes par jour.

Pour rappel, le site OPS4 n'est pas desservi par le réseau d'assainissement (cf. ***VOLET 3 : Etude d'impact / 1.3.7. Réseaux divers***, page 202).

Le règlement de PLU de la commune de Soultz-sous-Forêts mentionne, au **chapitre VII – article 4** :

> *« **Eaux usées** : En cas d'absence de réseau d'assainissement collectif, l'assainissement autonome est autorisé selon la réglementation en vigueur mais le raccordement au réseau d'assainissement collectif sera obligatoire dès que ce dernier sera étendu pour desservir le secteur. »*

Pour cette phase travaux de forage, d'une durée d'environ 2 ans, une **fosse de récupération provisoire** sera mise en œuvre, et **vidangée une fois par semaine** par un prestataire. La vidange sera réalisée par un hydrocureur et les effluents seront acheminés vers une filière d'élimination adaptée.

ÉS prendra avant l'aménagement de la plateforme de forage contact avec le service public en charge de l'assainissement collectif, à savoir le SICTEU de la région de Soultz-sous-Forêts pour valider une solution d'assainissement conforme à la réglementation en vigueur. Cette solution pourra être une installation d'assainissement non collectif conforme au règlement du service public d'assainissement non collectif, publié par le SDEA, version juillet 2021.

Ce dispositif **temporaire** pour la phase travaux de forage sera retiré à la fin des travaux ; un dispositif pérenne sera mis en œuvre pour la phase d'exploitation (voir §***2.3.1.6.2. Assainissement***, page 104).

2.2.7. Devenir du site au terme de la phase travaux de forage

Si, au terme des essais réalisés lors de la phase travaux de forage, la ressource géothermique est confirmée, le site OPS4 fera l'objet des aménagements nécessaires à son exploitation tel que décrit en partie ***2.3. Aménagements des sites pour l'exploitation / 2.3.1. Site de production OPS4***, à partir de la page 100.

Dans le cas contraire, **les aménagements de la plateforme de forage seront démantelés et les emprises rendues à l'exploitation agricole** ; l'emprise du puits d'observation sera conservée, pour un retour à une configuration identique à celle avant projet.

Les modalités de remise en état au terme de l'exploitation sont précisées en partie ***2.4. Remise en état après exploitation***, page 128

2.3. AMENAGEMENTS DES SITES POUR L'EXPLOITATION

2.3.1. Site de production OPS4

2.3.1.1. ORGANISATION ET FONCTION DU SITE OPS4 EN EXPLOITATION

Suite à la phase dite « travaux de forage », l'aménagement du site OPS4 se matérialise par le **changement de profil du site**, lui permettant d'assurer le passage de sa phase travaux à sa phase d'exploitation.

Comme décrit au chapitre ***2.1.1. Étendue des travaux*** ; page 78, l'emprise foncière consommée par OPS4 lors de la première phase travaux sera, **à l'issue des tests et vérifications**, **réduite** et **restituée au plus près de son état initial**.

Le site OPS4 comportera en exploitation les équipements suivants :

- Le puits de production et sa pompe immergée ;
- Le puits d'injection ;
- Un container/local abritant les auxiliaires de la pompe de production ;
- Un poste électrique HTA d'arrivée ;
- Un poste/local électrique HTA/BT avec un transformateur 20kV/690V et un variateur de fréquence pour alimenter la pompe de production ;
- Un container avec rétention pour le stockage d'une partie des utilités (huile, inhibiteurs) ;
- Des tuyauteries en surface, connectée au réseau enterré entre les deux sites ;
- Des sanitaires ;
- Un bassin pour collecter les eaux de process ;
- Un stockage des eaux pluviales et leurs traitements.

L'ensemble des systèmes d'injection d'huile de lubrification et de refroidissement, ainsi que le stockage d'une partie des utilités (huile, inhibiteurs), le local électrique, les transformateurs HTA/BT et les sanitaires pourraient également être regroupés dans un bâtiment. S'il s'avère au cours des études que les pompes d'injection seraient mieux situées sur le site d'OPS4, le bâtiment pourra aussi abriter ces pompes.

Le terrain sur lequel sera implantée la plateforme est penté à 3% environ vers le sud-ouest.

Le nivellement de la plateforme sera relativement plan (dans la limite des pentes nécessaires au bon écoulement des eaux de ruissellement). En limites sud et ouest du site, des talus de 2 à 4 m de hauteur permettront le raccordement altimétrique avec les terrains attenants.

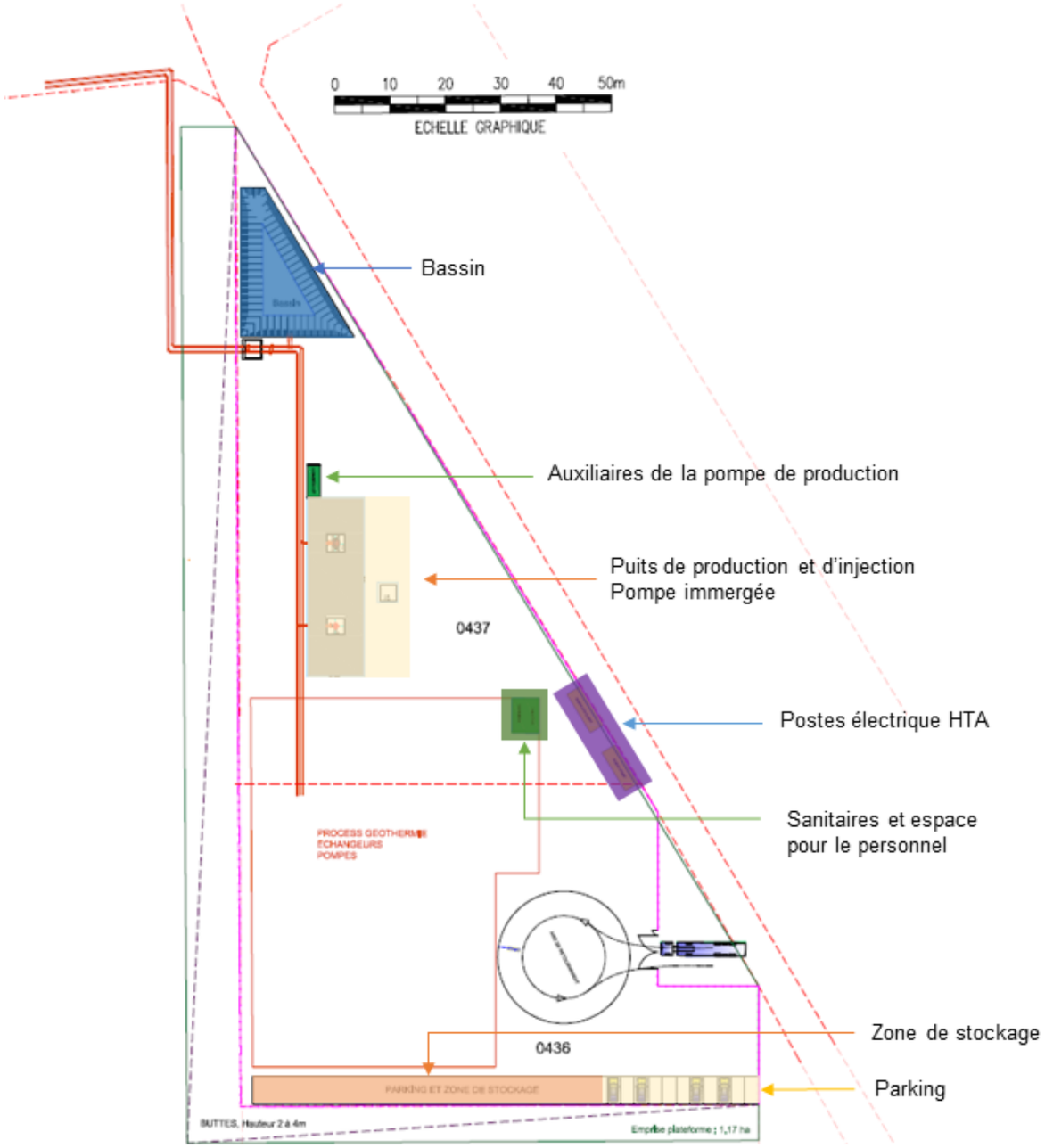


Figure 66 Plan du siteOPS4 en phase exploitation et projection aérienne de l'emprise au sol occupée (source : ÉS)

2.3.1.2. CARACTERISTIQUES DES EQUIPEMENTS SUR LE SITE OPS4 EN EXPLOITATION

Le **puits de production** sera équipé d'une **pompe d'exhaure** afin de **maintenir la boucle géothermale en pression** et **d'exploiter un débit industriel et économique viable**.

La pompe utilisée sur le site OPS4 sera probablement très similaire à celle installée sur site de la centrale géothermique de Rittershoffen, à savoir une pompe à arbre long (*Line Shaft Pump*). La **profondeur d'installation, comprise entre 400 et 700 m**, dépendra de **l'indice de productivité du puits** qui sera **déterminé lors des essais en fin de forage**. Elle sera composée :

- D'un hydraulique centrifuge ;
- D'une crépine de protection à l'admission de l'hydraulique ;
- D'un moteur électrique d'entraînement, de type vertical à arbre traversant, situé sur la tête de puits ;
- D'une tête d'exhaure spécifique ;
- D'un arbre long constitué d'éléments de 6 m de long, assemblés par vissage ;
- D'une colonne de lubrification, assemblés par vissage au moyen de palier en bronze ;
- D'une colonne d'exhaure, supportant l'hydraulique et permettant de remonter le fluide géothermal pompé vers la surface, constituée d'éléments de 6 m de long et assemblés par vissage.

2.3.1.3. FREQUENTATION DU SITE

2.3.1.3.1. **Personnel sur site**

En phase exploitation, le site de production OPS4 accueillera 1 à 2 personnes par jour, pendant quelques heures.

2.3.1.3.2. **Trafic routier**

Le site OPS4 ne fera pas l'objet d'une fréquentation régulière ; seules les opérations de maintenance nécessiteront un accès véhicule au site. Par ailleurs, tous les 3 ans, la réalisation de diagraphies sur le site nécessitera l'amenée d'une grue.

2.3.1.3.3. **Eclairage du site**

Le site OPS4 sera équipé d'un éclairage de nuit LED pour des raisons de sécurité.

Le choix d'un mobilier d'éclairage orientant le flux vers le sol permettra de limiter les pollutions lumineuses de nuit.

2.3.1.4. OCCUPATION DES SOLS

Le tableau ci-dessous tient compte de l'**emprise du site OPS4 en phase d'exploitation**, comme présentée sur la Figure 67.

Tableau 40 Occupation des sols projetée de la station de forage OPS4 en PHASE D'EXPLOITATION

Zone	Surface approximative (m²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m²)
Plateforme de forage			
Espaces enherbé (talus)	2 430	30%	729
Bâtiments	85	100%	85
Dalles et enrobés	5 710	100%	5 710
Bassin(s)	530	100%	530
Surface en concassé	2 945	60%	1 767
TOTAL	**11 700**	**75%**	**8 821**
Hors plateforme de forage			
Surfaces cultivées	8 300	10%	830
TOTAL	**20 000**	**48%**	**9 651**

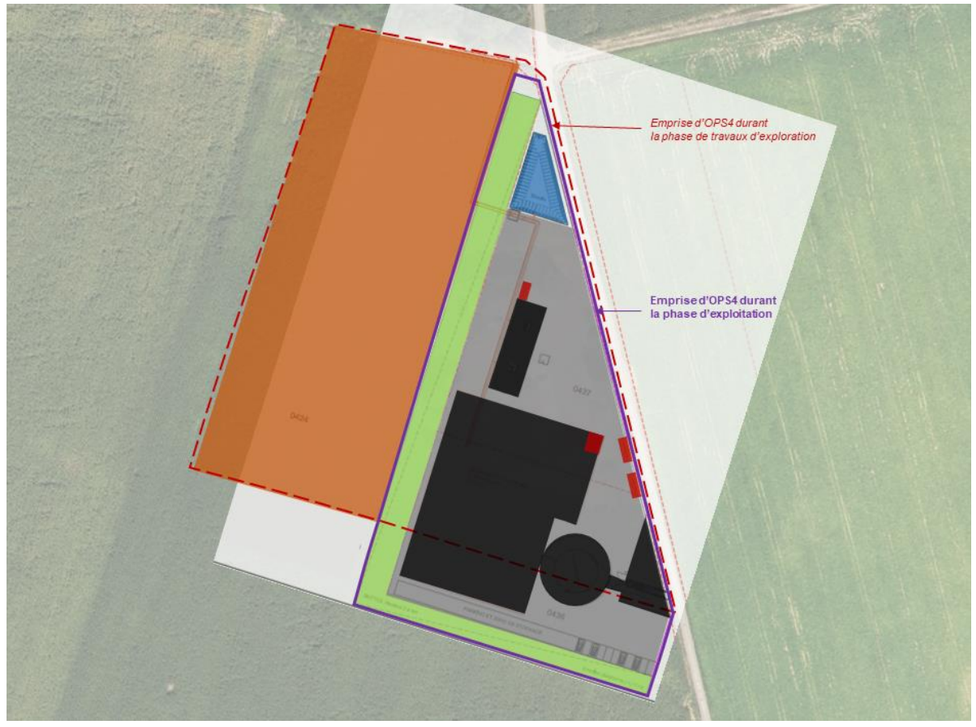


Figure 67 Plan du site OPS4, en phase d'exploitation (d'après plan ÉS)

2.3.1.5. GESTION DES EAUX PLUVIALES

Parmi les enjeux portés par la doctrine de gestion des eaux du Grand Est, l'un des objectifs majeurs est celui de la limitation de l'imperméabilisation des sols par la désimperméabilisation ou la mise en place d'espaces à dominance enherbée.

L'applicabilité de ce principe doit prendre en compte les éléments de contexte au regard des risques liés à l'activité du site. Puisque les activités géothermiques représentant un **risque de pollution** (eaux géothermales, groupes hydrauliques… etc.), les surfaces d'activités seront étanches et équipées d'un système de collecte et de gestion dédiés.

2.3.1.5.1. Surfaces collectées

A l'issue de la phase de travaux de forage, le profil du site OPS4 prévoit des **modifications en termes d'occupation du sol**, afin d'accueillir la phase d'exploitation. Ces changements entrainent une **modification de la part de surfaces imperméabilisées**, et de fait, la **part de surfaces actives**.

En effet, la surface du site en exploitation est de 11 700 m² tandis qu'elle était de 18 200 m² en phase travaux de forage.

Afin de parer aux éventuelles pollutions, les zones considérées les plus « à risques » seront maintenues sur des surfaces entièrement imperméabilisées, permettant une meilleure gestion du risque et limitant leurs potentielles progression / contamination :

- Plateforme comportant les équipements du process géothermique : revêtement étanche avec collecte intégrale des eaux ; les surfaces collectées sont de 5 740 m² (bâtiments, dalles et enrobés imperméabilisés à 100%).
- Surfaces de circulation, stationnement, et équipements divers : surfaces en concassé avec infiltration naturelle des eaux. En cas de pluies intenses, toutefois, le surplus d'eaux de ruissellement sera orienté vers la plateforme et collecté.

Tableau 41 Surfaces collectées – site OPS4 en phase exploitation

Zone	Surface (m²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m²)
Dalles et enrobés	5 710	100%	5710
Bâtiments	85	100%	85
Surface en concassé	2 945	60%	1767
Bassin(s)	*Surfaces non collectées*		
Espaces enherbé (talus)	*Surfaces non collectées*		
TOTAL	**8 740**	**87%**	**7 562**

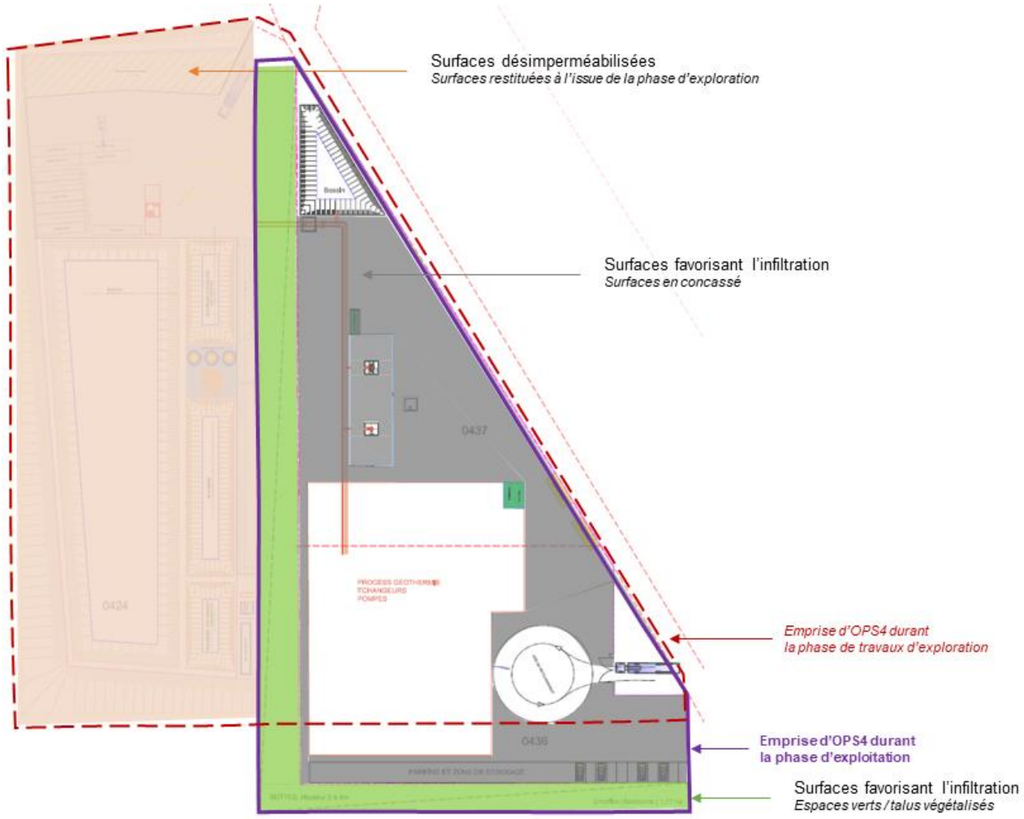


Figure 68 Plan des surfaces maintenues et restituées, entre la phase d'exploration et celle d'exploitation, sur la plateforme OPS4 (source des fonds de plan : ÉS)

Le site OPS4 dans sa phase d'exploitation comportera les ouvrages de **gestion des eaux** suivants :

- Un bassin pour collecter les eaux de process (au nord) ;
- Ainsi qu'un stockage des eaux pluviales et leurs traitements (canalisation enterrée).

2.3.1.5.2. Gestion des eaux pluviales des surfaces d'activité perméables (concassé)

Les surfaces d'activité en concassé accueillent des circulations, stationnements et autres équipements nécessaires à l'activité ne présentant pas de risque de pollution particulière.

Les caractéristiques des rejets d'eaux pluviales de ces surfaces sont comparables à celles issues d'un milieu urbain. Elles contiennent des métaux lourds, des poussières, des hydrocarbures (lubrifiants, graisse).

Ces espaces non imperméabilisées permettront **l'infiltration naturelle** des eaux pluviales.

2.3.1.5.3. **Gestion quantitative des eaux pluviales de la plateforme**

Les eaux pluviales issues du **ruissellement de la plateforme de géothermie** seront systématiquement collectées, et traitée selon la conductivité des eaux. Elles seront redirigées selon deux principes :

- Soit dirigées vers le déshuileur-débourbeur et rejetées vers un dispositif d'infiltration ;
- Soit envoyées dans un bassin de stockage pour être réutilisées (dans les tests d'injection par exemple).

A. Hypothèses de dimensionnement

- La surface active collectée est de 7 562 m² (cf. Tableau 41, page 102) ;
- La pluie considérée est une pluie décennale de durée 6 minutes à 2 heures ;
- Les coefficients de Montana utilisés sont ceux de la station de Strasbourg-Entzheim (1982-2018) :

Tableau 42 Coefficients de Montana de Strasbourg-Entzheim (1982-2018)

Période de retour	Durée de la pluie	a	b
10 ans	6 min - 2 h	6,759	-0,618

- Le débit de fuite de l'ouvrage de rétention est de 10 l/s

Le volume à stocker est calculé suivant la méthode des pluies.

B. Calcul du volume de rétention

Le volume de la pluie décennale généré par le site en phase d'exploitation a été estimé à environ 250 m³ par les calculs de dimensionnement. Les conduites de stockage de la phase travaux de forage seront réutilisées et le dispositif renforcé pour répondre au besoin supplémentaire.

2.3.1.5.4. **Contrôle de la qualité des eaux avant rejet**

Les activités de pompage peuvent être à l'origine de pollutions accidentelles (fuites…). Des dispositifs permettront de gérer les eaux en considérant le risque de contamination.

Les buses seront équipées d'un dispositif d'obturation et de confinement des eaux de type vanne actionnable manuellement. En exploitation, cette vanne sera normalement fermée et la conductivité des eaux collectées sera suivie en continu :

- Si la conductivité est inférieure à une limite comprise entre 1 et 5 mS/cm, alors la vanne sera ouverte manuellement par un opérateur. Les eaux seront traitées par un débourbeur/déshuileur de classe 1 avant rejet à débit limité vers le milieu récepteur (dispositif d'infiltration, cf. §2.3.1.5.5 ci-après).

  Ce dispositif permet d'obtenir des teneurs en hydrocarbures résiduels inférieures à 5 mg/l. Le débourbeur/déshuileur fera l'objet d'inspections régulières et de curages si besoin pour évacuer les hydrocarbures piégés. La vanne se refermera automatiquement après vidange des buses de stockages.

- En cas de contamination chimiques des eaux (conductivité supérieure à la limite fixée), la vanne restera fermée et les eaux stockées seront alors pompées dans le bassin bâché au nord du site.

2.3.1.5.5. **Dimensionnement du dispositif d'infiltration**

A. Calcul du volume à évacuer

En aval du dispositif de traitement, les 250 m³ d'eaux pluviales stockés dans les conduites de stockage seront évacués à débit limité 10 l/s vers un dispositif d'infiltration.

Le volume à évacuer correspondra donc :

- Au débit de fuite de 10 l/s pendant 2 heures (durée théorique de l'évènement pluvieux)
- A la vidange de 250 m³ d'eaux pluviales stockées dans les conduites au terme de l'évènement pluvieux.

Tableau 43 Bilan des volumes à infiltrer et durée de l'infiltration

Période	Durée	Débit	Volume
Durant l'évènement pluvieux	120 minutes	10 l/s	72 m³
Après l'évènement pluvieux (vidange)	417 minutes	10 l/s	250 m³
TOTAL	**537 minutes**	**10 l/s**	**322 m³**

En bleu : valeur calculée

Le volume d'eau à évacuer est donc de 322 m³.

B. Dimensionnement du dispositif d'infiltration

Rappel : le dispositif d'infiltration n'est pas défini à ce stade. Le dimensionnement ci-dessous prévoit un type de dispositif théorique.

Afin d'assurer l'infiltration des eaux pluviales traitées rejetées, un système de type casiers d'infiltration / rétention pourrait être envisagé. Ce type de dispositif est constitué de modules constitués de 90% de vides, assemblés entre eux pour répondre au besoin de stockage, et adaptés à la circulation des véhicules en surface. Le recouvrement minimum est de 0,8 m environ (selon modèles).

La hauteur des modules dépendant des fournisseurs, nous prendront l'hypothèses de modules de 0,60 m de haut sur un seul niveau afin de maximiser la surface d'infiltration tout en limitant les terrassements.

Tableau 44 Dimensionnement d'un ouvrage d'infiltration théorique

Volume à stocker (= volume à évacuer) *	322 m³
Volume de l'ouvrage (90% de vides)	358 m³
Hauteur des modules	0,60 m
Surface de l'ouvrage	**600 m³**

** NB : la perméabilité des sols mesurée est de 1.10^{-6} m/s (cf. **VOLET 3 : Etude d'impact / 1.1.3. Géologie**, page 150). Par conséquent, le volume infiltré sur la durée considérée étant négligeable comparé au volume entrant, il n'a pas été pris en compte dans le calcul du dimensionnement.*

Le dimensionnement du dispositif est présenté à titre indicatif ; les dimensions des modules pourront différer des valeurs ci-dessus, dans la mesure où le stockage du volume nécessaire est assuré.

Notons également que les dispositifs installés pour la phase travaux de forage pourront être réutilisés pour l'infiltration des eaux pluviales du site OPS4 en phase exploitation.

C. En cas de pluie exceptionnelle

En cas d'évènement pluvieux de durée supérieure à la pluie de dimensionnement, conduisant à une insuffisance du dispositif d'infiltration, un pompage vers le bassin permettra d'évacuer les eaux en surplus.

2.3.1.5.6. En cas de pluie exceptionnelle

En cas d'évènement pluvieux important conduisant à une insuffisance des conduites de stockage, un dispositif de pompage permettra d'évacuer le surplus vers le bassin.

2.3.1.5.7. Synthèse de la gestion des eaux pluviales

La gestion des eaux pluviales est la suivante :

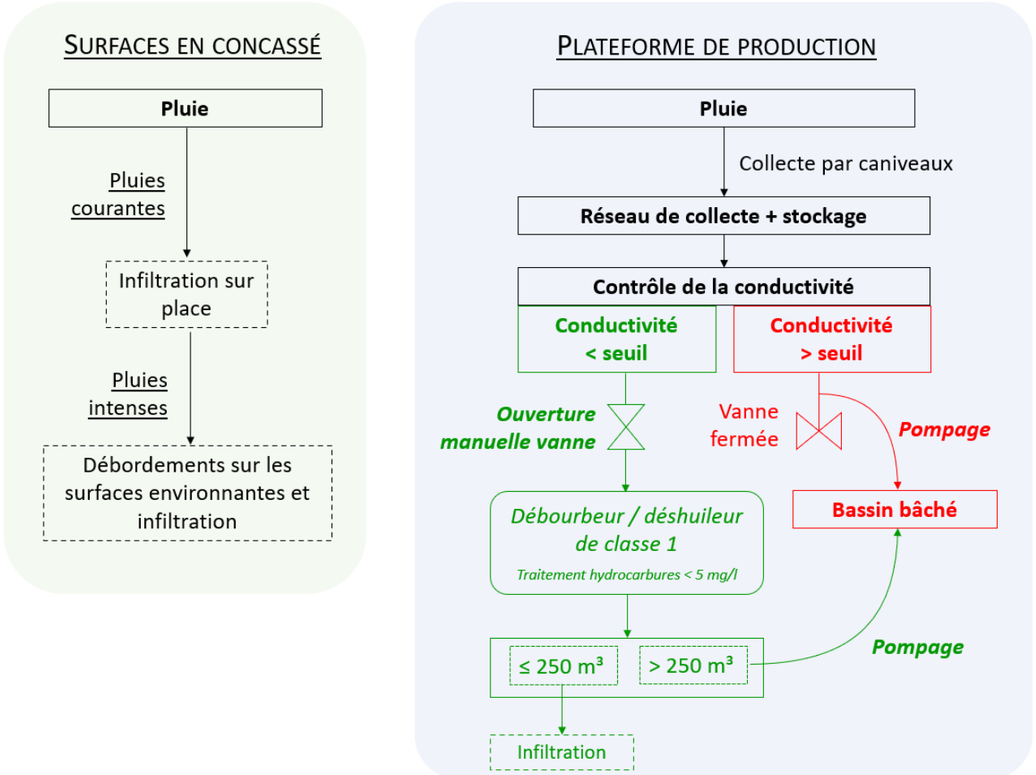


Figure 69 Synoptique de la gestion des eaux pluviales d'OPS4 en phase exploitation

2.3.1.6. BESOINS EN RESEAUX DIVERS

2.3.1.6.1. Alimentation en eau potable

Au démarrage de la phase d'exploitation, le site OPS4 sera déjà raccordé au réseau d'alimentation en eau potable, ce raccordement ayant été réalisé en amont de la phase de travaux de forage (cf. §***2.2.6.1. Alimentation en eau potable***, page 99).

2.3.1.6.2. Assainissement

En phase exploitation, le site de production OPS4 accueillera 1 à 2 personnes par jour, pendant quelques heures.

Pour rappel, le site OPS4 n'est pas desservi par le réseau d'assainissement .(cf ***VOLET 3 : Etude d'impact / 1.3.7. Réseaux divers***, page 202).

Le règlement de PLU de la commune de Soultz-sous-Forêts mentionne, au **chapitre VII – article 4** :

> *« **Eaux usées** : En cas d'absence de réseau d'assainissement collectif, l'assainissement autonome est autorisé selon la réglementation en vigueur mais le raccordement au réseau d'assainissement collectif sera obligatoire dès que ce dernier sera étendu pour desservir le secteur. »*

En l'absence de desserte du site par un réseau d'assainissement, le recours à un **assainissement non collectif** apparait comme étant la solution la plus appropriée.

Avant l'aménagement de la plateforme de forage, ÉS prendra contact avec le service public en charge de l'assainissement collectif, à savoir le SICTEU de la région de Soultz-sous-Forêts, pour valider une solution d'assainissement conforme à la réglementation en vigueur. Cette solution pourra être une installation d'assainissement non collectif conforme au règlement du service public d'assainissement non collectif, publié par le SDEA, version juillet 2021.

2.3.1.6.3. Contrôle commande (fibre)

La centrale géothermique comportant deux sites, il sera nécessaire de prévoir une fibre optique entre les deux sites pour assurer la communication du contrôle commande.

Ce dernier comportera deux automates :

- Le premier assurera le contrôle commande de la boucle géothermale sur GPK2 et les équipements déportés sur OPS4.
- Le second assurera le pilotage du cycle ORC.

La fibre optique sera mise en œuvre en tranchée commune avec les conduites de transport du fluide géothermal et le réseau d'eau.

2.3.1.6.4. **Besoins électriques et raccordements aux réseaux HTA**

Des études exploratoires ont été lancées pour le raccordement électrique au réseau HTA des deux sites OPS4 et GPK2 (nouvelle centrale). Ces études ont été réalisées par Strasbourg Electricité Réseau.

En première approche, le site **OPS4** serait raccordé au réseau **HTA depuis le village de Reimerswiller,** à environ 800 m au sud ;

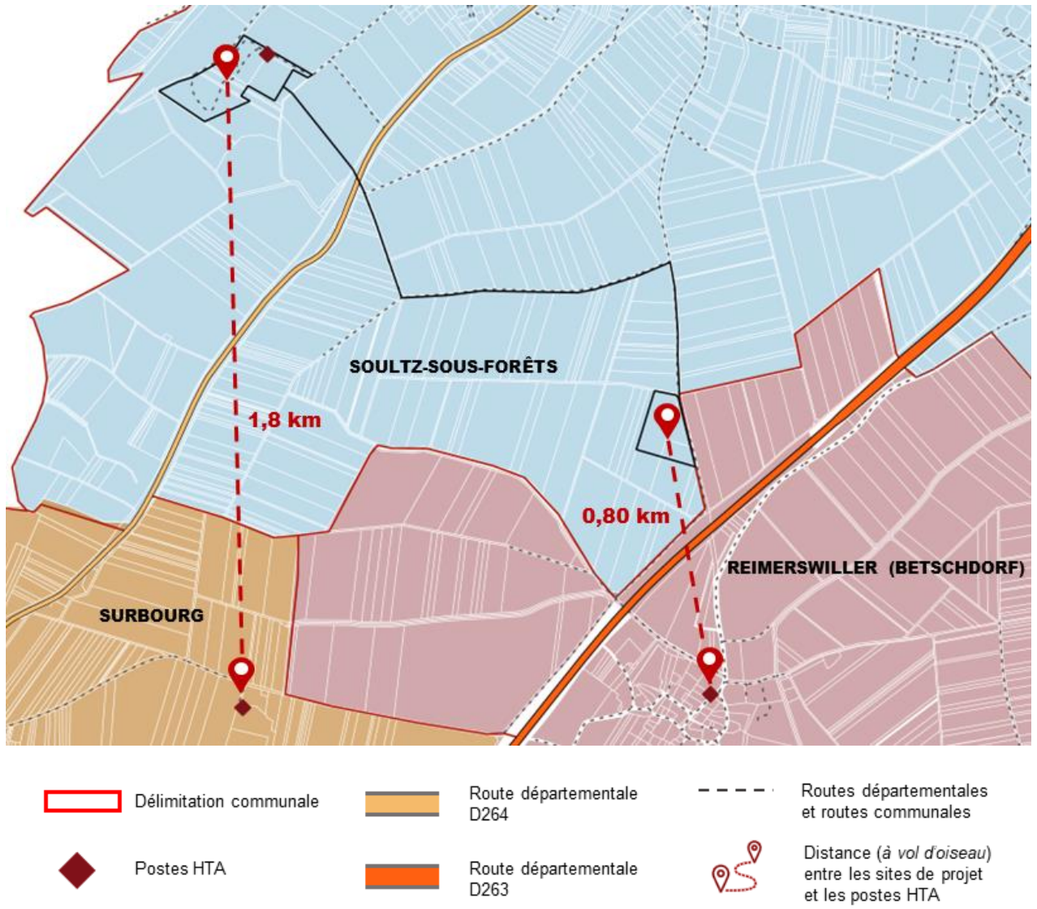


Figure 70 Localisation des postes HTA à proximités des sites OPS4 et GPK2

Le tracé de raccordement au réseau HTA fait par **trancheuse**, implique une **entaille profonde** et de **faible largeur**. Le tracé n'étant pour l'heure pas arrêté, il est cependant possible d'avancer que ce dernier s'inscrira **sous chemin**, voire **bas-côtés**.



Figure 71 Photo d'une trancheuse lors de l'installation d'un réseau électrique (source : ÉS)

2.3.2. Nouvelle centrale géothermique sur le site GPK2

2.3.2.1. ORGANISATION ET FONCTION DE LA NOUVELLE CENTRALE GEOTHERMIQUESUR LE SITE GPK2

Afin de permettre l'exploitation du doublet de géothermie réalisé sur le site de production OPS4, une **nouvelle centrale géothermique** sera réalisée à côté de la centrale géothermique existante.

Cette nouvelle centrale comportera :

- Un bâtiment abritant notamment les échangeurs pour la fourniture de chaleur ou ceux du cycle organique de Rankine (ORC), ainsi que la turbine et la génératrice ;
- Un parking ;
- Des espaces verts (minimum 10% de la surface) ;
- Des surfaces imperméabilisées ;
- Un aérocondenseur
- Une cuve de stockage de fluide pour le cycle ORC ;
- Un séparateur ;
- Un bassin bâché de stockage des eaux process ;
- Un bassin bâché de stockage d'eau en cas d'incendie.

La figure ci-contre présente une vue schématique de la nouvelle centrale sur le site GPK2, prenant place sur la parcelle 146.

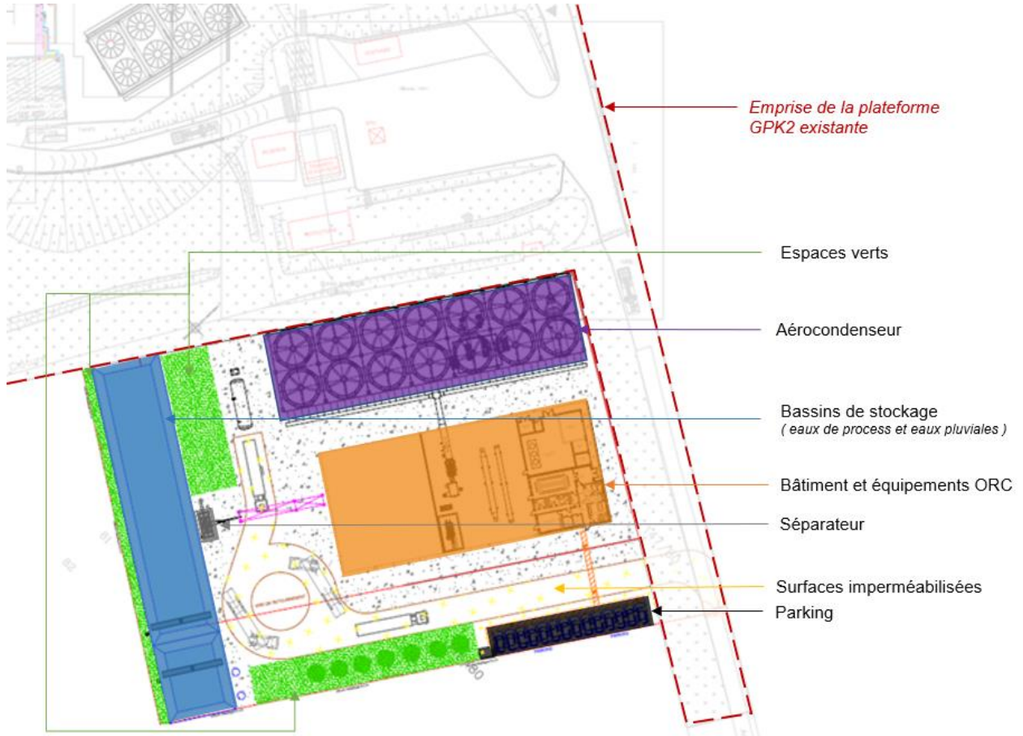


Figure 72 Vue schématique de la nouvelle centrale sur le site GPK2 (source : ÉS)

L'hypothèse technique retenue pour le dessin de la centrale géothermique est :

- Température du fluide géothermal au niveau de la centrale : 155°C
- Débit de production : 300 m³ / h
- Température minimale d'injection : 70°C

Le bâtiment de la centrale géothermique, présenté dans la Figure 73, comportera plusieurs espaces :

1 : Un atelier de production (process fluide géothermal) ;

2 : Un atelier pour le cycle ORC ;

3 : Une cabine électrique ;

4 : Des locaux pour les transformateurs électriques HTA/BT ;

5 : Un espace tertiaire.

L'ensemble des procédés abrité dans le bâtiment sera en rétention.

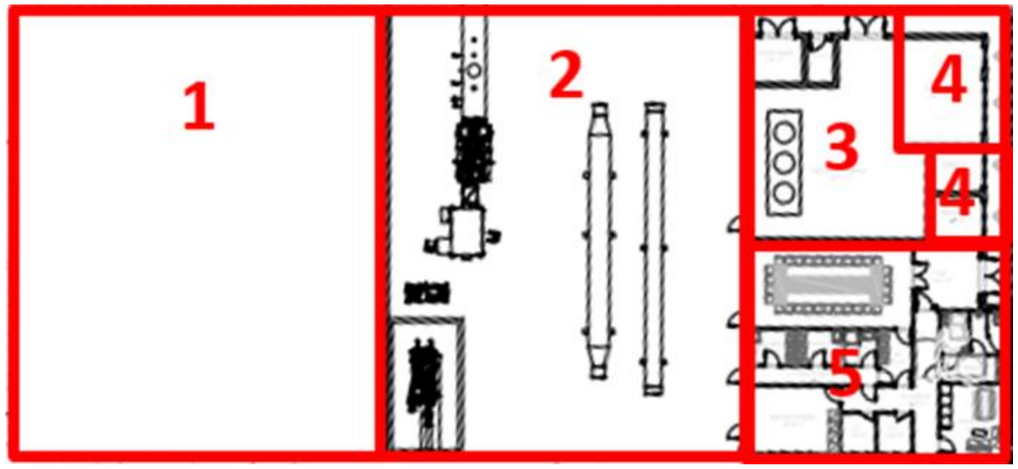


Figure 73 Vue schématique du bâtiment de la centrale géothermique (source : ÉS)

Réseau de distribution :

Un réseau de distribution de la chaleur ou de l'électricité sera mis en œuvre depuis la nouvelle centrale GPK2 afin d'alimenter les bâtiments (logements équipements, industrie…).

A ce stade amont, sans caractérisation de la ressource par la phase travaux de forage, le type d'énergie produite n'est pas défini et les cibles non identifiées.

ÉS identifiera les besoins et le tracé des réseaux d'alimentation en énergie au terme de la phase travaux de forage, en fonction des opportunités sur le territoire.

2.3.2.2. CARACTERISTIQUES DES EQUIPEMENTS DE LA NOUVELLE CENTRALE GPK2

2.3.2.2.1. **Equipements de la boucle géothermale**

A. Séparateur liquide/gaz

La nouvelle centrale géothermique sera équipée d'un séparateur liquide/gaz. Il permet de faire passer le fluide géothermal sous pression dans les conduites d'exhaure à la pression atmosphérique, ce qui se traduit par une vaporisation partielle du fluide dès lors que la température de celui-ci dépasse 100°C.

La température du fluide géothermal liquide sortant d'un séparateur est donc inférieure à 100°C.

En fonctionnement normal de l'installation, le séparateur n'est pas utilisé, et il y a donc absence de panache de vapeur s'échappant des cheminées. Il est en fait utilisé **exclusivement au démarrage du puits de production** pour le **dégorgement** et **en cas de température trop haute** à **l'injection** (pour éviter d'arrêter la production).

La fumée du séparateur est constituée de vapeur d'eau à près de 99%. En réintégrant cette vapeur d'eau dans le tableau des gaz, cela donne la composition suivante :

Tableau 45 Composition des gaz produits par le séparateur liquide/gaz

Gaz	Concentration (% vol.)
Vapeur d'eau	99
Dioxyde de carbone	1
Autres gaz	<0,1

Par ailleurs, l'eau géothermale contient de nombreux minéraux dissous, mais qui ne sont pas présents dans les gaz. Ces minéraux sont constitués pour 99% de chlorure de sodium (sel de cuisine), de potassium et de calcium.

Le fluide géothermal transitant par le séparateur est envoyé vers le plus grand bassin bâché. Le fluide géothermal stocké dans ce bassin sera ensuite repris par une pompe et envoyé la boucle géothermale après les échangeurs de chaleur.

B. L'injection d'inhibiteur

Le fluide géothermal exploité ayant une **salinité d'environ 100 g/l**, il est nécessaire d'injecter des inhibiteurs pour **limiter la formation de dépôts** et **réduire la corrosion des installations**.

Les inhibiteurs de dépôts sont ainsi injectés avant les échangeurs de chaleur à des concentrations de l'ordre de quelques ppm[2].

[2] Ppm = « partie par million » : utilisé pour exprimer une fraction massique (1 ppm = 1 mg/kg)

C. Les filtres de production

Le rôle des filtres est de **protéger les échangeurs de chaleur** contre les particules contenue dans le fluide géothermal. Ces filtres seront de types **autonettoyants par injection d'eau à contre-courant** dans les trémies. Lors des opérations de nettoyage automatique, les **déblais** sont ensuite **récupérés dans un filtre à poches très basse pression**.

D. Les échangeurs de chaleur pour alimenter des réseaux de chaleur

La nouvelle centrale géothermique sera conçue avec des échangeurs de chaleur tubulaires pour **transférer les calories de l'eau géothermal vers un réseau de chaleur**.

Les échangeurs pourront être placé en parallèle du cycle ORC ou bien en série selon le niveau de température visée.

E. Les pompes d'injection

La nouvelle centrale comportera deux pompes d'injection redondantes dans le cas où la pression du puits d'injection dépasserait la pression maintenue dans les conduites à la production.

Ces pompes, de type **centrifuges multi-étagées**, fonctionneront en **mode secours** : dans le cas où la **pression d'injection est inférieure à la pression d'exhaure**, les pompes sont alors by-passées et c'est une vanne qui régulera la pression.

F. Les conduites d'exhaure et d'injection

Tout comme sur le site OPS4, les conduites d'exhaure et d'injection sur le site GPK2 seront dimensionnées pour une **pression et une température maximales supérieures aux conditions de service attendues**, à savoir **25 bars et 155°C à la production** et **40 bars et 109°C à l'injection**.

Le matériau constituant ces conduites sera **probablement de l'acier**. La fibre de verre pourrait également être utilisée pour les conduites d'injection. La conception et la fabrication de ces conduites seront **conformes à la directive européenne en vigueur** concernant les équipements sous pression.

Les conduites d'exhaures seront **protégées contre les surpressions** par des organes de sécurités installés sur le site OPS4, telles que des **soupapes mécaniques et/ou des pressostats de sécurité**. Les conduites d'injection seront protégées contre les **surpressions et les sur-températures** par des organes de sécurités, telles que des **soupapes mécaniques et/ou des pressostats et thermostats de sécurité**, installés sur le site GPK2 au niveau des pompes d'injection.

2.3.2.2.2. Equipements du Cycle organique de Rankine (ORC)

Un Cycle Organique de Rankine (ORC) est un procédé consistant à **convertir une énergie thermique en une énergie mécanique**. Ce procédé est basé sur un cycle thermodynamique de Rankine, appliqué à un fluide de travail organique.

Pour cette nouvelle centrale, le fluide utilisé pourra être similaire à celui du cycle ORC en exploitation sur le site GPK2, à savoir l'isobutane. Ce fluide est couramment utilisé comme fluide réfrigérant sous le nom de **R600a**, et est un gaz inflammable.

D'autres fluides pourront également être envisagés (HFO, pentane, …). Les principaux équipements sont décrits ci-après.

A. La pompe de circulation

Là où les pompes de circulation, de type centrifuge, ont pour objectif de me**ttre en pression le fluide de travail liquide en sortie d'aérocondenseur** et **l'envoyer vers les échangeurs de chaleurs**. Cet équipement dispose généralement d'un filtre à l'aspiration.

B. Les échangeurs de chaleur

Le cycle ORC comprendra **plusieurs échangeurs de chaleur de technologie tubulaire à courant inverse**. Ces échangeurs peuvent être de type préchauffeurs ou évaporateur. Les préchauffeurs permettent d'assurer la **préchauffe du fluide de travail depuis sa température de condensation jusqu'à une température proche de celle de l'évaporation**.

L'évaporateur permet de **vaporiser le fluide de travail**. Une **légère surchauffe est également réalisée** afin de **s'assurer de l'absence de liquide dans la turbine**.

C. Le groupe turbo-alternateur

Le groupe turbo-alternateur comporte la turbine et la génératrice. La turbine permet de détendre le fluide de travail et de convertir l'énergie thermodynamique en travail mécanique.

La génératrice convertit ensuite ce travail mécanique en énergie électrique. La turbine comprend également des auxiliaires de lubrification. La génératrice, de type synchrone, est installée dans le prolongement de la turbine et est accouplée à celle-ci avec ou sans boite de vitesse, si les vitesses de rotations des équipements sont différentes.

Afin de pouvoir assurer un parfait accouplement de la turbine, de la boite de vitesse et de la génératrice, ces équipements sont montés sur des massifs de béton équipés de pieds réglables permettant un lignage parfait tout en assurant une stabilité stricte à l'ensemble.

D. L'aérocondenseur

L'aérocondenseur permet d'assurer une condensation du fluide de travail gazeux à basse pression en sortie de turbine à l'aide de l'air ambiant.

Il est positionné en hauteur afin de bénéficier d'une plus grande capacité d'aspiration et de limiter la reprise de l'air réchauffé par les installations à proximité. L'aérocondenseur comportera plusieurs modules équipés de ventilateurs.

E. La cuve de stockage

Cet élément permet de **stocker en toute sécurité le volume de fluide de travail contenu dans le cycle ORC**. La quantité de fluide de travail stockée dans cette cuve est prévisionnellement de 30 tonnes.

Cette cuve sera **probablement aérienne** et servira **uniquement en cas d'opération de maintenance** nécessaire sur le cycle ORC. Le fluide de travail sera alors **transféré vers la cuve**, puis le cycle pourra être **neutralisé à l'azote** avant ouverture à l'atmosphère.

Une fois les opérations de maintenance réalisées, l'air du cycle sera chassé à l'azote, puis le cycle sera tiré au vide avant de transférer le fluide de travail à nouveau dans le cycle ORC.

2.3.2.3. FREQUENTATION DU SITE

2.3.2.3.1. Personnel sur site

En phase d'exploitation, la nouvelle centrale **sur le site GPK2 sera fréquenté par 1 à 2 personnes** ; au global, la fréquentation du site GPK2, comprenant la plateforme existante et la nouvelle centrale, sera de 3 à 4 personnes sur site.

Des périodes de maintenance auront lieu chaque année, pendant 2 à 3 semaines en période estivale. Durant ces périodes, le nombre de personnes sur site est plus important (10 à 15 personnes).

2.3.2.3.2. Trafic routier

En phase d'exploitation, la nouvelle plateforme GPK2 sera desservie par 1 à 2 camions par semaine.

2.3.2.3.3. Eclairage du site

La nouvelle plateforme GPK2 sera équipé d'un éclairage de nuit LED pour des raisons de sécurité.

Le choix d'un mobilier d'éclairage orientant le flux vers le sol permettra de limiter les pollutions lumineuses de nuit.

2.3.2.4. OCCUPATION DES SOLS

Le tableau ci-dessous tient compte de l'emprise de la nouvelle centrale sur GPK2 en phase d'exploitation.

Il tient compte de l'**emprise de la parcelle destinée à accueillir la nouvelle centrale,** comme présenté **par l'encadré rouge** sur la Figure 74.

Tableau 46 Occupation des sols projetée de la nouvelle centrale GPK2 en PHASE D'EXPLOITATION

Zone	Surface approximative (m²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m²)
Bâtiments	1 420	100%	1 420
Dalles et enrobés	4 715	100%	4 715
Bassin(s)	1 050	100%	1 050
Espaces enherbé	815	10%	82
TOTAL	**8 000**	**91%**	**7 267**

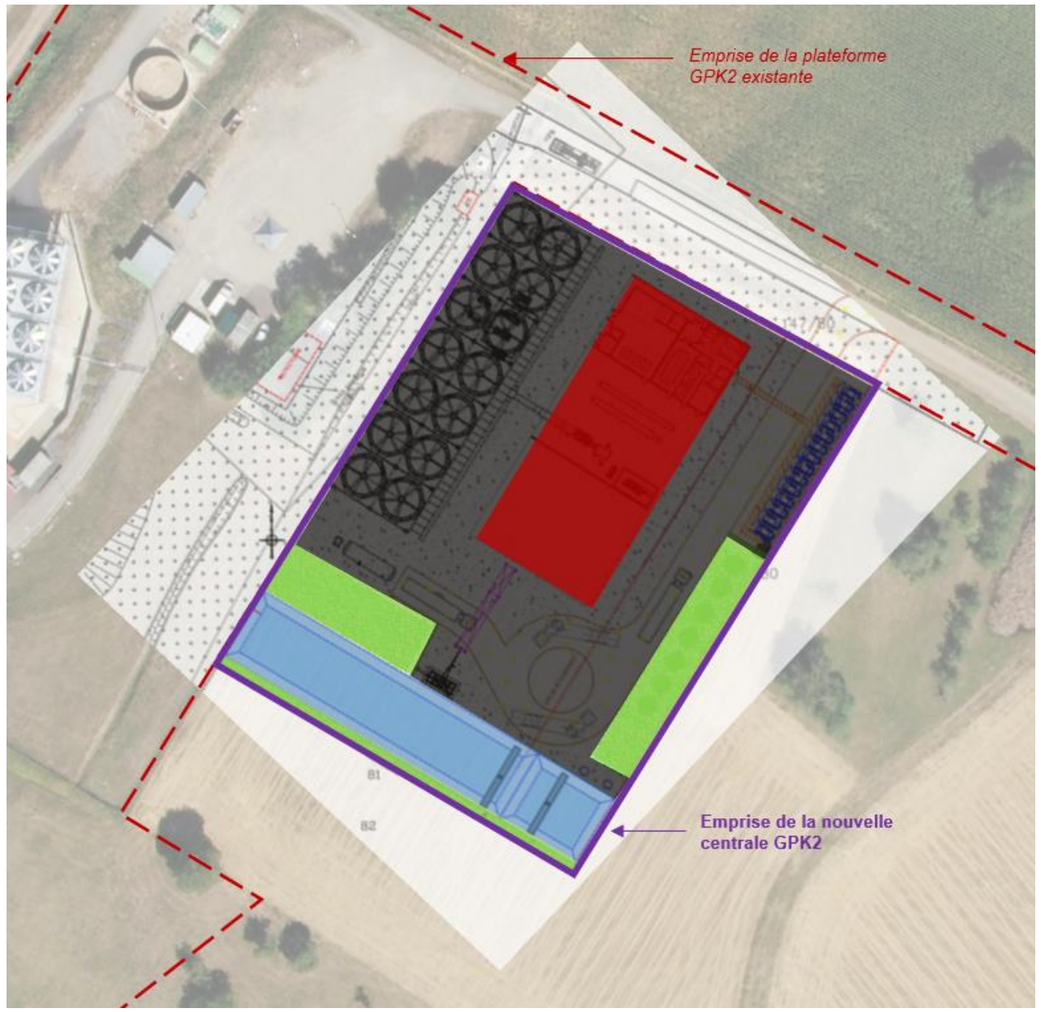


Figure 74 Plan de la nouvelle centrale géothermique sur le site GPK2, en phase d'exploitation (source : ÉS)

2.3.2.5. GESTION DES EAUX PLUVIALES

Parmi les enjeux portés par la doctrine de gestion des eaux du Grand Est, l'un des objectifs majeurs est celui de la limitation de l'imperméabilisation des sols par la désimperméabilisation ou la mise en place d'espaces à dominance enherbée.

L'applicabilité de ce principe doit prendre en compte les éléments de contexte au regard des risques liés à l'activité du site. Puisque les activités géothermiques représentant un **risque de pollution** (eaux géothermales, groupes hydrauliques… etc.), les surfaces d'activités seront étanches et équipées d'un système de collecte et de gestion dédiés.

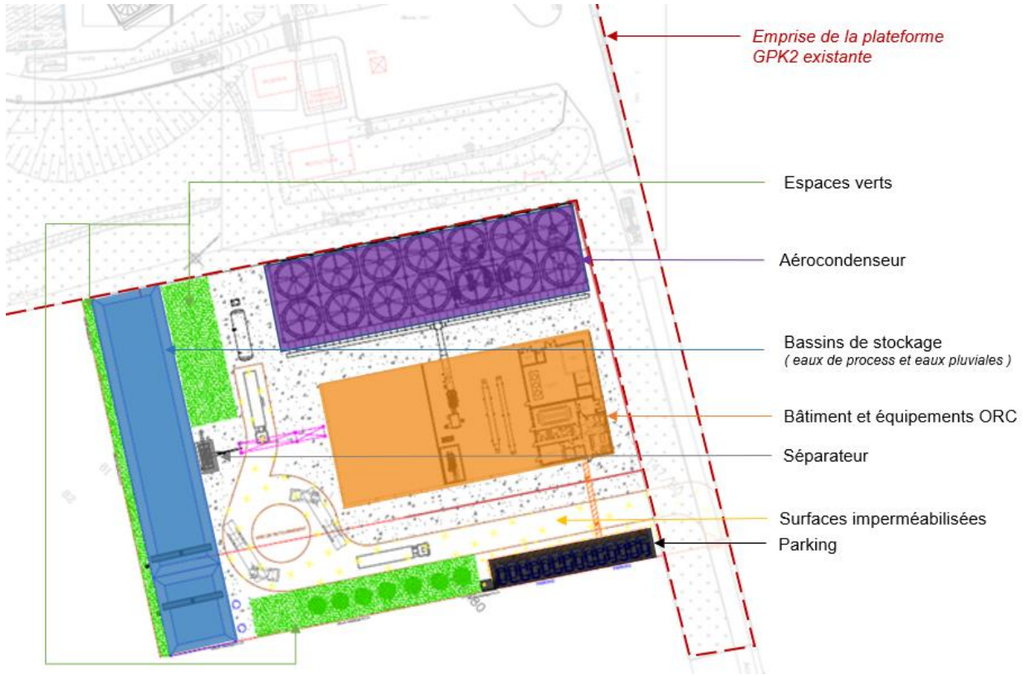


Figure 75 Plan de surfaces de la nouvelle centrale GPK2 (source : ÉS)

A l'instar de leur fonctionnement, **les centrales GPK2 existante et projetée feront l'objet d'une gestion des eaux indépendante** ; par conséquent, les modalités de gestion des eaux prévues sur la nouvelle centrale n'interagissent aucunement avec les modalités de gestion des eaux de la centrale existante.

2.3.2.5.1. Surfaces collectées

A l'exception des espaces verts, l'ensemble des surfaces d'activités sont étanches et collectées, soit environ 6 135 m² (revêtements étanches types dalles et enrobés + bâtiments).

Tableau 47 Surfaces collectées – site GPK2 en phase exploitation

Zone	Surface approximative (m²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m²)
Bâtiments	1 420	100%	1 420
Dalles et enrobés	4 715	100%	4 715
Bassin(s)	*Surfaces non collectées*		
Espaces enherbé	*Surfaces non collectées*		
TOTAL	**6 135**	**100%**	**6 135**

NB : les aérocondenseurs sont installés sur une dalle en béton ou en enrobés via des pieux d'ancrage en béton. Les eaux de ruissellement seront gérées conjointement aux eaux de ruissellement du reste de la plateforme étanche.

2.3.2.5.2. Gestion des eaux pluviales de la plateforme

À l'image du site de forage OPS4 dans ses phases de travaux de forage et d'exploitation, ou encore de la centrale géothermique déjà existante sur le site GPK2, la nouvelle centrale sera elle aussi équipée, en termes d'infrastructures liées à la gestion des eaux :

- D'un grand bassin de stockage des eaux géothermales,
- Et d'un petit bassin de stockage des eaux d'extinction d'incendie (volume à stocker : 120 m³ d'après circulaire Interministérielle n°465 du 10 décembre 1951).

Dans l'élaboration du projet de nouvelle centrale sur GPK2, le principe de fonctionnement de gestion des eaux reste sur un principe similaire à celui d'OPS4 :

- Les espaces non imperméabilisées permettront l'infiltration naturelle des eaux pluviales.
- Les eaux pluviales issues du ruissellement sur la partie imperméabilisée de la nouvelle centrale seront collectées par un réseau de collecte, puis stockées dans une réserve de volume suffisant constituée de buses béton.

A. Hypothèses de dimensionnement

- La surface active collectée est de 6 135 m² (cf. Tableau 47, page 110) ;
- La pluie considérée est une pluie décennale de durée 6 minutes à 2 heures ;
- Les coefficients de Montana utilisés sont ceux de la station de Strasbourg-Entzheim (1982-2018) :

Tableau 48 Coefficients de Montana de Strasbourg-Entzheim (1982-2018)

Période de retour	Durée de la pluie	a	b
10 ans	6 min - 2 h	6,759	-0,618

- Le débit de fuite de l'ouvrage de rétention est de 10 l/s

Le volume à stocker est calculé suivant la méthode des pluies.

B. Calcul du volume de rétention

Le volume de la pluie décennale généré par le site en phase d'exploitation a été estimé à environ 190 m³ par les calculs de dimensionnement.

Les eaux pluviales collectées seront stockées dans des buses béton d'une capacité d'environ 190 m³.

2.3.2.5.3. **Contrôle de la qualité des eaux avant rejet**

Les buses seront équipées d'un dispositif d'obturation et de confinement des eaux de type vanne, actionnable manuellement.

En exploitation, cette vanne sera normalement fermée et la conductivité des eaux collectées sera contrôlée :

- Si la conductivité est inférieure à une limite comprise entre 1 et 5 mS/cm, alors la vanne sera ouverte manuellement par un opérateur. Les eaux seront traitées par un débourbeur/déshuileur de classe 1 avant rejet à débit limité vers le milieu récepteur (dispositif d'infiltration, cf. §2.3.2.5.4 ci-après).

  Ce dispositif permet d'obtenir des teneurs en hydrocarbures résiduels inférieures à 5 mg/l. Le débourbeur/déshuileur fera l'objet d'inspections régulières et de curages si besoin pour évacuer les hydrocarbures piégés. La vanne se refermera automatiquement après vidange des buses de stockages.

- En cas de contamination chimiques des eaux (conductivité supérieure à la limite fixée), la vanne restera fermée et les eaux stockées seront alors pompées dans le bassin d'eaux de process (petit bassin au sud du site).

A la fin de chaque évènement pluvieux significatif, ce contrôle de la conductivité sera effectué afin de procéder à la vidange du dispositif et garantir ainsi la disponibilité des volumes pour les occurrences à venir.

En cas de remplissage du bassin d'eaux de process, celui-ci sera pompé vers OPS4 via le réseau d'eau mis en œuvre en tranchée commune avec le réseau de transport du fluide géothermal, et réinjecté dans le forage.

2.3.2.5.4. **Dimensionnement du dispositif d'infiltration**

A. Calcul du volume à évacuer

En aval du dispositif de traitement, les 190 m³ d'eaux pluviales stockés dans les conduites de stockage seront évacués à débit limité 10 l/s vers un dispositif d'infiltration.

Le volume à évacuer correspondra donc :

- Au débit de fuite de 10 l/s pendant 2 heures (durée théorique de l'évènement pluvieux)
- A la vidange de 190 m³ d'eaux pluviales stockées dans les conduites au terme de l'évènement pluvieux.

Tableau 49 Bilan des volumes à infiltrer et durée de l'infiltration

Période	Durée	Débit	Volume
Durant l'évènement pluvieux	120 minutes	10 l/s	72 m³
Après l'évènement pluvieux (vidange)	317 minutes	10 l/s	190 m³
TOTAL	**437 minutes**	**10 l/s**	**262 m³**

En bleu : valeur calculée

Le volume d'eau à évacuer est donc de 262 m³.

B. Dimensionnement du dispositif d'infiltration

Rappel : le dispositif d'infiltration n'est pas défini à ce stade. Le dimensionnement ci-dessous prévoit un type de dispositif théorique.

Afin d'assurer l'infiltration des eaux pluviales traitées rejetées, un système de type casiers d'infiltration / rétention pourrait être envisagé. Ce type de dispositif est constitué de modules constitués de 90% de vides, assemblés entre eux pour répondre au besoin de stockage, et adaptés à la circulation des véhicules en surface. Le recouvrement minimum est de 0,8 m environ (selon modèles).

La hauteur des modules dépendant des fournisseurs, nous prendront l'hypothèses de modules de 0,60 m de haut sur un seul niveau afin de maximiser la surface d'infiltration tout en limitant les terrassements.

Tableau 50 Dimensionnement d'un ouvrage d'infiltration théorique

Volume à stocker (= volume à évacuer) *	262 m³
Volume de l'ouvrage (90% de vides)	291 m³
Hauteur des modules	0,60 m
Surface de l'ouvrage	**490 m³**

** NB : la perméabilité des sols mesurée est de 1.10^{-6} m/s (cf. **VOLET 3 : Etude d'impact / 1.1.3. Géologie**, page 150). Par conséquent, le volume infiltré sur la durée considérée étant négligeable comparé au volume entrant, il n'a pas été pris en compte dans le calcul du dimensionnement.*

Le dispositif pourrait être implanté sous les espaces verts situés au nord de la nouvelle plateforme (cf. Figure 76) ; cet emplacement présente l'avantage à la fois :

- de ne pas être utilisé par les circulations de véhicules,
- de se situer en point bas du site,
- de se situer à proximité immédiate de l'ouvrage de stockage des eaux géothermales, envisagé pour la décharge du dispositif d'infiltration en cas de pluie exceptionnelle (cf. Figure 76).

Le dimensionnement du dispositif est présenté à titre indicatif ; les dimensions des modules pourront différer des valeurs ci-dessus, dans la mesure où le stockage du volume nécessaire est assuré.

C. En cas de pluie exceptionnelle

En cas d'évènement pluvieux de durée supérieure à la pluie de dimensionnement, conduisant à une insuffisance du dispositif d'infiltration, un pompage vers le bassin permettra d'évacuer les eaux en surplus.

2.3.2.5.5. En cas de pluie exceptionnelle

En cas d'évènement pluvieux important conduisant à une insuffisance des conduites de stockage, un dispositif de pompage permettra d'évacuer le surplus vers le bassin.

Aucun rejet à l'extérieur du site n'est prévu dans le cadre du projet.

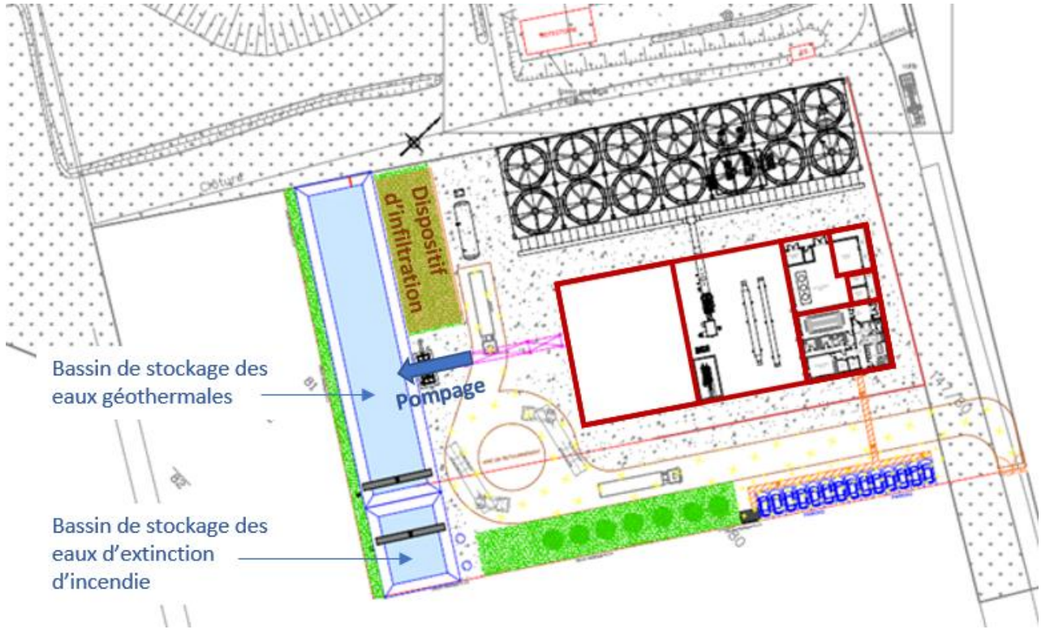


Figure 76 Localisation sommaire des dispositifs de gestion des eaux de la nouvelle centrale sur GPK2

2.3.2.5.6. Confinement des eaux d'extinction d'incendie

Dans le cas où un incendie se déclencherait sur le site, la vanne située en aval de la conduite de stockage sera maintenue fermée afin de garantir le confinement des eaux d'extinction d'incendie.

Les équipements de gestion des eaux pluviales de la plateforme d'exploitation devront également être en mesure de stocker les eaux d'extinction d'incendie.

Le volume à stocker correspondent aux exigences de la circulaire Interministérielle n°465 du 10 décembre 1951 : **60 m³/h pendant 2 heures, soit un volume total de 120 m³.**

Le volume de la conduite de confinement, de 190 m³, présente une réserve de capacité de 70 m³. Il garantit ainsi le stockage de l'intégralité des eaux d'extinction d'incendie, même dans le cas d'une concomitance avec un évènement pluvieux.

Rappelons qu'en principe, le dispositif de stockage fait l'objet d'un contrôle puis d'une vidange régulière, au terme de chaque évènement pluvieux significatif, afin de garantir la disponibilité des volumes pour les occurrences à venir.

Les eaux d'extinction d'incendie seront ensuite pompées et stockées dans le petit bassin à ciel ouvert, destiné au stockage des eaux d'incendie.

2.3.2.5.7. **Synthèse de la gestion des eaux pluviales**

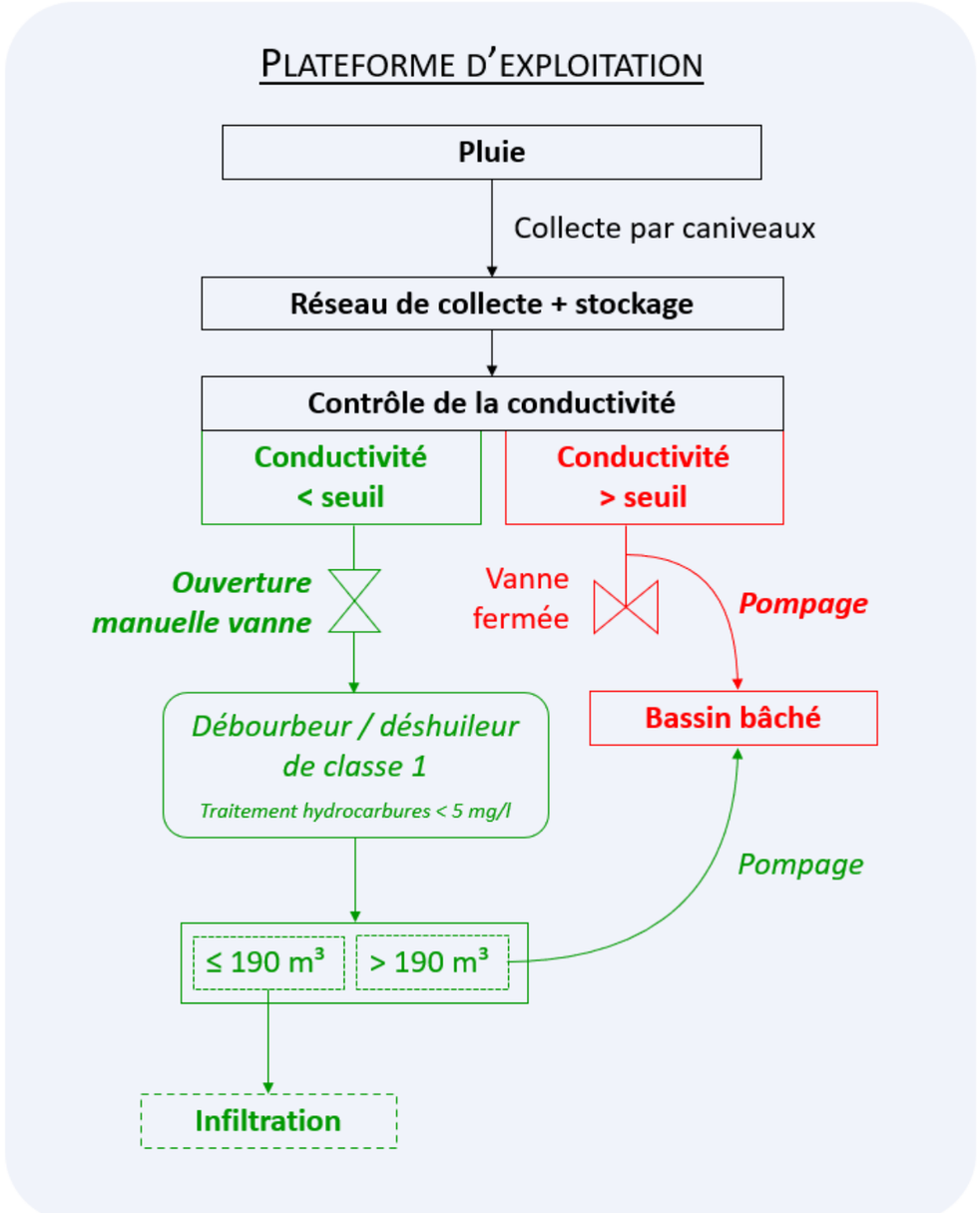


Figure 77 Synoptique de la gestion des eaux pluviales de la nouvelle centrale sur le site GPK2 en phase exploitation

2.3.2.6. BESOINS EN RESEAUX DIVERS

2.3.2.6.1. **Alimentation en eau potable**

En phase d'exploitation, l'eau douce n'est consommée que dans le process lui-même. Le seul besoin en eau douce est ponctuel et lié au nettoyage des installations lors des phases de maintenance. Sur la base de la consommation annuelle de la centrale géothermique de Rittershoffen, les besoins seront de l'ordre de 500 m³/an en exploitation.

La plateforme actuelle GPK2 est raccordée au réseau d'eau potable depuis Soultz-sous-Forêts ; toutefois, le diamètre de la conduite ne permet pas l'alimentation de l'extension depuis ce réseau, notamment pour assurer la défense incendie du site (débit de 60 m³/h pendant 2h nécessaire, circulaire Interministérielle n°465 du 10 décembre 1951).

La création de la nouvelle centrale GPK2 nécessitera un nouveau raccordement eau potable DN90, qui sera mis en œuvre depuis la conduite située au droit de la route reliant Surbourg à Soultz-sous-Forêts, la départementale D264.

Les modalités de raccordement et les débits de pointe prélevables sur le réseau sans affecter le service public seront définis avec le concessionnaire du réseau, le Syndicat des Eaux de Soultz-sous-Forêts.

2.3.2.6.2. **Assainissement**

En phase exploitation, la nouvelle centrale géothermique sur le site GPK2 accueillera 1 à 2 personnes par jour (soit 3-4 personnes en tout avec la centrale existante).

Lors des périodes de maintenance, qui ont lieu durant 2 à 3 semaines en été, le personnel sur site s'élève à 10-15 personnes.

Pour rappel, le site n'est pas desservi par le réseau d'assainissement ; le réseau d'assainissement le plus proche se situe à 400 m à proximité des lotissements de la rue de Meissacker (cf. ***VOLET 3 : Etude d'impact / 1.3.7. Réseaux divers***, page 202).

Le règlement de PLU de la commune de Soultz-sous-Forêts mentionne, au **chapitre VII – article 4** :

> *« **Eaux usées** : En cas d'absence de réseau d'assainissement collectif, l'assainissement autonome est autorisé selon la réglementation en vigueur mais le raccordement au réseau d'assainissement collectif sera obligatoire dès que ce dernier sera étendu pour desservir le secteur. »*

Avant l'aménagement de la plateforme de forage, ÉS prendra contact avec le service public en charge de l'assainissement collectif, à savoir le SICTEU de la région de Soultz-sous-Forêts, pour valider une solution d'assainissement conforme à la réglementation en vigueur. Cette solution pourra être :

- Une installation d'assainissement non collectif conforme au règlement du service public d'assainissement non collectif, publié par le SDEA, version juillet 2021 ;
- Un raccordement au réseau d'eaux usées le plus proche (suivant contraintes de raccordement altimétrique).

2.3.2.6.3. **Contrôle commande (fibre)**

La centrale géothermique comportant deux sites, il sera nécessaire de prévoir une fibre optique entre les deux sites pour assurer la communication du contrôle commande.

Ce dernier comportera deux automates.

- Le premier assurera le contrôle commande de la boucle géothermale sur GPK2 et les équipements déportés sur OPS4. Dans le cas de production électrique ;
- Le second assurera le pilotage du cycle ORC.

La fibre optique sera mise en œuvre en tranchée commune avec les conduites de transport du fluide géothermal et le réseau d'eau.

2.3.2.7. BESOINS ELECTRIQUES ET RACCORDEMENTS AUX RESEAUX HTA

Selon la DT-DICT Strasbourg Electricité Réseaux, la centrale géothermique existante sur GPK2 est raccordée à un réseau HTA en provenance de Soultz-sous-Forêts. Cet équipement est cependant jugé insuffisant dans le cadre de la création de la nouvelle centrale.

Des études exploratoires ont été lancées pour le raccordement électrique au réseau HTA des deux sites OPS4 et GPK2 (nouvelle centrale). Ces études ont été réalisées par Strasbourg Electricité Réseau.

La nouvelle centrale sur le site **GPK2** nécessite un **renforcement du réseau HTA et une connexion depuis le village de Surbourg,** à environ 2 km au sud-ouest.

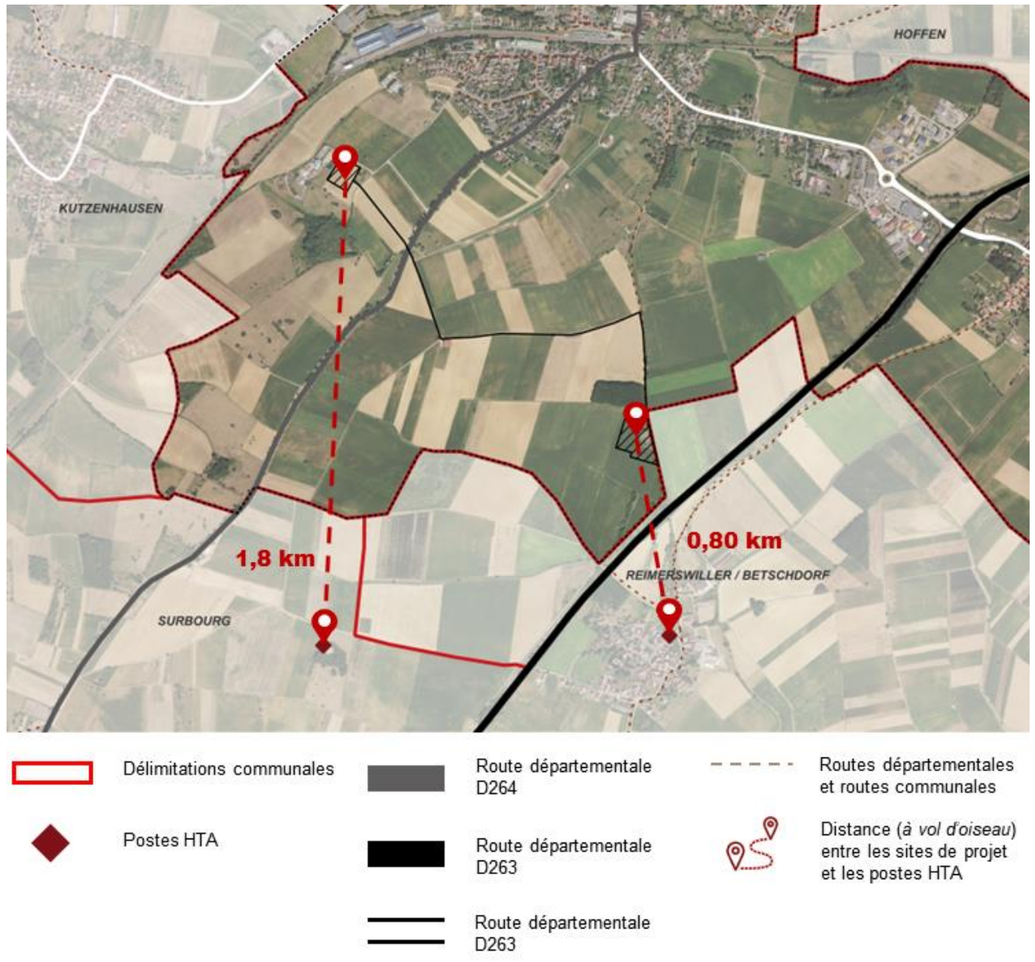


Figure 78 Localisation des postes HTA à proximités des sites OPS4 et GPK2

Le tracé de raccordement au réseau HTA fait par **trancheuse**, implique une **entaille profonde** et de **faible largeur**. Le tracé n'étant pour l'heure pas arrêté, il est cependant possible d'avancer que ce dernier s'inscrira **sous chemin**, voire **bas-côtés**.

2.3.3. Conduites de transport du fluide géothermal

2.3.3.1. CHEMINEMENT DU TRACE DE LA CONDUITE

L'implantation des forages sur le site OPS4 et de la centrale sur le site GPK2 implique la nécessité de transporter du fluide géothermal. La longueur totale du tracé des conduites entre les sites d'OPS4 et de GPK2 sera d'environ 1,9 km. Le tracé suivra la topographie entre les deux sites, ce qui l'inscrira dans un dénivelé total d'environ 30 m.

Le tracé prendra place au travers de 10 parcelles, dont :

- 4 chemins d'exploitation ;
- 1 route départementale ;
- 2 chemins ruraux ;
- 3 parcelles privées.

Tableau 51 Synthèse des parcelles cadastrées concernant le tracé des canalisations

TYPOLOGIE	COMMUNE	PREFIXE	SECTION	NUMERO
Chemins d'exploitation (4)	Soultz-sous-Forêts 67474	000	35	143
		000	35	112
		000	36	409
		000	35	302
Parcelles privées (3)		000	35	46
		000	35	47
		000	35	146
Route départementale - RD264 *(1)*		*Parcelles non cadastrées*		
Chemins ruraux *(2)*				

NB : Même en l'absence de mention d'un chemin au cadastre, tout chemin affecté à l'usage du public est **présumé**, jusqu'à preuve du contraire, appartenir à la commune sur le territoire de laquelle il est situé. [3]

Contrairement aux voies communales qui font partie du domaine public routier et qui sont, à ce titre, inaliénables et imprescriptibles, les **chemins ruraux sont les chemins appartenant aux communes**, **affectés à l'usage du public**, qui **n'ont pas été classés comme voies communales**. Ils font partie du **domaine privé de la commune**. [4]

Les **voies communales**, à l'inverse des chemins ruraux, représentent **l'ensemble des voies de circulation appartenant au domaine routier public**, et dont la maintenance, autant de la voie en elle-même que de ses dépendances, est assurée par la commune.

Les **chemins** et **sentiers d'exploitation** sont ceux qui servent exclusivement à la **communication entre divers fonds**, ou à **leur exploitation**. Ils sont, en l'absence de titre, présumés appartenir aux propriétaires riverains, chacun en droit soi, mais l'usage en est commun à tous les intéressés. L'usage de ces chemins peut être interdit au public. [3]

La Figure 79 présente une vue aérienne et topographique sur fond cadastrale, du tracé entre les deux sites.



Figure 79 Topographie générale du site, sur fond cadastral – Source des données : Grand Est

[3] Propriété des chemins ruraux non cadastrés – Jurisprudence – Observatoire des Collectivités

[4] Légifrance

TYPOLOGIE		COMMUNE	PREFIXE	SECTION	NUMERO
Chemins d'exploitation (4)		Soultz-sous-Forêts 67474	000	35	143
			000	35	112
			000	36	409
			000	35	302



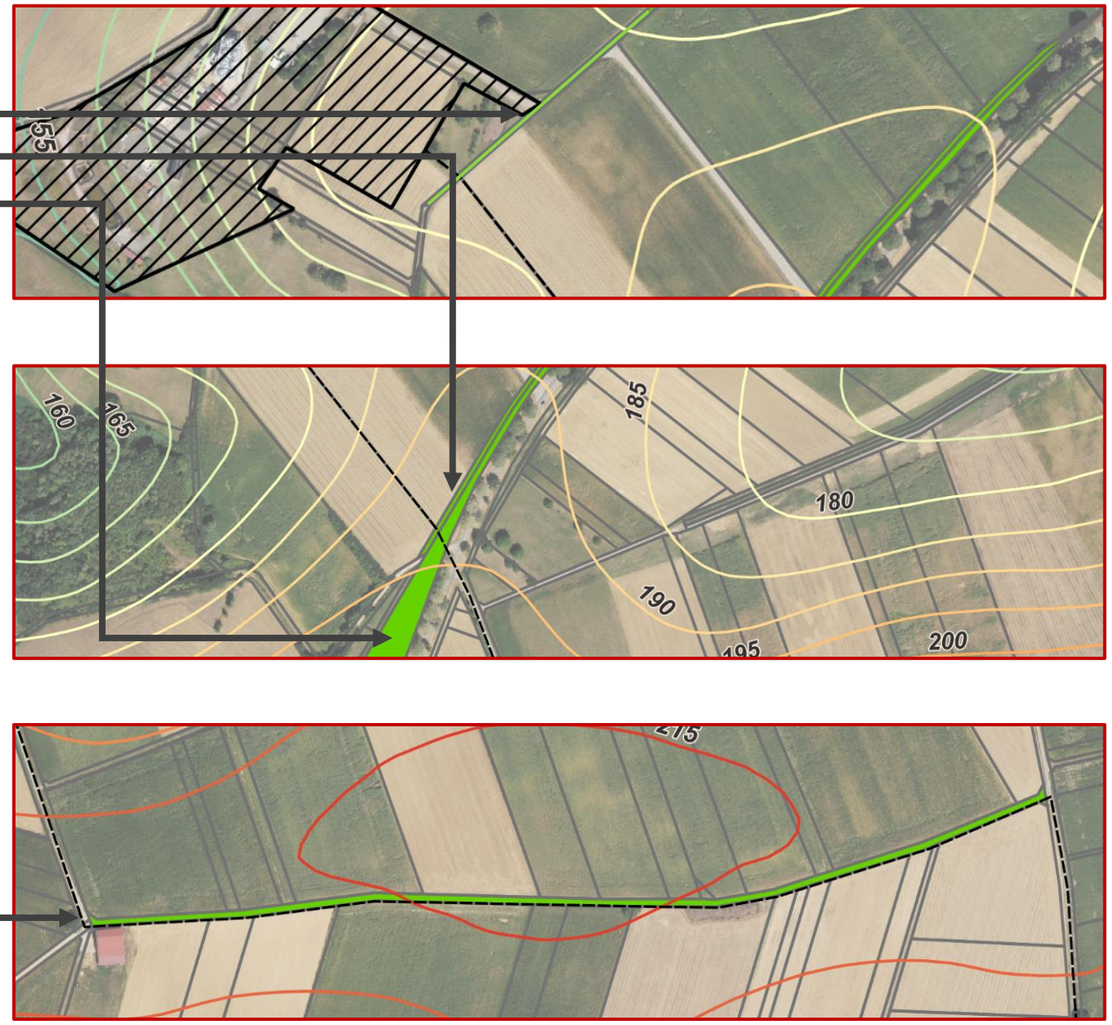


Figure 80 ***Détails des parcelles cadastrées considérées : Chemins d'exploitation***













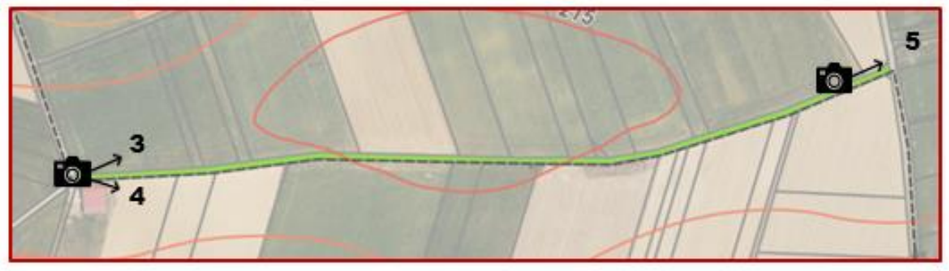
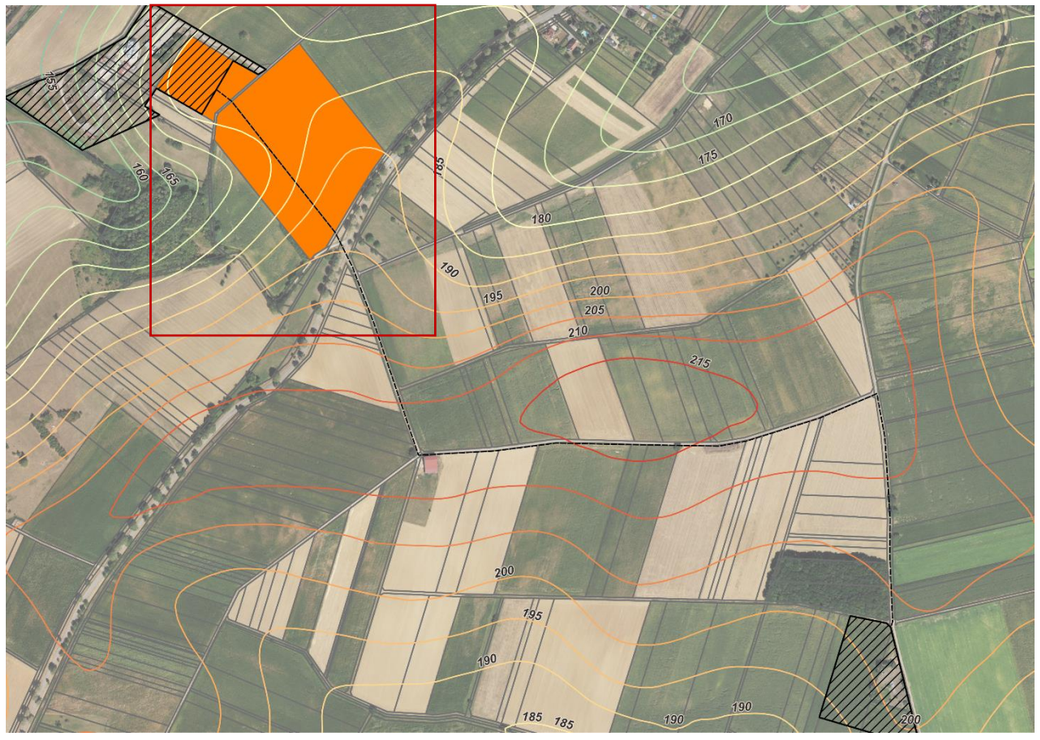


Figure 81 Vues des chemins d'exploitation concernés par le projet

TYPOLOGIE		COMMUNE	PREFIXE	SECTION	NUMERO
Parcelles privées (3)		Soultz-sous-Forêts 67474	000	35	46
			000	35	47
			000	35	146



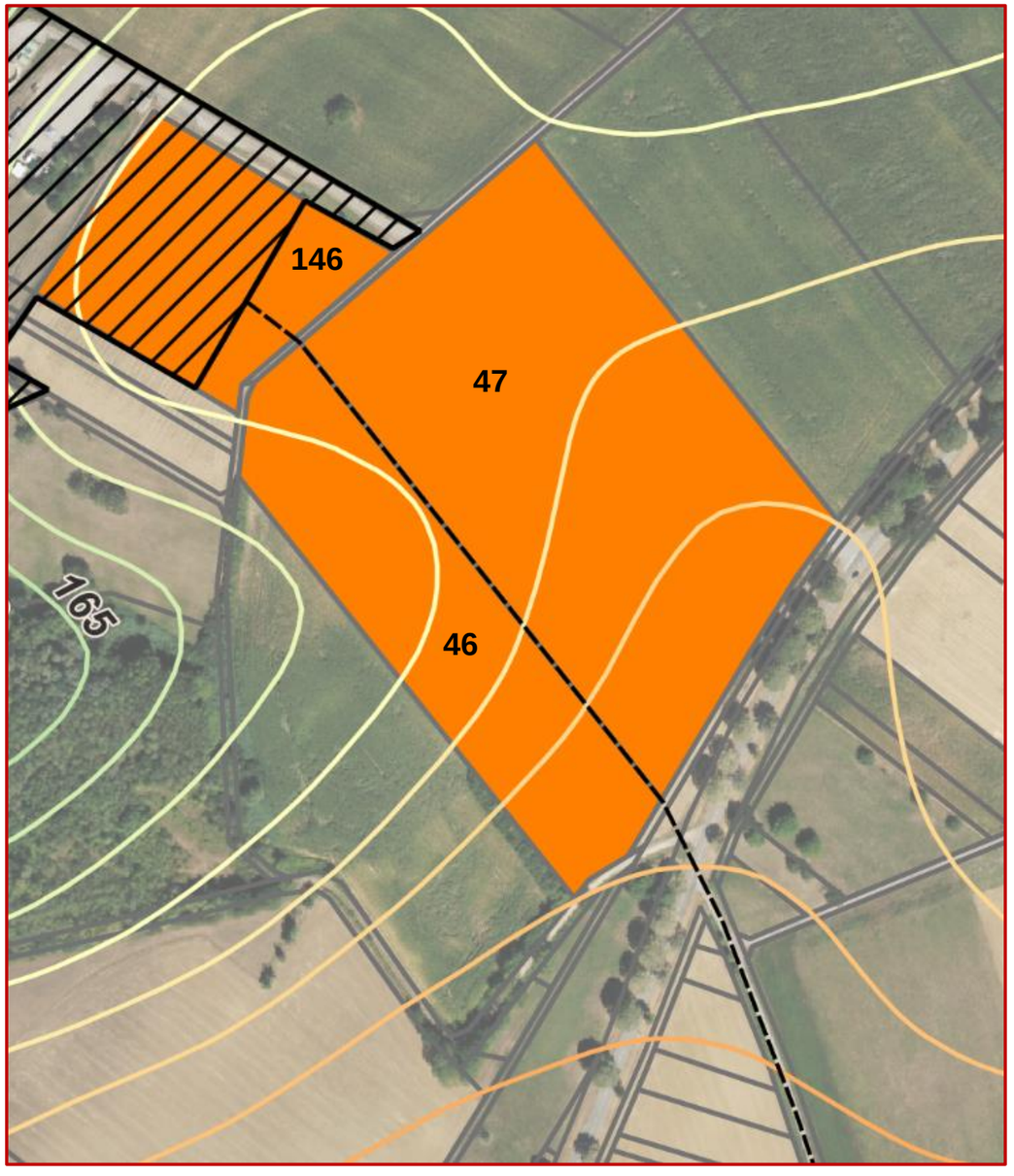


Figure 82 Détails des parcelles cadastrées considérées : Parcelles privées

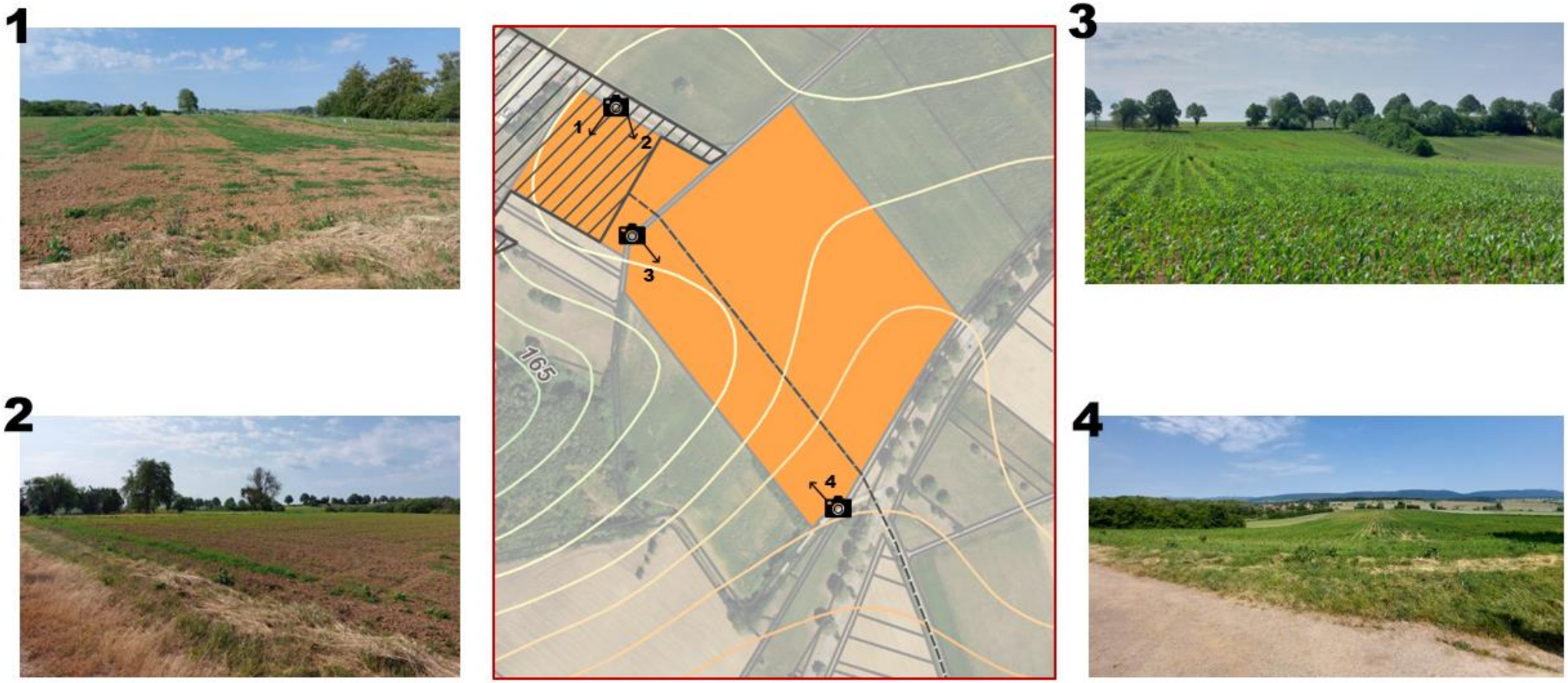


Figure 83 ***Vues des parcelles privées concernées par le projet***

TYPOLOGIE	COMMUNE	PREFIXE	SECTION	NUMERO
Route départementale - RD264 *(1)*	Soultz-sous-Forêts 67474	*Parcelles non cadastrées*		
Chemins ruraux *(2)*				



Figure 84 ***Détails des parcelles non cadastrées : RD 264***



Figure 85 ***Détails des parcelles non cadastrées : Chemins ruraux***

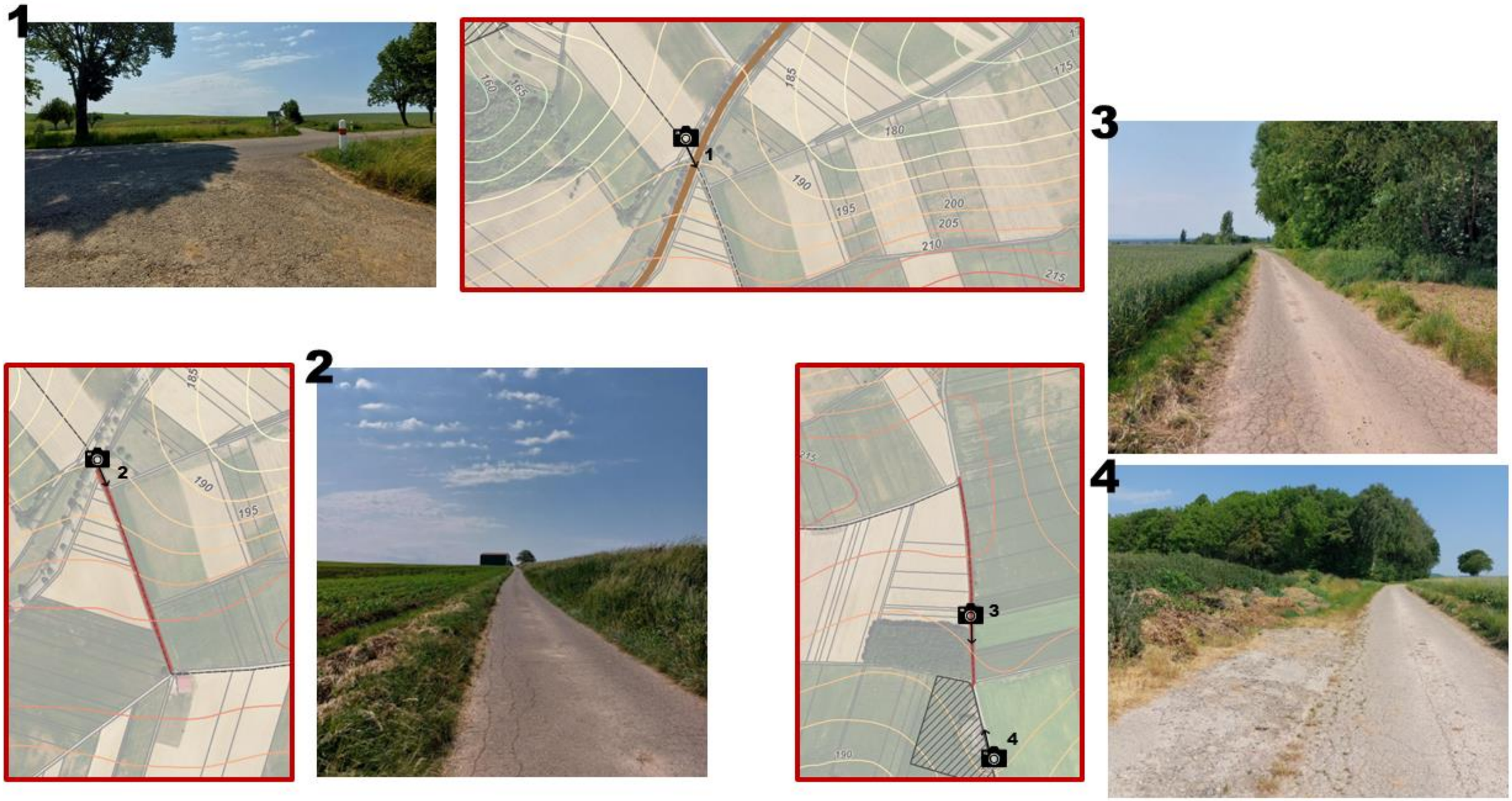


Figure 86 ***Vues des parcelles non cadastrées concernées par le projet***

Le tracé comportera trois points singuliers :

1. Le premier se situe à proximité de la plateforme OPS4 et concerne le croisement d'une conduite de transport de gaz. Pour ce point singulier, les canalisations passeront probablement sous la conduite de gaz en respectant les distances d'éloignement (40 à 50 cm) et la pose des grillages avertisseurs conformément à la norme NF P98-332. La canalisation aller étant protégée par une protection cathodique, tout comme la conduite de transport de gaz, une étude d'influence mutuelle sera soumise à l'approbation du GRT Gaz. Des points de prise de potentiel seront également installés sur les conduites au niveau du croisement par des personnes qualifiés selon le mode opératoire défini par le GRT Gaz. En surface, un coffret de mesure type BC 50 avec platines de connexion sera également installé à proximité du croisement afin de permettre les contrôles de la protection cathodique en exploitation conformément à la norme NF EN 12 954.

2. Le second point concerne la présence d'un point haut à proximité du hangar agricole à mi-chemin entre les deux sites. Ce point haut comportera un purgeur d'air sur chacune des conduites pour chasser l'air qui pourrait s'accumuler. Une sorte de puisard, présenté sur la Figure 87 pourra alors être utilisé au niveau de point. Ces puisards sont entièrement préfabriqués en usine. Ils sont étanche à l'eau et sont équipés d'une échelle, d'un puisard d'aspiration et d'un sol en béton, ainsi que de conduits d'aération et de ventilation.

   La figure ci-dessous présente une vue d'un puisard qui pourrait être utilisé au niveau du point haut.



Figure 87 Vue d'un puisard anticipé pour être installé au niveau du point haut (source : ÉS)

3. Enfin le dernier pont singulier concerne la traversée de la route départementale D264 et de la conduite de distribution de gaz la longeant. La réalisation de cette traversée nécessitera la fermeture durant 4 à 5 jours de la route départementale afin d'ouvrir la chaussée et réaliser les travaux

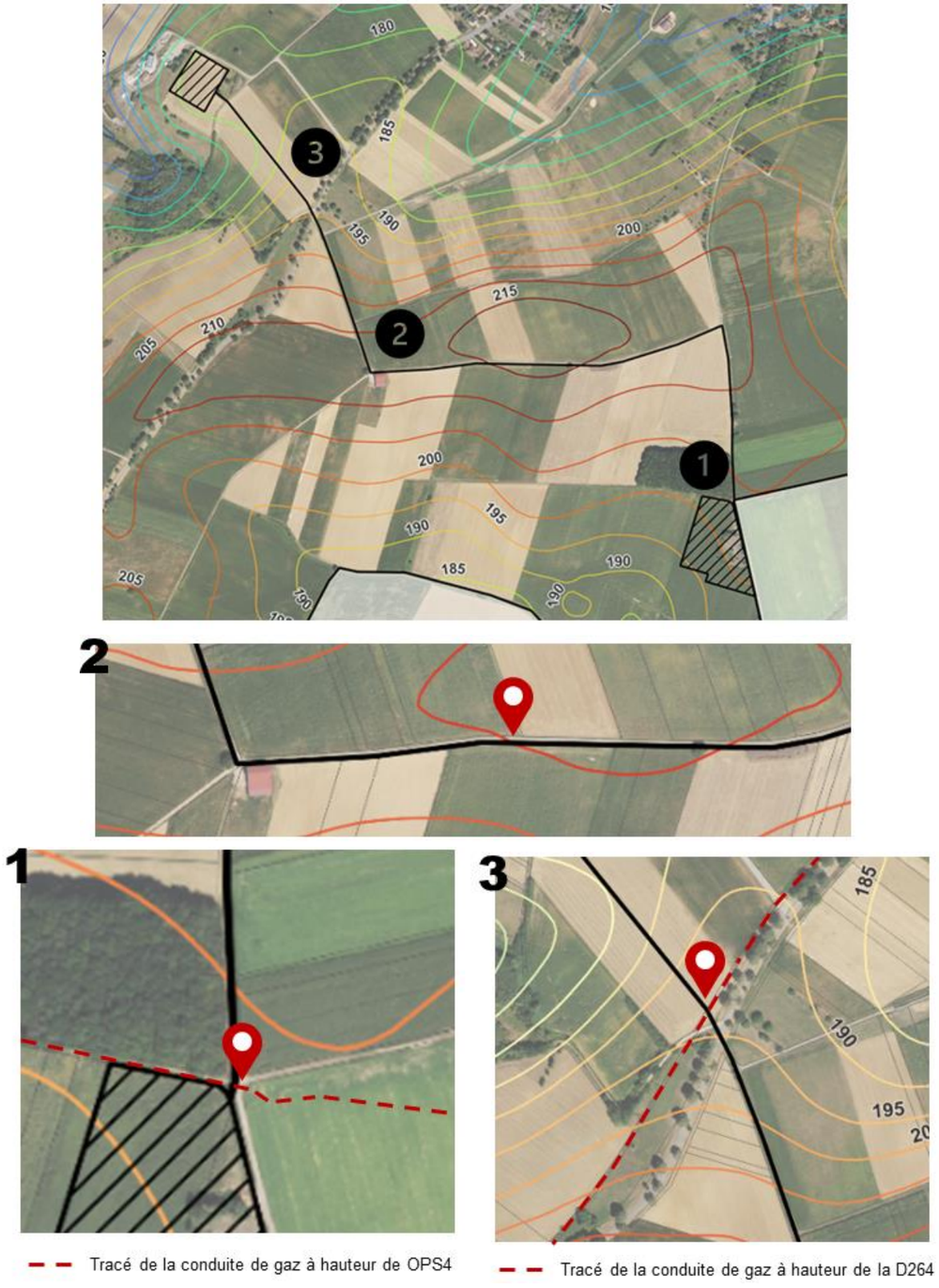


Figure 88 Représentation des trois points singuliers sur le tracé de la conduite

2.3.3.2. DESCRIPTION DES TRAVAUX

2.3.3.2.1. Mode de pose

Les conduites transportant le fluide géothermal entre les deux sites seront enterrées sur l'intégralité du tracé. Les conduites seront posées sur un lit de sable de 10 cm d'épaisseur en fond de fouille.

La largeur de la fouille dépendra de la taille des conduites, mais elle pourrait être de l'ordre de 1,5 m. Le sable couvrira ensuite les conduites jusqu'à +10 cm au-dessus des génératrices supérieures de celles-ci. Un grillage avertisseur sera posé sur la cote supérieure du sable et le reste de la fouille comprendra les matériaux qui auront été excavés préalablement.

La finition en surface dépendra de la localisation de la conduite et pourra être de la terre végétale, lorsque les conduites passent à travers champs, ou de l'enrobé lorsqu'elles passent sous les routes communales et départementales. La Figure 89 propose une vue schématique en coupe des canalisations.

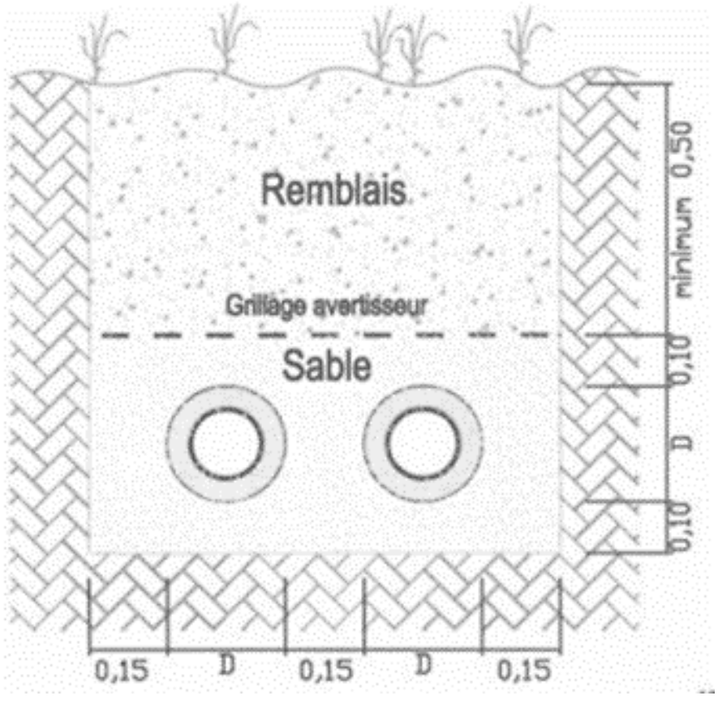


Figure 89 Vue schématique en coupe des canalisations de transport du fluide géothermal (source : ÉS)

Le réseau sera signalé par un grillage avertisseur orange (les eaux géothermales étant identifiées comme des produits chimiques).

2.3.3.2.2. Emprise du chantier

L'emprise globale du chantier (piste d'accès et zone de stockage latérale à la tranchée et tranchée elle-même), sera **d'environ 13 à 15 m de large** illustré dans la Figure 90, avec a minima les emprises suivantes :

- Emprise du chantier : 4,50 m
- Piste de travail : 3,50 m
- Stockage de terre végétale : 5,50 m
- **Largeur totale : au moins 13,50 m.**

Les travaux seront réalisés par tranche linéaire de plusieurs centaines de mètres,

Le cahier des charges des entreprises qui effectueront les travaux inclura des clauses relatives à une organisation responsable du chantier (base de vie pour les ouvriers, maintien du site en parfait état de propreté, tri des déchets, emploi d'engins aux normes anti-pollution actuelles...).

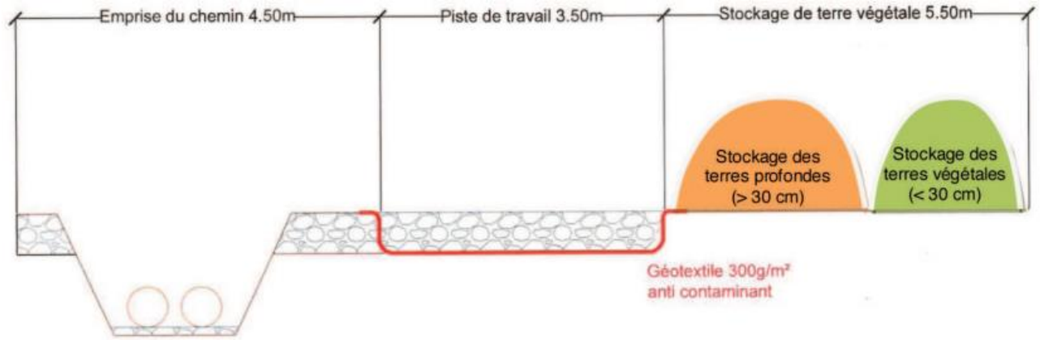


Figure 90 Vue schématique de l'emprise du chantier durant les travaux (source : ÉS)

2.3.3.2.3. Autres réseaux

Une **fibre optique** sera posée dans la fouille pour permettre aux automates des deux sites de communiquer, ainsi qu'un réseau **d'eau** : eaux pluviales, eaux géothermales.

- **Fibre optique** : un fourreau mis en œuvre en tranchée commune avec les conduites de transport de fluide géothermal accueillera le réseau fibre, permettant la communication des automates situés sur les deux sites OPS4 et GPK2. Il sera signalé par un grillage avertisseur vert (fibre optique).
- **Réseau d'eau** : ce réseau d'un diamètre 100 mm (prévisionnel) permettra les transferts d'eau pluviale ou d'eau géothermale d'un site à l'autre, nécessaires aux activités d'exploitation géothermique. Contrairement aux conduites de transport du fluide géothermal, ce réseau ne sera pas sous pression. Il sera signalé par un grillage avertisseur orange (produits chimiques) compte tenu de la présence d'eaux géothermales.

La coupe type de la tranchée accueillant l'ensemble des réseaux est présentée en page suivante.

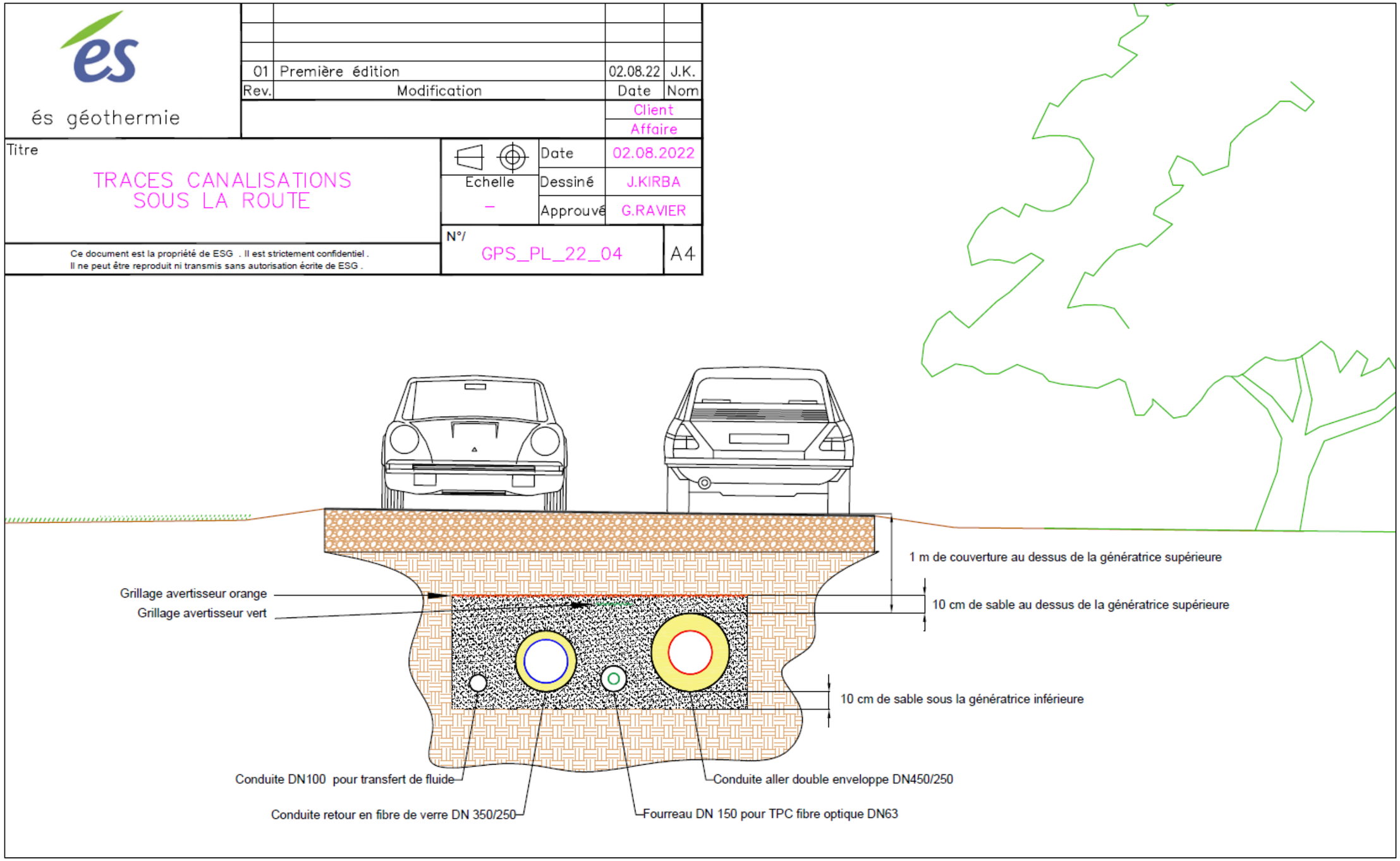


Figure 91 Coupe de principe des réseaux en tranchée commune – tous réseaux (source : ÉS)

2.3.3.2.4. **Traversée sous la RD264 et croisement gaz**

Le réseau de transport du fluide géothermal traversera la RD264 reliant Soultz-sous-Forêts à Surbourg.



Figure 92 Points singuliers : zoom sur la traversée de la RD264 (point singulier 3)

Les travaux de mise en œuvre de la conduite de part et d'autre de la D264 nécessiteront la fermeture de la route.

L'intervention prévoit :

- L'ouverture d'une tranchée en travers de la RD264 ;
- La mise en œuvre des réseaux (y compris lit de pose, remblai, grillage avertisseur…)
- La fermeture de la tranchée et la réalisation d'un enrobé.

Afin de limiter au maximum la durée de la mise en œuvre des réseaux, ceux-ci seront préparés en avance, notamment les soudures, avant le démarrage de travaux sous RD264.

Ainsi, **la durée de fermeture de la route pourra être limitée à 4 à 5 jours**. Une déviation sera proposée pour rediriger le trafic routier par la D263.

ÉS prendra l'attache du concessionnaire de la canalisation de gaz afin de sécuriser les travaux de croisements de réseaux, et de lui fournir toute information nécessaire à l'ajustement de la protection cathodique de l'ouvrage. Des premiers échanges ont déjà été réalisés dans le cadre des déclarations de travaux (DT).

2.3.3.3. CARACTERISTIQUES DES CONDUITES

2.3.3.3.1. **Conduite aller**

La conduite aller sera de type double enveloppe, comme pour la centrale géothermique de Rittershoffen, car c'est la seule technologie sans caniveaux permettant le transport de fluide ayant une température supérieure à 119°C.

La différence avec Rittershoffen est que cette conduite transportera le fluide géothermal et non pas de l'eau adoucie traitée.

La Figure 93 présente une vue en coupe d'une conduite de type double enveloppe. Cette canalisation sera prévisionnellement constituée :

- D'un tube caloporteur métallique, en acier au carbone ou en acier inoxydable ;
- D'un isolant thermique en laine minérale ;
- D'un espace annulaire sous vide (entre 2 et 7 mbar) pour améliorer l'isolation thermique ;
- D'un système de centrage et de dilation environ tous les 3 m ;
- D'un tube enveloppe en acier soudé revêtu à l'extérieur d'un revêtement en polyéthylène contre la corrosion externe.

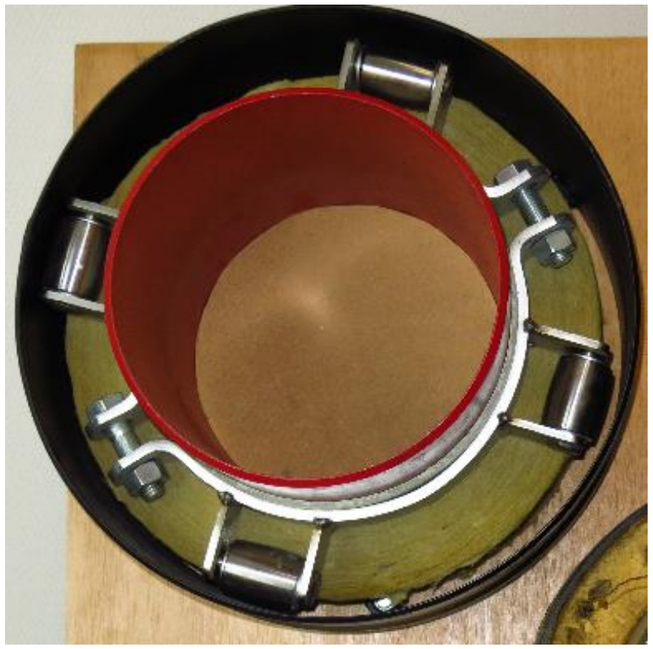


Figure 93 Vue en coupe d'une conduite double enveloppe (source : ÉS)

Pour cette conduite, le vide sert à la fois à l'isolation thermique, mais également pour la détection de fuite (interne ou externe). Un capteur de pression placé sur chacun des sites permettra de vérifier en continu la pression du vide, pouvant générer des alarmes en cas de dépassement d'un certain seuil de pression.

Une pompe de maintien du vide sera localisée sur le site GPK2 et le tracé comportera vraisemblablement deux tronçons de vide isolables. En plus du **revêtement externe en polyéthylène**, cette conduite sera également protégée contre la corrosion par une **protection cathodique**.

2.3.3.3.2. **Conduite retour**

La **conduite retour sera de pré-isolée** et **transportera le fluide géothermal vers le puits d'injection après extraction des calories**, et non **pas de l'eau adoucie traitée**.

La Figure 94 présente une vue d'une conduite de type double enveloppe. Cette canalisation sera prévisionnellement constituée :

- D'un tube caloporteur en fibre de verre ou en acier ;
- D'un isolant thermique en mousse de polyuréthanne ;
- D'un câble électrique en cuivre ;
- D'une enveloppe extérieure en polyéthylène ;



Figure 94 Vue en coupe d'une conduite pré-isolée (source : ÉS)

Pour cette conduite, c'est le câble électrique qui est utilisé pour la détection de fuite. Un capteur placé au niveau de la centrale permettra de vérifier en continu la résistance électrique du câble et pourra générer des alarmes en cas diminution de la résistance, signifiant la présence d'eau dans la mousse en polyuréthanne.

2.3.3.3.3. **Caractéristiques du fluide géothermal transporté**

Le fluide géothermal qui sera pompé sur le site d'OPS4 aura des **caractéristiques très semblables** au fluide géothermal pompé sur les sites à proximité.

La **salinité totale est d'environ 100 g/l**, les ions majoritaires, plus de 98% du total des ions dissous, étant Cl- (~60 g/l), Na+ (~26 g/l), Ca2+ (~7 g/l) et K+ (~4 g/l).

2.3.3.3.4. **Température de service**

La **température de service** (Ts) est la **température maximale pour laquelle la tuyauterie a été calculée**. Elle est strictement supérieure à la température maximale de l'application. Elle est également supérieure ou égale à la température de réglage des dispositifs de sécurité.

En prenant une marge de 10 à 15°C, la température de service de la conduite aller serait de 170°C.

La conduite retour se situant après la valorisation de la chaleur pour la production d'électricité et chaleur, la **température du fluide géothermal en régime établi se situera entre 60 et 80°C**.

Par conséquent, il n'est pas nécessaire de dimensionner la tuyauterie retour pour une température de service aussi élevée que la conduite aller. Afin de faire face à une défaillance des unités de valorisation thermique, la conduite retour sera dimensionnée pour une température de service de 109°C. Des thermostats de sécurité permettront de s'assurer du non-dépassement de la température de service, en déclenchant des arrêts de sécurité.

2.3.3.3.5. Pression de service

La pression de service (Ps) est la **pression maximale de calcul à laquelle pourrait être soumis l'équipement**. Elle est strictement supérieure à la pression en exploitation liée à l'application. Elle est également supérieure ou égale à la pression de réglage des dispositifs de sécurité.

Afin de maintenir le fluide géothermal sous pression au-dessus de dégazage du CO_2 (22 bars à 155°C), compenser les pertes de charge entre les deux sites et l'altimétrie, la **pression au départ de la conduite aller en exploitation sera de l'ordre de 25 bars**. Par conséquent, la **pression de service de la conduite aller devra être de 30 bars** en prenant une sécurité.

La pression de service de la conduite retour devra être au minimum de 40 bars. Des soupapes de sécurité ou des Pressostats permettront de s'assurer du non-dépassement d'une pression limite dans le réseau.

2.3.3.3.6. Débit de service

Un débit d'exploitation de 300 m³/h est envisagé sur le site OPS4. Les canalisations aller et retour seront donc dimensionnées pour le transport de 300 m³/h entre les deux sites.

2.3.3.3.7. Diamètre des tubes caloporteurs

Pour un débit de service de 300 m³/h, le diamètre des tubes caloporteurs sera de l'ordre de DN250 (10").

2.3.3.4. FUITES DES CANALISATIONS

2.3.3.4.1. Conduite aller

La conduite aller, de type **double enveloppe**, constitué entre autres d'un espace annulaire sous vide, permettra au-delà de sa fonction d'isolation thermique, de détecter les fuites aussi bien internes qu'externes.

Grâce à la présence d'un capteur de pression, placé sur chaque site ; il sera donné de vérifier en continu, la pression du vide, ce qui en cas d'anomalie (dépassement d'un certain seuil de pression), pourra générer une alerte.

2.3.3.4.2. Conduite retour

Dans le cas de la conduite retour, c'est cette fois-ci le câble électrique qui représentera l'outil de détection de fuite. Comme pour la conduite aller, un capteur placé au niveau de la centrale, permettra la vérification continue de la résistance électrique du câble, ce qui en cas de diminution de la résistance, déclenchera la manifestation d'un alerte, équivalent à la présence d'eau dans la mousse en polyuréthanne.

2.3.3.4.3. Procédure en cas d'alerte

En cas de détection de fuite, la procédure sera la suivante :

- Déclenchement automatique d'une **alarme d'astreinte** ;
- **Vérifier l'alarme** (problème capteur, problème étanchéité du vide en surface, faux contact électrique…) ;
- Si l'alarme est confirmée, **inspection du tracé** (point haut, travaux non déclarée, trace de fuite…) ;
- Si la fuite n'est pas localisée visuellement, **arrêt de la production pour test de tenue en pression** :
  - Si la pression est maintenue, fuite venant de la double enveloppe ou de la gaine en PE du tube retour :
    - Remise en production,
    - Recherche de la fuite,
    - Ouverture,
    - Réparation,
    - Vérification étanchéité,
    - Fermeture.
  - Si la pression chute, fuite supposée du tube transportant le fluide géothermal à l'aller ou au retour :
    - Recherche de la fuite,
    - Ouverture,
    - Réparation,
    - Vérification étanchéité,
    - Remise en production.

2.4. REMISE EN ETAT APRES EXPLOITATION

2.4.1. Remise en état des sites

Les surfaces mobilisées pour le projet seront restituées à leur usage initial au terme de l'exploitation, selon le zonage des parcelles au Plan Local d'Urbanisme :

- En zone AA : restitution à l'agriculture
- En zone UT : évolution en Zone d'Activités Economiques.

Le démantèlement des installations comprendra :

- Démontage des installations métalliques,
- Démontage des enrobés et bétons (si restitution à l'exploitation agricole)
- Dépose des réseaux
- Comblement des bassins
- Diagnostics de pollution des sols et dépollution éventuelle
- Sur le site OPS4 : **cimentation des puits**

Pour le site OPS4, accueillant les puits de pompage et d'injection, la remise en état du site se déroulera en plusieurs étapes :

- **Démantèlement et fermeture des puits** (cf. partie 2.4.1, à partir de la page 128) :
- **Surveillance de la sismicité, de fuites éventuelles ou d'autre impact sur le long terme**, conformément aux exigences réglementaires. Ces opérations de surveillance s'effectueront dans l'emprise actuelle des puits d'observation.
- Au terme de la période d'observation : **démontage des têtes de puits et de la dalle**.

Les modalités de remise en état et de suivi seront mises en œuvre conformément aux exigences réglementaires.

2.4.2. Démantèlement des installations de surfaces

En **cas de mise à l'arrêt des installations** concourant à la production d'électricité à partir de la chaleur géothermale, les dispositions suivantes seront prises :

- La purge des circuits d'isobutane et l'élimination de ce fluide dans un centre autorisé ;
- L'évacuation des produits d'exploitation et éventuels déchets présents dans l'établissement selon les règles de l'art ;
- L'évacuation des éléments du circuit primaire susceptibles d'être contaminés par des radioéléments contenus dans l'eau géothermale (selon les dispositions règlementaires en vigueur) ;
- L'élimination de ces éléments dans un centre autorisé ;
- La coupure de l'alimentation électrique et de celle en eau ;
- La fermeture des locaux et du site grâce au maintien en place de la clôture.

En outre, l'exploitant placera le site dans un état tel qu'il ne puisse porter atteinte aux intérêts mentionnés à l'article L.511-1 du code de l'environnement.

2.4.3. Démantèlement des puits d'exploitation et d'observation

2.4.3.1. CONTEXTE

La fermeture des puits géothermiques relève de la même réglementation et des mêmes pratiques que pour les puits d'hydrocarbures. Les textes réglementaires et techniques définissant les mesures d'abandon des puits d'hydrocarbures et géothermiques sont le décret n°2000-278 du 22 mai 2000, modifiant le décret 80-331 du 7 mai 1980 et introduisant un Titre « Recherche par Forage, Exploitation de Fluides par Puits et traitement de ces Fluides », dans le Règlement Général des Industries Extractives, se substituant au Titre « Forage » (Article 49 – Fermeture définitive des puits). La procédure détaillée d'abandon doit être préalablement proposée à la DREAL pour approbation, conformément à l'arrêté d'exploitation qui la prévoit.

2.4.3.2. REGLES DE FERMETURE D'UN PUITS

Les opérations réalisées lors de la fermeture d'un puits doivent : interdire toute possibilité de fuite des effluents vers la surface, prévenir toute pollution et protéger l'utilisation future des aquifères et empêcher la circulation des fluides entre plusieurs niveaux géologiques perméables.

Ces objectifs sont atteints grâce à la mise en place de barrières à différents niveaux. L'efficacité des barrières doit être fiable dans le temps. Les plus durables et fiables sont les Barrières Solides Consolidées (BSC), qui sont constituées d'un matériau (ciment, résine, agent sédimentable…) mis en place dans un découvert, un cuvelage ou un annulaire par circulation et se consolidant rapidement après mise en œuvre.

Les **solutions techniques de fermeture d'un puits** sont spécifiées dans le **Règlement Général des Industries Extractives** :

- **L'isolement du découvert et des niveaux réservoirs** : En considérant que la fermeture sera définitive et irréversible, le premier bouchon de ciment sera placé de part et d'autre du sabot de cuvelage de production et permettra le remplissage par injection de ciment de forage au droit du réservoir et de la partie inférieure du cuvelage.
- **L'isolement complémentaire à l'intérieur du cuvelage** : au droit des niveaux stratégiques (comme l'Albien et le Néocomien dans le Bassin parisien) un bouchon de ciment doit être mis en place avec 50 m de recouvrement de part et d'autre de ceux-ci ;
- **L'isolement des annulaires non cimentés** : s'il existe des annulaires (espace terrain-tubage) non remplis de ciment et comportant des niveaux susceptibles d'être des réservoirs, et si ces niveaux communiquent entre eux ou communiquent avec la surface, il faudra les isoler soit par injection sous pression (squeeze) ou circulation de ciment par des perforations, soit par injection sous pression (squeeze) de ciment par l'espace annulaire à partir de la tête de puits ;
- **L'isolement complémentaire des annulaires cimentés** : si la qualité de la gaine de ciment annulaire terrain-tubage est douteuse et s'il y a risque de percement du tubage par corrosion, des bouchons

seront placés à l'intérieur du tubage pour interdire tout risque de communication entre deux niveaux-réservoirs, de pression et/ou de fluides différents, situés au droit de la partie cimentée de ce tubage ;

- **L'obligation de placer un bouchon de ciment sur la tête des liners** (ou coupe de cuvelage) : un bouchon de 100 m de hauteur doit être mis en place au niveau et de part et d'autre de la réduction de diamètre ;
- Le **bouchage de la surface** : un bouchon de 100 m de hauteur doit être mis en place entre 100 m de profondeur et la surface (fond de cave) ;
- La **procédure pour tester les bouchons après leur mise en place** : les bouchons doivent être testés hydrauliquement à 20 bars (test en pression depuis la surface) et mécaniquement par application d'un poids de 5 T sur le sommet du bouchon de ciment ;
- En surface, le cuvelage sera laissé quelques mètres sous la surface du sol et la partie sommitale sera close par une plaque boulonnée ou soudée.

La procédure de fermeture d'un ou des puits exploités par la centrale de Soultz-sous-Forêts suivra les recommandations du Règlement Général des Industries Extractives et établira une procédure, en concertation avec la DREAL et en s'inspirant de la procédure d'abandon des puits géothermique GEV-1 et GEV-2 d'Evry en 1999, qui était la suivante :

- Un **enregistrement de diagraphie de calibrage des cuvelages** ;
- Le **curage des cuvelages de production** ;
- Le **contrôle du découvert** ;
- Un **enregistrement des diagraphies de calibrages après curage** ;
- La **mise en place de bouchons de ciment** et le test de ceux-ci ;
- La **coupe du cuvelage en fond de cave avec soudage d'une plaque d'acier avant le remblayage de la cave**.

L'application stricte de la procédure du Règlement Général des Industries Extractives à la fermeture des puits géothermiques, permettra, par le contrôle de l'état du puits et par la **mise en place judicieuse de Barrières Solides Consolidées** en concertation avec la DREAL :

- De prévenir toute pollution des eaux superficielles par dégorgement accidentel des puits ;
- D'empêcher la circulation du fluide géothermique exploité avec d'autres couches géologiques perméables, bien que les eaux souterraines des environs de Soultz-sous-Forêts soient toutes fortement minéralisées avec des caractéristiques chimiques très proches ;
- De protéger l'utilisation future des aquifères.

2.5. ESTIMATION DES CONSOMMATIONS ET DES EMISSIONS

2.5.1. Inventaire de cycle de vie du projet

L'inventaire de cycle de vie du projet est basé sur les données prévisionnelles déjà disponibles, l'inventaire de cycle de vie de la centrale de Rittershoffen, ainsi que sur l'inventaire du cycle de vie de l'ORC de la centrale géothermique de Traunreut en Allemagne.

2.5.1.1. PHASE 1 : TRAVAUX DE FORAGE (SITE OPS4)

- **Préparation de la plateforme de forage :**
  - Diesel : 30 000 l
  - Acier : 20 t
  - Béton : 60 t
  - Graves : 6 600 m³
  - Enrobé : 1500 t
  - PEHD : 10 t
  - Evacuation déblais : 2 750 m³
- **Réalisation des forages**
  - Eau : 3 000 m³
  - Diesel : 900 000 l
  - Acier : 520 t
  - Ciment : 380 t
  - Bentonite : 100 t
  - Carbonate de calcium : 90 t
  - Cellulose : 70 t
  - Chlorure de sodium : 30 t
  - Evacuation déblais : 880 m³ (30% eau)

2.5.1.2. PHASE 2 : TRAVAUX D'AMENAGEMENT DE LA CENTRALE ET DE LA CANALISATION

- **Site de forage OPS4 :**
  - Acier : 60 t
  - Acier inoxydable : 12 t
- **Canalisations :**
  - Acier : 120 t
  - Acier inoxydable : 70 t
  - Laine de roche : 6 t
  - Sable : 1 300 m³
  - Graves : 3 200 m³
  - Enrobé : 500 t
  - Evacuation déblais : 3 200 m³
- **Nouvelle centrale GPK2 :**
  - Béton : 1 600 t
  - Acier : 1 100 t
  - Acier inoxydable : 44 t
  - Acier galvanisé : 100 t
  - Graves : 3 500 m³
  - Enrobé : 675 t
  - Isobutane : 30 t
  - Laine de roche : 26 t
  - Evacuation déblais : 8 000 m³

2.5.1.3. PHASE 3 : EXPLOITATION

- Electricité (OPS4) : 4 600 MWh/an
- Eau : 500 m³ / an
- Huile : 8 t / an
- Inhibiteurs : 25 t / an

2.5.2. Estimation des consommations de matériaux

Tableau 52 Consommations de produits et matériaux pour la réalisation des TRAVAUX DE FORAGE et des TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT

	Unité	Phase travaux de forage (OPS4)		Travaux d'aménagement			TOTAL
		Préparation de la plateforme de forage	Réalisation des forages	Site de forage OPS4	Canalisations	Nouvelle centrale GPK2	
Acier	t	20	520	60	120	1 100	**1 820**
Acier galvanisé	t					100	**100**
Acier inoxydable	t			12	70	44	**126**
Bentonite	t		100				**100**
Béton	t	60				1 600	**1 660**
Carbonate de calcium	t		90				**90**
Cellulose	t		70				**70**
Chlorure de sodium	t		30				**30**
Ciment	t		380				**380**
Diesel	L	30 000	900 000				**930 000**
Eau	m³		3 000				**3 000**
Enrobé	t	1 500			500	675	**2 675**
Graves	m³	6 600			3 200	3 500	**13 300**
Isobutane	t					30	**30**
Laine de roche	t				6	26	**32**
PEHD	t	10					**10**
Sable	m³				1 300		**1 300**

Tableau 53 Consommations de produits par an et sur la durée de vie du projet en phase EXPLOITATION

	Unité	Par an	TOTAL sur 25 ans
Electricité (OPS4)	MWh/an	4 600	**115 000**
Eau	m³	500	**12 500**
Huile	t	8	**200**
Inhibiteurs	t	25	**625**

2.5.3. Estimation de la production de déchets

La production totale de déchets, liée à la phase travaux de forage sur le site OPS4, puis à l'aménagement des sites avant exploitation (phase travaux) est de l'ordre de **14 830 m³ de déblais évacués**.

Tableau 54 Déblais évacués (phase travaux)

Site / phase		Volume de déblais évacués (m³)
Phase travaux de forage (OPS4)	Préparation de la plateforme de forage	2 750
	Réalisation des forages	880
Travaux d'aménagement	Site de forage OPS4	0
	Canalisations	3 200
	Nouvelle centrale GPK2	8 000
Phase exploitation		-
TOTAL		**14 830**

2.6. PLANNING DE REALISATION DU PROJET

	Durée	2024				2025				2026				2027				2028			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1. Phase de travaux de forage																					
▪ Réalisation de la plateforme OPS4	**1 an**																				
▪ Exploration de la ressource : forages, tests et validation de la ressource	**1 an**																				
2. Phase de travaux d'aménagement																					
▪ Réalisation de la nouvelle centrale GPK2 et de la plateforme d'exploitation OPS4	**2 ans**																				
▪ Réalisation de la plateforme d'exploitation OPS4 (1)																					
▪ Réalisation du réseau enterré (2)	**6 mois**																				
3. Phase d'exploitation (3)	**25 ans**																				

(1) Travaux de libération des emprises sur OPS4 à partir d'octobre 2026 (mesure MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année)

(2) Travaux de mise en œuvre de la conduite préférentiellement entre octobre et mars (mesure MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année) :

a. Engagement ferme de respect des périodes favorables au droit des zones à enjeu (bois au nord du site OPS4)

b. Application selon contraintes de chantier pour le reste du linéaire

(3) Exploitation sur 25 ans : 2028-2053

3. JUSTIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES DU PROJET

3.1. RAISONS DU CHOIX DE LA GEOTHERMIE

3.1.1. Contexte réglementaire [5]

La loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte de 2015 et la loi Energie-Climat adoptée en 2019, engagent la France à :

- d'ici **2050** : atteindre la neutralité carbone, et réduire de 50% la consommation d'énergie finale par rapport à 2012.
- d'ici **2030** :
  - **atteindre une part de 33% d'énergies renouvelables** dans la consommation finale brute d'énergie ;
  - **réduire de 40% les émissions de GES** entre 1990 et 2030 ;
  - accroître la part des énergies renouvelables par usage. Ainsi, elle devra représenter :
    - au moins 38% de la consommation finale de chaleur,
    - au moins 15% de la consommation finale de carburant
    - au moins 40% de la production d'électricité.

L'objectif est de **permettre la décarbonation de l'économie** et **l'atteinte de la neutralité carbone à 2050**, ainsi que la réduction de nos impacts sur l'environnement. La priorité est d'abord de réduire nos consommations d'énergie par des **efforts de sobriété** et **d'efficacité**, ensuite de **substituer le recours aux énergies fossiles par des sources d'énergie aux très faibles émissions de gaz à effet de serre** telles que les **énergies renouvelables (EnR)** : **géothermie**, biomasse, hydroélectricité, éolien, solaire, biogaz, etc. ou encore par la récupération de chaleur.

[5] Ademe.fr

3.1.2. Le potentiel de la géothermie haute température en Alsace [6]

L'Alsace est propice à la géothermie haute température en raison de ses caractéristiques géologiques et de ses ressources naturelles.

1. **Position géographique** : L'Alsace se situe dans une zone géographique où les plaques tectoniques se sont déplacées et ont conduit à la **formation de failles et de fractures dans la croûte terrestre**. Ces structures géologiques offrent des **voies de circulation pour les fluides géothermaux** permettant ainsi l'exploitation de la chaleur terrestre.

2. **Présence d'eau souterraine** : L'Alsace, faisant partie du bassin rhénan, possède des réservoirs **profonds naturellement fracturés**, ce qui est **essentiel pour l'exploitation de la géothermie**. L'eau souterraine profonde est naturellement chaude **peut être pompée à la surface sous forme d'eau surchauffée**.

3. **Géologie favorable** : Les formations géologiques de l'Alsace, telles que les grès, les calcaires et le granite, peuvent contenir des réservoirs d'eau chaude à des profondeurs accessibles pour les forages géothermiques. Ces **formations permettent le stockage et la circulation des fluides géothermaux**.

4. **Engagement envers les énergies renouvelables** : La région, comme beaucoup d'autres régions en Europe, s'est engagée dans la transition vers les énergies renouvelables pour réduire sa dépendance aux combustibles fossiles. La **géothermie fait partie de cette stratégie**, offrant une source d'énergie propre et durable.

En raison de ces facteurs combinés, l'Alsace dispose d'un **potentiel géothermique important**, principalement pour le chauffage résidentiel et industriel, ainsi que pour la production d'électricité dans certains cas.

De plus, la géothermie est une énergie plus propre que les énergies classiques, et ce sur toute sa durée d'exploitation. En effet, elle est responsable d'une émission de carbone inférieure aux autres EnR, comme démontré par l'analyse des émissions par type d'énergie en Figure 97.

ÉS exploite depuis 2016 deux centrales de géothermies :

- La centrale de Rittershoffen, inaugurée le 7 juin 2016. L'année 2023 représente ainsi la septième année complète d'exploitation de cette centrale. Sa puissance installée est de 24 MWth et sa production annuelle de 192 GWh de chaleur. **En septembre 2022, la centrale a fourni son premier TWh d'énergie décarbonée à l'usine Roquette.**
- Le site de Soultz-sous-Forêts, converti de laboratoire en site industriel en 2016. L'année 2023 représente également, pour le GEIE EMC, la septième année complète d'exploitation de la centrale de Soultz-sous-Forêts en mode industriel. Sa puissance installée est de 1,8 MW élec et sa production annuelle de 10 GWh d'électricité.

Ces deux centrales ont une disponibilité moyenne entre 90 et 95%.

[6] Geothermies.fr

3.2. EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE ET BILAN CARBONE

3.2.1. Scénarios d'études

A ce stade du projet, la répartition entre la production électrique et la production thermique n'est pas arrêtée. Elle dépendra d'une part, de la confirmation de la présence de la ressource géothermale, et d'autres part du développement qui pourra être fait avec des collectivités et des industriels une fois que la ressource aura été confirmée.

Néanmoins, les justifications environnementales se basent sur trois scénarios considérant des puits d'environ 3 000 m de profondeur qui sont les suivants :

4. **Scénario 1** : Un **doublet produisant uniquement de l'électricité** (3,5 MW_e, 26 GWh_e/an) ;
5. **Scénario 2** : Un **doublet produisant de l'électricité** (3,5 MW_e, 26 GWh_e/an) **et de la chaleur moyenne température** (10 MW_{th}, 40 GWh_{th}/an) ;
6. **Scénario 3** : Un **doublet produisant uniquement de la chaleur haute température** (26 MW_{th}, 220 GWh_{th}/an).

3.2.2. Bilan des émissions de gaz à effet de serre du projet

L'estimation des **émissions directes** et **indirectes de gaz à effet de serre** des trois scénarios se basent sur les résultats d'une étude LCA publiée en 2018 par ES-Géothermie dans la revue scientifique Geothermics.

Les estimations de ces émissions intègrent les **différentes phases du cycle de vie d'une centrale géothermique** à savoir : la réalisation des forages (dont exploration sismique préalable), la construction de la centrale, son exploitation durant 25 ans et le démantèlement des puits par cimentation.

Les Figure 95 et Figure 96 ci-après présentent l'estimation des émissions de gaz à effet de serres des trois scénarios en fonction des différentes phases du cycle de vie du projet.

Au total, pour ces trois scénarii, les émissions directes et indirectes de gaz à effet de serres sur toute la durée de vie du projet sont estimées à :

1. **Scénario 1** : 23 096 t de CO_2eq
2. **Scénario 2** : 24 243 t de CO_2eq
3. **Scénario 3** : 24 242 t de CO_2eq

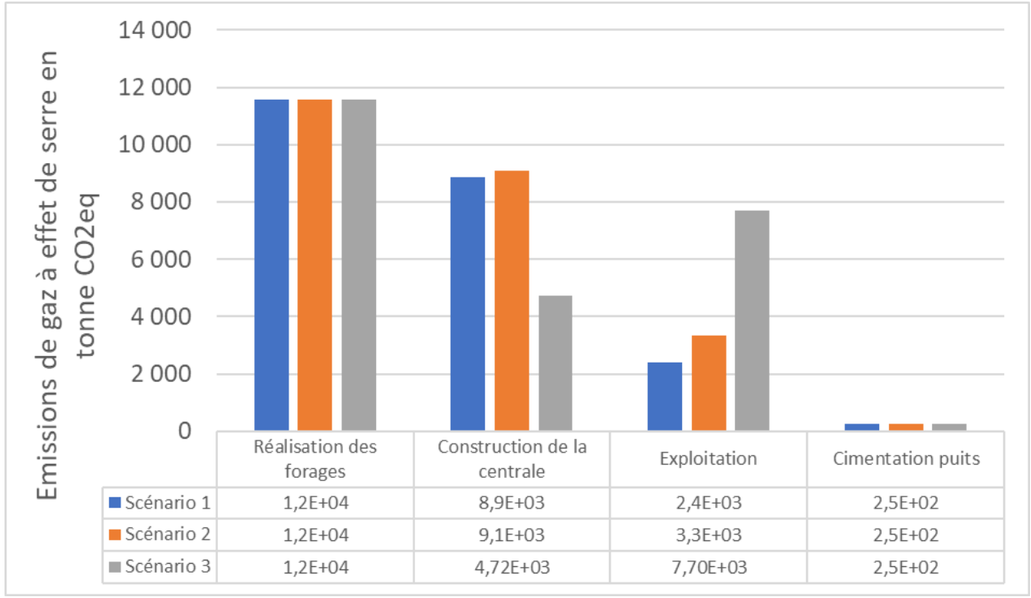


Figure 95 Estimation des émissions de gaz à effet de serres des trois scénarios en fonction des différentes phases du cycle de vie du projet (source : ÉS)

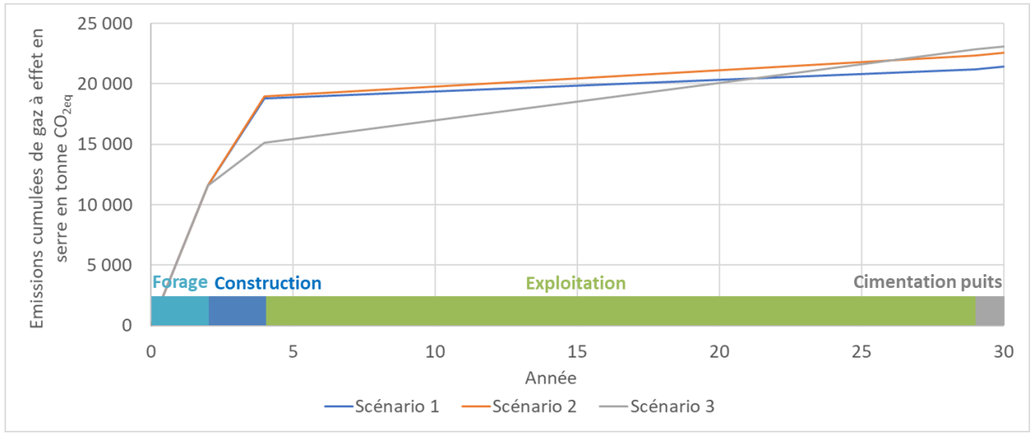


Figure 96 Estimation cumulée des émissions de gaz à effet de serres des trois scénarios en fonction des différentes phases du cycle de vie du projet

Pour les trois scénarios, les principales sources d'émissions de gaz à effet de serres sont :

- **La consommation d'acier et de ciment pour la réalisation des forages et de la centrale qui représente environ 50% des émissions ; Ce poste sera difficile à réduire sans une décarbonisation de ces secteurs industriels ;**
- La **consommation de fuel pour la réalisation des forages et des travaux d'aménagement**, représentant environ 20% des émissions ; Ce poste pourrait être réduit par l'utilisation d'une machine de forage électrique, si une machine le permettant est disponible au moment des travaux et si le raccordement au réseau électrique est possible (voir §***3.2.6. Estimation des consommations énergétiques en phase forage***, page 139) ;
- Le **transport de la machine de forage**, des **équipements** ou des **consommables** et **déchets**, représentant environ 15% des émissions ; Ce poste pourrait être réduit par l'enchainement de plusieurs forages (pas de démobilisation importante de la machine de forage), le recourt à de fournisseurs plus locaux (complexe pour certains équipements très spécifiques) et bien entendu la décarbonisation du secteur du transport.
- La **consommation électrique de la pompe de production de chaleur** dans le cas du scénario 3 peut également atteindre jusqu'à 20% des émissions. Ce poste peut être réduit uniquement par la décarbonisation du secteur de l'énergie, notamment par la production d'électricité d'origine géothermale.

Ces estimations d'émissions de gaz à effet de serres permettent ensuite de calculer l'empreinte carbone en gCO_2eq du kWh électrique ou de chaleur produit par le projet en utilisant la méthode d'allocation entre la chaleur et l'électricité définie dans l'étude publiée en 2018. Les résultats sont présentés dans le Tableau 55

Tableau 55 Empreinte carbone en gCO_{2eq}/kWh électrique ou de chaleur du projet (source : ÉS)

	Scénario 1 100 % électricité	Scénario 2 50/50 électricité et chaleur	Scénario 3 100 % chaleur
Emprunte carbone de la chaleur	-	3,2 gCO_2eq/kWh	4,4 gCO_2eq/kWh
Emprunte carbone de l'électricité	35,5 gCO_2eq/kWh	32,4 gCO_2eq/kWh	-

3.2.3. Comparaisons avec d'autres productions de chaleur ou d'électricité

3.2.3.1. EMPREINTE CARBONE DES DIFFERENTES SOURCES D'ENERGIE

L'empreinte carbone des émissions de CO_2 du projet a été comparé avec différentes sources d'énergies renouvelables, responsables de la production de chaleur ou d'électricité.

Les chiffres utilisés pour les comparaisons sont extraits de Base Empreinte® de l'ADEME, à savoir :

Tableau 56 Empreinte carbone des différentes sources d'énergie en gCO_2eq/kWh

CHALEUR	
Gaz naturel	215,8 gCO_2eq/kWh
Biométhane	41,6 gCO_2eq/kWh
Biomasse – plaquettes forestières	13 gCO_2eq/kWh
ELECTRICITE	
Mix EU	420 gCO_2eq/kWh
Mix FR	58,3 gCO_2eq/kWh
Photovoltaïque	43,9 gCO_2eq/kWh
Eolien terrestre	17,3 gCO_2eq/kWh

Le mix énergétique, ou bouquet énergétique, désigne la répartition des **différentes sources d'énergie utilisées** dans un pays (MIX EU et MIX FR, voir répartition en §**3.2.4**, page 138).

La Figure 97 présente l'empreinte carbone gCO_2eq/kWh de :

- La chaleur issue du biométhane, de la biomasse (plaquettes forestières), et du gaz naturel. Pour les énergies primaires nécessitant une combustion, la Figure 97 considère un rendement de chaudière de 95% ou le gaz et 85% pour le bois ;
- L'électricité issue du photovoltaïque, de l'éolien terrestre, du mix électrique français et du mix électrique européen ;
- Ainsi que les émissions issues du projet, selon les 3 scénarii :
  - Scénario 1 : Un doublet produisant uniquement de l'électricité (3,5 MW_e, 26 GWh_e/an) ;
  - Scénario 2 : Un doublet produisant de l'électricité (3,5 MW_e, 26 GWh_e/an) et de la chaleur moyenne température (10 MW_{th}, 40 GWh_{th}/an) ;
  - Scénario 3 : Un doublet produisant uniquement de la chaleur haute température (26 MW_{th}, 220 GWh_{th}/an).

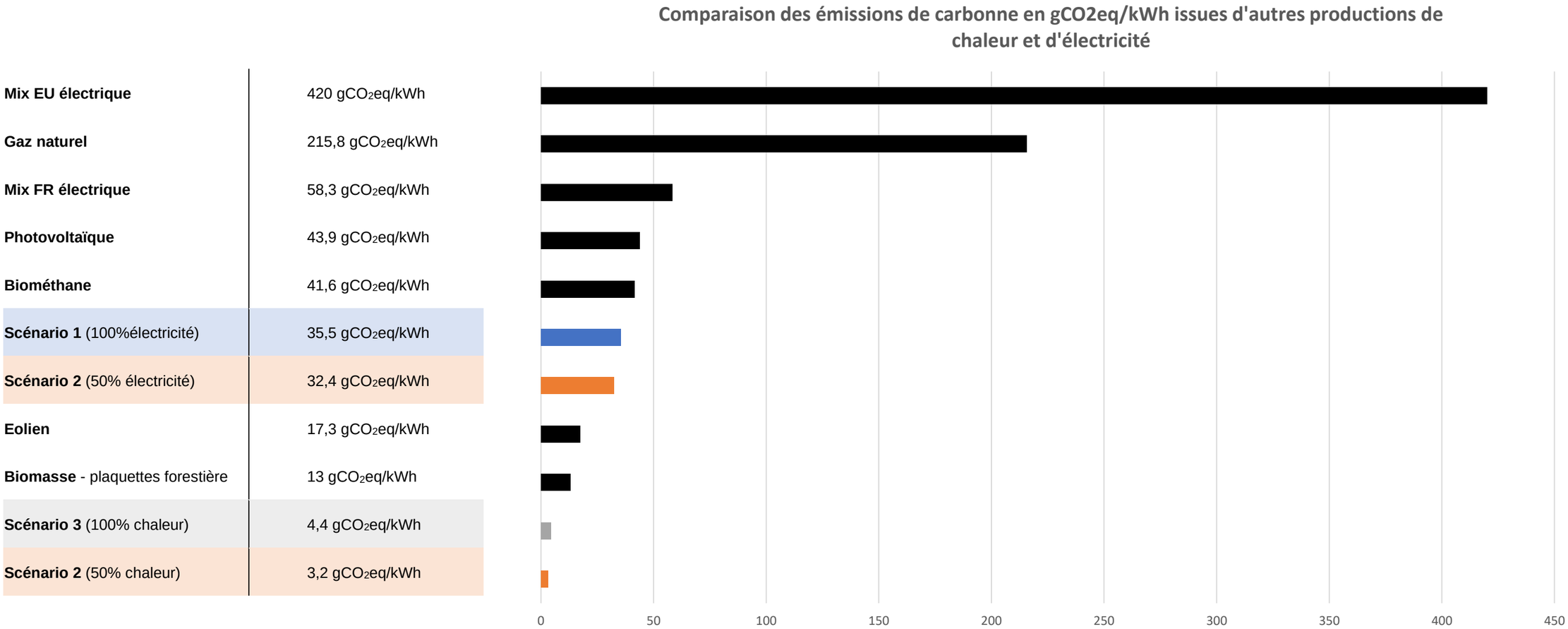


Figure 97 Comparaison des émissions de carbone gCO2eq/kWh issues d'autres productions de chaleur ou d'électricité (source : ÉS)

3.2.3.1.1. Emprunte carbone de la production de chaleur

L'emprunte carbone de la **production de chaleur** du projet est plus de 50 fois inférieur au gaz naturel, et inférieure aux énergies renouvelables, à savoir le biométhane et la biomasse (plaquettes forestières) qui pourraient être implantées à Soultz-sous-Forêts A titre de comparaison avec ces deux sources d'énergie renouvelables :

- Un méthaniseur dans les environs du projet, sur la commune de Rittershoffen (SAS Metha2SBiometha), est en exploitation depuis 2023 et projette de produire environ 22,8 GWh/an à partir de 34 450 tonnes de matières organiques par an ;
- La production de 40 GWh/an de chaleur à partir de plaquettes de bois requiert environ 18 000 t de combustibles biomasse par an, soit environ ce qui correspond à la production annuelle de près de 3600 ha de forêt dans la région Grand Est.

3.2.3.1.2. Emprunte carbone de la production électrique

L'emprunte carbone de la **production électrique** du projet sera inférieure à celle du photovoltaïque fabriqué en Chine, mais supérieur à celle de l'éolien terrestre. Elle reste néanmoins inférieure à l'empreinte du mix français et très inférieure à celle du mix européen. A noter, au-delà de l'intermittence des énergies du vent et du soleil :

- Pour produire la même énergie électrique annuelle, un projet photovoltaïque au sol requiert près de 12,5 hectares contre environ 2,0 hectares pour le projet ;
- Un projet d'un parc éolien avait été proposé dans les environs de Wissembourg, mais faute d'acceptabilité, le projet a été définitivement abandonné par la communauté de commune en 2012.

3.2.3.2. COMPARAISONS DE L'EMPREINTE CARBONE DU PROJET AVEC D'AUTRES PRODUCTIONS DE CHALEUR OU D'ELECTRICITE

L'empreinte carbone des émissions de CO_2 du projet sont comparées par la suite avec le biométhane et la biomasse pour la chaleur, et le photovoltaïque et l'éolien pour l'électricité. Les chiffres utilisés pour les comparaisons sont extraits de de la Base Empreinte® de l'ADEME[7], à savoir :

- Biométhane / Injecté dans les réseaux / Mix moyen : 39,5 gCO_{2eq}/kWhPCS ;
- Gaz naturel - 2015/mix moyen/consommation : 205 gCO_{2eq}/kWhPCS ;
- Plaquettes forestières / Humides (45% humidité) : 12,3 gCO_{2eq}/kWhPCI (11,1 gCO_{2eq}/kWhPCS) correspondant au scénario 2 (Production de chaleur à partir de plaquettes forestières humides dans une chaufferie de moyenne puissance (0,5– 5 MW) en vue d'alimenter un réseau de chaleur) de l'Analyses du cycle de vie du bois énergie collectif et industriel publié par l'ADEME[8] ;
- Électricité/éolien terrestre / production : 14,1 gCO_{2eq}/kWh ;
- Électricité / Photovoltaïque / Production Chine : 43,9 gCO_{2eq}/kWh ;
- Electricité / 2020 - usage : Industrie base/consommation : 58,3 gCO_{2eq}/kWh (Mix FR)
- Électricité en Europe / mix moyen 420,0 : gCO_{2eq}/kWh (Mix EU).

La Figure 98 présente l'empreinte carbone en gCO_{2eq}/kWh de la chaleur issue du biométhane, de la biomasse (plaquettes forestières), du projet et du gaz naturel. Pour les énergies primaires nécessitant une combustion, la Figure 98 considère un rendement de chaudière de 95% ou le gaz et 85% pour le bois. La Figure 99 présente l'empreinte carbone en gCO_{2eq}/kWh de l'électricité issue du photovoltaïque, de l'éolien terrestre, du projet, du mix électrique français et du mix électrique européen.

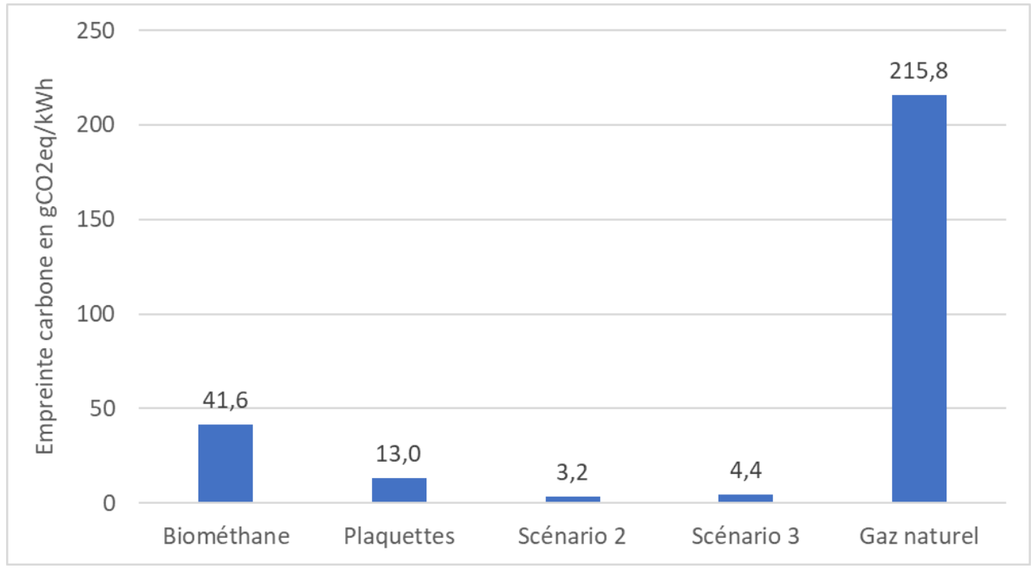


Figure 98 Empreinte carbone en gCO_{2eq}/kWh de la chaleur issue du biométhane, de la biomasse (plaquettes forestières), du projet et du gaz naturel

[7] https://base-empreinte.ademe.fr/

[8] ADEME, X. Logel, J. Lhotellier, B. De Caevel, C. Alexandre, S. Cousin, E. Vial, AL. Dubilly, M. Buitrago, M. Durand, E. Machefaux, J. Mousset. Janvier 2022. Analyse du Cycle de Vie du bois énergie collectif et industriel – Synthèse. 48 pages

En ce qui concerne la production de chaleur, l'emprunte carbone du projet est plus de 50 fois inférieur au gaz naturel, et inférieure aux énergies renouvelables, à savoir le biométhane et la biomasse (plaquettes forestières). A titre de comparaison avec ces deux sources d'énergie renouvelables :

- Un méthaniseur dans les environs du projet, sur la commune de Rittershoffen (SAS Metha2SBiometha[9]), est en exploitation depuis 2023 et projette de produire environ 22,8 GWh/an à partir de 34 450 tonnes de matières organiques par an ;
- La production de 40 GWh/an de chaleur à partir de plaquettes de bois requiert environ 18 000 t[10] de combustibles biomasse par an, soit environ ce qui correspond à la production annuelle de près de 3600 ha de forêt dans la région Grand Est[11].

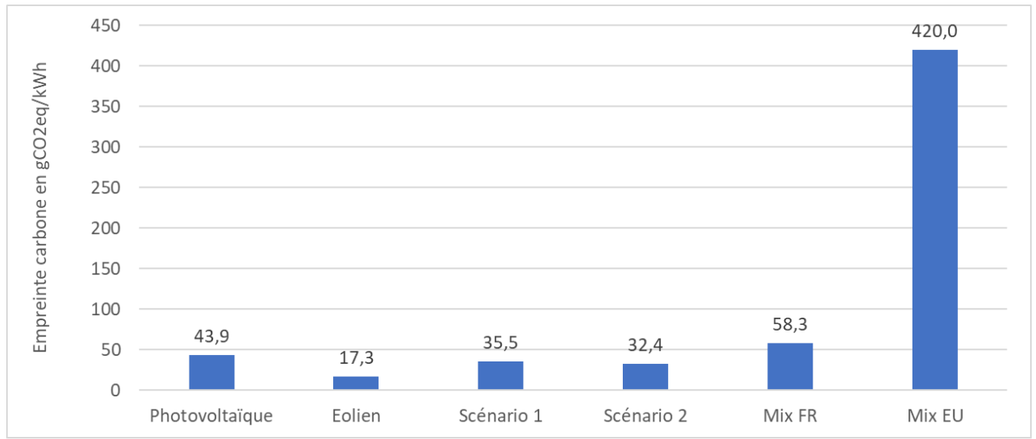


Figure 99 Empreinte carbone en gCO_{2eq}/kWh de l'électricité issue du photovoltaïque, de l'éolien terrestre, du projet et du mix électrique français

L'emprunte carbone de la production électrique du projet sera inférieure à celle du photovoltaïque fabriqué en Chine, mais supérieur à celle de l'éolien terrestre. Elle reste néanmoins inférieure à l'empreinte du mix français et très inférieure à celle du mix européen. A noter, au-delà de l'intermittence des énergies du vent et du soleil :

- Pour produire la même énergie électrique annuelle, un projet photovoltaïque au sol requiert près de 12,5 hectares[12] contre environ 2,0 hectares pour le projet ;
- Un projet d'un parc éolien avait été proposé dans les environs de Wissembourg, mais faute d'acceptabilité, le projet a été définitivement abandonné par la communauté de commune en 2012[13].

[9] Voir https://metha2s.alsace/demarche/

[10] Calcul sur la base des données de la chaufferie de la ville de Haguenau, https://www.bioenergie-promotion.fr/wp-content/uploads/2022/01/fr-fiche-2004-2-5-mw-weiss-haguenau-67.pdf

[11] Estimation faite sur la base d'une densité de bois de 0,7 et d'une productivité forestière 7 m3/ha/an, extraite du rapport Les chiffres clés de la forêt privée française, édition 2021, publié par le Centre national de la propriété forestière et Fransylva

3.2.4. Estimation des émissions de gaz à effet de serre évitées

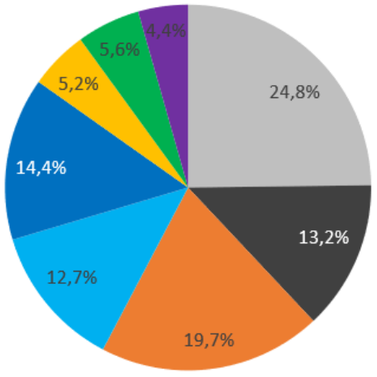
3.2.4.1. PREAMBULE : DEFINITION DU MIX ELECTRIQUE

Le mix électrique désigne la répartition des **différentes sources d'énergie utilisées** dans un pays pour la production d'électricité (voir répartition des MIX EU et MIX FR ci-dessous).

Répartition du MIX EU

Au sein de l'Union européenne en 2020, le mix électrique était encore **dominé par les énergies fossiles** [14]:

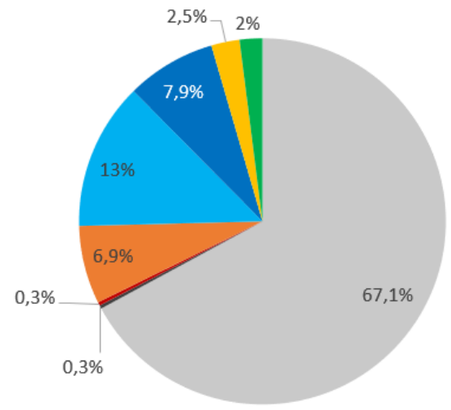
Nucléaire	24,8 %
Charbon	13,2 %
Fioul	%
Gaz	19,7 %
Hydraulique	12,7 %
Eolien	14,4 %
Solaire	5,2 %
Bioénergies	5,6 %
Autres	4,4 %



Répartition du MIX FR

Le **mix électrique** réel de la **France**, en 2020, se compose de [15] :

Nucléaire	67,1 %
Charbon	0,3 %
Fioul	0,3 %
Gaz	6,9 %
Hydraulique	13 %
Eolien	7,9 %
Solaire	2,5 %
Bioénergies	2 %
Autres	%



[12] En considérant une puissance de 210 W/m^2, une production de 1100 kWh/kWc et un coefficient de performance de l'installation de 90%

[13] Voir DNA du 1er Novembre 2012 : https://www.dna.fr/edition-de-wissembourg/2012/11/01/le-projet-eolien-enterre

[14] https://www.connaissancedesenergies.org/

[15] https://bilan-electrique-2020.rte-france.com/production-production-totale/

3.2.4.2. ESTIMATION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE EVITEES PAR LE PROJET

Le tableau présente l'estimation des émissions de gaz à effet de serre évitées durant toute la durée de vie du projet. Pour cette estimation, les hypothèses suivantes ont été considérées :

- La chaleur produite par le projet est comparée au gaz naturel ;
- L'électricité produite par le projet est comparée au mix électrique et au mix européen du fait de la proximité du projet avec la centrale électrique thermique au charbon de Saint Avold et des interconnexions de l'Alsace avec le mix allemand, qui dispose d'une centrale à charbon à Karlsruhe, très proche du projet.

Tableau 57 Estimation des émissions de gaz à effet de serre évitées durant la durée de vie du projet (source : ÉS)

		Scénario 1 100 % électricité	Scénario 2 50/50 électricité et chaleur	Scénario 3 100 % chaleur
Emissions de carbone évitées par la **chaleur**		-	236 Mt/CO_{2eq}	1 290 Mt/CO_{2eq}
Emissions de carbone évitées par **l'électricité**	mix FR	15 Mt/CO_{2eq}	17 Mt/CO_{2eq}	-
	mix EU	250 Mt/CO_{2eq}	252 Mt/CO_{2eq}	-
Total des émissions de carbone évitées par le projet	**mix FR**	15 Mt/CO_{2eq}	253 Mt/CO_{2eq}	1 290 Mt/CO_{2eq}
	mix EU	250 Mt/CO_{2eq}	488 Mt/CO_{2eq}	1 290 Mt/CO_{2eq}

Le Tableau 57 montre que le projet aura un impact positif d'autant plus important s'il permet de substituer la consommation de gaz naturel. Ceci est particulièrement notable sur la Figure 100 qui compare les émissions cumulées du scénario 3 et la fourniture de chaleur par le gaz naturel.

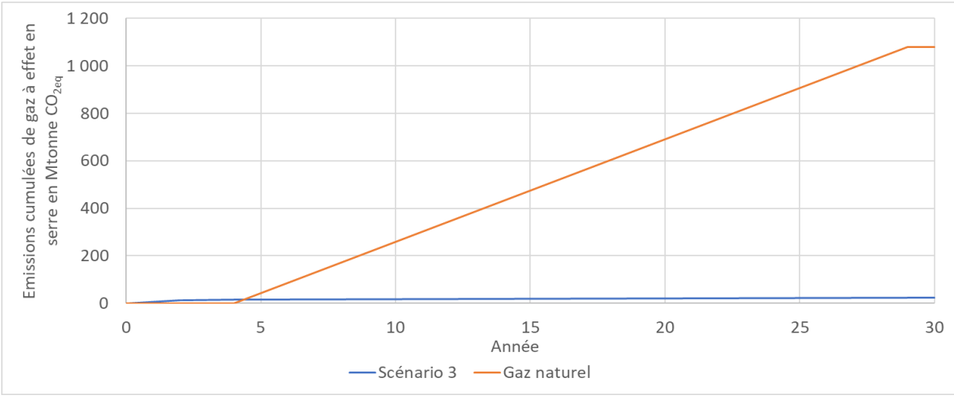


Figure 100 Comparaison des émissions cumulées de gaz à effets de serre entre le scénario 3 et la fourniture de chaleur par le gaz naturel

Le projet visera bien entendu cet objectif en développant des collaborations avec les collectivités et des industriels une fois que la ressource géothermale aura été confirmée par la réalisation des forages.

Concernant la réduction des émissions de gaz à effet de serre du secteur électrique, celui-ci étant déjà particulièrement bas en France du fait de la forte part du nucléaire dans le mix français, le projet permet néanmoins de participer à la trajectoire de réduction de ce secteur. Toutefois, au regard du mix électrique européen, du fait de la présence centrales à charbon à proximité du projet (<100 km), la réduction est significative.

3.2.5. Retour d'expérience sur les installations similaires

Les résultats publiés en 2018 dans la revue scientifique Geothermics concernant la centrale de Rittershoffen ont été complétés dans le cadre du projet de recherche européen H2020 GEOENVI. Grâce à l'inventaire du cycle de vie de la centrale géothermique de Rittershoffen, ce projet a notamment permis de préciser l'empreinte carbone, ainsi que d'autres indicateurs environnementaux. Les résultats des compléments apportés par le projet GEOENVI ont été publié dans la revue scientifique Energies en 2021.

3.2.6. Estimation des consommations énergétiques en phase forage

En phase de réalisation des forages, **la consommation d'énergie est estimée à 900 m³ de fioul** (voir 2.5.1.1 et Tableau 52).

En cas d'utilisation d'une machine raccordée au réseau électrique, la consommation électrique serait d'environ 3 600 MWh (en prenant un rendement des groupes diesel de 40%). La production équivalente de CO_2 serait de **2 904 teqCO_2.**

La consommation électrique produit les émissions de CO_2 suivantes, suivant le Mix considéré, est présentée dans le Tableau 58 ci-après.

En phase de réalisation des forages, le recours à un raccordement électrique plutôt qu'à une énergie fioul permettrait de **réduire les émissions de CO_2 de 1 392 à 2 694 teqCO_2** selon le Mix énergétique considéré.

Tableau 58 Emissions de CO_2 de l'énergie électrique (suivant mix considéré) et réduction des émissions par rapport à une énergie fioul

	Mix FR	Mix EU
Emission de CO_2 /kWh	**58,3 gCO_2eq/kWh**	**420 gCO_2eq/kWh**
Emission de CO_2 pour 3 600 MWh	210 teqCO_2	1 512 teqCO_2
Réduction des GES estimée	**2 694 teqCO_2**	**1 392 teqCO_2**

3.3. DESCRIPTION DES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION RAISONNABLES

3.3.1. Choix du site d'implantation du projet

Plusieurs sites ont été envisagés dans le Nord de l'Alsace. La surface géographique de recherche s'étendait entre Wissembourg au Nord jusqu'à Hatten au Sud. Pour rappel, le GEIE EMC projette l'exploration de sites géothermiques sur trois autres terrains dans le Nord de l'Alsace. Au total, 8 sites d'intérêt ont été examinés par le GEIE EMC en prenant en compte les contraintes suivantes :

- les ressources du sous-sol, plus ou moins favorable pour les finalités du projet,
- les contraintes d'urbanisme, particulièrement le Plan Local d'Urbanisme et l'urbanisation du terrain,
- les contraintes environnementales, notamment les Plan Nationaux d'Actions, captage AEP, etc.

La conjonction de ses données pour chaque site a permis de déterminer celui représentant le moins de contraintes pour l'environnement et l'exploitant.

Le plan en Figure 101 localise les zones d'intérêts examinées pour accueillir le projet de géothermie profonde.

Le site de Soultz-Sous-Forêts a été choisi pour sa localisation adéquate en termes de géologie et de géographie. La configuration du doublet impose des contraintes géologiques strictes en termes de distance entre les cibles en profondeur. La localisation de cette plateforme permet ainsi d'atteindre les failles ciblées tout en prenant en compte les contraintes techniques des forages, mais également d'exploitation pérenne de la ressource.

En outre, ce projet présente l'avantage de prévoir la réalisation de nouveaux puits sur le site d'OPS4 existant. Les puits seront situés dans l'emprise du site actuel OPS4. Ainsi, même si les travaux nécessiteront l'utilisation temporaire de terres agricoles, cette localisation permet de limiter l'impact du projet en termes d'utilisation de surfaces agricoles.

Enfin, la proximité des réseaux routiers et les raccordements aux réseaux d'eau et d'électricité déjà en place sur la plateforme ont permis la sélection définitive de ce site pour le projet de centrale géothermique. La proximité avec le site de Soultz-sous-Forêts, sur lequel de nombreuses infrastructures et matériels sont présents permettra de limiter les transports de matériel lors des opérations de chantier.

Le choix d'exploiter le site de Soultz-sous-Forêts n'exclut pas le potentiel détenu par d'autres localisations à proximité du site : Rittershoffen, Wissembourg... De plus, la ressource d'OPS4 reste pour l'heure à confirmer grâce notamment à la phase de travaux de forage mentionnée plus haut dans le propos.

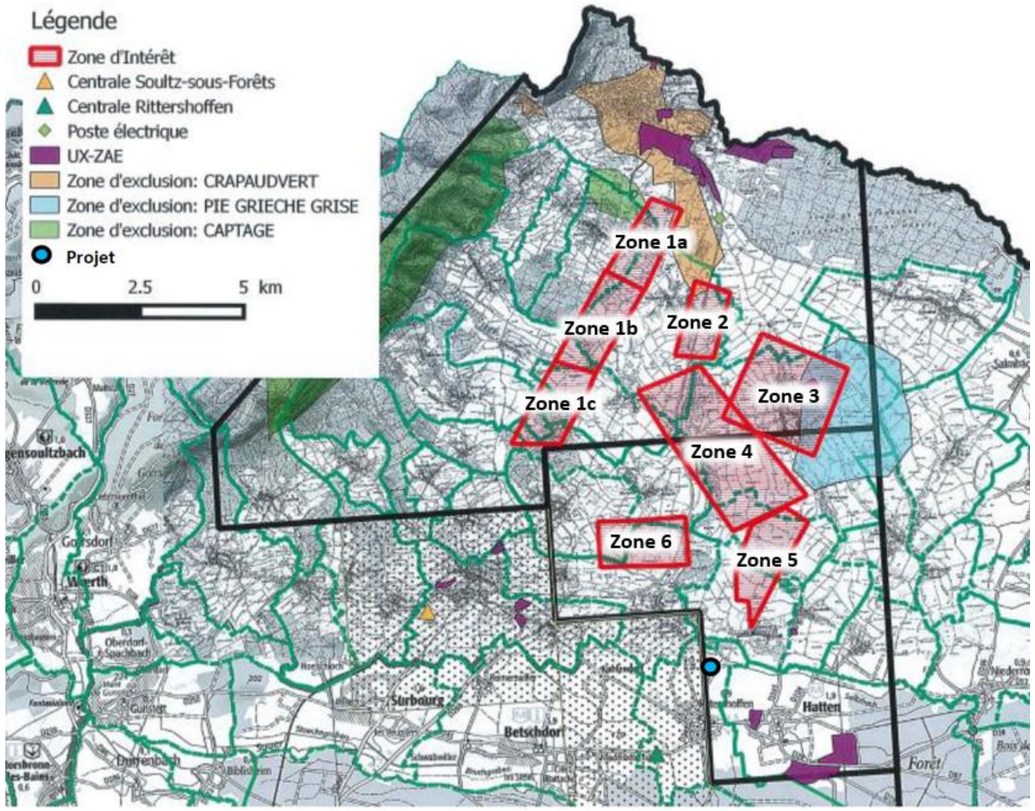


Figure 101 Localisation des solutions de substitution (source : Etude d'impact de la DAOTM, OTE Ingénierie, juillet 2021)

La conjonction de ces données pour chaque site a permis de déterminer celui représentant le moins de contraintes pour l'environnement. Cette analyse est proposée dans le tableau ci-dessous. La favorabilité des conditions géologiques pour chaque site est évaluée sur la base des informations et de l'état des connaissances à date, donc susceptible d'évoluer avec le temps. Ce critère permet d'augmenter les chances de succès d'obtenir un puits productif, et ainsi augmenter le bénéfice environnemental du projet (économie de GES, voir bilan en section suivante).

Tableau 59 Analyse des critères environnementaux pour les 8 sites considérés

Site envisagé	Conditions géologiques	Points faibles selon critères environnementaux	Points forts selon critères environnementaux
Zone 1a	**Très favorables**	Zone à enjeu du milan royal et de la pie Grièche	Proximité de la zone d'activité de Wissembourg Accès par axe routier majeur existant
Zone 1b	Favorables	En partie inondable Zone à enjeu du milan royal	
Zone 1c	Moyennement favorables	Zone à enjeu du milan royal Parc Naturel Régional des Vosges du Nord Réserve de biosphère	
Zone 2	**Très favorables**	En partie inondable Zone à enjeu du Crapaud vert Zone à enjeu du milan royal	Accès par axe routier majeur existant
Zone 3	**Très favorables**	**Zone de protection** Pie Grièche Grise Zone à enjeu du milan royal	Accès par axe routier majeur existant
Zone 4	Favorables	En partie inondable	Accès par axe routier majeur existant
Zone 5	Moyennement favorables	En partie inondable	Proximité de la zone d'activité de Hatten
Zone 6	Favorables	En partie inondable	
Site de Soultz (OPS4)	**Très favorables**	Site éloigné de zone NATURA 2000, ZNIEFF, Zones Humides Remarquables et arrêté de protection du biotope, mais situé en extrémité du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord.	Site en partie utilisé (plateforme OPS4 existante) ; le reste étant des champs de maïs présentant un faible intérêt pour la biodiversité. A proximité immédiate de la D263 Proximité avec la centrale de Soultz-sous-Forêts Proximité de zones d'activité à Soultz-sous-Forêts

Ainsi, il apparait que parmi les 4 sites offrant les meilleures conditions géologiques (lié à la profondeur plus réduite du réservoir et à la présence de zones naturellement perméables) :

- La zone 3 est en partie localisée sur une **zone de protection de la Pie Grièche** ;
- La zone 2 présente également un intérêt, mais n'a pas été sélectionnée pour ce projet du fait d'un plus grand **éloignement des zones d'activité** comme la zone de Wissembourg.
- La zone 1a a fait l'objet d'une demande d'autorisation de forage en 2019 sur le site dit de Wissembourg.

Ainsi, le site de Soultz (OPS4) permet de **limiter l'impact environnemental** du projet tout en offrant des perspectives de valorisation de la chaleur grâce à sa **proximité avec Soultz-sous-Forêts**.

En outre, ce site, situé à **proximité relative de la centrale existante** de Soultz-sous-Forêts est déjà partiellement utilisé du fait de la présence du puits OPS4 ; la réalisation des nouveaux puits nécessite une utilisation de terrains additionnels sur une **surface limitée**.

3.4. CONCLUSION SUR LA PERTINENCE DU PROJET

L'exploitation de la géothermie en Alsace est particulièrement pertinente compte-tenu :

- De son potentiel énergétique sur le territoire,
- De son bilan carbone extrêmement faible,
- Du contexte de transition énergétique.

Par ailleurs, le site de Soultz-sous-Forêts a été retenu, d'une part car il est bien connu d'ÉS, qui y intervient depuis de nombreuses années, d'autre part car il accueille déjà un certain nombre d'installations et équipements destinés à l'exploitation de la géothermie, et permet un effet de mutualisation entre l'existant et le projet.

Le choix de ce site n'exclut le développement d'autres projets géothermiques sur le territoire.

Rappelons finalement que la phase travaux de forage viendra confirmer la ressource sur ce site avant le déploiement des travaux d'aménagement et de l'exploitation.

4. REGLEMENTATION APPLICABLE AU PROJET

4.1. CADRE REGLEMENTAIRE

4.1.1. Contexte réglementaire de l'exploitation géothermique

Les différentes typologies de règlementation applicable aux forages et exploitation de géothermie sont :

- Code de l'environnement - Règlementation IOTA
- Code de l'environnement - Evaluation environnementale
- Code de l'environnement - Règlementation ICPE
- Code minier
- Code de l'urbanisme
- Code rural et de la pêche maritime (*événement inhérent à la parcelle 437*)

4.1.2. Arrêtés et autorisations antérieurs

Permis exclusif de Recherche [16]

- **Permis exclusif de recherches** de gîtes géothermiques dit « **Permis de Soultz** » octroyé le **27 septembre 2002**, pour une durée de 5 ans ;
- Prolongation du « **Permis de Soultz** » accordé par arrêté ministériel, le **4 juillet 2008**, jusqu'au 5 octobre 2012 ;

Concession [17]

- **Décret ministériel du 22 septembre 2015** accordant la concession de gîtes géothermiques dite « Concession de Soultz » au profit du Groupement Européen d'Intérêt Economique – Exploitation Minière de la Chaleur » pour une **durée de 25 ans** ;

Antériorité réglementaire

- DAOTM (demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers) - **Etude d'impact et étude d'incidence sur l'eau de juillet 2021 – Bureau d'études OTE Ingénierie**
  - Date de l'avis de l'AE : 22 juin 2023
  - Etude complétée dans le cadre du présent dossier pour y intégrer la phase exploitation, conformément à l'avis de l'Ae.

[16] Consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr

4.1.3. Régime réglementaire du projet

4.1.3.1. CODE DE L'ENVIRONNEMENT – REGLEMENTATION IOTA

Le projet est soumis à déclaration au titre de l'article R.214-1 du Code de l'environnement.

Tableau 60 Rubriques de la nomenclature de l'article R.214-1

Rubrique / Intitulé	Caractéristiques du projet	Régime du projet
1.1.1.0. Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (D).	Création de puits pour **essais**, **production** et **réinjection**	Déclaration
2.1.5.0. Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant : **2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D)**.	Total phase d'exploration : 1,82 ha : OPS4 Total phase d'exploitation : **1,97 ha** : OPS4 1,17 ha / GPK2 0,8 ha	Déclaration
5.1.1.0. Réinjection dans une même nappe des eaux prélevées pour la géothermie, l'exhaure des mines et carrières ou lors des travaux de génie civil, la capacité totale de réinjection étant : **1° Supérieure ou égale à 80 m³/h (A) s'agissant des travaux de génie civil (A)**	Non concerné pour la géothermie profonde	**Non concerné**
5.1.3.0. Travaux de recherche, de création, d'essais, d'aménagement ou d'exploitation des stockages souterrains soumis aux dispositions du décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 : **c) Essais visés au 4° de l'article 4 (D)**	Les essais d'injection et de soutirage autres que ceux figurant à la nomenclature des installations classées annexée à l'article R.511-9 du code de l'environnement	Déclaration

[17] Légifrance

4.1.3.2. CODE DE L'ENVIRONNEMENT – AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

Le projet étant soumis à autorisation au titre de la Loi sur l'Eau, il est soumis à la **procédure d'autorisation environnementale** en vertu de l'article L.181-1 du Code de l'Environnement.

En effet, les projets régis par le Code minier sont soumis à la procédure d'Autorisation environnementale depuis le 1er juillet 2023 (ordonnance n° 2022-534 du 13 avril 2022 relative à l'autorisation environnementale des travaux miniers).

4.1.3.3. CODE DE L'ENVIRONNEMENT – EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

Le projet est soumis à évaluation environnementale au titre de la **rubrique 27.b) « Ouverture de travaux de forage pour l'exploration ou l'exploitation de gîtes géothermiques »** de l'annexe à l'article R.122-2 du Code de l'environnement.

Tableau 61 Rubriques de la nomenclature de l'annexe à l'article R.122-2

Rubrique / Intitulé	Caractéristiques du projet	Régime du projet
27. Forages en profondeur, notamment les forages géothermiques, les forages pour l'approvisionnement en eau, à l'exception des forages pour étudier la stabilité des sols. b) Ouverture de travaux de forage pour l'exploration ou l'exploitation de gîtes géothermiques, à l'exception des gîtes géothermiques de minime importance (GMI)	Exploration et exploitation de gîtes géothermiques (non GMI)	**Soumis à évaluation environnementale**

NB : conformément à l'article R.214-32, alinéa II.5°) et à l'article R.122-5, alinéa IV, l'évaluation environnementale intègre le volet « Loi sur l'Eau ».

4.1.3.4. CODE DE L'ENVIRONNEMENT – REGLEMENTATION ICPE

Le projet est soumis aux dispositions générales des Installations Classées pour la Protection de l'environnement comme présenté **l'article L.511-1** du **Code de l'environnement**.

> **Article L.511-1** / Modifié par LOI n°2021-1104 du 22 août 2021 – art. 8
>
> Sont soumis aux dispositions du présent titre les usines, ateliers, dépôts, chantiers et, d'une manière générale, les installations exploitées ou détenues par toute personne physique ou morale, publique ou privée, qui peuvent présenter des dangers ou des inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, soit pour l'utilisation économe des sols naturels, agricoles ou forestiers, soit pour l'utilisation rationnelle de l'énergie, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique.

4.1.3.5. CODE MINIER

Le projet est concerné par le Code Minier, **conformément à l'article L. 124-1-1**, et **sous réserve des 1° et 2° de l'article L.124-1-2**, concernant les travaux de recherche de gîtes géothermiques.

> **Article L.124-1-1** / Création Ordonnance n°2019-784 du 24 juillet 2019 - art. 3
>
> Sous réserve des 1° et 2° de l'article L. 124-1-2, les travaux de recherche de gîtes géothermiques ne peuvent être effectués que par le titulaire d'un titre minier d'autorisation de recherches ou de permis exclusif de recherches. Le choix du titre est à l'initiative du pétitionnaire.
>
> **Article L.124-1-2** / Création Ordonnance n°2019-784 du 24 juillet 2019 – art. 3
>
> Nul ne peut entreprendre des travaux de forage en vue de la recherche de gîtes géothermiques sans une autorisation de recherches ou un permis exclusif de recherches.
>
> Les travaux de recherches de gîtes géothermiques hors forage peuvent être entrepris :
>
> 1° Par le propriétaire de la surface ou avec son consentement, après déclaration à l'autorité administrative compétente ;
>
> 2° A défaut de consentement du propriétaire de la surface, avec l'autorisation de l'autorité administrative compétente, après que le propriétaire a été invité à présenter ses observations et dans des conditions fixées par décret en Conseil d'Etat ;
>
> 3° Par le titulaire d'un permis exclusif de recherches

Il se trouve également concerné, par l'**article L134-2-6 du Code Minier**, concernant les concessions de gîtes géothermiques.

> **Article L.134-2-6** / Création Ordonnance n°2019-784 du 24 juillet 2019 - art. 8
>
> Les **concessions de gîtes géothermiques peuvent être étendues** à de nouvelles surfaces si le titulaire du titre démontre que le **gîte qu'il exploite est connecté** par l'intermédiaire d'une connexion hydraulique définie à l'article L.124-1-3 **à un autre gîte au-delà des limites de son titre** et si la surface correspondante **n'est pas couverte par un titre minier existant**.

4.1.3.6. CODE DE L'URBANISME

Le projet est soumis au Code de l'Urbanisme en vertu de **l'article L.153-31 partie I - alinéa 2° et partie II** concernant la **révision du plan local de l'urbanisme**.

> **Article L.153-31** / Modifié par LOI n°2023-175 du 10 mars 2023 – art. 15 (V)
>
> **I.- Le plan local d'urbanisme est révisé lorsque l'établissement public de coopération intercommunale ou la commune décide** :
>
> 1° Soit de changer les orientations définies par le projet d'aménagement et de développement durables ;
>
> 2° Soit de réduire un espace boisé classé, une zone agricole ou une zone naturelle et forestière ;
>
> 3° Soit de réduire une protection édictée en raison des risques de nuisance, de la qualité des sites, des paysages ou des milieux naturels, ou d'une évolution de nature à induire de graves risques de nuisance ;
>
> 4° Soit d'ouvrir à l'urbanisation une zone à urbaniser qui, dans les six ans suivant sa création, n'a pas été ouverte à l'urbanisation ou n'a pas fait l'objet d'acquisitions foncières significatives de la part de la commune ou de l'établissement public de coopération intercommunale compétent, directement ou par l'intermédiaire d'un opérateur foncier ;
>
> 5° Soit de créer des orientations d'aménagement et de programmation de secteur d'aménagement valant création d'une zone d'aménagement concerté.
>
> II.- **Lorsqu'ils ont pour objet de soutenir le développement de la production d'énergies renouvelables, au sens de l'article L. 211-2 du code de l'énergie**, (…), les changements mentionnés au 1° du I du présent article et la modification des règles applicables aux zones agricoles prises en application des deux derniers alinéas de l'article L. 151-9 du présent code relèvent de la procédure de modification simplifiée prévue aux articles L. 153-45 à L. 153-48.

Dans le cadre de ces **procédures de modification simplifiée**, la commission départementale de préservation des espaces naturels, agricoles et forestiers est saisie pour avis dans les conditions prévues à l'article L. 112-1-1 du code rural et de la pêche maritime.

4.1.3.7. CODE RURAL ET DE LA PECHE MARITIME

4.1.3.7.1. **Etude préalable agricole**

Le décret du 31 août 2016 relatif à l'étude préalable et aux mesures de compensation indique le seuil de surface par département au-delà duquel une étude préalable est obligatoire dans le Bas-Rhin. Ce seuil est fixé à 5 ha pondérés selon la culture dans le Bas-Rhin. D'après l'arrêté préfectoral du 1er décembre 2016 fixant un seuil au-delà duquel une étude préalable est obligatoire, le coefficient d'équivalence correspond à 1 pour les autres cultures.

Le projet est soumis à étude d'impact systématique. Cependant, il concerne un espace de moins de 5 ha (1,8 ha). Ainsi, **le projet n'est pas soumis à étude préalable agricole**.

4.1.3.7.2. **Bail emphytéotique**

Le projet est soumis au Code rural et de la pêche maritime, **article L.451-1**, au sujet de la parcelle 437, accueillant le site d'OPS4, concernée par la contractualisation (*déjà en cours*) d'un bail emphytéotique.

Tableau 62 Rubrique de la nomenclature de l'article L451-1

Rubrique / Intitulé	Caractéristiques du projet	Régime du projet
Article L.451-1 Le bail emphytéotique […] Ce bail doit être consenti pour plus de dix-huit années et ne peut dépasser quatre-vingt-dix-neuf ans ; il ne peut se prolonger par tacite reconduction.	La parcelle 437 étant sujette à un **bail emphytéotique**	**Contractualisation**

4.2. DOCUMENTS REGLEMENTAIRES ET DE PLANIFICATION

Le projet est également soumis aux prescriptions des doctrines et documents de planification territoriales, élaborés à plusieurs échelles :

- **A l'échelle nationale :**
  - Plan National d'Adaptation au Changement Climatique - PNACC 2
- **A l'échelle régionale :**
  - Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires - SRADDET
  - Schéma Régional de Développement Economique, d'Innovation et d'Internationalisation - SRDEII
  - Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux (SDAGE) Rhin-Meuse
  - Doctrine de la gestion des eaux pluviales de la région Grand Est 2020
- **A l'échelle locale :**
  - Schéma de cohérence territorial d'Alsace du Nord – SCoTAN
  - Plan local d'urbanisme – PLU → révisé dans le cadre du projet, cf. ***VOLET 3. Etude d'impact / 6.4. Révision allégée du Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Soultz-sous-Forêts***, page 323 ; l'évaluation environnementale de la révision allégée du PLU est présentée dans le ***VOLET 4 : Evaluation environnementale de la révision allégée du PLU de Soultz-sous-Forêts***, à partir de la page 363.

La compatibilité du projet avec ces documents est analysée dans le ***VOLET 3. Etude d'impact / 6. Compatibilité avec les documents de planification / réglementaires,*** à partir de la page 310.

VOLET 3 ETUDE D'IMPACT

1. ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT

1.1. TERRE, EAU, SOLS, AIR, CLIMAT

1.1.1. Topographie

D'après les données cartographiques Grand Est du périmètre de projet, le tracé s'inscrit dans une pente moyenne de l'ordre de 3% compris entre les cotes 150 m et 215 m.

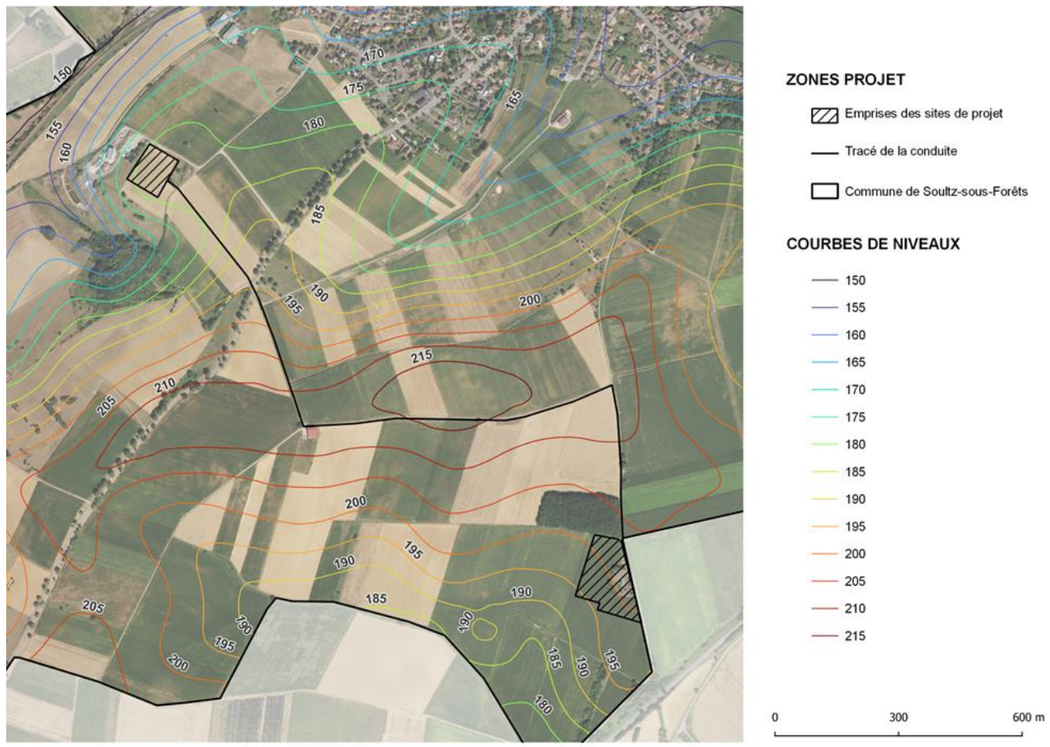


Figure 102 Topographie de la zone de projet - Source : Grand Est - WFS

La zone de projet dans sa globalité, incluant GPK2, OPS4, ainsi que les conduites enterrées reliant les deux sites, évolue sur un terrain vallonné, dont le **point le plus haut culmine, entre les deux sites, à 215 m**.

Les **zones d'implantation respectives** aux deux sites connaissent un profil topographique diversifié :

- **GPK2** prend son altitude la plus **basse à 155 m**, et son altitude la plus **haute à 180 m**.

  Sur le périmètre d'implantation de GPK2, on observe une valeur de **8% de pente**.

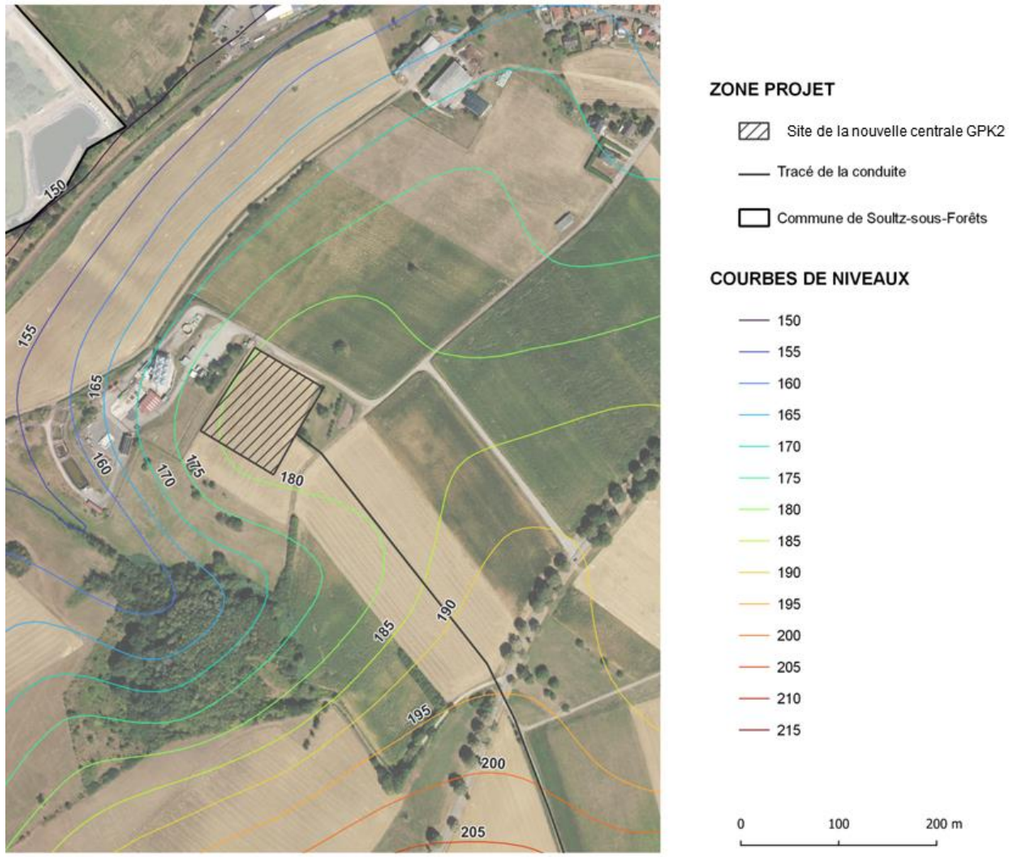


Figure 103 Topographie de la centrale géothermique de Soultz-sous-Forêts (site GPK2) - Source : Grand Est – WFS

- **OPS4** prend son altitude la plus **basse à 195 m**, et son altitude la plus **haute à 200 m**.

  Sur le périmètre d'implantation de OPS4, on observe une valeur de **3% de pente**.

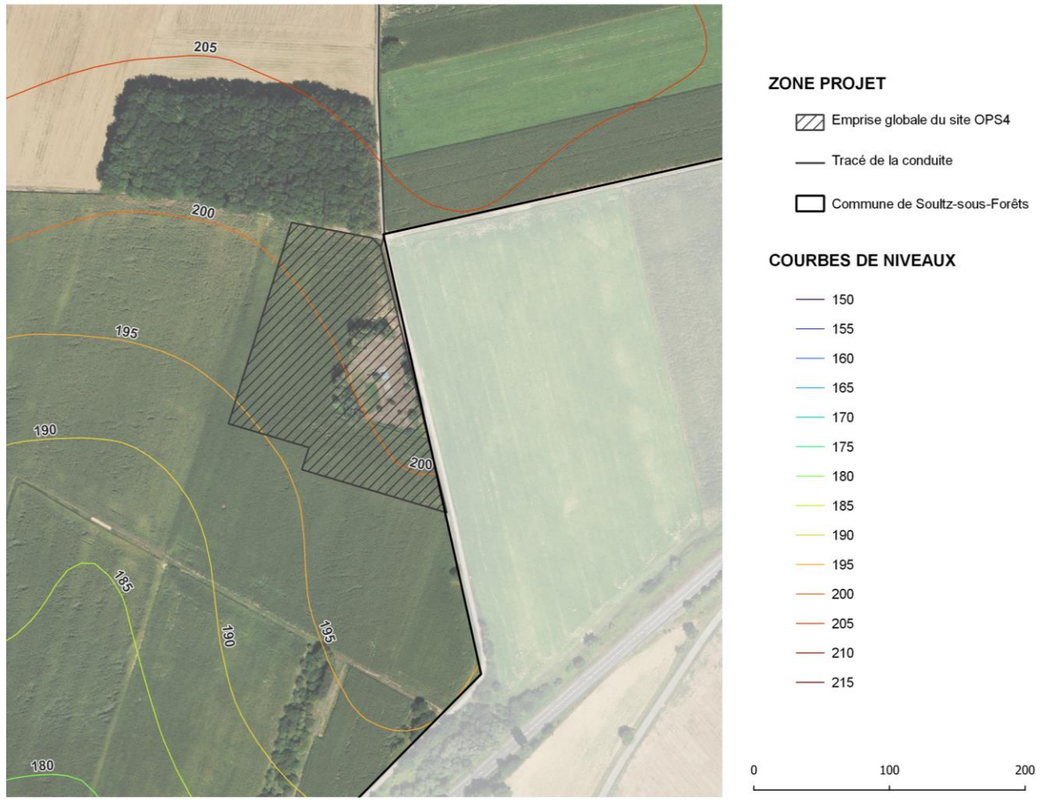


Figure 104 Topographie du site de forage OPS4 - Source : Grand Est – WFS

GPK2 s'inscrit dans un paysage topographique plus diversifié, tandis qu'OPS4 s'inscrit sur une topographie plus régulière.

Dans la **globalité de la zone de projet**, le tracé des conduites s'inscrit en **deux temps** :

- La jonction entre le site GPK2 et le point le plus haut du cheminement, qui s'inscrit dans une **pente moyenne d'environ 4,5%** ;
- La jonction entre le point le plus haut du cheminement et le site OPS4, qui s'inscrit quant à lui dans une **pente moyenne d'environ 3%**.

La zone d'étude évolue dans un paysage topographique vallonné, connaissant une amplitude topographique de 65 m entre le point le plus haut, et le point le plus bas.

1.1.2. Climat

1.1.2.1. TEMPERATURES ET PRECIPITATIONS

La commune de Soultz-sous-Forêts, située dans le département du Bas-Rhin, possède un climat caractéristique de la Plaine d'Alsace : **semi-continental**. Cette typologie se distingue par une **progression contrastée des saisons**.

Selon les statistiques fournies par Météo France pour la station de Hegeney, située à environ 19 km au Sud-Ouest de la zone de projet, les normales de saisons mesurées sur la période 1981-2010 révèlent que :

- La **température moyenne annuelle** sur la station d'Hegeney, entre 1981 et 2010, est de **10,5°C** ;
- En moyenne, le mois le plus chaud est celui de juillet avec 19,3°C ;
- Et les températures moyennes les plus basses sont quant à elles atteintes en janvier avec 1,7°C.

La hauteur moyenne des précipitations s'élève à 818,3 mm/an, avec une période pluvieuse entre octobre et décembre, et une période sèche entre janvier et avril. Le nombre moyen de jours de pluie est de 129,8.

Tableau 63 Données climatiques à la station de Hegeney (source : Fiche climatique 1981-2010 Météo France)

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc	Moy. année
Température mensuelle moyenne (°C)													
Minimale	-0,9	-0,1	2,4	5,3	9,5	12,4	13,9	13,5	10,0	6,6	2,8	0,1	6,3
Moyenne	1,7	3,2	6,4	10,4	14,6	17,8	19,3	19,0	14,9	10,6	5,6	2,3	10,5
Maximale	4,3	6,5	10,5	15,5	19,7	23,2	24,8	24,4	19,8	14,5	8,5	4,6	14,7
Précipitations mensuelles (mm)													
Moyenne	59,8	62,5	59,4	49,8	78,8	67,9	74,1	66,4	67,1	78,2	76,3	78,0	818,3
Nombre de jours de pluie													
Rr >= 1 mm	11,4	10,9	11,4	9,3	11,6	9,8	10,8	9,8	9	11,4	12,2	12,2	129,8
Rr >= 5 mm	4,6	4,8	4,2	3,7	5,6	4,2	4,8	4,7	4,6	5,3	5,2	5,7	57,4
Rr >= 10 mm	1,4	1,6	1,4	1,1	2,6	1,8	2,1	2	2,4	2,6	2,2	2,3	23,5

*Rr = hauteur quotidienne de précipitation

La zone d'étude évolue dans un climat semi-continental caractéristique de la Plaine d'Alsace.

1.1.2.2. VENTS DOMINANTS

Le site meteoblue[18] indique qu'à Soultz-sous-Forêts, les vents sont majoritairement inférieurs à 28 km/h.

Les vents de vitesse supérieure à 38 km/h sont observés 10% du temps, en période hivernale.

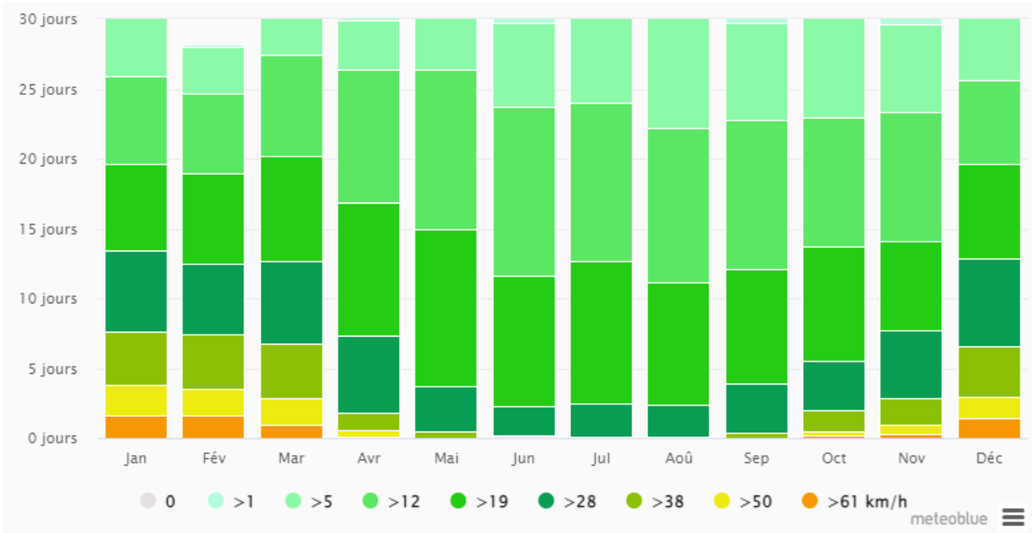


Figure 105 Vitesse du vent à Soultz-sous-Forêts (source : meteoblue)

Tableau 64 Nombre de jours de vent par tranche de vitesse (source : meteoblue)

Vitesse du vent (km/h)	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc	Total année	%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
>1	0,4	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,6	0,5	0,7	4,4	1,2%
>5	4,7	3,3	3,5	3,5	4,5	6	6,7	8,3	6,9	7,4	6,3	4,7	65,8	18%
>12	6,3	5,7	7,2	9,5	11,4	12,1	11,3	11,1	10,7	9,3	9,2	6	109,8	30,1%
>19	6,2	6,5	7,5	9,6	11,2	9,3	10,2	8,7	8,2	8,2	6,4	6,7	98,8	27,1%
>28	5,8	5,1	5,9	5,5	3,2	2,1	2,4	2,3	3,	3,5	4,8	6,3	49,9	13,7%
>38	3,8	3,9	3,9	1,2	0,5	0,1	0,1	0,1	0,4	1,5	1,9	3,6	21	5,8%
>50	2,2	1,9	1,9	0,5	0	0,1	0	0	0	0,3	0,7	1,6	9,2	2,5%
>61	1,6	1,6	1	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0,3	1,4	6,2	1,7%

[18] Meteobklue est un service météorologique suisse qui présente des données modélisées sur la base de 30 ans de données

TOTAL	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	

La rose des vents indique que les vents sont majoritairement Sud-Ouest / Nord-Est, avec près de 37% des vents orientés globalement dans cette direction :

- Vents Sud-Ouest → Nord-Est : 1 363 h/an (16%)
- Vents Ouest-Sud-Ouest → Est-Nord-Est : 994 h/an (11%)
- Vents Sud-Sud-Ouest → Nord-Nord-Est : 910 h/an (10%)

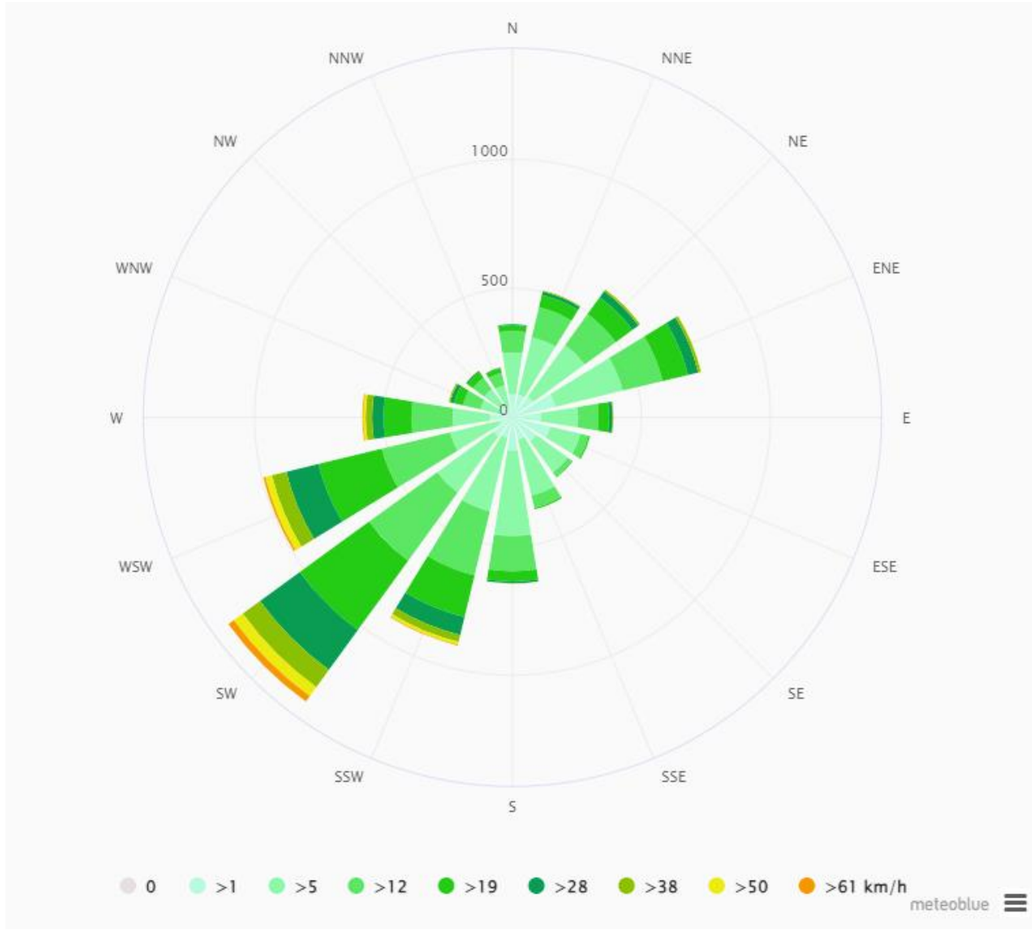


Figure 106 Rose des vents à Soultz-sous-Forêts (source : meteoblue)

1.1.3. Géologie

1.1.3.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le site d'étude se situe sur l'extrait de la **carte géologique BRGM n°198**.

La zone de projet s'inscrit dans une vaste formation de **Lœss** et **Lehms**, typique du fossé rhénan :

- Lœss : terre limoneuse riche en calcaire, résultant d'un dépôt éolien durant l'ère glaciaire ;
- Lehm : sol argilo-sablonneux résultant de la décalcification du Lœss par les eaux d'infiltrations.

Les principaux types de sols représentés sur le site projet sont des sols bruns, légèrement lessivés ou calcaires (sols sans hydromorphie), très modifiés par les pratiques culturales.

Les sols hydromorphes se rencontrent quant à eux dans les stations déprimées, mal drainées, des zones argileuses et marneuses : la **vallée du Seltzbach**.

Cette zone de collines recouvertes par les dépôts du bassin tertiaire de Merckwiller-Pechelbronn, s'inscrit dans le **champ de fractures de Saverne**, marquant ainsi la **bordure occidentale du fossé rhénan** ; ainsi que la **transition entre l'épaulement** (Horst) **des Vosges du Nord gréseuse à l'Ouest** et la **plaine d'Alsace à l'Est**.

Le secteur est drainé principalement par les rivières vosgiennes en direction du Rhin : telle que la Sauer.

Les terrains du Tertiaire et du Secondaire du champ de fracture et du bassin de Pechelbronn sont recouverts d'un important plaquage lœssique.

La **géologie locale** du site est reconnue depuis longtemps à la **faveur d'un maillage dense de puits et de sondages**, réalisés dans le cadre des campagnes de prospection pétrolière sur le champ attenant de Merkwiller-Pechelbronn et des premières investigations de recherches géothermiques sur le site de Soultz-sous-Forêts.

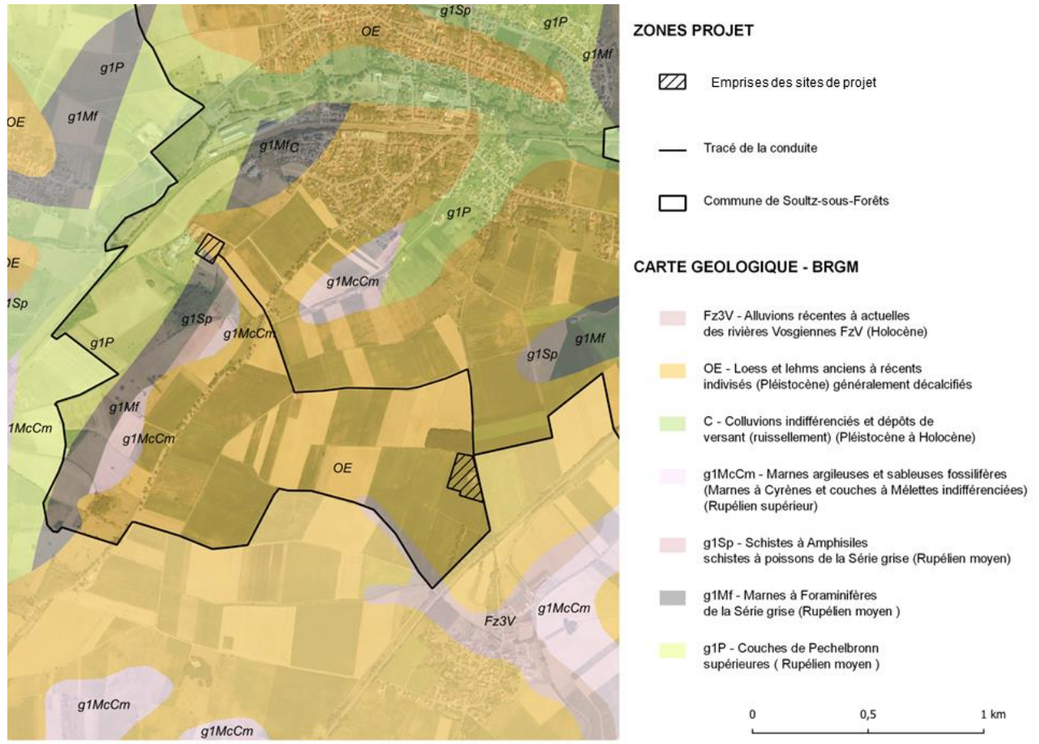


Figure 107 Représentation cartographique de la situation géologique (source : Infoterre, BRGM)

1.1.3.2. GEOLOGIE AU DROIT DU SITE RETENU

1.1.3.2.1. Observations permises par le puits actuel

Le puits OPS4 présent sur le site de forage a été foré en mai et juin 2000. Il atteint la profondeur de 1 537 m et sa cote d'arrêt est située dans la partie supérieure du réservoir (grès du Buntsandstein) ; ce puits n'intersecte donc pas la partie granitique du réservoir. Ce puits a été foré pour être un puits d'observation équipé d'un sismomètre et non un puits utilisé en exploitation. Il est ainsi équipé d'un tubage de petit diamètre (5'') et n'a pas fait l'objet de tests de production ou de diagraphies de caractérisations de réservoir. Cependant, ce puits permet les observations suivantes :

- Le rapport de fin de forage et les rapports journaliers de forage ont été conservés par le GEIE EMC et donnent des informations sur le forage, comme par exemple sa trajectoire précise, la profondeur du tube guide, le type d'outil de forage utilisé, les conditions de forage ou encore les difficultés rencontrées.
- Ce puits, qui est équipé d'une tête de puits et surveillé par le GEIE EMC, a fait l'objet en 2019, à l'occasion d'un contrôle de tubage, d'une diagraphie complète de température. Le profil de température mesuré a montré le gradient thermique le plus important connu dans la région ainsi qu'une verticalisation du gradient au niveau du Muschelkalk, considéré comme le toit du réservoir. Ce gradient est un indicateur fort de la présence de zones d'écoulements de fluide dans le réservoir à proximité immédiate de ce puits.
- Les cuttings (ou déblais de forage), ont également été conservés par le GEIE et on fait l'objet d'une interprétation en 2021 préalablement au dépôt de cette demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers, afin d'obtenir un profil géologique litho-stratigraphique complet. Ce profil permet une connaissance précise de la géologie profonde au droit du site et permet également de caler les données géophysiques (notamment la sismique 3D) au niveau du puits et ainsi d'obtenir le plus haut niveau de confiance dans le modèle géologique construit à proximité du site.
- Enfin, l'approfondissement vertical de ce puits existant, permettrait d'atteindre et de caractériser le socle granitique (en effet ce puits atteint le Buntsandstein mais n'a pas atteint le socle, cible des ouvrages de production et d'injection).

Enfin, la présence de ce puits ouvre la possibilité de son utilisation à des fins de suivi des opérations, notamment hydrauliques, qui seront réalisées sur les puits qui font l'objet de la DAOTM (par exemple mesure de la pression lors de la réalisation de tests d'injection ou de production dans les nouveaux puits, ou encore utilisation pour un sismomètre). Toutefois, cette utilisation est conditionnée à l'état de ce puits qui sera réévalué au moment de la réalisation des nouveaux forages.

1.1.3.2.2. Log géologique prévisionnel

Comme exposé ci-dessus, Le contexte géologique des puit prévus est très bien connu grâce au forage OPS4 qui a traversé l'intégralité de la séquence stratigraphie jusqu'au réservoir.

Une coupe géologique et technique de l'ouvrage GPS1 prévu, telle que présentée dans le mémoire technique et dans le programme des travaux est reproduite ci-dessous afin de faciliter la compréhension. Les coupes géologiques et techniques des ouvrages GPS1 et GPS2 sont similaires ; les différences concernent l'azimut du puits, son inclinaison et la longueur du trou ouvert (section en 8''1/2). Une coupe géologique issue de l'interprétation des données sismiques 3D est également présentée.

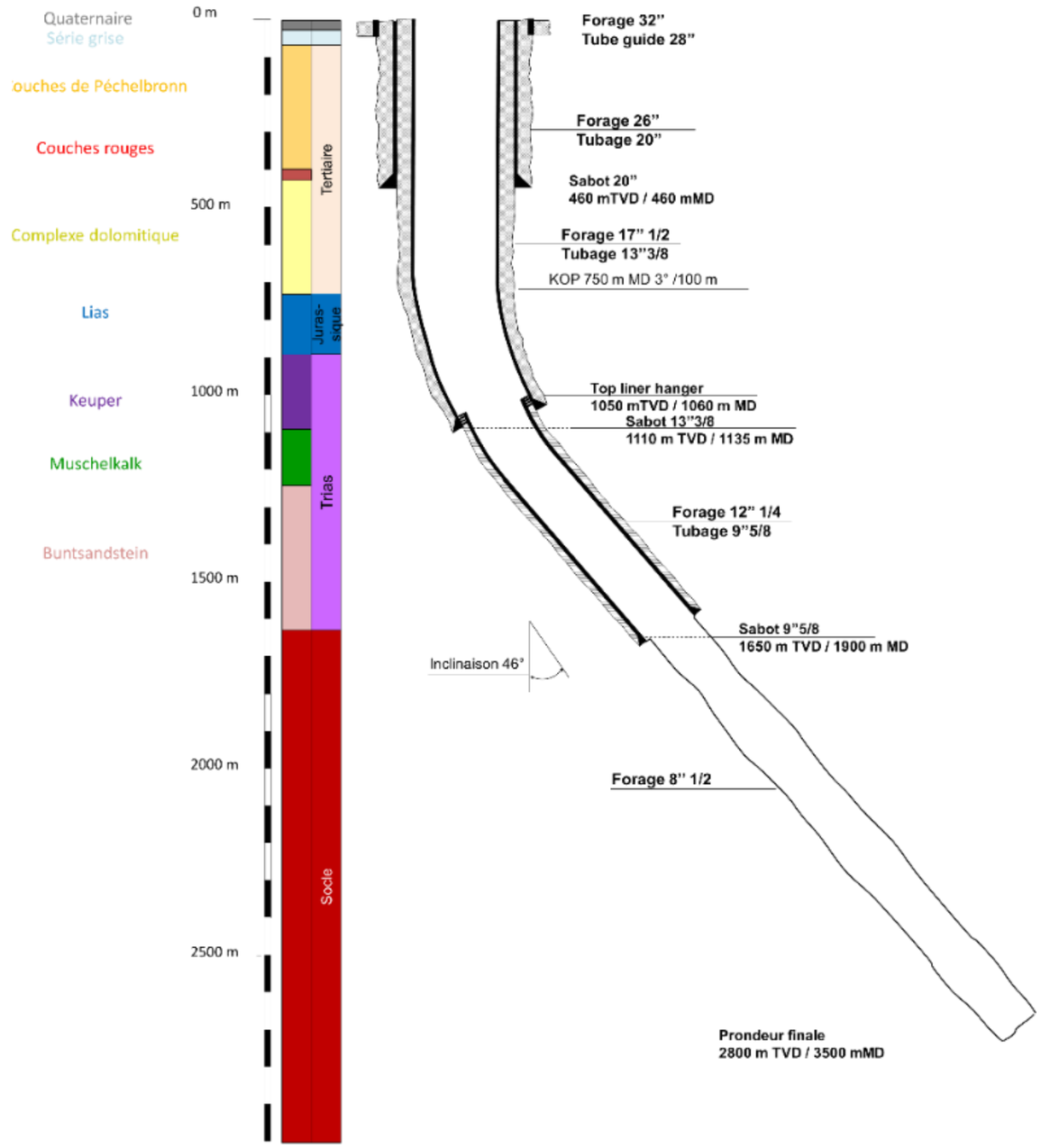
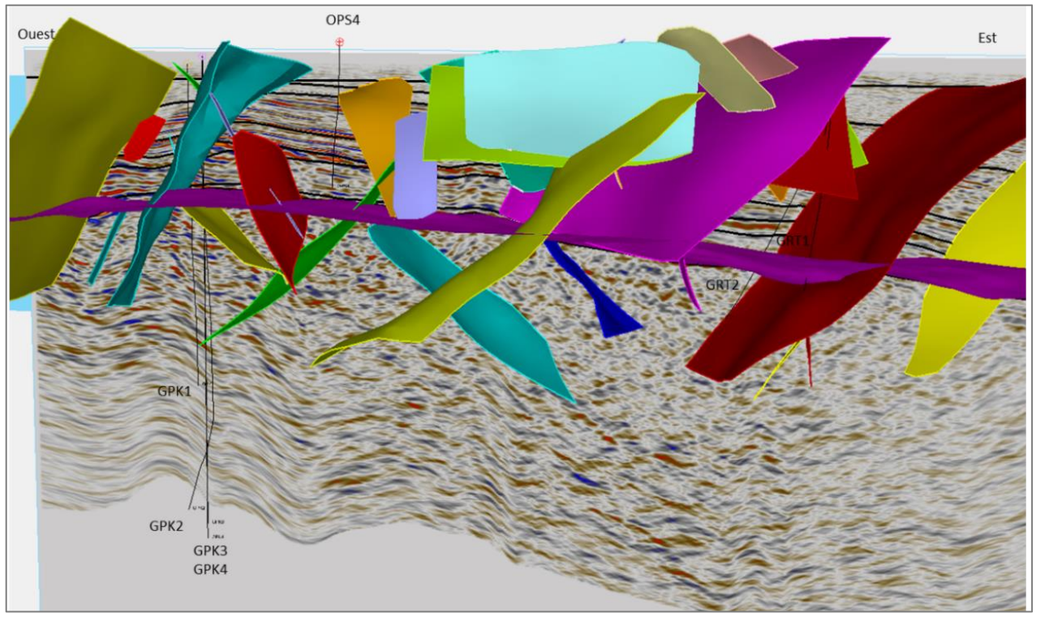


Figure 108 Coupe géologique et technique prévisionnelle de l'un des puits GPS prévus



Les horizons géologiques de haut en bas sont le toit des schistes à Poisson, de la zone dolomitique, du Keuper, du Muschelkalk, du Buntsandstein et du Granite. Les puits GPS partiront depuis le site du puits OPS4 existant, indiqué sur la coupe.

Figure 109 Coupe sismique interprétée Est-Ouest issue de la sismique 3D interprétée

Une brève description de la géologie attendue au droit du site (basée sur l'interprétation des données du puits OPS4) présentant les horizons traversés jusqu'au réservoir granitique est proposée ci-dessous.

Le Plio-Quaternaire est discordant sur les terrains antérieurs, et peut atteindre une épaisseur de 200 m suivant la topologie des terrains qu'il recouvre. Dans la zone du forage, le plio-quaternaire a une épaisseur de 20 m environ.

Les couches de Niederrœdern (Oligocène supérieur), sont érodées sur ce site et ne sont donc pas présentes.

A l'Oligocène inférieur, les couches de Pechelbronn sont déposées sur une épaisseur de 345 m et sont divisées :

- Inférieure : Couches bitumineuses, marnes rubanées brun rouge et grise avec grés ;
- Moyenne : Marnes grises à hydrobies notamment ;
- Supérieure : Faciès détritiques à la base avec des niveaux gréseux dit de Glasswinkel et de Beinheim. Ces niveaux sont bien connus puisqu'ils constituent les réservoirs principaux des gisements pétroliers de Scheibenhard et Schelmenberg. Ces grés sont les résidus du démantèlement des reliefs de bordure de graben.

Au Nord d'Haguenau, les séries éocènes sont représentées par le Complexe dolomitique (marnes et dolomie, argiles marines et grès lacustres, sur une épaisseur de 205 m), surmontées par les couches rouges (marnes dolomitiques rouges à anhydrite) d'une épaisseur de 65 m.

Une zone de faille et de transition est située sous ces niveaux, sur une épaisseur de 100 m environ.

Le Lias (début du Jurassique) est constitué des grès argileux du Rhétien recouverts par une série argilo marneuse pour une épaisseur totale de 165 m.

Le Keuper comprend des séries de marnes irisées à sel gemme et à gypse qui se sont déposées dans un milieu marin lagunaire en bordure du continent sur une épaisseur de 200 m.

Le Muschelkalk est constitué de trois niveaux. Le niveau le plus bas, les « Grès coquilliers » passent rapidement à des marnes peu perméables. Le niveau moyen marneux et dolomitique peut être gréseux au sommet formant un seul aquifère avec les calcaires du Muschelkalk supérieur. Une fracturation importante augmente localement la perméabilité de cette formation qui a une épaisseur d'environ 150 m au droit du projet.

Le Buntsandstein (début de l'ère Secondaire) est constitué de niveaux principalement gréseux, à la granulométrie généralement fine mais pouvant passer localement à des conglomérats. Les matériaux qui le constituent, proviennent de l'érosion des massifs existant au début de l'ère secondaire. Ces couches ont une perméabilité matricielle très variable en fonction de leur cimentation et du compactage provenant du poids des sédiments qui les ont ensuite recouvertes. Le « Grès vosgien » et le « Grès à Volzia » plus ou moins micacés sont regroupés sous le vocable de « Grès bigarrés ». Lorsqu'ils sont fracturés leur perméabilité peut être bonne. L'épaisseur du Buntsandstein au droit du projet est estimée à 350 m environ.

Une couverture permienne d'une épaisseur inférieure à 50 m est attendue en recouvrement du granite paléozoïque âgé d'environ 330 Ma.

Ainsi la profondeur du toit du socle granitique se situe à environ 1650 m de profondeur au niveau du puits OPS4. La profondeur verticale maximale des ouvrages GPS1 et GPS2 sera limitée à 3500 m. La limitation de profondeur des ouvrages permet de ne pas pénétrer dans la 'zone sismogénique' de la croûte terrestre (zone dans laquelle se produisent la majorité des séismes naturels en domaine continental), profondeur à partir de laquelle le risque d'induire de la sismicité ressentie augmente (profondeur estimée à environ 4 000 m dans le Fossé du rhénan).

1.1.3.3. PERMEABILITE DES SOLS

Deux essais de type Porchet ont été réalisés par la société PYXIS (Fondasol) sur le site OPS4 le 16 mars 2023. Les perméabilités mesurées à 3 m sont les suivantes :

Tableau 65 Résultats des essais de perméabilité – site OPS4

Essai	Date essai	Perméabilité
SD1	16/03/23 09:40	1,06.10^{-6} m/s
SD2	16/03/23 11:00	1,01.10^{-6} m/s

Le territoire d'étude se situe dans une vaste formation de Lœss et Lehms, alternant des formations limoneuses et argilo-sablonneuse. La perméabilité des sols est de l'ordre de 1.10^{-6} m/s.

1.1.4. Occupation des sols

1.1.4.1. SITE DE PRODUCTION OPS4

Le site de projet OPS4, en l'état actuel, présente des surfaces majoritairement non-imperméabilisées, de type parcelles cultivées ou espaces enherbés. **L'imperméabilisation moyenne est de l'ordre de 10%**.

Tableau 66 Occupation des sols du site OPS4, et surfaces actives équivalente

Zone	Surface approximative (m²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m²)
Bâtiments	18	100%	18
Surfaces cultivées	16 282	10%	1 628
Espaces enherbé et arboré	3 600	10%	360
Dalles et enrobés	0	100%	0
Bassin(s)	0	100%	0
Surface en concassé	100	60%	60
TOTAL des surfaces	**20 000**	**10%**	**2 066**



Figure 110 Occupation des sols du site OPS4 AVANT travaux de forage

1.1.4.2. PLATEFORME D'EXPLOITATION GPK2

En l'état actuel, le périmètre de la nouvelle centrale géothermique sur GPK2 est constitué d'espaces non-imperméabilisés. **L'imperméabilisation moyenne est de 10%**.

Tableau 67 Occupation des sols du site GPK2 et surface active équivalente

Zone	Surface approximative (m²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m²)
Bâtiments	0	100%	0
Surfaces cultivées	8 000	10%	800
Espaces enherbé et arboré	0	10%	0
Dalles et enrobés	0	100%	0
Bassin(s)	0	100%	0
Surface en concassé	0	60%	0
TOTAL des surfaces	**8 000**	**10%**	**800**

La délimitation dans laquelle évolue la zone d'étude présente de faibles seuils d'imperméabilisation.

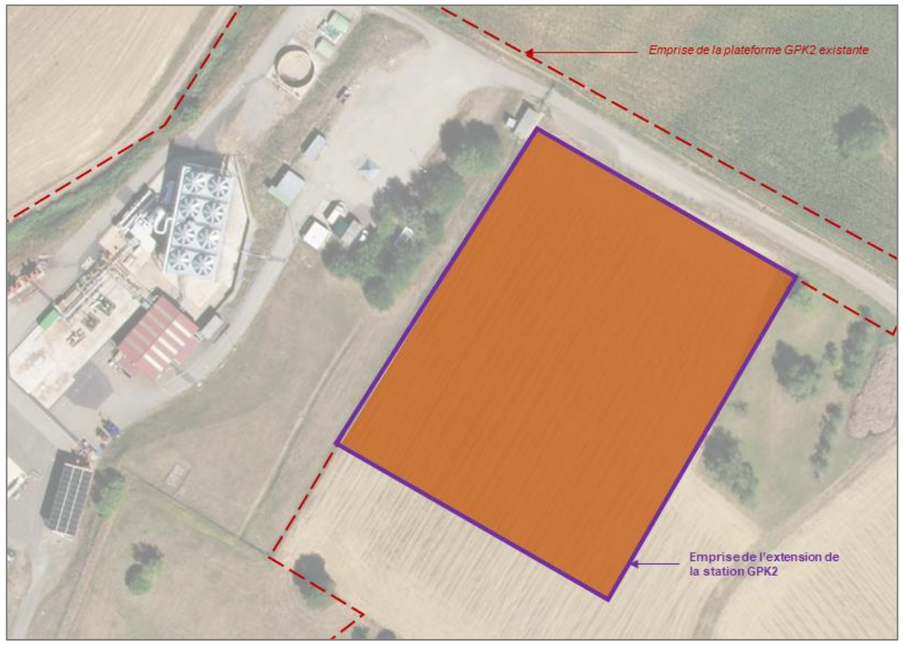


Figure 111 Occupation des sols du site GPK2 AVANT travaux d'aménagement

1.1.5. Eaux superficielles

1.1.5.1. INVENTAIRE DES BASSINS VERSANTS [19]

Le site de production OPS4 se situe à proximité du cours d'eau **le Lienenbach**, affluent de la Sauer (masse d'eau **SAUER 2** FRCR712).

La plateforme d'exploitation GPK2 se situe à proximité du cours d'eau **le Seltzbach** (masse d'eau **SELTZBACH** FRCR205).

Le découpage des bassins versants est présenté en Figure 112 ci-dessous.

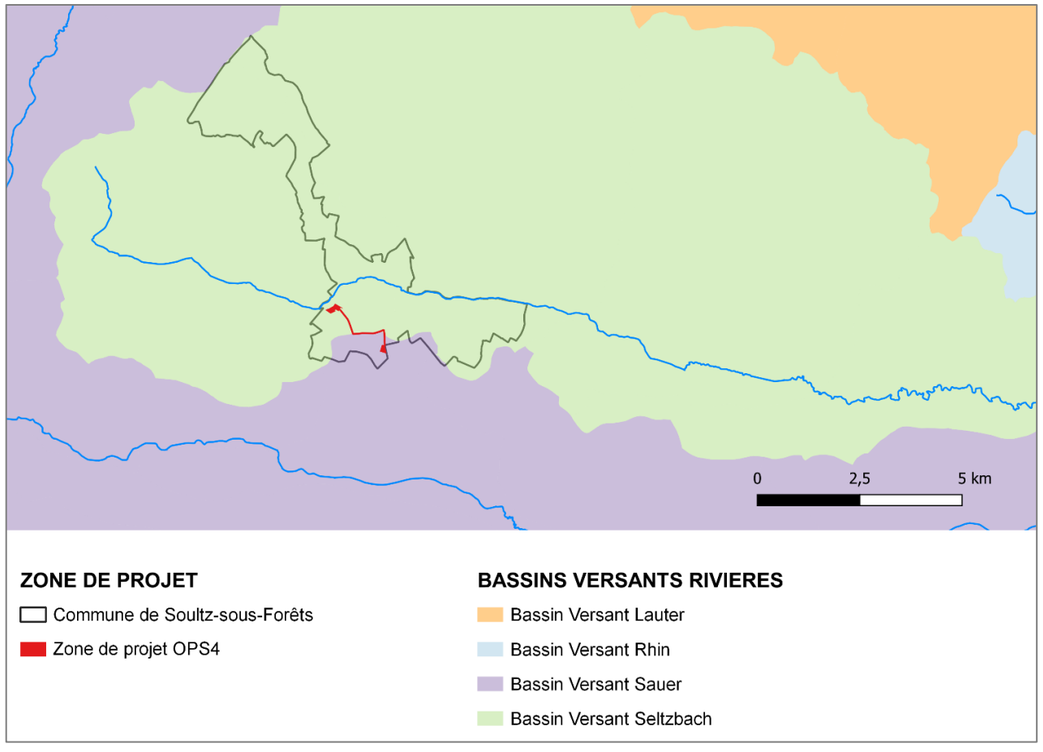


Figure 112 Bassins versants rivières (source : Dossier Département des Risques Majeurs du Bas-Rhin, 2018)

Situés tous deux au Nord du Bas-Rhin, **traversant le département d'Ouest en Est**, ces cours d'eau couvrent respectivement une **superficie de 570 km²** (Sauer) et **220 km²** (Seltzbach)

[19] cdi.eau-rhin-meuse.fr

1.1.5.2. RESEAU HYDROGRAPHIQUE

A proximité du site du projet, le réseau hydrologique est notamment composé des cours d'eau suivants :

❖ Bassin versant de la SAUER :

- Le **ruisseau le Lienenbach**, situé à 300 mètres au Sud de la zone de projet. Il s'agit du cours d'eau le plus proche du projet. Il constitue un des affluents de La Sauer, dont il rejoint le lit à ~8 km au Sud de la zone de projet ;

  Le Lienenbach est un ruisseau de petit gabarit et présente un profil trapézoïdal de type fossé :



Figure 113 Ruisseau le Lienenbach dans sa partie aval, à proximité de la D263 (19/10/2023)

- Le **ruisseau le Bruchgraben**, situé au sud-est du site OPS4.

❖ Bassin versant du SELTZBACH :

- Le **ruisseau du Seltzbach**, situé au Nord de la zone de projet. Il constitue un des affluents de La Sauer, dont il rejoint le lit à ~33 km à l'Est de la zone de projet ;
- Le **ruisseau le Sumpfgraben**, situé à l'Est de la zone de projet. Il constitue un des affluents du Seltzbach, dont il rejoint le lit à ~600 m à l'Ouest de la zone de projet.
- Le **ruisseau le Schindelbach**, situé au nord du tracé de la conduite entre les deux sites.

La carte en page suivante localise les cours d'eau mentionnés et leur position par rapport aux implantations du projet.

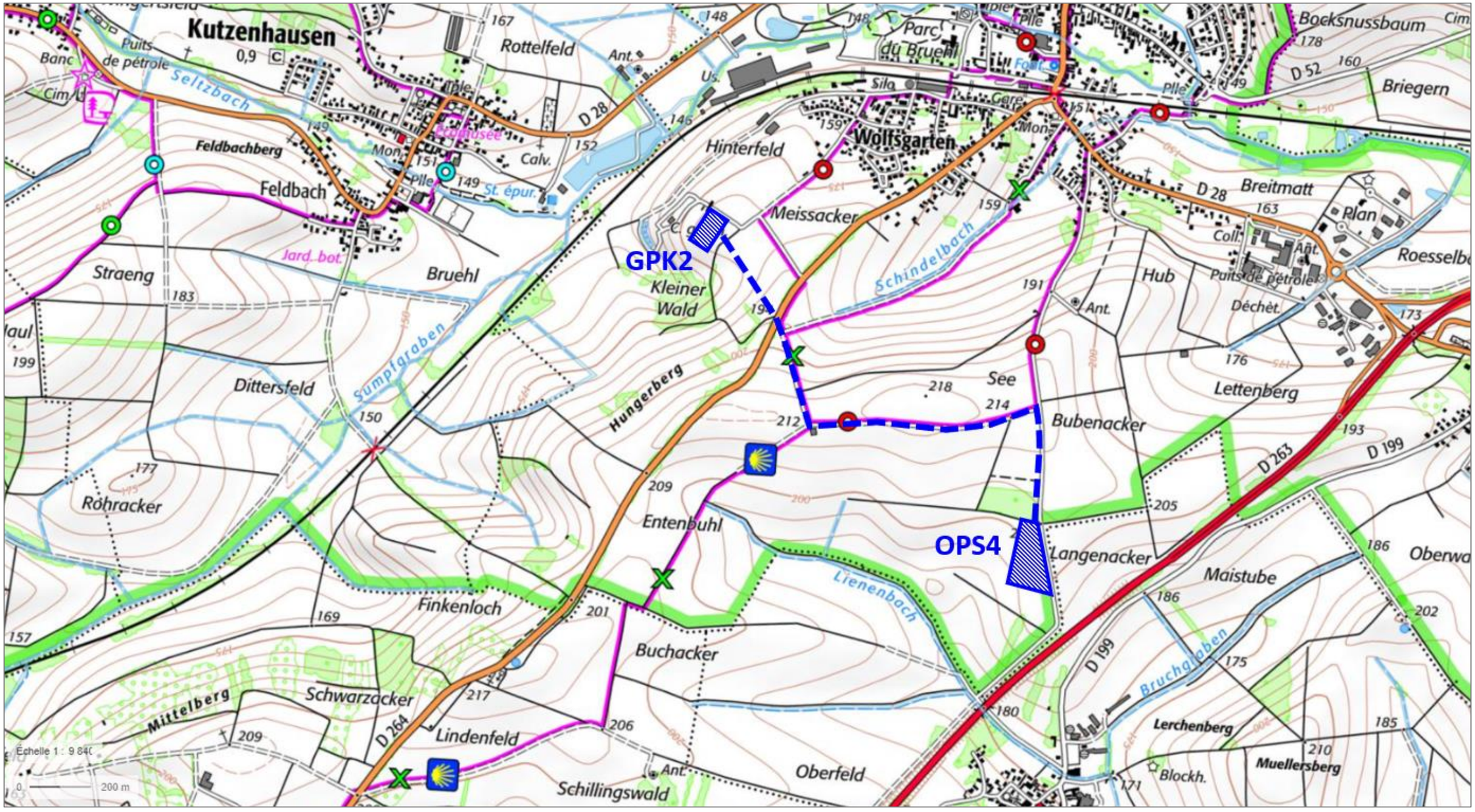


***Figure 114** Inventaire du réseau hydrographique à proximité du secteur d'étude (d'après la carte IGN – source : Géoportail)*

1.1.5.3. QUALITE DE L'EAU

1.1.5.3.1. Qualité des masses d'eau

L'évaluation SDAGE 2022/2027 - Tome 4 ; ainsi que les données proposées par le catalogue de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse) [20] renseigne sur **l'état ou le potentiel écologique de ces masses d'eau de surface**, telles que :

- SELTZBACH – FRCR205 : MAUVAIS
- SAUER 2 – FRCR712 : MOYEN

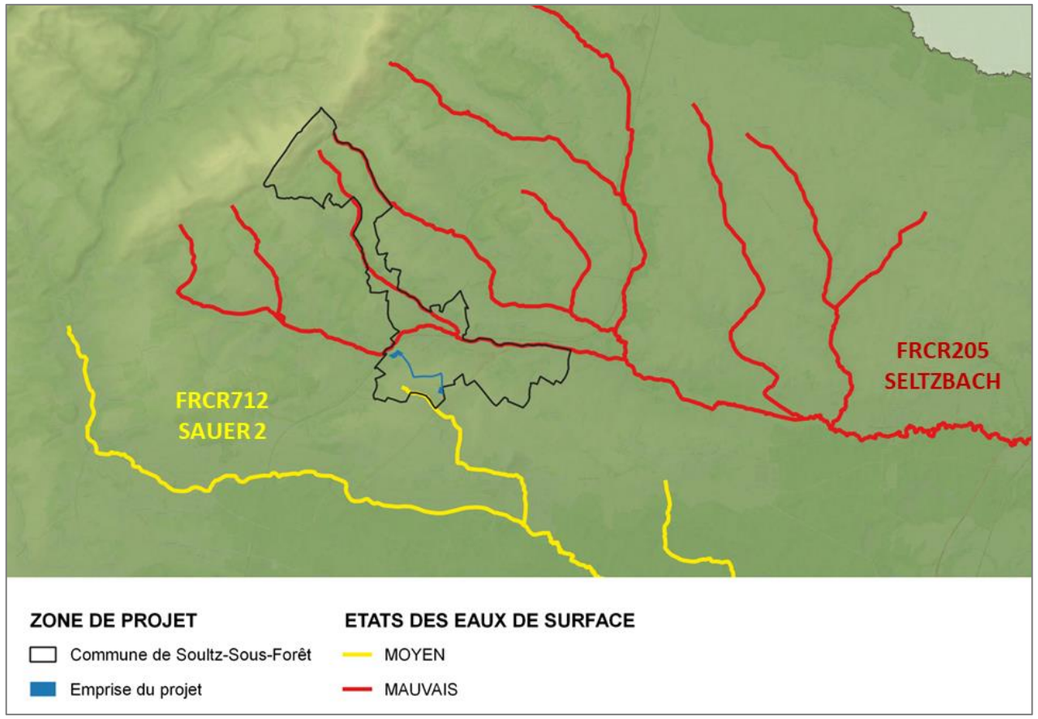


Figure 116 Disposition des stations de mesures de qualité des eaux superficielles au plus près du la zone projet (source : Agence de l'eau Rhin-Meuse)

1.1.5.3.2. Stations de surveillance des eaux superficielles

Des stations de surveillance de la qualité des eaux sont présentes en aval des sites OPS4 et GPK2 sur le Seltzbach et la Sauer.



Figure 115 Etat ou potentiel écologique des masses d'eaux de surface concernant le projet (source : Agence de l'eau Rhin-Meuse)

Tableau 68 Etat 2019-2021 aux stations de surveillance (source : SIERM)

Station de surveillance	Année de la donnée	Etat écologique	Paramètre(s) déclassant	Etat chimique	Paramètre(s) déclassant
Le Seltzbach à Hatten (02046800)	2020-2022	Médiocre	**Nutriments** : Phosphates, Phosphore total, Nitrites	**Mauvais**	Fluoranthène (moy) HCH alpha+beta+delta+gamm (max) Benzo(a)pyrène (moy) Benzo(b)fluoranthène (max) Benzo(g.h.i)pérylène (max)
La Sauer à Betschdorf (02045250)	2018-2020	Moyen	**Biologie :** Diatomées, Macrophytes	**ND**	…

[20] https://geo.eau-rhin-meuse.fr/portal/apps/sites/#/georm

Tableau 69 Le Seltzbach à Hatten (02046800) : état écologique

Etat écologique | Etat chimique | Autres substances chimiques | Sédiments

Paramètres	Année(s)										Etat écologique 2020-2022	
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2020-2022	Classes d'état
Invertébrés (IBGN ou IBGN équivalent)	6	10		8	8							
Diatomées (IBD 2007)												
Poissons (IPR)												
Macrophytes (IBMR)												
Température (P90, °C)	17.1	18	21.2	15.3	17.6	20.2	15.5	18.5	18.3		18.5	Température
pH (min)	7.7	8	7.9	7.9	7.4	7.4	7.8	7.8	7.7		7.8	Acidification
pH (max)	8.3	8.3	8.5	8.6	7.8	8.1	8.2	8.1	8		8.1	
Conductivité (P90, µS/cm)	802	845	734	769	764	757	696	765	811		770	salinité
Chlorures P90 (mg Cl/l)	39.1	46.1	56.5	57.4	82.5	69.7	42	64	63		64	
Sulfates P90 (mg SO4/l)	41.7	34.9	46.5	40.2	40.3	35.9	61	49	49		49	
O_2 dissous (P10, mgO_2/l)	7.3	6.5	3.9	7	2.5	4.9	6.9	5.2	7.3		5.2	Bilan de l'oxygène
Tx Sat. O2 (P10, %)	75	65	44	65	27	53	69.3	55.3	75.1		55.3	
DBO5 (P90, mg O_2/l)	2.5	3.5	4.8	3.4	7	4.2	2.6	5.9	4		4.3	
Carb. Org. (P90, mg C/l)	5.36	4.56	5.4	4.53	6.75	6.3	5.3	7.7	7.6		7.7	
Phosphates (P90, mg PO_4^{3-}/l)	1.09	0.81	1.53	0.7	1.18	1.18	0.995	1.63	1.14		1.63	Nutriments
Phosphore total (P90, mg P/l)	0.454	0.349	0.614	0.308	0.478	0.476	0.39	0.77	0.54		0.77	
Ammonium (P90, mg NH4+/l)	0.26	0.63	1.2	0.3	2.2	0.7	0.44	1.2	0.16		0.49	
Nitrites (P90, mg NO2-/l)	0.25	0.29	0.69	0.31	0.54	0.52	0.34	0.95	0.3		0.77	
Nitrates (P90, mg NO3-/l)	17.9	14	17	24	15	18	36	23	21		23	
Chlortoluron (moy, µg/L)							0.041	0.35	0.00223		0.161	Polluants spécifiques
Oxadiazon (moy, µg/L)							<0.005	<0.005	<0.005		<0.005	
Thiabendazole (moy, µg/L)							<0.002	<0.002	<0.002		<0.002	
2,4 D (moy, µg/L)							0.0272	0.034	0.0113		0.0216	
2,4 MCPA (moy, µg/L)							0.0054	0.009	0.069		0.039	
Arsenic dissous (moy, µg/L)												
Chrome dissous (moy, µg/L)												
Cuivre dissous (moy, µg/L)												
Zinc dissous (moy, µg/L)												
Métazachlore (moy, µg/L)							0.0031	0.0048	0.0235		0.014	
Aminotriazole (moy, µg/L)							0.025	0.036	<0.02		0.0216	
Nicosulfuron (moy, µg/L)							0.0203	0.0108	0.0292		0.0189	
AMPA (moy, µg/L)							0.53	1.1	0.42		0.72	
Glyphosate (moy, µg/L)							0.225	0.33	0.248		0.278	
Diflufénicanil (moy, µg/L)							0.0059	0.0105	0.0065		0.0082	
Tébuconazole (moy, µg/L)							0.0092	0.0283	0.0088		0.0175	
Bentazone (moy, µg/L)							0.0071	0.0037	0.00223		0.00288	Polluants spécifiques non pertinents pour le bassin Rhin-Meuse
Cyprodinil (moy, µg/L)							<0.002	<0.002	0.0037		0.00238	
Imidaclopride (moy, µg/L)							<0.005	0.0102	<0.005		0.0065	
Iprodione (moy, µg/L)							<0.005	<0.005	<0.005		<0.005	
Azoxystrobine (moy, µg/L)							<0.002	<0.002	<0.002		<0.002	
Toluene (moy, µg/L)							<0.1	<0.1	0.106		<0.1	
Phosphate de tributyle (moy, µg/L)							<0.03	<0.03	<0.03		<0.03	
Biphényle (moy, µg/L)							<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	
Boscalid (moy, µg/L)							0.0036	0.004	0.00315		0.0035	
Métaldéhyde (moy, µg/L)							<0.02	<0.02	0.044		0.03	
Chlorprophame (moy, µg/L)							<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	
Xylène (moy, µg/L)												
Linuron (moy, µg/L)							<0.005	<0.005	<0.005		<0.005	
Chlordécone (moy, µg/L)												
Pendiméthaline (moy, µg/L)							0.0084	0.0045	0.00233		0.0033	

Parametres généraux

Etat écologique

L'état écologique est calculé selon les critères de l'arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique. Pour les métaux, la moyenne a été calculée sans retrancher le fond géochimique et la fraction biodisponible du cuivre et du zinc n'a pas pu être évaluée. La totalité de la fraction dissoute a été prise en compte pour le calcul de la moyenne.du cuivre,du zinc, de l'arsenic et du chrome. Le diagnostic d'état pour ces quatre paramètres est probablement plus pénalisant qu'il ne l'est en réalité.

Légende : Etat / potentiel écologique

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	Non déterminé / inconnu

Tableau 70 Le Seltzbach à Hatten (02046800) : état chimique

Etat écologique | Etat chimique | Autres substances chimiques | Sédiments

Paramètre (code sandre) Moyenne / maximum annuel en µg/l		Année(s) 2019	2020	2021	2022	2020-2022	Norme de qualité environnementale (µg/l)
Alachlore	MOY	<0.002	<0.002	<0.002		<0.002	0.3
	MAX	<0.002	<0.002	<0.002		<0.002	0.7
Anthracène	MOY	0.00245	0.00206	0.00186		0.00191	0.1
	MAX	0.0089	0.0038	0.0048		0.0048	0.1
Atrazine	MOY	0.0046	0.0061	0.0252		0.0155	0.6
	MAX	0.012	0.013	0.293		0.293	2
Benzène	MOY	<0.2	<0.2	<0.2		<0.2	10
	MAX	<0.2	<0.2	<0.2		<0.2	50
Tétrachl.Carbone	MOY	<0.1	<0.1	<0.1		<0.1	12
	MAX	<0.1	<0.1	<0.1		<0.1	
Chlorfenvinphos	MOY	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	0.1
	MAX	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	0.3
Chlorpyriphos-éthyl	MOY	<0.005	<0.005	<0.005		<0.005	0.03
	MAX	<0.005	<0.005	<0.005		<0.005	0.1
DDT 44'	MOY	<0.001	<0.001	<0.001		<0.001	0.01
	MAX	<0.001	<0.001	<0.001		<0.001	
Dichloroéthane 12	MOY	<0.1	<0.1	<0.1		<0.1	10
	MAX	<0.1	<0.1	<0.1		<0.1	
Dichlorométhane	MOY	<4.5	<4.5	<4.5		<4.5	20
	MAX	<4.5	<4.5	<4.5		<4.5	
Di(2-ethylhexyl)phtalate	MOY	<0.2	0.24	<0.2		<0.2	1.3
	MAX	<0.2	1.09	<0.2		1.09	
Diuron	MOY	0.008	0.0135	0.0078		0.0102	0.2
	MAX	0.022	0.032	0.028		0.032	1.8
Fluoranthène	MOY	0.0094	0.0092	0.0124		0.0106	0.0063
	MAX	0.0568	0.029	0.0451		0.0451	0.12
Hexachlorobenzène	MOY	<0.001	<0.001	<0.001		<0.001	
	MAX	<0.001	<0.001	<0.001		<0.001	0.05
Hexachlorobutadiène	MOY	<0.02	<0.02	<0.02		<0.02	
	MAX	<0.02	<0.02	<0.02		<0.02	0.6
HCH alpha+beta+delta+gamm	MOY		0.0104			0.0077	0.02
	MAX		0.046			0.046	0.04
Isoproturon	MOY	0.0077	0.083	0.00308		0.04	0.3
	MAX	0.023	0.757	0.013		0.757	1
Naphtalène	MOY	0.0065	0.0139	0.0059		0.0102	2
	MAX	0.019	0.1307	0.0232		0.1307	130
Pentachlorobenzene	MOY	<0.001	<0.001	<0.001		<0.001	0.007
	MAX	<0.001	<0.001	<0.001		<0.001	
Benzo(a)pyrène	MOY	0.0041	0.0039	0.0066		0.0051	0.00017
	MAX	0.0265	0.0129	0.0277		0.0277	0.27
Benzo(b)fluoranthène	MOY	0.0066	0.0062	0.0096		0.0077	
	MAX	0.0454	0.02	0.0346		0.0346	0.017
Benzo(g,h,i)périylène	MOY	0.00315	0.00298	0.0049		0.0039	
	MAX	0.0188	0.009	0.0173		0.0173	0.0082
Simazine	MOY	<0.002	0.0052	<0.002		0.00315	1
	MAX	0.004	0.022	0.006		0.022	4
Tétrachloroéthylène	MOY	<0.1	<0.1	<0.1		<0.1	10
	MAX	<0.1	<0.1	<0.1		<0.1	
Trichloréthylène	MOY	<0.1	<0.1	<0.1		<0.1	10
	MAX	<0.1	<0.1	<0.1		<0.1	
Chloroforme	MOY	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	2.5
	MAX	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	
Trifluraline	MOY	<0.005	<0.005	<0.005		<0.005	0.03
	MAX	<0.005	<0.005	<0.005		<0.005	
Aclonifène	MOY	<0.015	<0.015	<0.015		<0.015	0.12
	MAX	<0.015	<0.015	<0.015		<0.015	0.12
Bifénox	MOY	<0.0036	<0.0036	<0.0036		<0.0036	0.012
	MAX	<0.0036	<0.0036	<0.0036		<0.0036	0.04
Cyperméthrine	MOY	<0.02	<0.02	<0.02		<0.02	0.00008
	MAX	<0.02	<0.02	<0.02		<0.02	0.0006
Dichlorvos	MOY	<0.005	<0.005	<0.005		<0.005	0.0006
	MAX	<0.005	<0.005	<0.005		<0.005	0.0007
Dicofol	MOY	<0.0003	<0.0003	<0.0003		<0.0003	0.0013
	MAX	<0.0003	<0.0003	<0.0003		<0.0003	
Irgarol (Cybutrine)	MOY	<0.0005	<0.0005	<0.0005		<0.0005	0.0025
	MAX	<0.0005	0.0005	<0.0005		0.0005	0.016
Quinoxyfen	MOY	<0.002	<0.002	<0.002		<0.002	0.15
	MAX	<0.002	<0.002	<0.002		<0.002	2.7
Terbutryne	MOY	0.0061	0.023	0.0058		0.0136	0.065
	MAX	0.017	0.055	0.017		0.055	0.34

L'état chimique est calculé selon les critères de l'arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface.

Légende : Classification de l'état chimique

Très bon	Mauvais	Non déterminé / inconnu

Tableau 71 La Sauer à Betschdorf (02045250) : état écologique

Paramètres	Année(s)										Etat écologique 2018-2020	
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2018-2020	Classes d'état
Invertébrés (IBGN ou IBGN équivalent)	16	17	13	18		15	14					Biologie
Diatomées (IBD 2007)	14	13.4	13.8				14.3			14.4	14.4	
Poissons (IPR)			7.6			5.6						
Macrophytes (IBMR)	10.6	11	9.1				9.8			10.2	10.2	
Température (P90, °C)	17.8	16.8	17.1	18.4	20.2	17.6	18.2	20.4		18.6	20.4	Température
pH (min)	7.6	7.3	7.7	7.6	7.9	7.9	7.4	7.5		7.4	7.4	Acidification
pH (max)	8	7.9	8.1	8.1	8.6	8.5	8	8		8	8	
Conductivité (P90, µS/cm)	294	360	380	350	346	342	361	320		331	331	salinité
Chlorures P90 (mg Cl/l)	16	18	17.1	13.9	16.2	20.5	18.2	14.5		13	14.5	
Sulfates P90 (mg SO4/l)	24.7	23.7	25	26	24.8	25.4	23.3	24.6		25	25	
O_2 dissous (P10, mgO_2/l)	7.9	8	8.7	8.2	7.2	9.1	8.2	7.4		8.9	7.4	Bilan de l'oxygène
Tx Sat. O2 (P10, %)	81	79	87	89	80	90	86	83		89.1	83	
DBO5 (P90, mg O_2/l)	4	3.8	2.9	3.4	3.5	3.4	3.7	3.5		4.4	3.9	
Carb. Org. (P90, mg C/l)	3.81	3.69	4.86	3.9	3.96	4.97	3.98	4.29		4	4.29	
Phosphates (P90, mg PO_4^{3-}/l)	0.55	0.35	0.32	0.37	0.4	0.27	0.43	0.26		0.265	0.265	Nutriments
Phosphore total (P90, mg P/l)	0.292	0.236	0.162	0.19	0.229	0.204	0.222	0.176		0.16	0.176	
Ammonium (P90, mg NH4+/l)	0.51	0.25	0.43	0.2	0.6	0.16	0.47	0.29		0.12	0.29	
Nitrites (P90, mg NO2-/l)	0.11	0.14	0.11	0.16	0.09	0.1	0.1	0.09		0.06	0.09	
Nitrates (P90, mg NO3-/l)	6.4	8.8	7.4	7.2	6.7	12	9.8	7.6		11	9.2	
Chlortoluron (moy, µg/L)			<0.02		<0.02		<0.02			<0.002	<0.002	Polluants spécifiques
Oxadiazon (moy, µg/L)			<0.02		<0.005		<0.005			<0.005	<0.005	
Thiabendazole (moy, µg/L)			<0.005		<0.02		<0.02			<0.002	<0.002	
2,4 D (moy, µg/L)			<0.02		<0.02		<0.02			<0.002	<0.002	
2,4 MCPA (moy, µg/L)			<0.02		0.039		<0.02			<0.002	<0.002	
Arsenic dissous (moy, µg/L)			8.4									
Chrome dissous (moy, µg/L)			0.094									
Cuivre dissous (moy, µg/L)			0.59									
Zinc dissous (moy, µg/L)			2.79									
Métazachlore (moy, µg/L)			<0.02		<0.005		<0.005			<0.002	<0.002	
Aminotriazole (moy, µg/L)							<0.02			<0.02	<0.02	
Nicosulfuron (moy, µg/L)			<0.02		<0.02		<0.02			<0.005	<0.005	
AMPA (moy, µg/L)							0.282			0.165	0.165	
Glyphosate (moy, µg/L)							0.046			<0.02	<0.02	
Diflufénicanil (moy, µg/L)			<0.02		0.0083		0.0076			<0.002	<0.002	
Tébuconazole (moy, µg/L)			<0.02		<0.02		<0.02			<0.005	<0.005	
Bentazone (moy, µg/L)			<0.02		<0.02		<0.02			<0.002	<0.002	Polluants spécifiques non pertinents pour le bassin Rhin-Meuse
Cyprodinil (moy, µg/L)			<0.005		<0.005		<0.005			<0.002	<0.002	
Imidaclopride (moy, µg/L)			<0.005		<0.02		<0.005			<0.005	<0.005	
Iprodione (moy, µg/L)			<0.005		<0.005		<0.005			<0.005	<0.005	
Azoxystrobine (moy, µg/L)			<0.02		<0.02		<0.02			<0.002	<0.002	
Toluene (moy, µg/L)			<0.5							<0.1	<0.1	
Phosphate de tributyle (moy, µg/L)			<0.1		<0.005		<0.005			<0.03	<0.03	
Biphényle (moy, µg/L)			<0.01		<0.005		<0.005			<0.01	<0.01	
Boscalid (moy, µg/L)					<0.02		<0.02			<0.002	<0.002	
Métaldéhyde (moy, µg/L)			<0.02				<0.02			<0.02	<0.02	
Chlorprophame (moy, µg/L)			<0.02		<0.005		<0.005			<0.01	<0.01	
Xylène (moy, µg/L)												
Linuron (moy, µg/L)			0.039		<0.02		<0.02			<0.005	<0.005	
Chlordécone (moy, µg/L)												
Pendiméthaline (moy, µg/L)			<0.02		<0.005		<0.005			<0.002	<0.002	

Paramètres généraux

Etat écologique

Légende :

Etat/Potentiel écologique

	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais
	Non déterminé / Inconnu

Tableau 72 Etat écologique des stations considérées et paramètres déclassants

Station	La Sauer à Betschdorf (02045250)	Le Seltzbach à Hatten (02046800)
Années	2018-2020	2020-2022
Biologie	**Moyen** (Diatomées, Macrophytes)	-
Température	**Bon**	**Très bon**
Acidification	**Très bon**	**Très bon**
Bilan de l'oxygène	**Bon**	**Moyen** (O_2 dissous, Taux sat O_2, Carbone organique)
Nutriments	**Bon**	**Médiocre** (Phosphates, Phosphore total, Nitrites)
Polluants spécifiques	**Bon**	**Moyen** (Chlortoluron)

La Sauer présente un état écologique globalement bon, à l'exception du paramètre Biologie.

Le Seltzbach présente, quant à lui, un état écologique dégradé, notamment par les **rejets domestiques** (présence de phosphates et nitrites caractéristiques des rejets d'eaux usées). La présence d'un herbicide, le Chlortoluron, indique également une dégradation de la qualité par les produits phytosanitaires.

1.1.5.4. CARACTERISTIQUES HYDROMETRIQUES

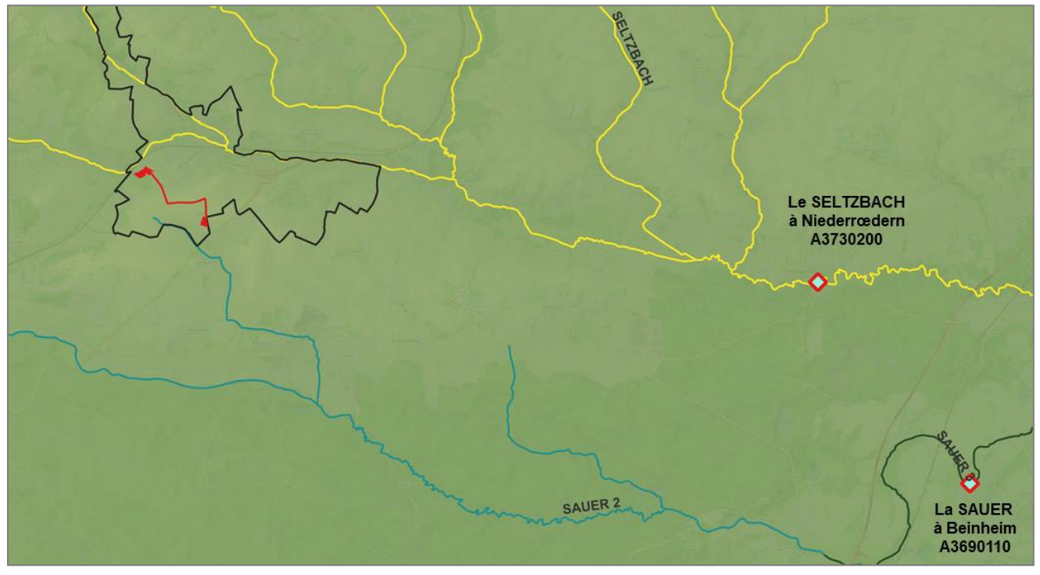
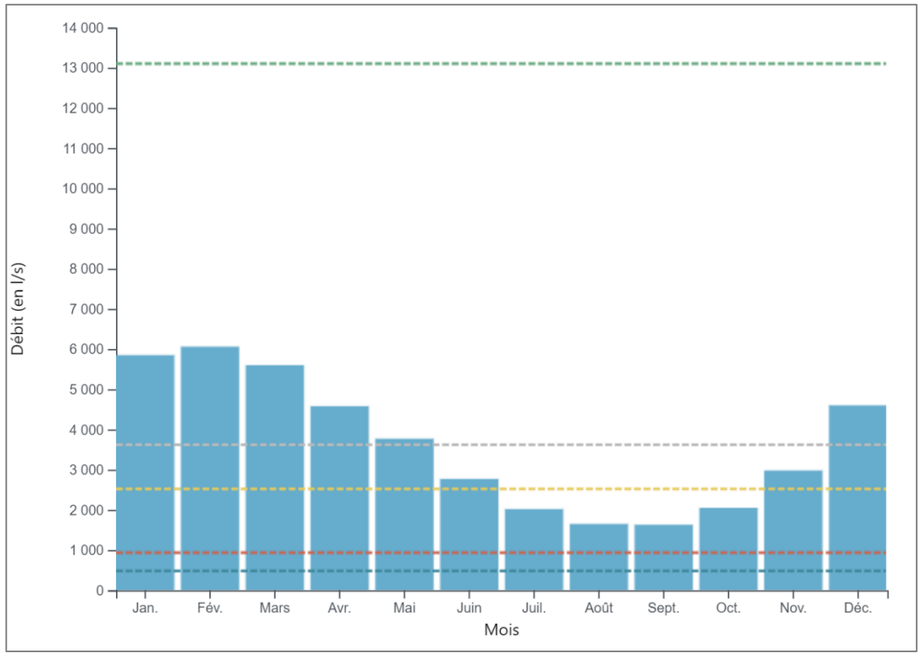


Figure 117 Disposition des stations hydrométriques situées en aval de l'emprise de projet (source : Agence de l'eau Rhin-Meuse)

1.1.5.4.1. **La SAUER à Beinheim**

A. Débits mensuels interannuels

La **station hydrométrique** « **La Sauer à Beinheim** » (A3690110) indique que les débits moyens mensuels de la Sauer varient entre **6 060** et **1 630 l/s** (valeurs moyennes sur les 50 dernières années).



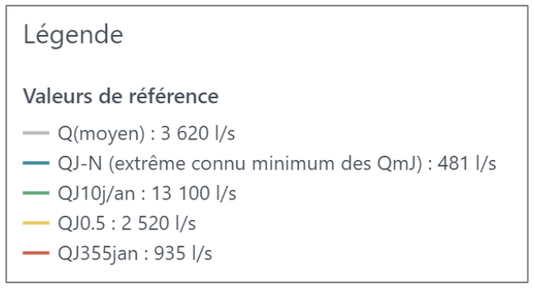


Figure 118 Moyennes interannuelles (écoulement mensuelles) sur la période 1967-2023 (source : hydro.eaufrance.fr)

Le débit mensuel moyen sur l'année est de 3 620 l/s.

- Le débit moyen mensuel **maximal** est observé entre **décembre et mars**, avec un maximum en **février** de 6 060 l/s.
- Le débit mensuel **minimal** est observé entre **juillet et octobre**, avec un minimum en **septembre** de 1 630 l/s.
- Le rapport entre le débit moyen mensuel maximal et le débit moyen mensuel minimal est **de l'ordre de 3,7.**

Tableau 73 Moyennes interannuelles (écoulements mensuels) sur la période 1967 – 2023 (source : hydro.eaufrance.fr)

	QmM Débit moyen mensuel (en l/s)	Qsp Débit spécifique (en l/s/km ²)	Lame d'eau (en mm)	**QINM[21]** Minima instantanés mensuels et interannuels (en l/s)	QIXM[22] Maxima instantanés mensuels et interannuels (en l/s)
Janvier	5 850	10,8	29	692 (2017)	**39 049** (2011)
Février	6 060	11,2	27	1 459 (2006)	29 425 (1990)
Mars	5 600	10,4	28	1 661 (2022)	33 650 (2001)
Avril	4 580	8,5	22	1 441 (2017)	30 100 (1983)
Mai	3 770	7,0	19	868 (2022)	34 825 (1983)
Juin	2 770	5,1	13	376 (2022)	27 831 (2013)
Juillet	2 020	3,7	10	123 (2022)	14 700 (1987)
Août	1 650	3,0	8	**62** (2022)	6 772 (2007)
Septembre	1 630	3,0	8	271 (2022)	7 490 (2001)
Octobre	2 050	3,8	10	270 (2020)	16 485 (1998)
Novembre	2 980	5,58	14	473 (2018)	17 171 (1998)
Décembre	4 600	8,5	23	497 (2020)	33 535 (2010)
Année	3 620	6,7	211		
Valeur extrême				62 (2022)	39 049 (2011)

Les données de débit instantané mensuel minimal mettent en évidence un phénomène **d'aggravation des débits d'étiage**, avec des minima instantanés enregistré en quasi-totalité depuis 2017 (dont 6 en 2022).

Les données de débit instantané maximal révèlent au contraire que la station n'a **pas enregistré de débit maximal instantané depuis l'hiver 2010-2011** (la moitié des valeurs sont antérieures à 2000).

[21] Calculées à partir de 499 "QINM" les plus valides du 01/01/1982 (TU) au 31/12/2023 (TU).

[22] Calculées à partir de 527 "QIXM" les plus valides du 01/01/1973 (TU) au 31/12/2023 (TU).

Le site hydro.eaufrance.fr indique également les valeurs suivantes :

- Le débit moyen journalier dépassé (en moyenne) 10 jours par an : $QJ_{10j/an}$ = 13 000 l/s
- Le débit moyen journalier dépassé (en moyenne) 1 jour sur 2 : $QJ_{0,5}$ = 2 510 l/s
- Le débit moyen journalier non dépassé (en moyenne) 10 jours par an : $QJ_{355j/an}$ = 921 l/s

B. Hautes eaux (crues) / basses eaux (étiages)

Les données disponibles sur le site hydro.eaufrance.fr en juin 2023 indiquent les débits de crue et d'étiage ci-dessous.

Tableau 74 Résultats en l/s pour les périodes de retour usuelles (source : hydro.eaufrance.fr)

	Hautes eaux	Basses eaux
Nombre de points retenus	40	50
Biennale (médiane)	19 777 [17 959 ; 22 071]	1 340 [1 230 ; 1 469]
Quinquennale	26 146 [23 063 ; 29 796]	1 028 [925 ; 1 135]
Décennale	30 362 [26 360 ; 35 124]	895 [793 ; 1 009]
Vicennale	34 406 [29 393 ; 40 400]	798 [695 ; 913]
Cinquantennale	39 642 [33 239 ; 46 998]	702 [595 ; 820]

1.1.5.4.2. **Le SELZTBACH à Niederrœdern**

A. Débits mensuels interannuels

La **station hydrométrique** « **Le Seltzbach à Niederrœdern** » (A3730200) indique que les débits moyens mensuels de la Sauer varient entre **3 160** et **412 l/s** (valeurs moyennes sur les 50 dernières années).

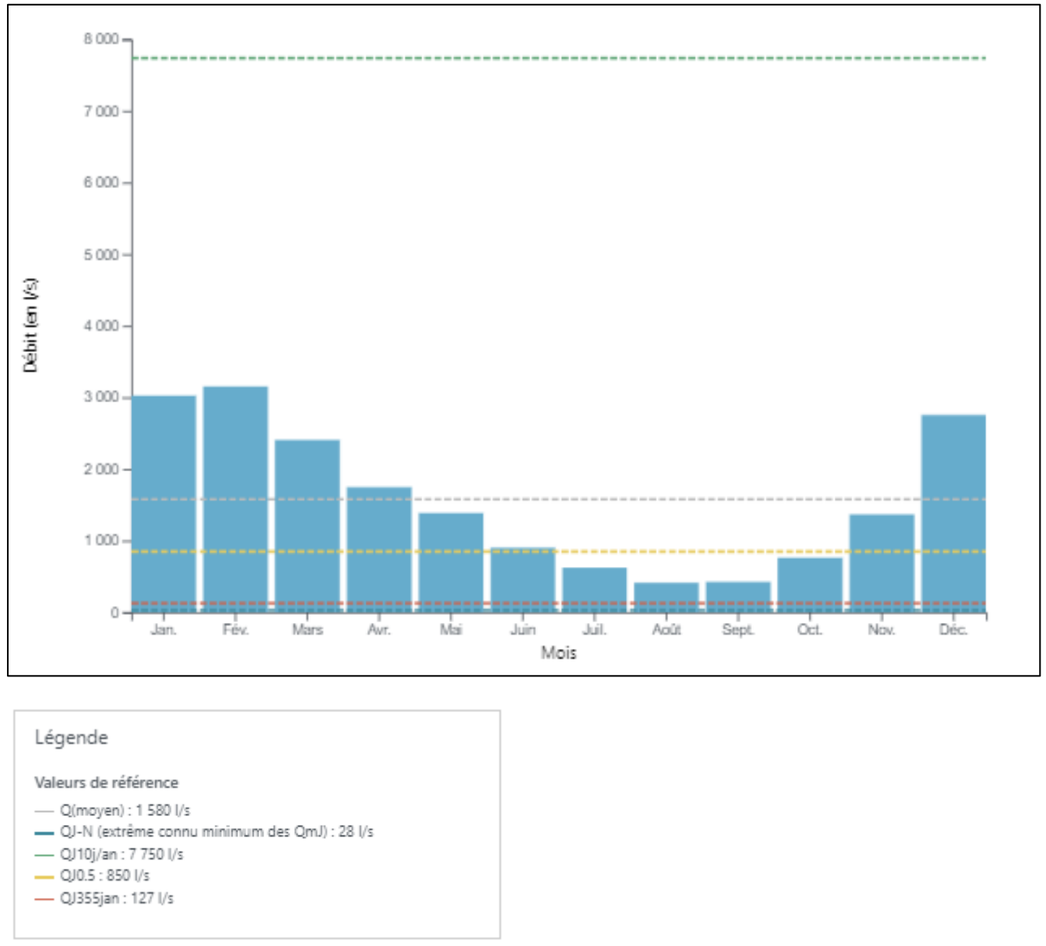


Figure 119 Moyennes interannuelles (écoulement mensuelles) sur la période 1967-2023 (source : hydro.eaufrance.fr)

Le débit mensuel moyen sur l'année est de 1 580 l/s.

- Le débit moyen mensuel **maximal** est observé entre **décembre et mars**, avec un maximum en **février** de 3 160 l/s.
- Le débit mensuel **minimal** est observé entre **juillet et octobre**, avec un minimum en **août** de 412 l/s.
- Le rapport entre le débit moyen mensuel maximal et le débit moyen mensuel minimal est **de l'ordre de 7,7.**

Tableau 75 Moyennes interannuelles (écoulements mensuels) sur la période 1967 – 2023 (source : hydro.eaufrance.fr)

	QmM Débit moyen mensuel (en l/s)	Qsp Débit spécifique (en l/s/km ²)	Lame d'eau (en mm)	**QINM** Minima instantanés mensuels et interannuels (en l/s)	QIXM Maxima instantanés mensuels et interannuels (en l/s)
Janvier	3 030	15	40	643 (2017)	45 800 (1982)
Février	3 160	15,6	38	616 (1972)	51 000 (1997)
Mars	2 410	11,9	32	500 (1972)	49 200 (1988)
Avril	1 750	8,9	22	507 (2021)	48 900 (1978)
Mai	1 390	6,9	18	336 (1974)	102 000 (1975)
Juin	904	4,5	12	220 (2017)	41 000 (2013)
Juillet	623	3,1	8	111 (2019)	27 200 (1997)
Août	412	2	5	**97** (2022)	8 550 (1968)
Septembre	425	2,1	5	107 (2019)	8 530 (1986)
Octobre	765	3,8	10	139 (2018)	17 100 (1982)
Novembre	1 370	6,8	18	184 (2018)	22 000 (1998)
Décembre	2 760	13,7	37	407 (2016)	62 400 (2001)
Année	1 580	7,8	247		
Valeur extrême				97 (2022)	102 000 (1975)

Les données de débit instantané mensuel minimal mettent en évidence un phénomène **d'aggravation des débits d'étiage**, avec notamment 3 phénomènes dans les années 1970, ainsi qu'une accélération visible des minimas instantanés enregistrés depuis 2016 (dont 1 en 2022).

Les données de débit instantané maximal révèlent au contraire que la station n'a **pas enregistré de débit maximal depuis l'été 2013.**

Le site hydro.eaufrance.fr indique également les valeurs suivantes :

- Le débit moyen journalier dépassé (en moyenne) 10 jours par an : $QJ_{10j/an}$ = 7 750 l/s
- Le débit moyen journalier dépassé (en moyenne) 1 jour sur 2 : $QJ_{0,5}$ = 850 l/s
- Le débit moyen journalier non dépassé (en moyenne) 10 jours par an : $QJ_{355j/an}$ = 1 271 l/s

B. Hautes eaux (crues) / basses eaux (étiages)

Les données disponibles sur le site hydro.eaufrance.fr en octobre 2023 indiquent les débits de crue et d'étiage ci-dessous.

Tableau 76 Résultats en l/s pour les périodes de retour usuelles (source : hydro.eaufrance.fr)

	Hautes eaux	Basses eaux
Nombre de points retenus	39	58
Biennale (médiane)	26 793 [22 982 ; 31 109]	217 [237 ; 305]
Quinquennale	39 049 [33 154 ; 46 364]	175 [148 ; 201]
Décennale	47 164 [39 347 ; 56 862]	139 [114 ; 164]
Vicennale	54 949 [40 009 ; 66 848]	115 [92 ; 138]
Cinquantennale	65 024 [52 334 ; 80 105]	93 [72 ; 115]

1.1.6. Eaux souterraines

1.1.6.1. ENTITE HYDROGEOLOGIQUE

D'après le **Système d'information sur l'eau Rhin-Meuse** (SIERM), la succession des entités hydrogéologiques affleurantes au droit de la commune de Soultz-sous-Forêts, c'est-à-dire l'empilement des couches géologiques aquifères (contenant une nappe d'eau souterraine) et des formations imperméables pouvant les séparer, est présentée ci-dessous. Ces données sont issues du référentiel hydrogéologiques **BDLISA** (Base de données sur les limites des systèmes aquifères) à une échelle locale (niveau 3).

Une seule entité hydrogéologique a pu être trouvé en cherchant sur le site SIGAR, il s'agit **des Formations oligocènes du Bassin du Pechelbronn en Alsace**.

Pour rappel, le projet consiste à puiser l'eau géothermale des réservoirs aquifères existants dans le sous-sol à la faveur de réseaux de failles par le forage des couches géologiques.

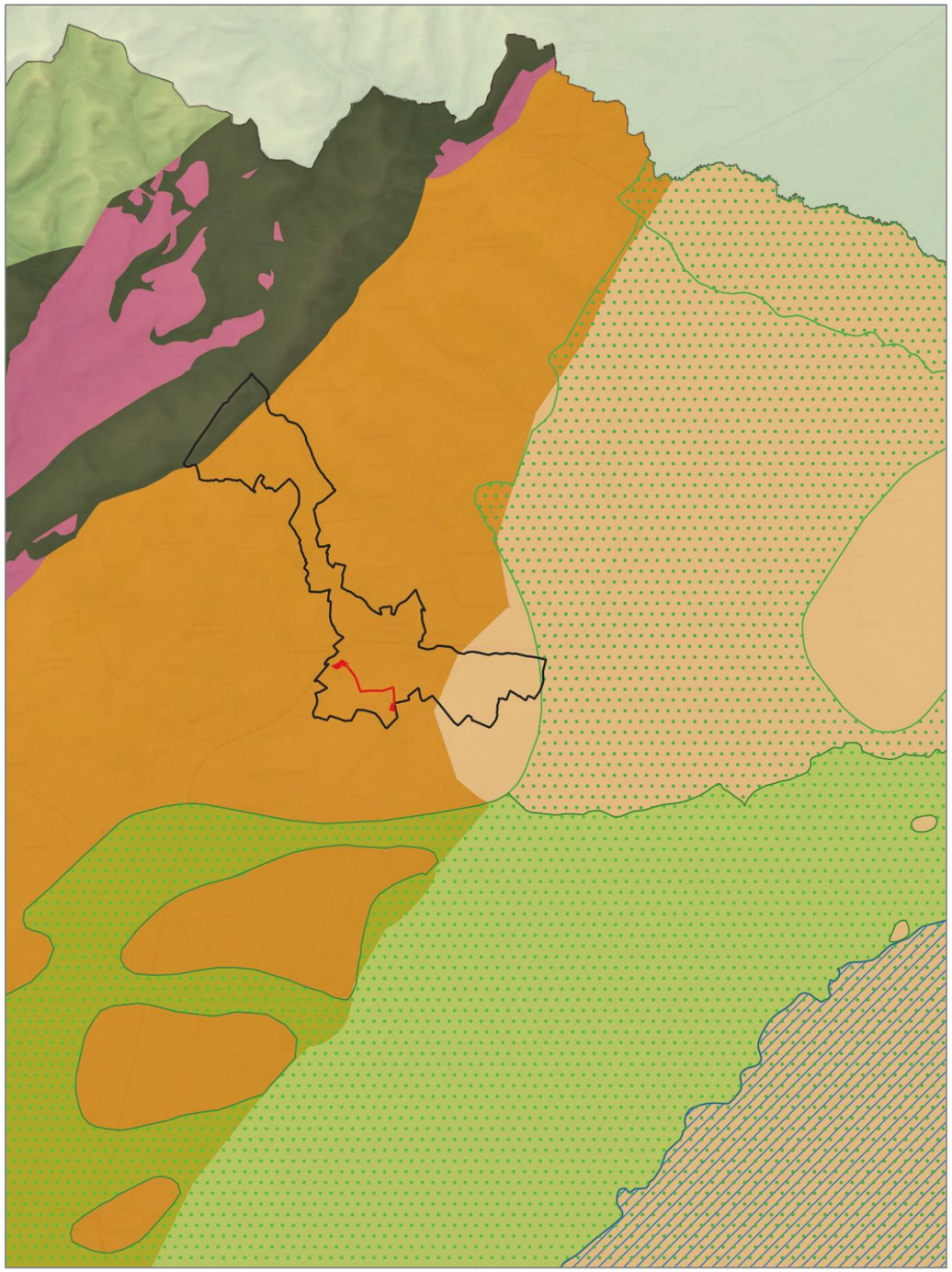


Figure 120 Formations oligocènes du Pechelbronn en Alsace (source : BD Lisa eau France)

1.1.6.2. MASSES D'EAU SOUTERRAINES

Une masse d'eau souterraine est un volume distinct d'eau souterraine constituant une unité d'évaluation de la directive-cadre européenne sur l'eau (DCE, 2000/60/CE).

D'après les données obtenues sur SANDRE Eau de France et le rapport de révision du Bassin Rhin-Meuse (Grand Est développement durable), le site de projet appartient à la **Nappe d'Alsace FRCG101**, Pliocène de Haguenau et Oligocène ; situé au droit du Champ de fractures de Saverne FRCG117.



Figure 121 Masses d'eau souterraine de l'Alsace du Nord (source : SANDRE et Grand Est)

Un suivi piézométrique est assuré sur les projets où une nappe phréatique est présente. Or, les rapports issus des opérations de forage du puits existant OPS4 (notamment la mise en place du tube guide jusqu'à une profondeur de 20 m, soit la base du plio-quaternaire) ont conclu à **l'absence de nappe au droit du site**.

1.1.6.3. QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

Concernant la masse d'eau « **Nappe d'Alsace** » - **FRCG101**, la station de mesure de la qualité la plus proches est la station de Hoffen - **Alluvions Pliocènes de Haguenau | 01991X0016**.

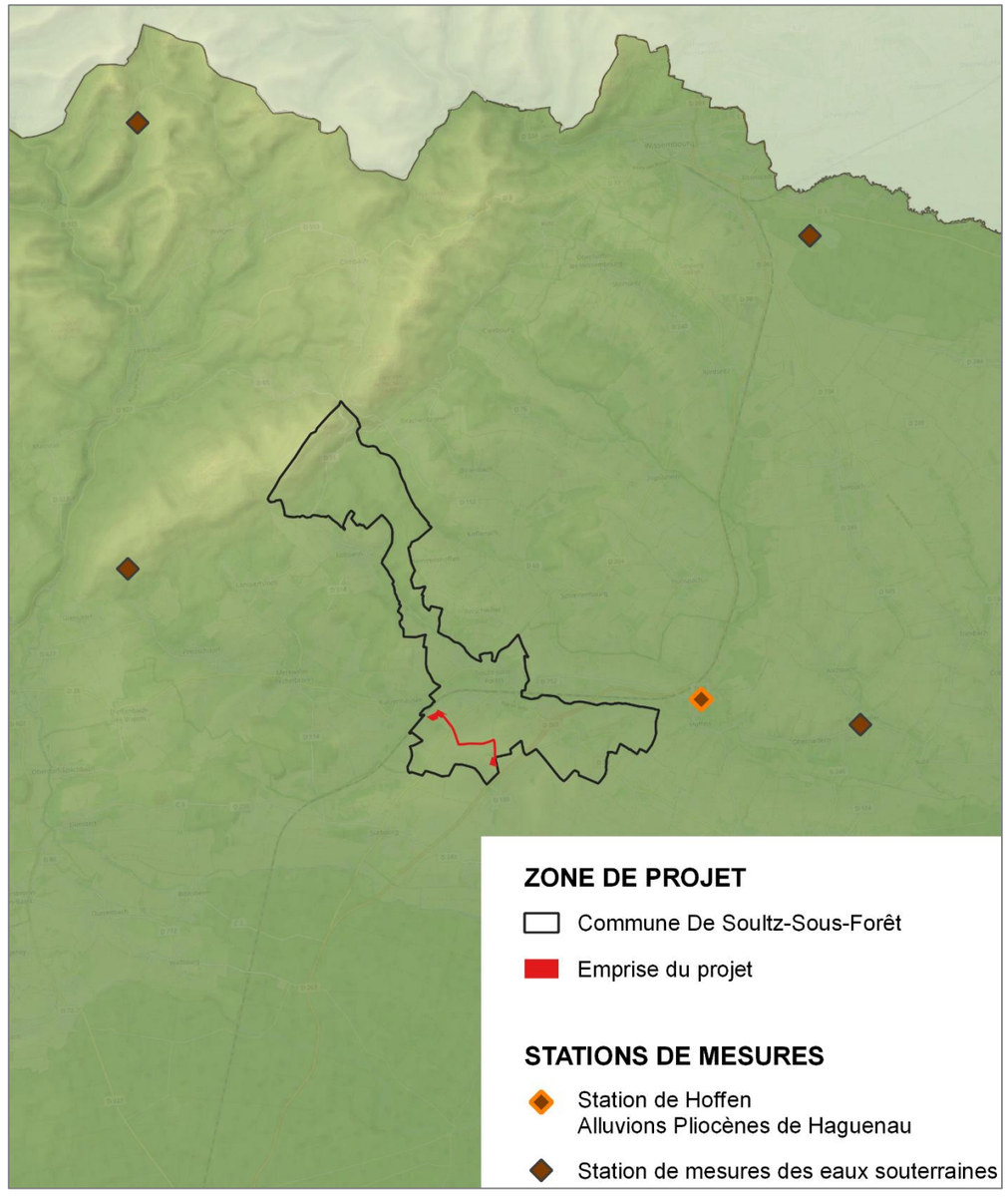


Figure 122 Localisation de la station de mesure Alluvions Pliocènes de Haguenau sur la Nappe d'Alsace (source : Agence de l'eau Rhin-Meuse)

Tableau 77 Etat des masses d'eau situées dans le périmètre de la zone d'étude (période de référence 2012-2017)

Masse d'eau	Etat quantitatif	Objectif d'état quantitatif	Etat chimique	Objectif d'état chimique
FRCG101 Nappe d'Alsace, Pliocène de Haguenau et Oligocène	Bon	Bon état 2015	Pas bon	Bon état 2027

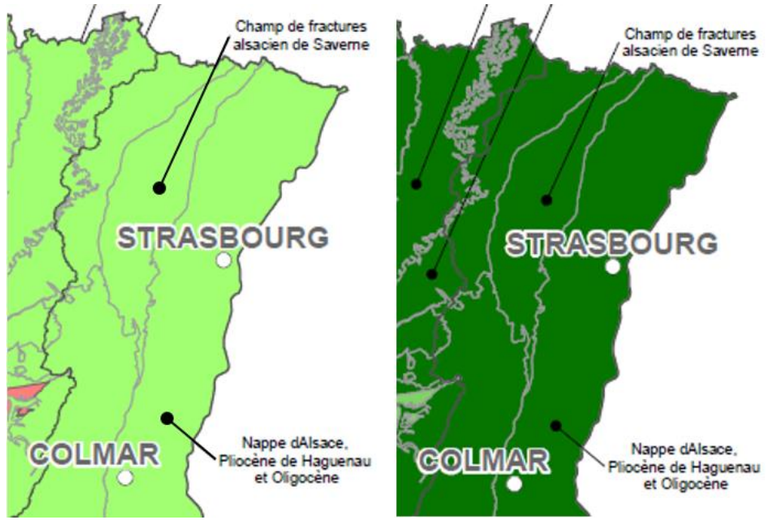


Figure 123 Etat quantitatif des masses d'eau souterraines et objectif de bon état (source : SDAGE Rhin-Meuse 2022-2027, Tome 04)

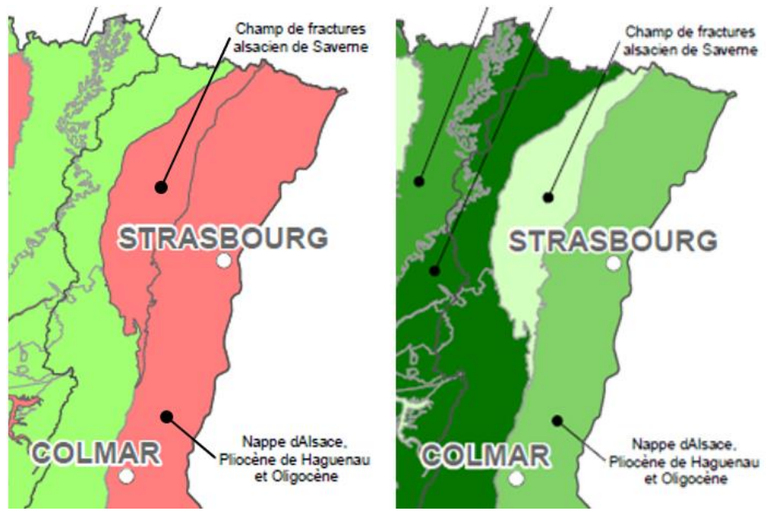


Figure 124 Etat chimique des masses d'eau souterraines et objectif de bon état (source : SDAGE Rhin-Meuse 2022-2027, Tome 04)

Selon l'évaluation SDAGE 2022/2027 et le rapportage 2022 (*données 2015-2017*) proposés par le catalogue de données de GeoRM, la « Nappe d'Alsace » (FRCG101) présente des **états contrastés selon le type de pollution potentielle** :

- Etat qualitatif : **Pas bon état**
- Etat pesticides : **Pas bon état**
- Etat chlorures : **Bon**
- Etat sulfates : **Bon**
- Etat COHV (*Composés Organiques Halogènes Volatils*) : **Bon**

Les mesures de qualité disponibles sur le site de l'Agence de l'eau Rhin Meuse indiquent un **dépassement des valeurs seuils** pour les paramètres suivants : **pesticides** et **nitrates**.

Tableau 78 Alluvions Pliocènes de Haguenau à Hoffen - 01991X0016 : Nitrates, pesticides (source : Agence de l'eau Rhin Meuse)

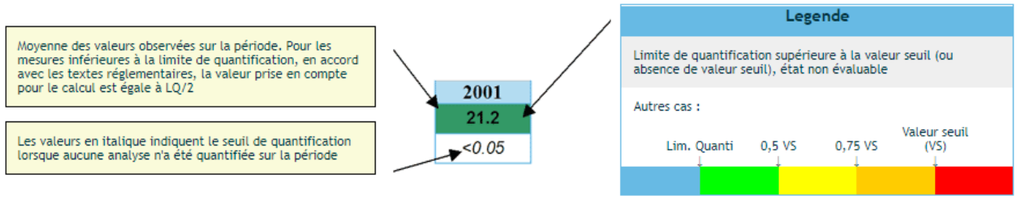
Moyennes annuelles par paramètre	Valeur seuil	Année(s)										
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2018-2022
Nitrates (mg(NO3)/L)	50	-	83	67	64	69	60	63	57	59	55	-
	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Atrazine déisopropyl déséthyl (µg/L)	0.1	-	-	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-
- Bentazone (µg/L)	0.1	-	-	-	3.3	-	-	-	-	-	-	-
- Atrazine déséthyl (µg/L)	0.1	-	-	-	0.129	-	-	-	-	-	-	-
- Atrazine (µg/L)	0.1	-	-	-	0.112	-	-	-	-	-	-	-
- Glyphosate (µg/L)	0.1	-	-	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-
- Terbuthylazine désethyl (µg/L)	0.1	-	-	-	0.015	-	-	-	-	-	-	-
- AMPA (µg/L)	0.1	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-
- Nicosulfuron (µg/L)	0.1	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-
- 2-hydroxy atrazine (µg/L)	0.1	-	-	-	0.049	-	-	-	-	-	-	-
- Oxadixyl (µg/L)	0.1	-	-	-	0.004	-	-	-	-	-	-	-
- Terbuthylazine (µg/L)	0.1	-	-	-	0.014	-	-	-	-	-	-	-
- Simazine (µg/L)	0.1	-	-	-	0.027	-	-	-	-	-	-	-
- Chloridazone (µg/L)	0.1	-	-	-	0.012	-	-	-	-	-	-	-
- Chlormequat , Difenacoum , Clethodim , Dichlobenil , Chlorpyriphos-méthyl , Glufosinate , Deltaméthrine , Cyperméthrine , Aminotriazole (µg/L)	0.1	-	-	-	<0.02	-	-	-	-	-	-	-
- Boscalid , Triticonazole , Imazamox , Florasulam , Foramsulfuron , Dimétachlore , Prosulfuron , 2,6-Dichlorobenzamide , Flurtamone , AZOXYSTROBINE , Thifensulfuron méthyl , Acétochlore , Diflufenicanil , Metsulfuron méthyle , Ethidimuron , Prométone , Métalaxyl , Bromacil , Diméthénamide , Métazachlore , Sulcotrione , Diméthomorphe , Métribuzine , Méthomyl , Métamitrone , Mécoprop , 2,4-MCPA , Isoproturon , Flusilazole , Diuron , Dichlorprop , 2,4-D , Cyanazine , Chlortoluron , Carbofuran , Alachlore (µg/L)	0.1	-	-	-	<0.002	-	-	-	-	-	-	-
- Dichlormide (µg/L)	0.1	-	-	-	<0.03	-	-	-	-	-	-	-
- Mesosulfuron methyle , Sulfosulfuron , Difénoconazole , Imidaclopride , Imazalil , Tébuconazole , Oryzalin , Oxadiazon , Tébutame , Mercaptodiméthur , Lénacile , Trifluraline , Triclopyr , Propazine , Métolachlore total , Méthabenzthiazuron , Linuron , Hexachlorocyclohexane alpha , Ethofumésate , Diméthoate , Cymoxanil , Chlorpyriphos-éthyl (µg/L)	0.1	-	-	-	<0.005	-	-	-	-	-	-	-
- Mésotrione , Anthraquinone , asulame , Atrazine déisopropyl (µg/L)	0.1	-	-	-	<0.01	-	-	-	-	-	-	-
- Fluquinconazole , fosetyl-aluminium , Fluroxypyr , Piclorame , Dicamba (µg/L)	0.1	-	-	-	<0.1	-	-	-	-	-	-	-
- Tolylfluanide , Folpel (µg/L)	0.1	-	-	-	<0.05	-	-	-	-	-	-	-
- Aclonifène (µg/L)	0.1	-	-	-	<0.015	-	-	-	-	-	-	-
- Hexachlorocyclohexane gamma , Hexachlorocyclohexane delta , Hexachlorocyclohexane béta , Hexachlorobenzène , Endosulfan alpha (µg/L)	0.1	-	-	-	<0.001	-	-	-	-	-	-	-
- Heptachlore (µg/L)	0.03	-	-	-	<0.005	-	-	-	-	-	-	-
- Diméthachlore-OXA (µg/L)	-	-	-	-	<0.005	-	-	-	-	-	-	-
- Chloridazone méthyl desphényl (µg/L)	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-

Ce tableau constitue un extrait ; les autres pesticides mesurés présentent des concentrations inférieures à la limite de quantification

Les « autres paramètres » présentent quant à eux un état plus stable/qualitatif, avec notamment des mesures inférieures aux valeurs seuils.

Tableau 79 Alluvions Pliocènes de Haguenau à Hoffen - 01991X0016 : Autres paramètres (source : Agence de l'eau Rhin Meuse)

Moyennes annuelles par paramètre	Valeur seuil	Année(s)										
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2018-2022
Chlorures (mg(Cl)/L)	200	-	-	120	101	91	130	130	130	106	110	-
Sulfates (mg(SO4)/L)	250	-	-	92	80	76	84	91	87	84	83	-
Ammonium (mg(NH4)/L)	0.5	-	-	*<0.03*	*<0.03*	*<0.03*	0.0125	0.0128	0.0157	0.0043	0.014	-
Cadmium (µg(Cd)/L)	5	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-
Plomb (µg(Pb)/L)	10	-	-	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-
Arsenic (µg(As)/L)	10	-	-	-	0.21	-	-	-	-	-	-	-
Trichloroéthylène (µg/L)	10	-	-	-	*<0.5*	-	-	-	-	-	-	-
Tétrachloroéthylène (µg/L)	10	-	-	-	*<0.5*	-	-	-	-	-	-	-



1.1.6.4. CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES

La station de surveillance du **réseau APRONA – l'Observatoire de la Nappe d'Alsace** la plus proche de la zone d'étude est la station : **HAGUENAU- 01995X0103 / 338B1**.

Tableau 80 Synthèse sur toute la période de mesure (1985/2023) (source : APRONA)

Sol	132,9 m
Maximum	132,7 m (2013)
Moyenne	131,73 m
Minimum	131,05 m (2020)
Dernière valeur	131,27 m (2023)
Substratum	60,36 m

Les graphiques des Figure 125, Figure 126 et Figure 127 indiquent :

- Une **baisse progressive de la nappe** en **<u>période de rechargement</u>** (automne / hiver) : sur la période 1985-2023, la **dernière valeur maximale a été enregistrée en 2013** (cf. Figure 126) ;
- Un **abaissement progressif de la nappe** en **<u>période d'étiage</u>** (fin de l'été) : sur la période 1985-2013, on observe une oscillation des courbes, avec une moyenne de dépassement fréquemment organisée autour des seuils de vigilance et d'alerte. **A partir de 2013, les courbes de mesures tendent à osciller vers les seuils d'alerte renforcée et de crise** (cf. Figure 127)**.**

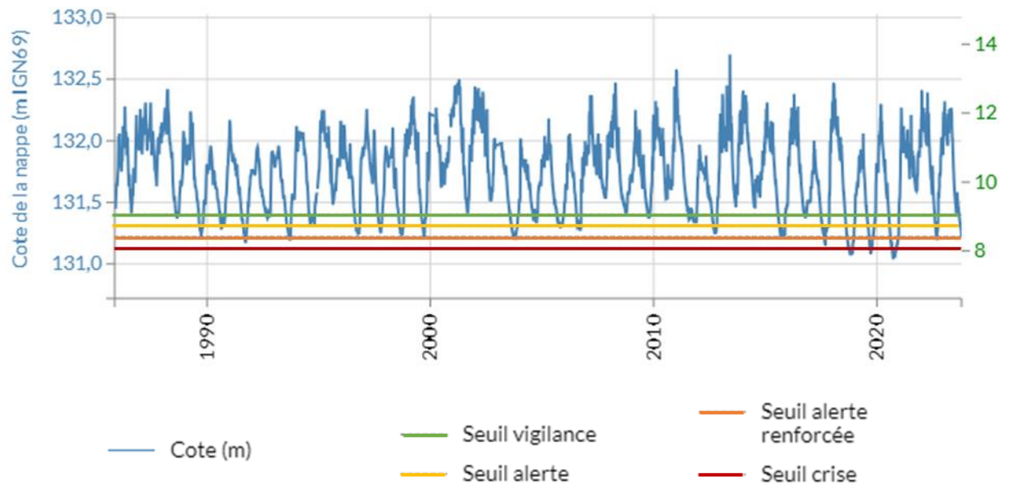


Figure 125 Évolution des mesures de 1985 à 2023 (source : APRONA)

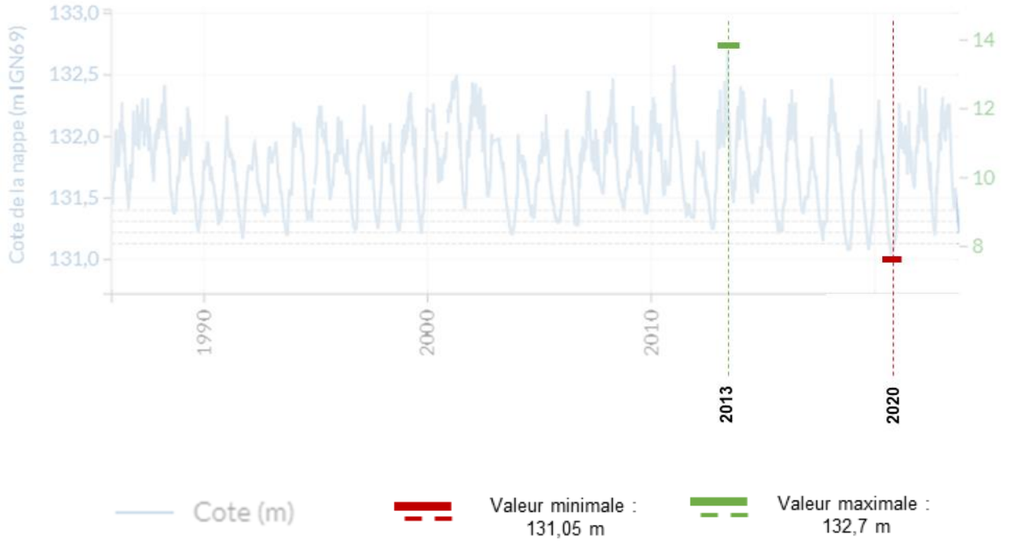


Figure 126 Évolution des mesures de 1985 à 2023 / Valeurs maximale et minimale enregistrées (source : APRONA)

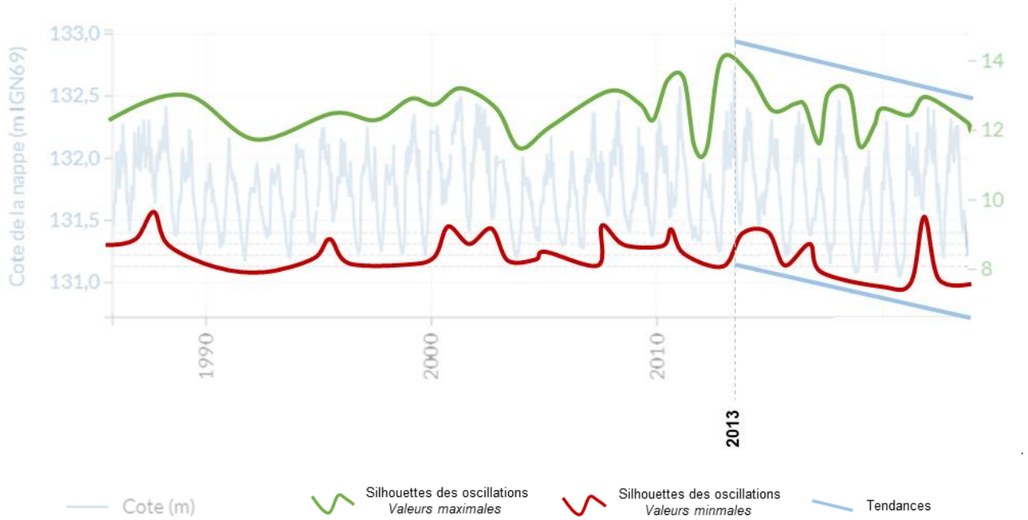


***Figure 127** Evolution des mesures de 1985 à 2023 | Tendances et silhouettes des courbes de mesures (source : APRONA)*

Les eaux souterraines concernées par la zone d'étude présentent un état contrasté.

En termes de caractéristiques hydrogéologiques, et de la quantité des eaux souterraines, il faut observer un abaissement progressif des niveaux de la nappe aussi bien en période d'étiage, qu'en période de rechargement.

Le phénomène, relativement stable jusqu'alors, connait depuis 2013 une certaine aggravation.

1.1.6.5. CAPTAGES D'EAU POTABLE

La zone de projet se situe à plus de 7 km de la zone de captage d'eau potable la plus proche. Celui-ci n'est pas concernée par un périmètre de protection.

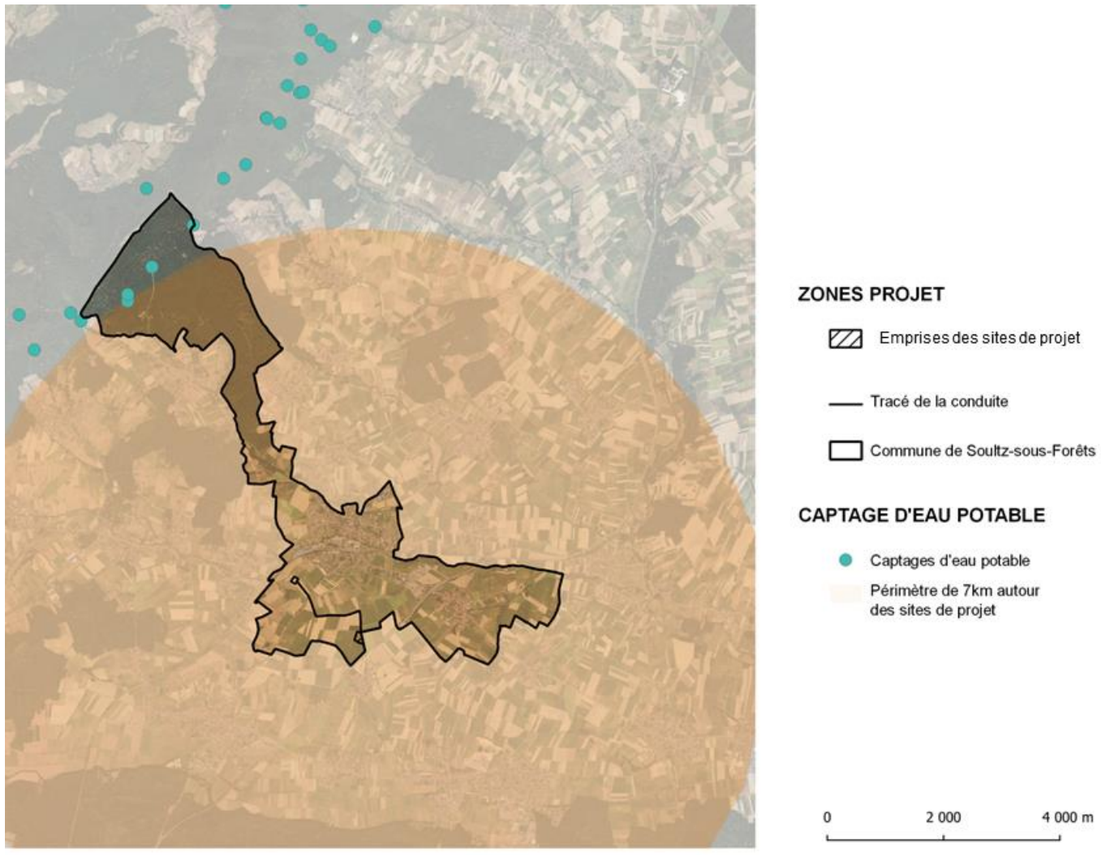


***Figure 128** Périmètre de protection des captages d'eau potable (source : ARS, ESRI WORLD IMAGERY)*

La zone d'étude n'est pas concernée par les captages d'eau potable.

1.1.7. Qualité de l'air

Dans l'inventaire des 91 stations de surveillance de la qualité de l'air que compte ATMO Grand Est, 14 sont implantées dans le Bas-Rhin.

La zone de projet se situe à 26 km à l'Ouest de la station « **Nord-Est Alsace** » de Munchhausen. La zone projet évolue également à 16 km au Nord-Est de la **station de Haguenau**, cependant du fait d'un contexte urbain différent, elle ne sera pas retenue quant à l'études de ses résultats.

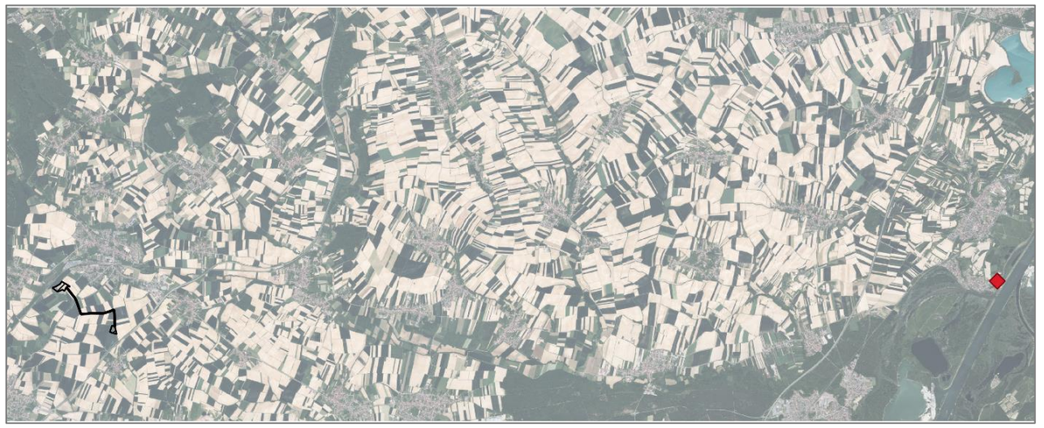


Figure 129 Localisation de la station de surveillance de la qualité de l'air du réseau ATMO Grand-Est (source : atmo-grandest.eu)

Les résultats apportés par la station Nord-Est Alsace, sur la période janvier 2012 à décembre 2022, sont les suivants :

Tableau 81 Résultats des mesures de polluants de la station Nord-Est (2012-2022) (source : atmo-grandest.eu)

Polluant (moy. annuelle) / Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Dioxyde d'azote **NO_2** ($\mu g/m^3$)	18	17	16	17	15	14	12	14	12	10
Oxyde d'azote **NOX** ($\mu g/m^3$)	-	-	-	24	23	19	16	18	17	13
Ozone **O3** ($\mu g/m^3$)	44	44	42	45	40	44	50	46	49	43
Particules fines **PM10** (<10 µm)	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Résultats inférieurs aux seuils règlementaires

Résultats sensiblement proches des seuils règlementaires

Absence de mesure

En comparaison, le tableau des normes Qualité de l'Air publié par le Ministère de l'Ecologie, indique les résultats suivants, à titre de préconisation et d'objectifs de qualité à long terme.

La règlementation française en matière de qualité de l'air, et retranscrit dans le Code de l'environnement articles R221-1 à R221-3, le Décret du 21 octobre 2010 ou encore l'Arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant, précise les objectifs de qualité des différents polluants :

Tableau 82 Tableau des principales valeurs mentionnées dans la règlementation (source : ecologie.gouv.fr)

Polluant	Objectifs de qualité
Dioxyde d'azote **NO_2**	40 $\mu g/m^3$ En moyenne annuelle
Oxyde d'azote **NOX**	30 µg eq NO_2/m^3 En moyenne annuelle
Ozone **O3**	120 $\mu g/m^3$ Pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
Particules fines **PM10**	30 $\mu g/m^3$ En moyenne annuelle

Le comparatif entre les normes de qualités visées à l'horizon 2030 et les données mesurées par la station Nord-Est, démontrent des **taux inférieurs à la règlementation** mise en place, et de fait, atteste de la qualité de l'air associée à la zone de projet, ou plus globalement au périmètre couvert par la station Nord-Est.

La qualité de l'air environnant à la zone d'étude est considérée bonne, présentant notamment des taux inférieurs aux seuils limites fixés par le Ministère de l'Ecologie.

1.1.8. Synthèse : Terre, eau, air, sols, climat

1.1.8.1. TOPOGRAPHIE

La zone d'étude est concernée par un paysage topographique vallonnée, connaissant une amplitude de 65 m entre le point le plus haut (215 m), et le point le plus bas (150 m).

1.1.8.2. CLIMAT

Le climat de la zone d'étude est un climat de type semi-continental, caractéristique de la Plaine d'Alsace.

La température moyenne annuelle est de 10,5°C, avec une température maximum moyenne de 19,3°C (en juillet) et une température minimale moyenne de 1,7°C (en janvier) ; ce qui équivaut à une amplitude thermique de l'ordre de 17,6°C.

La hauteur moyenne des précipitations s'élève à 818,3 mm/an, avec une période pluviale majoritairement comprise entre octobre et décembre, et une période sèche comprise généralement entre janvier et avril.

Les vents sont majoritairement orientés Sud-Ouest / Nord-Est et inférieurs à 28 km/h, avec des vents forts observés en période hivernale.

1.1.8.3. GEOLOGIE

Le territoire d'étude se situe dans des formations de Lœss (limon) et Lehms (argilo-sablonneux), alternant des formations limoneuses et argilo-sablonneuse.

La perméabilité des sols est de l'ordre de 1.10^{-6} m/s.

1.1.8.4. OCCUPATION DES SOLS

La zone d'étude révèle un territoire agricole peu construit. L'imperméabilisation moyenne au droit des sites OPS4 et GPK2 (nouvelle centrale) est actuellement de l'ordre de 10%.

1.1.8.5. EAUX SUPERFICIELLES

1.1.8.5.1. Inventaire des eaux superficielles

Le réseau hydrologique concerné par la zone d'étude appartient aux bassins versants de la SAUER et du SELTZBACH.

Les cours d'eau les plus proches sont le ruisseau le Bachgraben (ou Lienenbach) et le ruisseau du Seltzbach et le ruisseau le Sumpfgraben.

1.1.8.5.2. Aspects qualitatifs

Les masses d'eaux superficielles de SAUER et SELTZBACH présentent un état dégradé :

- SAUER : état ou potentiel écologique « **moyen** » ;
- SELTZBACH : état ou potentiel écologique « **mauvais** ».

1.1.8.5.3. Aspects quantitatifs

❖ La Sauer à Beinheim (station A3690110)

Le débit mensuel moyen de la Sauer à Beinheim est de **3 620 l/s** (entre 6 060 et 1 630 l/s).

Les données de débit instantané mensuel minimal mettent en évidence une aggravation des débits d'étiages depuis 2017, dont 6 relevés en 2022. Aucun débit instantané maximal n'a été enregistré depuis l'hiver 2010/2011.

❖ Le Seltzbach à Niederrœdern (A3730200)

Le débit mensuel moyen du Seltzbach à Niederrœdern est de **1 580 l/s** (entre 3 160 et 412 l/s).

Les données de débit instantané mensuel minimal mettent en évidence une aggravation des débits d'étiages depuis 2016, dont 1 relevé en 2022. Aucun débit instantané maximal n'a été enregistré depuis l'été 2013.

1.1.8.6. EAUX SOUTERRAINES

1.1.8.6.1. Inventaire des eaux souterraines

La zone d'étude est concernée par la masse d'eau souterraine : Nappe d'Alsace, Pliocène de Haguenau et Oligocène – FRCG101 ; situé au droit du Champ de fracture de Saverne.

Toutefois, le suivi piézométrique réalisé sur le puits OPS4 indique **l'absence de nappe au droit du site**.

1.1.8.6.2. Aspects qualitatifs

Les eaux souterraines, de la nappe d'Alsace présentent un état **contrasté**, qualifié de « Bon » à « Pas bon état » selon les critères d'évaluation et les typologies de production :

- Bon : les valeurs en chlorures, sulfates et COHV ;
- Pas bon : l'état qualitatif général, et notamment les valeurs en pesticides ou nitrates.

1.1.8.6.3. Aspects quantitatifs

La nappe d'Alsace connaît une baisse progressive en période de rechargement ainsi qu'une aggravation de ses niveaux en période d'étiage. Ce phénomène s'accélère depuis 2013 où les tendances des courbes de mesures sont plus abruptes et décroissantes, dépassant plus régulièrement les seuils d'alerte renforcée et de crise.

1.1.8.6.4. Captages d'eau potable

La zone de projet se situe à plus de 7 km de la zone de captage d'eau potable la plus proche. Celui-ci n'est pas concernée par un périmètre de protection.

1.1.8.7. QUALITE DE L'AIR

La qualité de l'air environnant à la zone d'étude est bonne, puisque ses taux sont inférieurs aux valeurs établies par le Ministère de l'Ecologie.

1.2. BIODIVERSITE

1.2.1. Analyse bibliographique

1.2.1.1. PERIMETRES D'INVENTAIRE ET DE PROTECTION

La zone d'étude ne recoupe pas de périmètre de protection. Elle se trouve cependant à 600 m de la ZNIEFF de type 2 « Vallée du Seltzbach et massif du Niederwald » et à plus de 2 km des ZPS « FR4211790 Forêt de Haguenau » et ZSC « FR4201798 Massif forestier de Haguenau ».

Tableau 83 Périmètres d'inventaire et de protection recoupés ou à proximité de la zone d'étude

Nom de la zone	Type	Situation par rapport au projet	Surface (ha)	Description sommaire
420007113 Vallée du Seltzbach et massif du Niederwald	ZNIEFF 2	Le projet se situe à environ 600 mètres de ce périmètre	791	Cette zone correspond au lit majeur d'une petite rivière issue des Vosges du Nord, le Seltzbach, présentant une ripisylve relativement continue et des secteurs relictuels de prairies humides. Dans un contexte largement dominé par la grande culture, cette vallée forme une trame verte importante, et une zone refuge quasi continue pour la faune et la flore. Ainsi, certains secteurs abritent encore le Courlis cendré et des populations importantes de Lièvre brun.
FR4211790 Forêt de Haguenau	ZPS	Le projet se situe à environ 2,4 km de ce périmètre	19 220	La forêt indivise de Haguenau est l'un des plus grands massifs forestiers de plaine. Elle accueille de nombreuses espèces forestières et notamment des Pics. Ce site a été inventorié en ZICO puis désigné en ZPS car il accueille plusieurs espèces de l'annexe I de la Directive (Pic mar, du Pic noir, du Pic cendré, de la Bondrée apivore, du Milan noir, du Milan royal, de la Pie grièche)
FR4201798 Massif forestier de Haguenau	ZSC	Le projet se situe à environ 3,1 km de ce périmètre	3 111	Le massif forestier de Haguenau est l'unique représentant français des forêts mixtes de type méridioeuropéen à résineux et feuillus naturels. La forêt indivise de Haguenau est la sixième forêt de France en superficie et reste préservée des grandes infrastructures. Elle croît sur des sols hydromorphes et présente une grande diversité de peuplements forestiers. A cet ensemble forestier s'adjoint un ensemble de dunes sableuses continentales situées dans le terrain militaire d'Oberhoffen, présentant des complexes de pelouses psammophiles, des landes sèches et une végétation paratourbeuse.

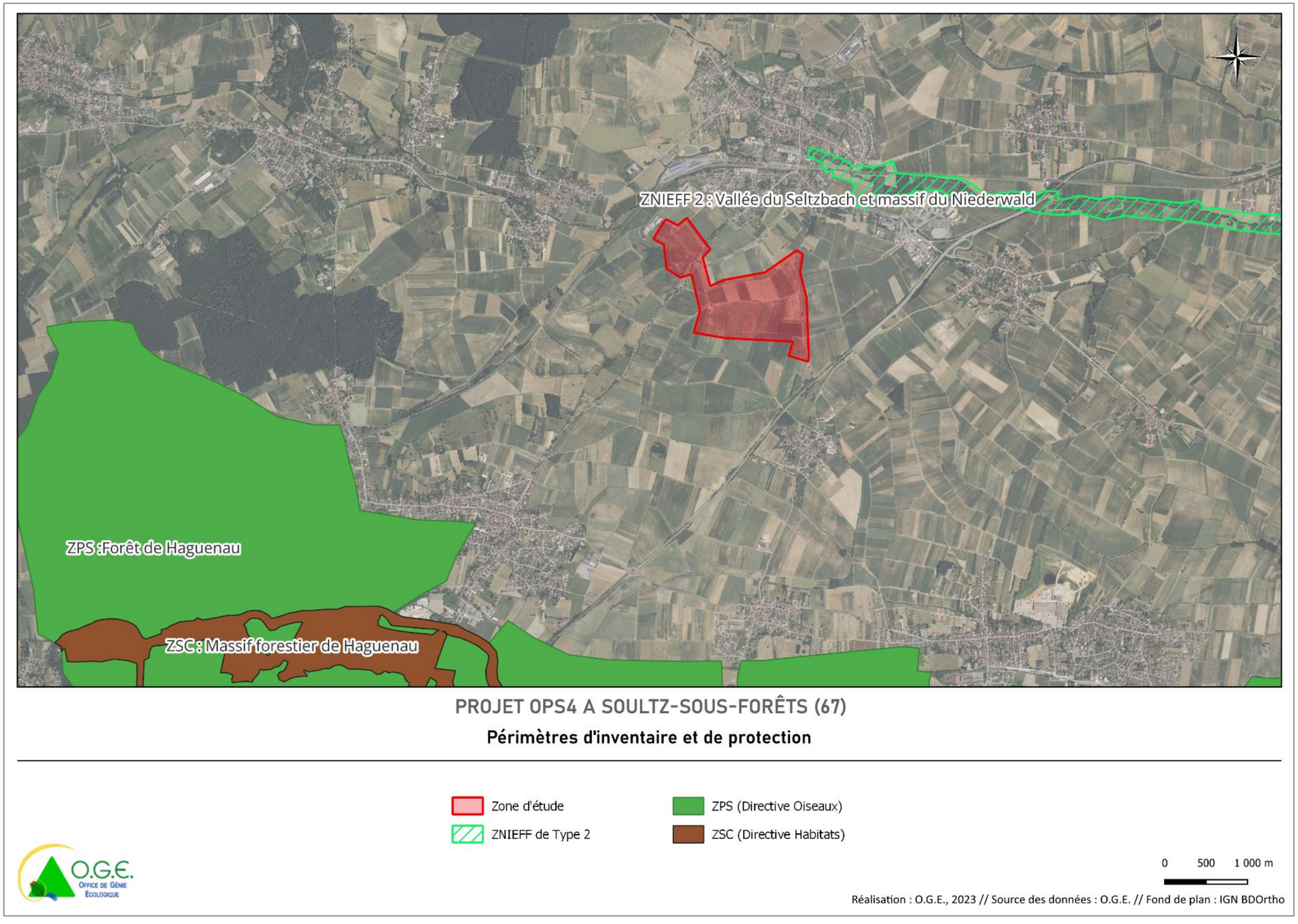


Figure 130 Périmètres d'inventaires et de protection à proximité de la zone d'étude

1.2.1.2. DONNEES NATURALISTES DISPONIBLES

Les ressources bibliographiques ont été recherchées dans la commune de Soultz-sous-Forêts afin notamment d'orienter les prospections en fonction des potentialités connues ou suspectées. Bien sûr, certaines des espèces citées ont une très faible probabilité d'être trouvées dans le site d'étude de par leurs exigences écologiques.

Les données analysées sont de différents ordres :

- données issues des périmètres d'inventaire et de protection (fiches des ZNIEFF 1 et 2) ;
- données issues du site internet « Faune Alsace » (http://www.faune-alsace.org/).

Les données bibliographiques ont été consultées pour recueillir les informations naturalistes relatives au secteur d'étude. Elles donnent une première vision des espèces potentiellement présentes sur la zone étudiée. La précision des données est communale avec mention de la dernière année d'observation.

1.2.1.2.1. **Flore**

Situé dans un contexte très artificialisé, les milieux potentiellement présents au sein du site d'étude sont peu diversifiés. On y retrouve principalement des espaces occupés par des parcelles de grande cuture, avec quelques prairies et haies arbustives.

D'après les données bibliographiques disponibles, aucune espèce patrimoniale n'a été recensée sur le secteur d'étude. La faible diversité d'habitat, dans des faciès plus ou moins dégradés, présente peu d'enjeu floristique.

1.2.1.2.2. **Faune**

Concernant la faune, l'acquisition des données naturalistes pour les amphibiens, reptiles et les insectes n'a pas été faite auprès de l'ODONAT. La zone d'étude présente en effet peu de milieux favorables aux espèces. De plus, au vu de la précision des données, l'acquisition de données pour ces groupes n'apporte pas d'information utile à ce projet.

A. Les mammifères

Pour les mammifères, **20 espèces sont signalées sur la commune de Soultz-sous-Forêts**. La commune montre une bonne diversité. Parmi ces espèces, certaines sont susceptibles d'être présentes sur la zone d'étude comme le Lièvre d'Europe *Lepus europaeus*, le Blaireau européen *Meles meles*, le Hérisson d'Europe *Erinaceus europaeus* et l'Écureuil roux *Sciurus vulgaris*.

B. Les chiroptères

15 espèces de chiroptères sont signalées dans la commune. La zone d'étude présente malgré tout peu d'intérêt pour ce groupe qui utilise peu les grandes cultures, formant la majorité du paysage sur le site.

C. Les oiseaux

Pour les oiseaux, **107 espèces sont signalées** sur la commune de Soultz-sous-Forêts. Une partie des espèces recensées sont des espèces vues occasionnellement ou lors de leur migration comme la Grue cendrée *Grus grus*.

Quelques espèces remarquables sont indiquées sur la commune :

- l'Engoulevent d'Europe *Caprimulgus europaeus*, observé en 2018 ;
- l'Hypolaïs ictérine *Hypolais icterina*, nicheur possible en 2018 ;
- le Vanneau huppé *Vanellus vanellus*, nicheur probable en 2022 ;
- le Chardonneret élégant *Carduelis carduelis*, nicheur certain en 2023.

D. Les amphibiens et reptiles

Pour les amphibiens, **6 espèces** sont signalées sur la commune. Certaines sont intéressantes mais leurs milieux de vies ne se trouvent pas sur le site d'étude. Seules deux espèces sont susceptibles d'être trouvées :

- la Grenouille rousse *Rana temporaria*, observée en 2018 ;
- la Grenouille verte *Pelophylax sp*., observée en 2019 ;

La zone d'étude ne présente pas d'habitat favorable à la reproduction des amphibiens, la présence de ce groupe sur la zone d'étude est donc très limitée.

Pour les reptiles, **4 espèces sont signalées**. Il s'agit d'espèces communes et peu exigeantes :

- le Lézard des murailles *Podarcis muralis*, observé en 2022 ;
- l'Orvet fragile *Anguis fragilis*, observé en 2019 ;
- le Lézard des souches *Lacerta agilis*, observé en 2020 ;
- la Couleuvre helvétique *Natrix helvetica*, observé en 2020.

E. Les Insectes

Pour ce groupe, **80 espèces** appartenant à 3 grands groupes sont signalées dans la commune :

- 19 espèces d'odonates (libellules et demoiselles) ;
- 39 espèces de lépidoptères (papillons) ;
- 22 espèces d'orthoptères (criquets et sauterelles).

Le site n'étant pas favorable aux insectes, les enjeux sont minimes. En effet, on ne retrouve pas de milieux humides favorables aux Odonates et aucune espèce d'orthoptères à enjeu n'est notée sur la commune.

Toutefois, on note quelques espèces intéressantes de Lépidoptères :

- le Plain-chant ou Hespérie du Faux-buis *Pyrgus alveus*, observé en 2020 ;
- la Grande Tortue *Nymphalis polychloros*, observée en 2023 ;

- le Petit sylvain *Limenitis camilla*, observé en 2020.

1.2.2. Expertise faune-flore

1.2.2.1. CARACTERISATION DES HABITATS NATURELS

Comme ceci a été précisé dans la notice méthodologique, les habitats ont été définis sur la base des référentiels phytosociologiques existant, à savoir : EUNIS, CORINE Biotopes, Cahiers d'habitats, Eur 27, Baseveg - Julve 2003 et le synopsis des groupements végétaux de Franche-Comté (Ferrez Y. & al., 2009).

La zone d'étude est dominée par des habitats artificialisés ou fortement dégradés. En effet, elle est principalement définie sur une zone de grande culture. Sur de très faible surface, on distingue également des milieux prairiaux gérés par fauche ou pâturage, des haies décrites par des fruticées mésophiles, mais aussi des milieux plus humides tels que les roselières à *Phragmites australis*.

Le graphique et le tableau suivant présentent la répartition des habitats observés au sein de l'aire d'étude, ainsi que leur représentation à l'échelle de la zone d'étude.

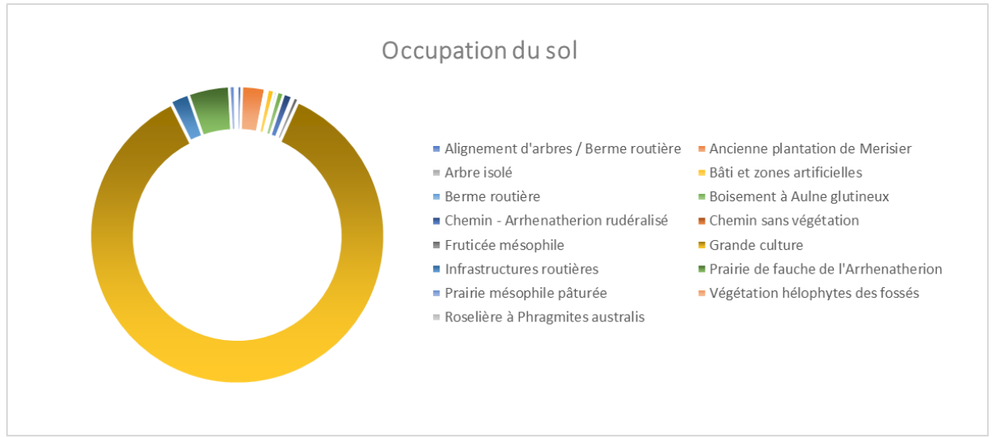


Figure 131 Occupation du sol au sein de la zone d'étude

Tableau 84 Habitats observés sur la zone d'étude

Habitats	Natura 2000	EUNIS	Surface (en ha)	Enjeu	
				Niveau d'enjeu	Justification
Alignement d'arbres / Berme routière		G5.1 x E2.22	0,33	Faible	/
Ancienne plantation de Merisier		G2.8	1,72	Moyen	Fermeture du milieu suite à l'absence de gestion
Arbre isolé		G5.2	0,19	Faible	/
Bâti et zones artificielles		J	0,50	Très faible	/
Berme routière		E2.22	0,22	Faible	/
Boisement à Aulne glutineux		G1.B	0,49	Moyen	/
Chemin - *Arrhenatherion* rudéralisé		E2.22	0,65	Faible	Réception des produits phytosanitaires appliqués sur les cultures, favorisé par la topographie
Chemin (sans végétation)		J	0,12	Très faible	/
Fruticée mésophile		F3.11	0,37	Moyen	/
Grande culture		I1.1	58,05	Faible	/
Infrastructures routières		J4.2	1,38	Très faible	/
Prairie de fauche de l'*Arrhenatherion*		E2.22	3,05	Moyen	/
Prairie mésophile pâturée		E2.11	0,43	Faible	Pâturage intensif - surpâturage
Végétation hélophytes des fossés		E5.4	0,09	Moyen	Habitat descriptif de zone humide mais associé à un fossé de drainage
Roselière à *Phragmites australis*		D5.1	0,06	Fort	Habitat zone humide
Total			67,65		

1.2.2.1.1. **Grande culture**

GRANDE CULTURE
EUNIS I1.1

La grande culture est l'habitat le plus représenté au sein de la zone d'étude, il occupe plus de 80% du site. Ces espaces de cultures annuelles, traités avec des produits phytosanitaires multiples présentent peu d'intérêt écologique. La végétation associée est composée d'espèces tolérantes aux multiples interventions et produits chimiques. Les espèces caractéristiques sont la Mercuriale annuelle *Mercurialis annua*, l'Euphorbe réveil matin *Euphorbia helioscopia*, la Morelle noire *Solanum nigrum* ou encore la Capselle bourse à pasteur *Capsella bursa-pastoris*.



Secteur de grande culture

1.2.2.1.2. **Milieux forestiers**

BOISEMENT A AULNE GLUTINEUX
EUNIS G1.B

La state arborée est dominée par l'Aulne glutineux *Alnus glutinosa,* accompagné par le Saule blanc *Salix alba*, le Peuplier tremble *Populus tremula* et quelques Noyers *Juglans regia.* La strate arbustive est composée d'espèces des fruticées mésophiles comme le Noisetier *Corylus avellana*, l'Aubépine *Crataegus monogyna,* ou encore le Cornouiller sanguin *Cornus sanguinea*. La strate herbacée est principalement composée de Ronce *Rubus fruticosus,* et d'espèces nitrophiles comme le Gaillet gratteron *Galium aparine* et l'Ortie dioïque *Urtica dioica.*

En lisière, le boisement se dégrade par la colonisation d'une espèce exotique envahissante : le Robinier faux-acacia *Robina pseudoacacia.*

FRUTICEE MESOPHILE
EUNIS F3.11

Il s'agit de haies denses de buissons, dominées par le Prunellier *Prunus spinosa*, l'Aubépine *Crataegus monogyna*, le Sureau noir *Sambucus nigra* ou l'Eglantier *Rosa canina*. Ces buissons sont accompagnés en sous-strate de ronces communes Rubus *fructicosus aggr*. La haie d'une hauteur de 3 m est parfois dominée par quelques arbres plus grands, souvent des Noyers *Juglans regia*. La strate herbacée regroupe des espèces forestières comme le Lierre grimpant *Hedera helix* et l'Anémone des bois *Anemone nemorosa* et des espèces nitrophiles tels que le Gaillet gratteron *Galium aparine,* l'Ortie dioïque *Urtica dioica,* etc.



Haie au sein du secteur de grande culture

ANCIENNE PLANTATION DE MERISIER
EUNIS G2.8

Ce groupement végétal se caractérise par une strate arborée dominée par le Merisier *Prunus avium,* résultant d'une ancienne plantation, accompagnée de Frênes *Fraxinus excelsior* et une strate arbustive dense. La strate herbacée est représentée par des espèces des ourlets nitrophiles (Alliance de l'*Aegopodion* + *Alliarion*). En lisière, la strate arborée est largement dominée par le Robinier.



Boisement au sud-est de la zone d'étude

1.2.2.1.3. **Milieux prairiaux**

PRAIRIES DE FAUCHE DE L'ARRHENATHERION
EUNIS E2.22

Selon l'hygrométrie du sol et le mode de gestion appliqué, les prairies de l'Arrhenatherion se déclinent sous différentes formes.

- les prairies mésophiles de fauche : le cortège des espèces prairiales de l'*Arrhenatherion* domine, les espèces rudérales comme les Cirses *Cirsium arvense* et *Cirsium vulgare,* sont présentes mais peu représentées. Citons le Fromental *Arrhenatherion elatius*, la Houlque laineuse *Holcus lanatus*, l'Achillée millefeuille *Achillea millefolium*, le Dactyle *Dactylis glomerata*, le Trèfle des près *Trifolium pratense*, la Marguerite *Leucanthemum ircutianum*, la Renoncule âcre *Ranunculus acris*, le Plantain lancéolé *Plantago lanceolata*, etc. Au nord-est du site, ce type de prairie se trouve en mosaïque avec des éléments de vergers.



Prairie de fauche et éléments de vergers, secteur nord-est



Chemin au sein du secteur agricole

- les prairies de l'*Arrhenatherion* rudéralisées : on retrouve le groupement végétal de l'habitat précédent, beaucoup moins diversifié, principalement au niveau des bermes routières et des chemin traversant les parcelles agricoles, en mosaïque avec des éléments des friches nitrophiles comme l'Armoise commune *Artemisia vulgaris*, la Ronce commune *Rubus fruticosus*, l'Ortie dioïque *Urtica dioica,* le Laiteron épineux *Sonchus asper,* ou encore le Brome stérile *Anisantha stérilis*.

Sur certaines prairies de bas de pente, la présence d'une microtopographie permet au sein de la prairie mésophile le développement d'espèces hygrophiles telles que la Consoude officinale *Symphytum officinale*.

PRAIRIE MESOPHILE PATUREE
EUNIS E2.11

Présente sur une petite surface, au nord-est du site, cette formation prairiale, fortement dégradée par le surpâturage (équin), regroupe des espèces résistantes au pâturage comme le Ray-grass anglais *Lolium perenne*, la Crételle *Cynosurus cristatus*, le Trèfle rampant *Trifolium repens*, la Renoncule rampante *Ranunculus repens*, la Pâquerette *Bellis perennis*, ou encore le Pissenlit *Taraxacum officinale*.

Ces espèces se trouvent avec diverses espèces généralistes des prairies comme le Fromental *Arrhenatherum elatius* et la Houlque laineuse *Holcus lanatus*.



Végétation des fosses en bordure de parcelle agricole

1.2.2.1.4. **Milieux palustres**

ROSELIERE A PHRAGMITES AUSTRALIS
EUNIS D5.1

Cette formation végétale est à rattacher à l'alliance du *Phragmition australis*. Le cortège floristique y est pauvre, s'agissant d'un peuplement quasi monospécifique de Roseau *Phragmites australis*. Les espèces de ce groupement sont l'Ortie dioïque *Urtica dioica*, la Ronce commune *Rubus fruticosus*, le Liseron des haies *Convolvulus sepium*, la Reine des près *Filipendula ulmaria*, ou encore la Clématite des haies *Clematis vitalba*.

Ces espèces soulignent le fait que ce groupement est souvent issu des mégaphorbiaies ou ourlets hygrophiles eutrophes du *Calystegion sepium*.



Roselière sèche à phragmites australis

VEGETATION HELOPHYTES DES FOSSES
EUNIS E5.4

Cette formation se rencontre au niveau des fossés de drainage longeant les routes et chemins. La qualité de l'eau, lorsqu'elle est présente, est fortement impactée par les nombreux traitements agricoles, et le débit est faible. La végétation des berges correspond à une végétation riveraine à hautes herbes nitrophiles. Le cortège floristique regroupe principalement :

- des espèces des mégaphorbiaies (*Filipendulo-Convolvuletea*) : la Reine des près *Filipendula ulmaria,* l'Epilobe hirsute *Epilobium hirsutum*, la Consoude officinale *Symphytum officinale,* l'Eupatoire chanvrine *Eupatorium cannabicum* ;
- des espèces des roselières (*Phragmiti-Magnocaricetea*) : la Salicaire commune *Lythrum salicaria*, la Massette à feuilles larges *Typha latifolia* ;
- des espèces des ourlets nitrophiles (*Galio-Urticetea*) : le Liseron des haies *Convolvulus sepium*, l'Ortie dioïque *Urtica dioica,* l'Armoise commune *Artemisia vulgaris*. Sur certains secteurs, les berges sont colonisées par des ligneux hygrophiles (*Salix* sp.), reformant progressivement une ripisylve.

La carte en page suivante illustre la localisation de chaque habitat au sein de la zone d'étude.

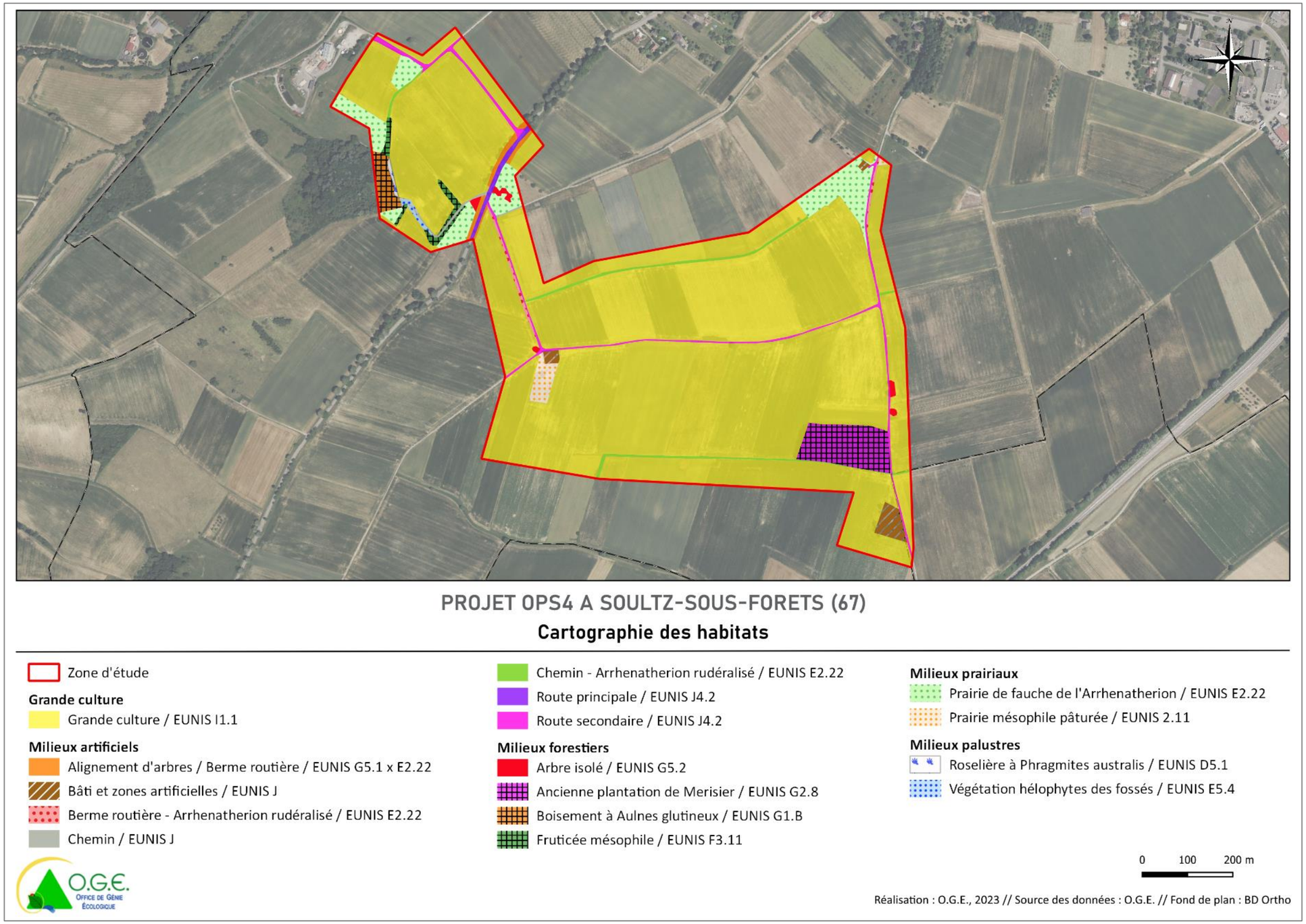


Figure 132 Cartographie des habitats naturels inventoriés

1.2.2.2. PATRIMOINE FLORISTIQUE

Environ 261 données floristiques ont été enregistrées au cours de la saison 2023 sur la zone d'étude. Ces données concernent 116 taxons. Le référentiel utilisé pour évaluer le statut des espèces est le référentiel de la SBA (Société botanique d'Alsace) ainsi que la liste rouge régionale de 2014.

Aucune espèce végétale protégée et/ou patrimoniale n'a été détectée.

A minima, 3 espèces végétales exotiques envahissantes ont été recensées sur la zone d'étude.

Tableau 85 Liste hiérarchisée des espèces végétales exotiques d'après DUVAL M. & al. (2020)

Plante Exotique Envahissante implantée	
Robinia pseudoacacia L., 1753	Robinier faux-acacia
Solidago gigantea Aiton, 1789	Solidage géant
Plante Exotique potentiellement invasive	
Phytolacca americana L., 1753	Raisin d'Amérique

Au sein de la zone d'étude, la problématique des plantes exotiques envahissantes concerne principalement les lisières forestières et les fossés bordant les parcelles de grande culture.

Les plantes exotiques envahissantes sont des plantes non-indigènes, introduites intentionnellement ou non, et réussissant à s'établir dans la nature, à se multiplier et à se répandre massivement aux dépens des espèces indigènes.

Ces espèces ont comme point commun d'être particulièrement compétitives et fortement adaptées voire favorisées par les perturbations. Les conséquences de l'invasion de ses espèces se traduisent par une diminution de la diversité végétale, celles-ci supplantant les espèces indigènes moins compétitives.

1.2.2.3. LES MAMMIFERES (HORS CHIROPTERES)

Pour ce groupe, **3 espèces** sont dénombrées sur le site d'étude : le Chevreuil *Capreolus capreolus*, le Renard roux *Vulpes vulpes* et le Lièvre d'Europe *Lepus europaeus*, espèce patrimoniale en Alsace. Ce sont des espèces communes typiques des milieux agricoles. On note aussi la reproduction du Renard roux dans le bosquet au sud-est du site, où un terrier avec des renardeaux a été observé.

Il y a donc peu d'enjeu pour les mammifères sur le site d'étude, qui présente peu d'habitats favorables à ces espèces à l'exception des haies de la partie nord du site et des différents bosquets. Cependant, certaines parties du site présentent des habitats favorables à certaines espèces à enjeu comme le Hérisson.



Renardeau Vulpes Vulpes observé sur le site

Tableau 86 Espèces de mammifères terrestres recensées dans la zone d'étude et leur statut

Nom français	Nom scientifique	Liste rouge France (2017)	Dir. H	Statut de protection arrêté du 23 avril 2007	Liste rouge Alsace	Espèces déterminantes ZNIEFF Alsace	Présence sur la zone d'étude	Enjeu
Chevreuil	*Capreolus capreolus*	LC			LC		Passage / alimentation	Faible
Renard roux	*Vulpes vulpes*	LC			LC		Passage / alimentation / reproduction	Faible
Lièvre d'Europe	*Lepus europaeus*	LC			NT	10	Passage / alimentation / repos	Moyen

1.2.2.4. LES CHIROPTERES

Comme précisé précédemment, aucun inventaire spécifique n'a été réalisé pour ce groupe taxonomique. Aucune espèce n'a alors été recensée sur le site d'étude. Il constitue en effet un milieu peu favorable aux chiroptères.

1.2.2.5. LES OISEAUX

On dénombre **44 espèces d'oiseaux** sur le site. Celui-ci est peu favorable aux oiseaux avec une majorité de grandes cultures. Toutefois, il comporte de petites zones de haies comme dans la partie nord du site mais aussi le long du grillage entourant la structure géothermique au sud. On retrouve quelques petites zones boisées qui accueillent quelques espèces à enjeux.

On distingue 3 cortèges différents d'oiseaux sur le site :

- Le **cortège des espèces ubiquistes** qui comprend toutes les espèces qui n'ont pas de préférence pour un type de milieu et s'adaptent facilement aux différentes conditions environnementales. Ces espèces sont souvent communes et peu exigeantes, elles se maintiennent partout y compris en milieu urbain : Bergeronnette grise *Motacilla cinerea*, Étourneau sansonnet *Sturnus vulgaris*, Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla*, Merle noir *Turdus merula*, Mésange charbonnière *Parus major*, Rougequeue noir *Phoenicurus ochruros*.

- Le **cortège des milieux boisés** est inféodé à des écosystèmes plutôt riches, avec des habitats variés. Les espèces cavernicoles (pics, sittelles, grimpereaux) et les rapaces s'y plaisent notamment. Sur l'aire d'étude, les boisements sont de taille réduite (bosquets). On y trouve par exemple le Pic épeiche Dendrocops major et le Gobemouche Gris Muscicapa striata.

- Le **cortège des milieux semi-ouverts** est particulièrement attractif pour les oiseaux insectivores et frugivores. Les ressources alimentaires y sont importantes. Ce cortège fréquente les zones de prairies. Ces milieux sont potentiellement occupés par quelques espèces typiques comme la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio*. Le Chardonneret élégant *Carduelis carduelis*, le Bruant jaune *Emberiza citrinella* et le Tarier pâtre *Saxicola rubicola* sont des espèces représentatives de ce cortège qui ont été observées.



Milieu semi-ouvert au Nord du site

Parmi les espèces du site, on compte **13 espèces patrimoniales**, dont 9 sont potentiellement nicheuses. En effet, le Milan royal *Milvus milvus*, la Bondrée apivore *Pernis apivorus*, la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* et le Choucas des tours *Corvus monedula* n'utilisent le site que pour se nourrir ou comme passage bien que leur nidification soit possible à proximité du site. Les enjeux pour ces espèces sont alors faibles.

L'enjeu le plus fort pour l'avifaune concerne la **Pie-grièche écorcheur** *Lanius collurio*, inscrite dans l'annexe 1 de la Directive Oiseaux. Elle est potentiellement nicheuse sur la zone d'étude au vu des habitats et des comportements observés (couple cantonnés, cris d'alertes). L'habitat de prédilection de la Pie-grièche écorcheur comporte des prairies de fauche et des zones de pâturages avec plusieurs haies notamment des buissons épineux. On retrouve **deux couples sur le site**, l'un dans une haie au nord du site, l'autre dans les épineux qui entourent la structure grillagée au sud. En France, l'espèce semble en régression. Les habitats pour cette espèce étant assez restreints sur le site d'étude (et dans le secteur plus globalement), ces sites de nidifications ont une importance.



Moineau friquet Passer montanus, nicheur probable sur le site d'étude

Aussi, des enjeux moyens sont à noter pour d'autres espèces de milieux semi-ouverts ainsi que des milieux boisés (voir tableau suivant).

Tableau 87 Espèces d'oiseaux patrimoniaux nicheurs recensés dans la zone d'étude et leur statut

Nom latin	Nom vernaculaire	Statut de protection arrêté du 29 octobre 2009	Liste rouge France Oiseaux nicheurs (2016)	Dir. Oiseaux	Liste rouge Alsace (2014)	Cotation ZNIEFF	Présence sur la zone d'étude	Enjeu
Milvus milvus	Milan royal	article 3	VU	Annexe 1	EN	100	Passage	Faible
Pernis apivorus	Bondrée apivore	article 3	LC	Annexe 1	VU	5	Passage	Faible
Alauda arvensis	Alouette des champs		NT	Annexe 2	NT		Nicheur potentiel	Moyen
Corvus monedula	Choucas des tours	article 3	LC	Annexe 2	NT		Passage	Faible
Emberiza citrinella	Bruant jaune	article 3	VU		VU		Nicheur potentiel	Moyen
Linaria cannabina	Linotte mélodieuse	article 3	VU		VU		Nicheur potentiel	Moyen
Lanius collurio	Pie-grièche écorcheur	article 3	NT	Annexe 1	VU		Nicheur potentiel	Fort
Motacilla flava	Bergeronnette printanière	article 3	LC		VU	100	Nicheur potentiel	Moyen
Muscicapa striata	Gobemouche gris	article 3	NT		NT	20	Nicheur potentiel	Moyen
Passer montanus	Moineau friquet	article 3	EN		NT		Nicheur potentiel	Moyen
Phylloscopus trochilus	Pouillot fitis	article 3	NT		NT		Nicheur potentiel	Moyen
Carduelis carduelis	Chardonneret élégant	article 3	VU		LC		Nicheur potentiel	Moyen
Ciconia ciconia	Cigogne Blanche	article 3	LC	Annexe 1	LC	5	Passage	Faible
Chloris chloris	Verdier d'Europe	article 3	NT		LC		Nicheur potentiel	Moyen
Saxicola rubicola	Tarier pâtre	article 3	NT		LC		Nicheur potentiel	Moyen
Falco tinnunculus	Faucon crécerelle	article 3	NT		LC		Nicheur certain	Moyen

1.2.2.6. LES AMPHIBIENS

Aucune espèce n'a été observée sur le site. En effet, aucune zone humide favorable n'a été relevée sur le site, il n'est donc pas favorable aux amphibiens. Les enjeux pour ce groupe sont alors nuls.

1.2.2.7. LES REPTILES

Concernant les reptiles, **3 espèces** sur les 4 signalées sur la commune ont pu être observées : le Lézard des murailles *Podarcis muralis*, le Lézard des souches *Lacerta agilis* et l'Orvet fragile *Anguis fragilis*, retrouvé sous une des plaques reptiles disposées sur le site.



Lézard des souches Lacerta agilis dans la zone d'étude

Bien que commun, seul **le Lézard des murailles est patrimonial,** les deux autres espèces n'ont pas d'enjeu en région. Globalement, la diversité en reptiles du site est moyenne, puisqu'il est dominé par les grandes cultures. On y trouve tout de même des habitats favorables à ces espèces, comme des haies et des friches.

Les enjeux reptiles sont alors globalement faibles sur le site d'étude.

Tableau 88 Espèces de reptile recensées dans la zone d'étude et leur statut

Nom français	Nom scientifique	Dir. H	Statut de protection arrêté du 19 nov 2007	Liste rouge Alsace 2014	Espèces déterminantes ZNIEFF Alsace	Enjeu
Lézard des murailles	*Podarcis muralis*	IV	Article 2	LC	5	Moyen
Lézard des souches	*Lacerta agilis agilis*	IV	Article 2	LC		Faible
Orvet fragile	*Anguis fragilis*	0	Article 3	LC		Faible

1.2.2.8. LES INSECTES

Les inventaires ont permis de contacter **28 espèces d'insectes** sur le site :

- 2 espèces d'Odonates ;
- 13 espèces de Lépidoptères ;
- 13 espèces d'Orthoptères.

1.2.2.8.1. **Les Odonates**

Seules **2 espèces** ont été observées sur le site : l'Agrion à larges pattes *Platycnemis pennipes* et l'Orthétrum réticulé *Orthetrum cancellatum*. Aucune zone humide favorable n'a été relevée, ce qui explique la très faible diversité de ce groupe sur le site. Les enjeux sont alors nuls pour ce groupe.

1.2.2.8.2. **Les Lépidoptères**

Un total de **13 espèces** sont dénombrées pour ce groupe. Les passages printaniers ont coïncidé avec la fauche des quelques habitats favorables, ce qui réduit nettement la diversité d'espèces observables. Les espèces les plus communes sont le Fadet commun *Coenonympha pamphilus*, la Piéride de la rave *Pieris rapae* et le Myrtil *Maniola jurtina.* Les habitats favorables aux lépidoptères sont limités sur le site et largement minoritaires. Il n'y a donc aucun enjeu identifié pour ce groupe.

1.2.2.8.3. **Les Orthoptères**

Les inventaires ont permis de contacter **13 espèces** pour ce groupe. Malgré une majorité de cultures, quelques patchs thermophiles ou humides ont permis de contacter des espèces telles que le Criquet ensanglanté *Stethophyma grossum*, le Criquet marginé *Chorthippus albomarginatus* et l'Aïolope émeraudine *Aiolopus thalassinus*. On arrive donc avec ces inventaires à **4 espèces patrimoniales.**

Tableau 89 Espèces d'Orthoptères patrimoniaux recensées dans la zone d'étude et leur statut

Nom français	Nom scientifique	Dir. H	Liste rouge Alsace 2014	Espèces déterminantes ZNIEFF Alsace	Enjeu
Conocéphale gracieux	*Ruspolia nitidula*		Nar	5	Moyen
Oedipode émeraudine	*Aiolopus thalassinus*		NT	20	Moyen
Criquet ensanglanté	*Stethophyma grossum*		NT	10	Moyen
Criquet marginé	*Chorthippus albomarginatus*		NT	20	Moyen

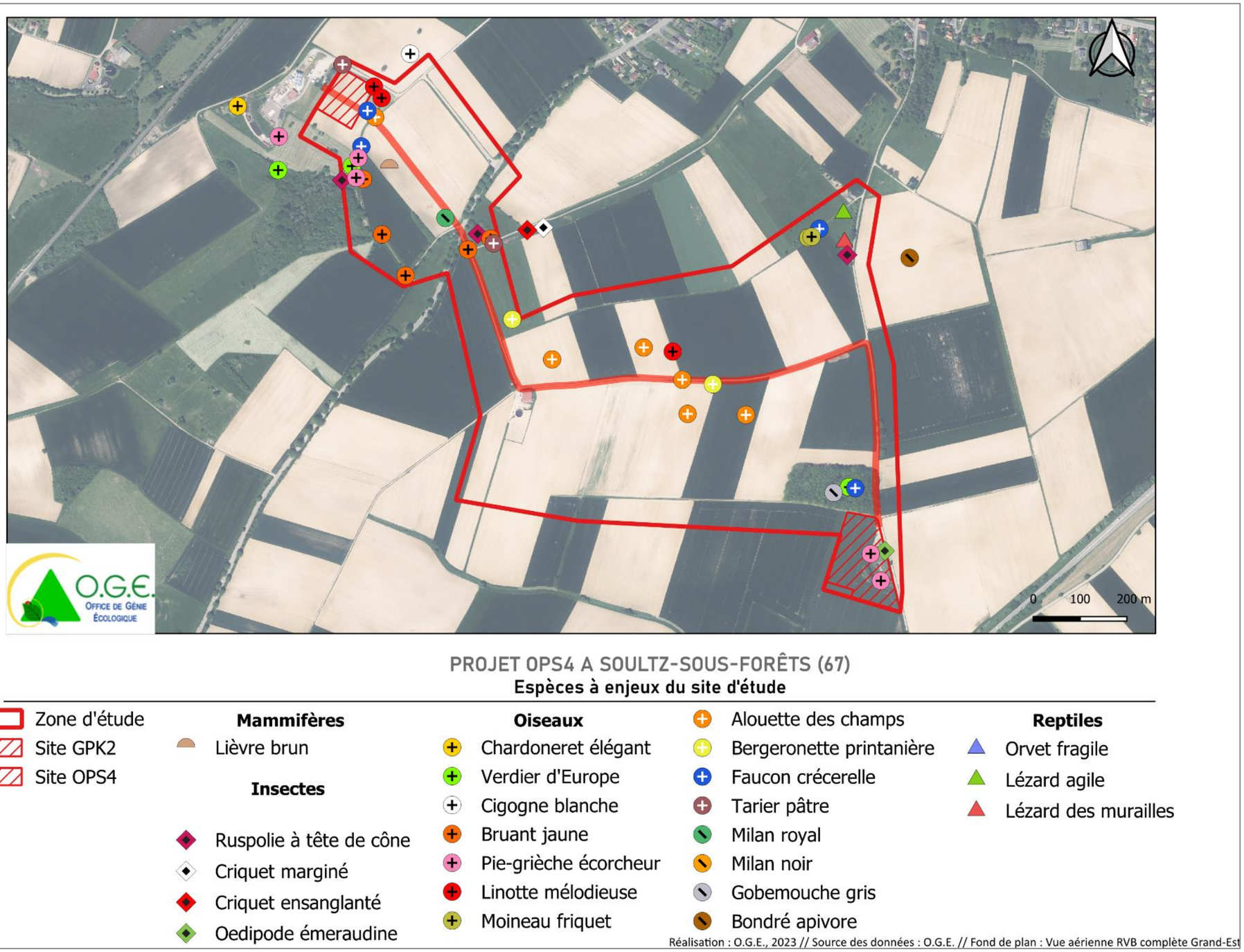


Figure 133 Espèces patrimoniales observées sur le site d'étude

1.2.3. Zones humides

1.2.3.1. BIBLIOGRAPHIE

Comme le montre la carte des zones à dominante humide (BdZDH2008-CIGAL[23]) ci-dessous, la zone d'étude se situe en bordure de zones humides, mais elle n'est pas signalée comme milieu potentiellement humide d'après la carte élaborée par l'INRA et l'Agrocampus Ouest (BERTHIER & al., 2014).

Cependant, l'échelle de ces cartes (au 1/10 000) ne permet pas d'affirmer que les sols présents sont hydromorphes.

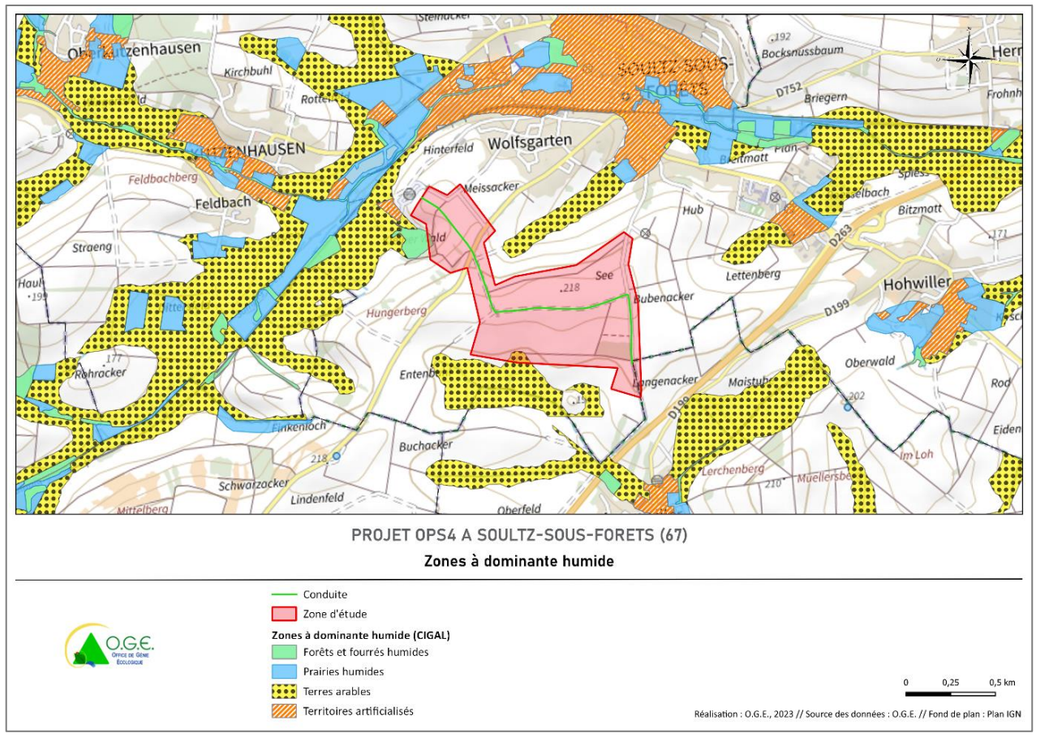


Figure 134 Zones à dominante humide d'après la BDZDH2008-CIGAL

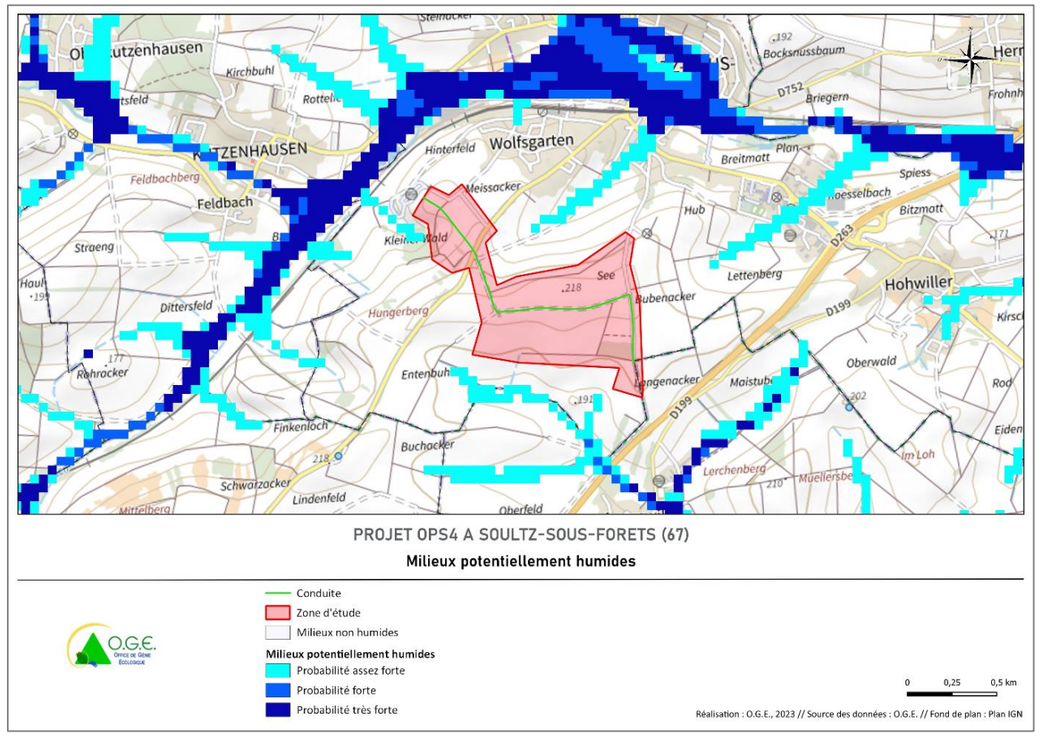


Figure 135 Milieux potentiellement humides d'après l'Agrocampus-Ouest

Comme ceci apparait sur l'extrait de carte ci-dessous du zonage agro-pédologique (Sol Conseil, 2004), l'emprise du projet repose sur principalement sur l'unité cartographique correspondant à du « loess en place ».

Cette entité ne correspond pas à des sols hydromorphes.

[23] BdZDH2008-CIGAL : La Base de données des Zones à dominante humide. La Région Alsace, dans le cadre du partenariat public de Coopération pour l'Information Géographique en Alsace (CIGAL), a élaboré une Base de Données des Zones à Dominante Humide exploitable à l'échelle du 1/10 000e sur les territoires de la Région Alsace et des Parcs Naturels Régionaux des Ballons des Vosges et des Vosges du Nord. Elle est appelée BdZDH2008- CIGAL. Elle est réalisée par l'interprétation d'images satellitaires SPOT5 en date de fin 2007 et début 2008 et de photographies aériennes de l'IGN de 2007. Des données exogènes d'inventaires de terrain réalisés par différentes partenaires ont également été mobilisées pour aider la photo-interprétation (y compris les zones potentiellement humides).

La BdZDH2008-CIGAL a pour objectif de réaliser un relevé le plus exhaustif possible des zones à dominante humide, mais ne constitue en aucun cas ni un inventaire exhaustif des zones humides, ni une donnée réglementaire. Des investigations complémentaires et précises seront nécessaires à l'identification des zones humides.

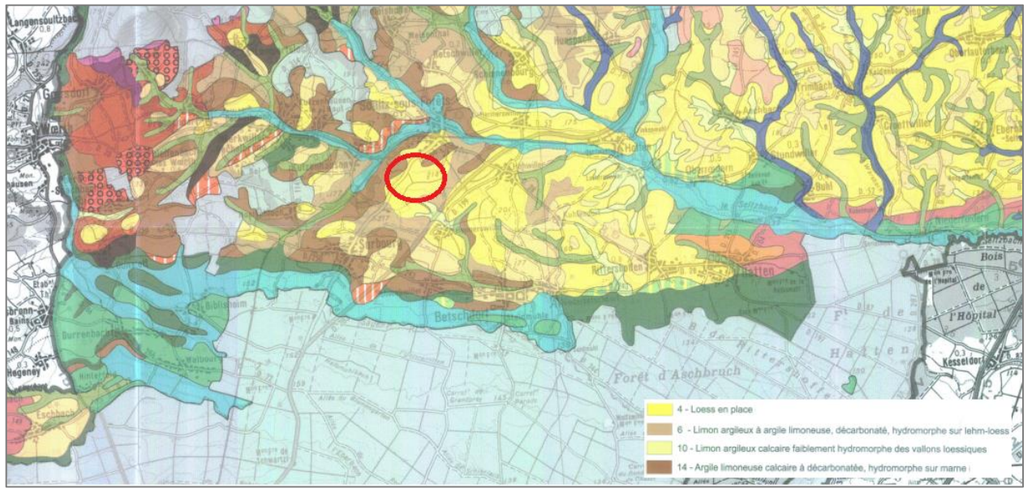


Figure 136 Extrait du zonage agro-pédologique de la petite région naturelle "Outre-Forêt" (Sol conseil, 2004)

Ainsi, les éléments bibliographiques démontrent l'absence de zones humides au droit de la zone d'étude, ou alors leur présence sur de très faibles surfaces. Toutefois, l'échelle de ces études ne permet pas d'affiner l'analyse.

1.2.3.2. ANALYSE PEDOLOGIQUE

Au vu des conditions météorologiques de 2023, particulièrement sèches, les sondages pédologiques ont été réalisés en novembre 2023 suite à un épisode pluvieux.

En tout, 11 sondages pédologiques à la tarière manuelle ont été répartis au sein de zone d'étude, en fonction de la topographie. Les sondages ont été faits aux points les plus bas des parcelles ou du site d'étude.

Aucun des sondages ne s'est révélé humide au titre de l'arrêté du 24 juin 2008.

Le détail des sondages à la tarière manuelle est présenté en annexe 11.4.1.

10 types de sols ont été distingués :

1. **Sol argilo-limoneux**, foncé en surface, frais, compact et possédant des traces d'oxydation dès 40 cm de profondeur et se poursuivant jusqu'à 120 cm. Les traces d'hydromorphies apparaissent après 25 cm de profondeur, le sol est donc non caractéristique de zones humides.
2. **Sol argilo-limoneux**, avec du limon dominant en surface, plus malléable et possédant des traces d'oxydation dès 40 cm de profondeur et se poursuivant jusqu'à 120 cm. Les traces d'hydromorphies apparaissent après 25 cm de profondeur, le sol est donc non caractéristique de zones humides.



3. **Sol argilo-limoneux**, riche en argile, similaire aux précédents. Il possède cependant une couche argilo-limono-sableuse après 60 cm de profondeur. Les traces d'oxydation sont présentes qu'à 30 cm.



4. A l'inverse du précèdent, cette entité possède du sable dans le premier horizon et uniquement de l'argile et des limons dans le deuxième horizon avec des traces d'hydromorphies à partir de 40 cm.
5. **Sol limono-argilo-sableux**, un seul horizon possédant des sables. Les traces d'hydromorphies sont profondes (75 cm) et s'intensifient en profondeur.

6. **Sol sous prairie mésophile permanente**, il possède une couche limono-argilo-sableuse sur le premier horizon puis une couche argilo-limoneuse. Des traces d'hydromorphies qui s'intensifient en profondeur ne commencent qu'à 50 cm.



7. **Sol avec une alternance de limon puis d'argile.** Les traces d'oxydation sont peu marquées à 25 cm et s'intensifient à partir de 30 cm.



8. **Sol limono-argilo-sableux**, en alternance limon-argile sur les deux horizons. Traces d'hydromorphie à partir de 40 cm. C'est le point le plus proche du seul habitat de zone humide identifié : la roselière.

9. **Sol alternant limon et argile**. Le seul sol dont les traces d'hydromorphies sont les plus lointaines : à partir d'un mètre de profondeur avec une densité inférieure à 5%.



10. **Sols limono-argileux**, uniforme sur les deux horizons. Traces d'oxydation à environ 70 cm mais toujours non caractéristiques des zones humides.



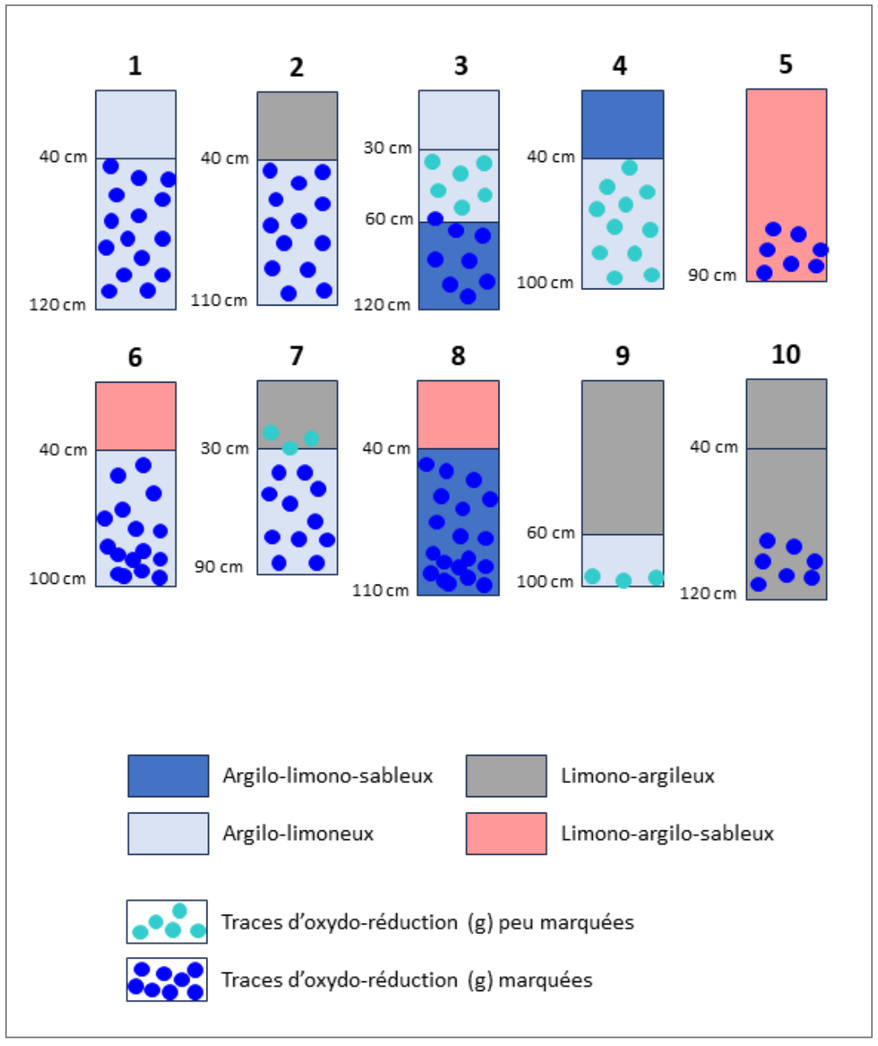


Figure 137 Description des sols recensés

D'après l'analyse pédologique, aucun profil ne présente un sol nettement hydromorphe d'après l'arrêté du 24 juin 2008. Les sondages n°9, 10 et 11 sont classés IIb selon le GEPPA et les autres sondages sont tous classés IIIb. Ces types de sols ne sont pas caractéristiques de zones humides.

Les sols étudiés sont situés sur des lœss, une roche calcaire, qui ne supporte pas les sols hydromorphes. De plus, les sols sont en présence d'une nappe proche mais celle-ci est trop éloignée pour définir la zone comme humide.

La carte suivante (Figure 138) présente la localisation des sondages pédologiques réalisés. Tous ses sondages sont non caractéristiques des zones humides.



PROJET OPS4 A SOULTZ-SOUS-FORETS (67)

Localisation des sondages pédologiques

O.G.E. Office de Génie Écologique

Zone d'étude
- Zone d'étude
- Conduite
- Emprise OPS4
- Emprise GPK2

Localisation des sondages
- Non caractéristique de zones humides
- Caractéristique de zones humides

0 0,25 0,5 km

Réalisation : O.G.E., 2023 // Source des données : O.G.E. // Fond de plan : Vue aérienne RVB complète Grand-Est

Figure 138 ***Localisation des sondages pédologiques***

1.2.3.3. ANALYSE DE LA VEGETATION

Le critère relatif à la végétation peut être appréhendé à partir soit directement des espèces végétales, soit des habitats. Dans le cas présent, l'approche par les habitats a été privilégiée. Elle consiste à évaluer la présence d'habitats caractéristiques des zones humides dans l'une des listes figurant à l'annexe 2.2.2. de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009.

Dans la liste mentionnée précédemment, deux mentions sont possibles : la mention « H » et la mention « p ».

- La mention « H » signifie que cet habitat ainsi que, le cas échéant, tous les habitats des niveaux hiérarchiques inférieurs sont caractéristiques de zones humides.
- Pour les habitats cotés « p » (*pro parte*), l'habitat d'un niveau hiérarchique donné ne peut pas être considéré comme systématiquement ou entièrement caractéristique de zones humides soit parce que les habitats de niveaux inférieurs ne sont pas tous humides, soit parce qu'il n'existe pas de déclinaison typologique plus précise permettant de distinguer celle typique de zones humides. Ainsi, il n'est pas possible de conclure sur la nature humide de la zone à partir de la seule lecture des données ou cartes relatives aux habitats.

La délimitation des zones humides d'après le critère « végétation » a consisté à reprendre les limites des habitats humides côtés « H » d'après l'arrêté du 24 juin 2008 sur la base de la cartographie des habitats.

Tableau 90 Répartition surfacique des habitats et hygrophilie d'après l'arrêté du 24 juin 2008

Habitats	Natura 2000	Code Corine biotopes	EUNIS	Hygrophilie d'après l'arrêté (Annexe 2)	Surface (en ha)
Roselière à *Phragmites australis*		53.11	D5.1	H	0,06
Total végétation hygrophile					**0,06**
Alignement d'arbres / Berme routière		84.1 x 38.2	G5.1 x E2.22	p.	0,33
Ancienne plantation de Merisier		83.32	G2.8	p.	1,72
Arbre isolé		85.11	G5.2		0,19
Bâti et zones artificielles		86	J		1,85
Berme routière		38.2	E2.22	p.	0,22
Boisement à Aulne glutineux		41.C	G1.B	p.	0,49
Chemin - *Arrhenatherion* rudéralisé		38.2	E2.22	p.	0,65
Chemin sans végétation		-	J		0,12
Fruticée mésophile		31.81	F3.11	p.	0,37
Grande culture		82.11	I1.1		57,39
Infrastructures routières		-	J4.2		1,38
Prairie de fauche de l'*Arrhenatherion*		38.2	E2.22	p.	3,22
Prairie mésophile pâturée		38.11	E2.11	p.	0,43
Végétation hélophytes des fossés		37.7	E5.4	H	0,09
Total hors végétation hygrophile					**68,45**

Le tableau ci-dessus montre que la délimitation des zones humides sur la base de l'analyse de la végétation représente **0,06 hectares**.

Il est à noter que les habitats « aquatiques », comme les mares et les cours d'eau, ne sont pas considérés comme des habitats de « zone humide ». Par ailleurs, d'après l'alinéa 4 de l'article R211-108 du code de l'environnement, les **fossés drainants correspondent à des infrastructures de traitement des eaux pluviales et ne peuvent pas être affiliés à la définition d'une zone humide**, et ce même avec l'observation de plantes hygrophiles.

La carte suivante présente la délimitation des zones humides selon le critère végétation.

1.2.3.4. SYNTHESE DES RESULTATS

Seulement **0,06 ha** de zones humides peuvent être définis au sein de la zone d'étude, selon le critère végétation, au titre de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1er octobre 2009, complétée par la circulaire du 18 janvier 2010. Les sondages pédologiques n'ont pas permis de recenser d'autres zones humides sur la zone d'étude. La roselière est donc à préserver.

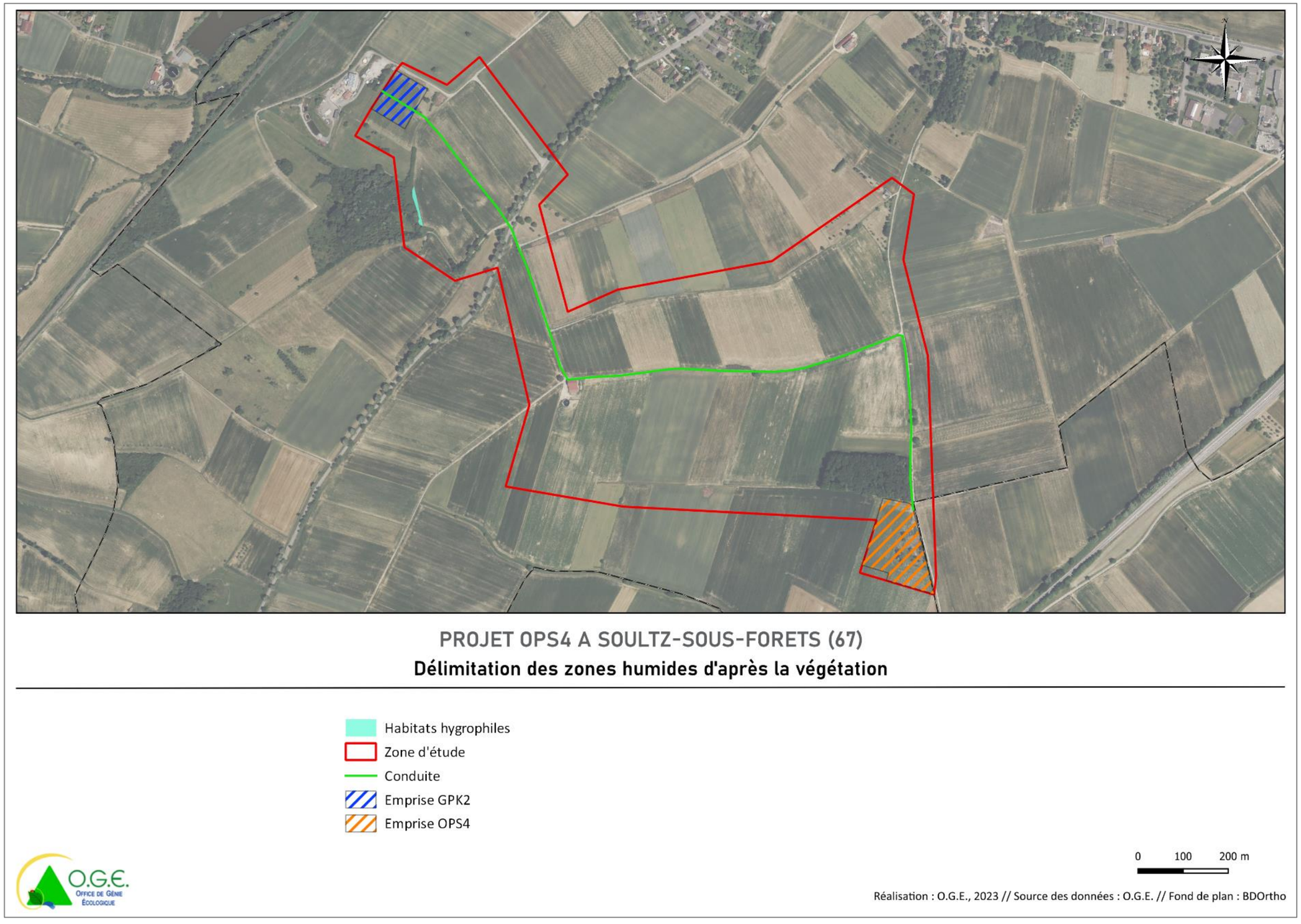


Figure 139 ***Délimitation des zones humides d'après la végétation***

1.2.4. Continuités écologiques

Les milieux naturels sont organisés en fonction de la topographie, de la nature des sols, des gradients d'humidité, de l'utilisation des terrains par les activités humaines passées et actuelles.

En conséquence, la répartition des espèces animales et végétales est hétérogène. La survie des populations dépend des possibilités de déplacement entre les milieux favorables. Ces voies sont autant de continuités écologiques qui contribuent à la structuration de l'espace pour la faune et la flore.

La Trame verte et bleue est une mesure phare du Grenelle Environnement qui porte l'ambition d'enrayer le déclin de la biodiversité au travers de la préservation et de la restauration des continuités écologiques. Cet outil d'aménagement du territoire vise à (re)constituer un réseau écologique cohérent, à l'échelle du territoire national, qui permette aux espèces animales et végétales, de circuler, de s'alimenter, de se reproduire, de se reposer... En d'autres termes, d'assurer leur survie, et permettre aux écosystèmes de continuer à rendre à l'homme leurs services.

Les continuités écologiques correspondent à l'ensemble des zones vitales (réservoirs de biodiversité) et des éléments qui permettent à une population d'espèces de circuler et d'accéder aux zones vitales (corridors écologiques). La Trame verte et bleue est ainsi constituée des réservoirs de biodiversité et des corridors qui les relient.

La définition des continuités écologiques est fortement dépendante des espèces choisies pour définir ces continuités. Le choix des sous-réseaux écologiques à développer pour une région donnée est donc une étape importante de l'élaboration de la trame. Dans le cas de l'Alsace, 5 grands réseaux ont été définis dans le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) datant de 2014.

La zone d'étude est concernée par certains de ces grands types de milieux. Il s'agit :

- des milieux forestiers ;
- des milieux ouverts non humides (à couvert permanent) ;
- des milieux agricoles et anthropisés

Le bon fonctionnement écologique de ce réseau permet la conservation des espèces au niveau démographique (système de métapopulation dans le contexte de milieu anthropisé et fractionné). Cette approche se réalise à différents niveaux (Europe, France, Région, Commune…).

Le SRCE s'inscrit en Alsace dans la continuité des actions entreprises ou initiées de longue date par les différents partenaires locaux pour la préservation de la biodiversité. Il définit les orientations en faveur d'un réseau écologique à l'échelle de l'Alsace, en faveur de la biodiversité dans son ensemble, qu'il s'agisse de nature ordinaire ou de nature remarquable. Ainsi, il donne une vision intégrée et prospective des enjeux de biodiversité, permettant d'anticiper et de concilier les besoins d'aménagement et économiques avec le maintien des continuités écologiques.

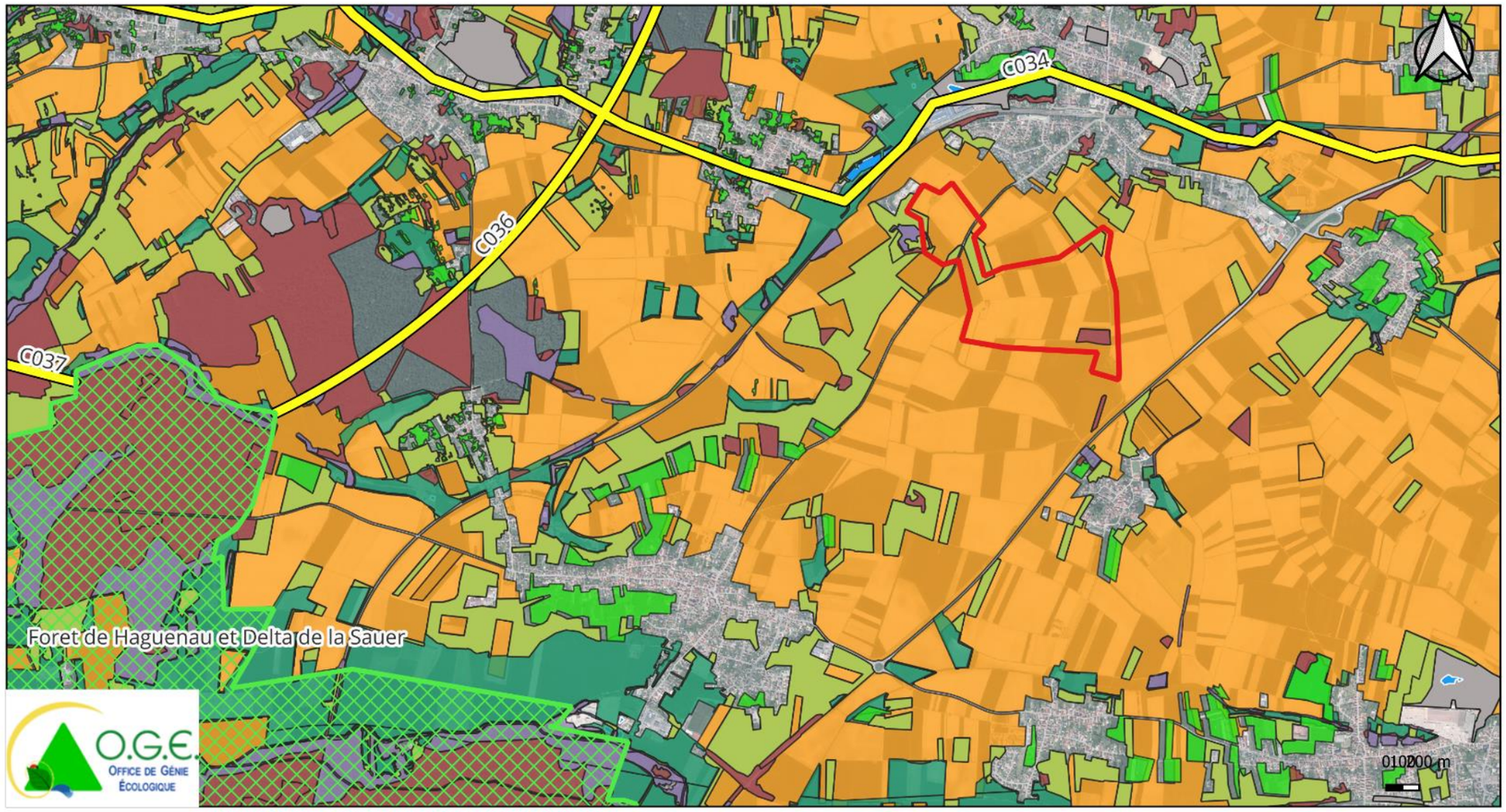
L'échelle de travail au 1/100 000 retenue par le législateur, offre, en outre, une réelle marge de manœuvre aux acteurs locaux, pour adapter ce schéma aux réalités locales et caler les continuités au plus près du territoire.

L'analyse du SRCE montre que la zone d'étude se trouve à proximité d'un corridor d'importance régionale (C034) : le cours d'eau du Seltzbach qui relie les réservoirs de biodiversité RB15 « La Sauer et ses affluents et bassin du Lembach » et RB27 « Forêt de Haguenau et Delta de la Sauer ». Ce corridor comprend les sous-trames « milieux-forestiers humides », « milieux ouverts humides », « prairies » et « vergers » et son état fonctionnel est jugé satisfaisant malgré une fragmentation par les routes départementales D28, D263 et D264. L'espèce cible de ce corridor est le Gobemouche noir *Ficedula hypoleuca*.

Le réservoir de biodiversité de la Forêt de Haguenau et du Delta de la Sauer RB27 est situé à 2,5 km au sud du projet. Il est composé essentiellement de milieux forestiers et accueille certaines espèces sensibles à la fragmentation comme le Criquet des roseaux *Mecostethus parapleurus*, le Gobemouche noir *Ficedula hypoleuca* et l'Hypolaïs ictérine *Hippolais icterina*.

La zone d'étude comprend des milieux ouverts et forestiers qui peuvent être inclus dans une corridor écologique discontinu en « pas-japonais » : ces patchs d'habitats permettent alors à des espèces comme celles citées précédemment de rejoindre ce réservoir de biodiversité ou d'en partir (migration, dispersion, etc.). D'après le diagnostic écologique et après analyse du contexte élargi, 3 espèces des milieux ouverts présentes sur la zone sont à prendre en compte pour la trame verte et bleue : le Lézard des souches *Lacerta agilis*, la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio* et le Criquet ensanglanté *Stetophyma grossum*. Bien sûr, d'autres espèces non recensées lors des passages sur le terrain peuvent bénéficier de ces habitats sur le site en tant que milieux secondaires.

On peut constater sur la carte suivante que la continuité est aujourd'hui assurée sur le secteur pour les milieux ouverts et forestiers. En effet, les travaux ne prévoient pas de détruire ces milieux pour le projet d'aménagement. L'enjeu principal consiste donc à maintenir cette continuité en « pas japonais », une continuité de milieux naturels de qualité. Les milieux de la zone d'étude sont des milieux secondaires favorables à une grande partie des espèces liées aux milieux ouverts ou forestiers. Par ailleurs, les espèces patrimoniales recensées sont en majorité liées aux milieux ouverts ou semi-ouverts, ceci impliquant que l'enjeu principal réside dans la continuité de ces milieux, en « pas japonais ». Il s'agit de maintenir une succession de biotopes favorables à ces espèces liées à ces milieux, en particulier au niveau de la plateforme.



PROJET OPS4 A SOULTZ-SOUS-FORÊTS (67)
Continuités écologiques

- Zone d'étude
- Réservoirs de biodiversité
- Corridors écologiques
- Trame des milieux ouverts non-humides (prairies)
- Trame des milieux forestiers
- Sous-trame des vergers
- Sous-trame des milieux ouverts humides
- Sous-trame des milieux aquatiques
- Sous-trame des milieux agricoles intensifs
- Sous-trame des milieux forestiers humides
- Sous-trame des milieux anthropises

Réalisation : O.G.E., 2023 // Source des données : O.G.E. // Fond de plan : Vue aérienne RVB complète Grand-Est

Figure 140 Continuités écologiques

1.2.5. Synthèse : Biodiversité

1.2.5.1. FLORE ET VEGETATION

Aucune espèce patrimoniale (protégée et/ou rare) n'est observée. La flore observée est banale ; la flore nitrophile et rudérale est sur-représentée. Les habitats naturels présentent un état de conservation médiocre, avec une présence très importante des parcelles de grande culture, présentant peu d'intérêt d'un point vu écologique**. Ainsi, d'après les données obtenues, aucun enjeu notable n'est à mettre en avant concernant la flore.**

1.2.5.2. FAUNE

La zone d'étude abrite des espèces communes et peu exigeantes liées principalement aux milieux semi-ouverts. Le secteur offre peu de milieux favorisant le maintien de ces espèces. Les populations sont fortement réduites étant donné le manque d'habitats favorables sur le site d'étude.

La zone présente un enjeu écologique faible pour les mammifères, les reptiles, les amphibiens et les insectes, du fait du contexte très agricole et de la faible diversité d'habitats naturels. On notera seulement une petite population d'Oedipode émeraudine *Aiolopus thalassinus* aux abords de la su site OPS4.

Les enjeux sont en revanche un peu plus forts concernant l'avifaune avec des nicheurs à enjeu moyen et une espèce à enjeu fort : la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio*, dont les nids semblent se trouver à proximité ou au sein des futurs travaux et dont les milieux favorables sont rares dans le secteur.

Du point de vue règlementaire, plusieurs espèces protégées sont présentes ou potentiellement présentes. Mais il s'agit essentiellement d'espèces communes liées aux milieux forestiers et/ou semi-ouverts.

1.2.5.3. ZONES HUMIDES

Seulement **0,06 ha** de zones humides peuvent être définis au sein de la zone d'étude, selon le critère végétation, au titre de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1er octobre 2009, complétée par la circulaire du 18 janvier 2010 ; il s'agit d'une roselière située au Nord-Ouest du périmètre d'investigation.

Les sondages pédologiques n'ont pas permis de recenser d'autres zones humides sur la zone d'étude.

1.2.5.4. CONTINUITES ECOLOGIQUES

La zone d'étude se trouve à proximité d'un corridor d'importance régionale (C034) : le cours d'eau du Seltzbach qui relie les réservoirs de biodiversité RB15 « La Sauer et ses affluents et bassin du Lembach » et RB27 « Forêt de Haguenau et Delta de la Sauer ». Le réservoir de biodiversité de la Forêt de Haguenau et du Delta de la Sauer RB27 est situé à 2,5 km au sud du projet.

La zone d'étude comprend des milieux ouverts et forestiers qui peuvent être inclus dans une corridor écologique discontinu en « pas-japonais ». La continuité est aujourd'hui assurée sur le secteur pour les milieux ouverts et forestiers.

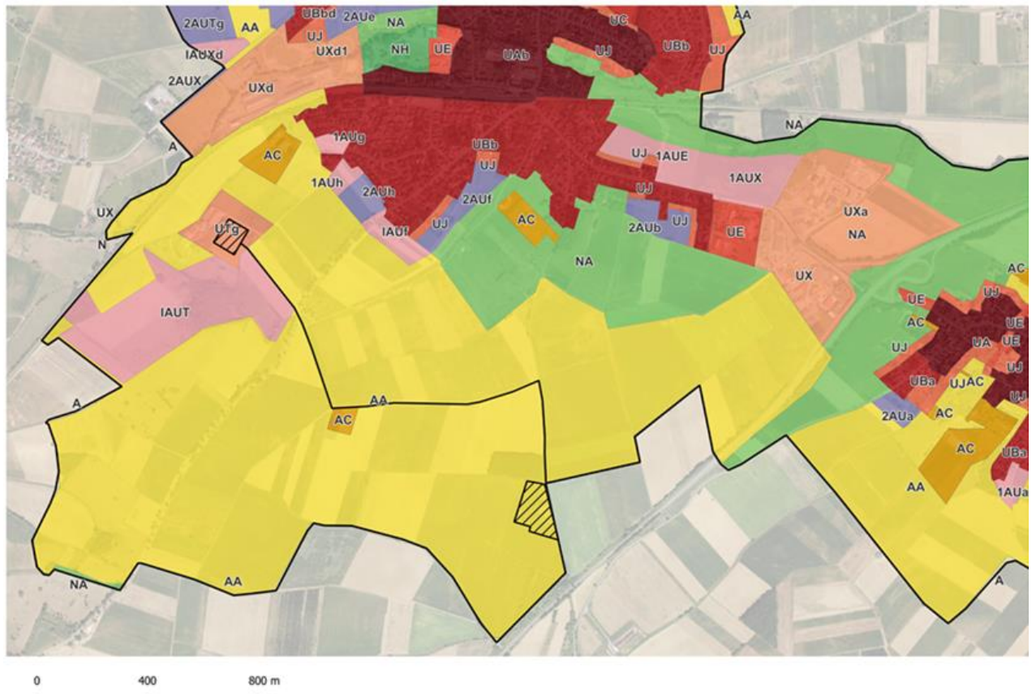
1.3. POPULATION ET SANTE HUMAINE

1.3.1. Documents d'urbanisme

1.3.1.1. PLAN LOCAL D'URBANISME DE SOULTZ-SOUS-FORETS

Source : Plan local d'urbanisme de la Commune de Soultz-sous-Forêts

La commune de Soultz-sous-Forêts est couverte par le **Plan Local d'Urbanisme** (PLU), dont la dernière procédure a été **approuvée le 1 décembre 2020**.



CLASSIFICATION DES PARCELLES

ZONES PROJET				
Emprises des sites de projet	A	UA	UX	
Tracé de la conduite	AA	UB		
Commune de Soultz-sous-Forêts	AC	UC	1AU	
		UE	2AU	
	NA	UJ		
	NH	UT		

Figure 141 Classification des parcelles au PLU (source : geoportail-urbanisme.gouv.fr)

Le site de la **centrale géothermique sur le GPK2** est classé en **zone UT**, soit une classification de **zone aménagée**, accueillant principalement les **constructions** et **installations** liées à des activités utilisant des **ressources géothermiques**.

Les parcelles entourant, au Sud, le site GPK2 sont quant à elles classées en **zone IAUT**, soit une classification visant à **permettre le desserrement** et **l'implantation** des **activités liées à la géothermie**.

De plus, la **zone IAUT** a été classée en **Droit de Préemption Urbain** (DPU), à savoir « le propriétaire d'un bien situé dans une zone définie par une collectivité (commune ou établissement public de coopération intercommunale) en vue de la réalisation d'opérations d'aménagement urbain doit, en priorité, proposer la vente du bien à cette collectivité. […] Le propriétaire du bien n'est donc pas libre de vendre son bien à l'acquéreur de son choix. » (source : service-public.fr)

Orientation d'aménagement de la zone IAUT
Plan local d'Urbanisme de SOULTZ-SOUS-FORETS



PLU de la commune de Soultz-sous-Forêts – Modification N°3 - APPROBATION

Figure 142 Orientation d'aménagement de la zone IAUT (source : Plan Local d'Urbanisme de Soultz-sous-Forêts)

Les **tracés de cheminement souterrain**, ainsi que le **site de forage OPS4**, sont quant à eux classifiés en **zone AA**, à savoir, en zones protégées en raison de leur potentiel agronomique, biologique ou économique.

La zone d'étude est concernée par une révision allégée du PLU au sujet de la régularisation de la parcelle accueillant le site OPS4, pour un passage d'une classification AA à UT.

1.3.1.2. REVISION DU PLU DE SOULTZ-SOUS-FORETS

Cette procédure est en cours, et en accord avec la prescription émise par la Communauté de Communes de l'Outre-Forêts le 14 décembre 2022 (article L.153-32 du Code de l'Urbanisme). La révision allégée du PLU vise à terme de **permettre l'implantation d'une installation de forage géothermique**.

Pour ce faire, la parcelle d'accueil de la plateforme OPS4 étant actuellement classée AA, doit être reclassé en zone UT.

Dans sa révision allégée, le PLU connait d'une part, de l'adaptation du règlement écrit, visant à permettre une transition entre un classement AA à UT ; et d'autre part, la création d'une OAP visant à préconiser les principes d'aménagement pour la zone après passe en zone UT (cf. Figure 143).

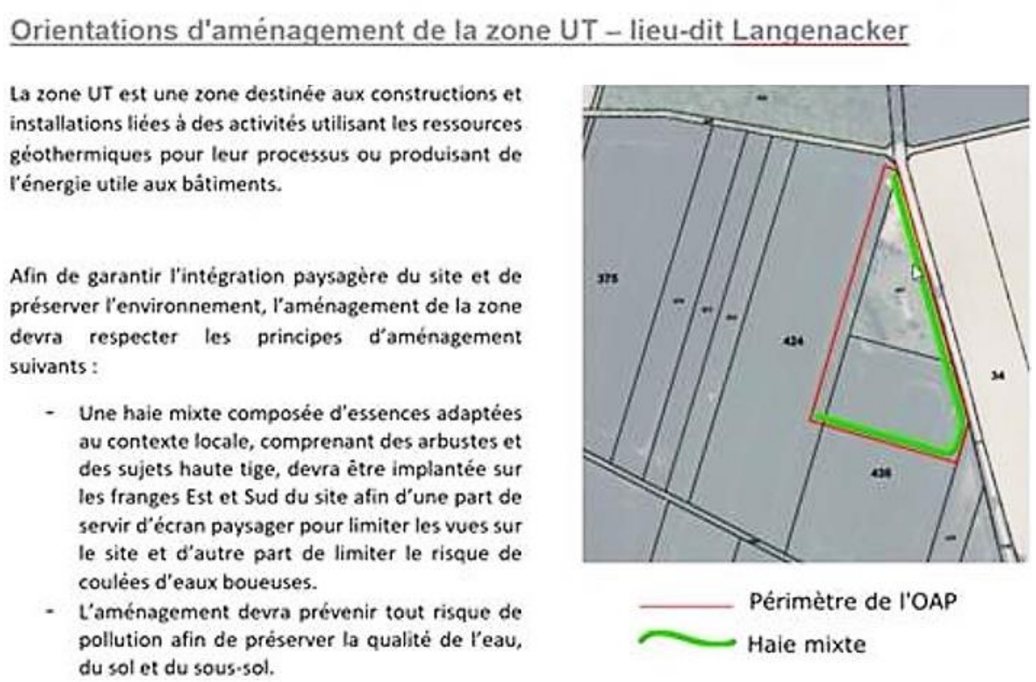


Figure 143 Orientation d'aménagement du Langenacker, site OPS4 (source : Plan Local d'Urbanisme de Soultz-sous-Forêts)

1.3.2. Démographie

Centrale au territoire de l'Alsace du Nord, la **Communauté de Communes de l'Outre-Forêt** occupe une place stratégique entre deux métropoles européennes : Strasbourg au Sud et Karlsruhe au Nord-Est.

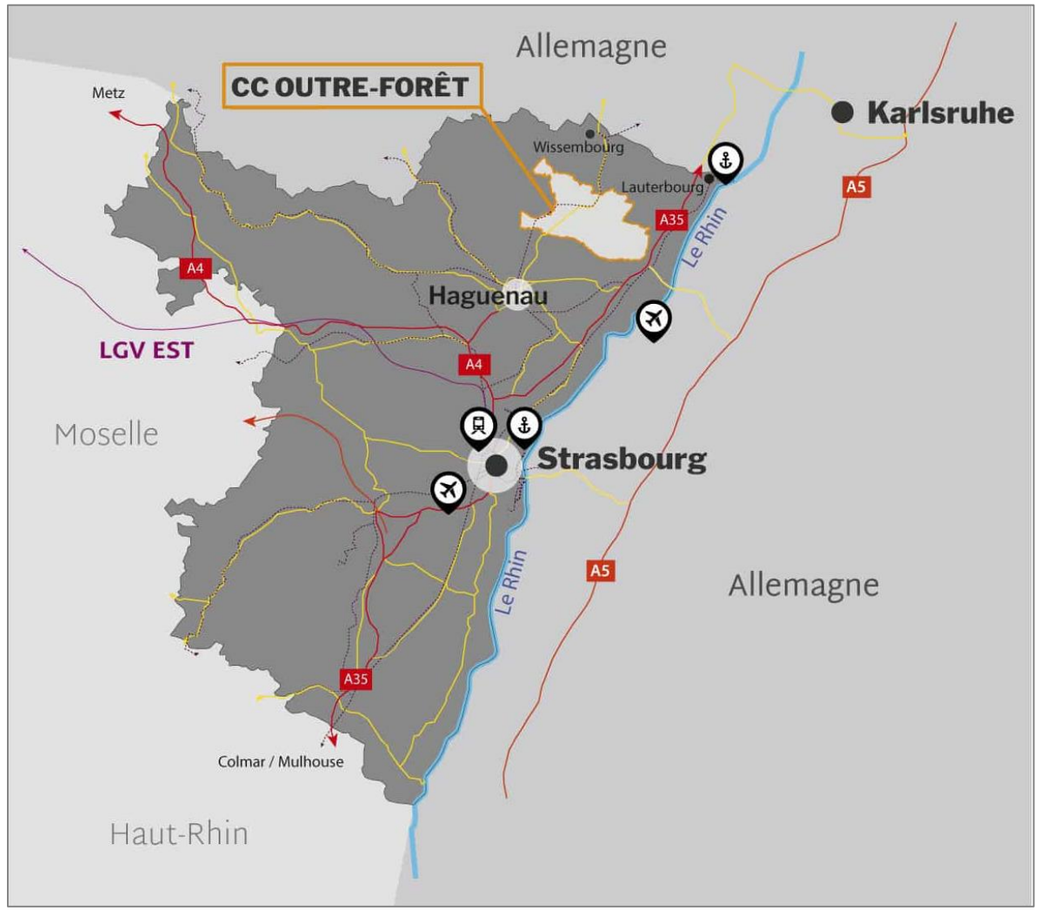


Figure 144 Plan de situation de la Communauté de communes de l'Outre-Forêts (source : https://www.cc-outreforet.fr/)

La commune de Soultz-sous-Forêts fait partie des 13 communes comprises dans le périmètre d'actions de la Communauté de Communes de l'Outre-Forêt. Elle fait partie de surcroit, des 2 communes **au-dessus du seuil de 3000 habitants**, tandis que 8 autres communes faisant partie de la collectivité, se situe sous le seuil des 1000 habitants. Une **variation démographique importante** est de fait observable entre les communes présentes dans le périmètre de la Communauté de Communes.

Soultz-sous-Forêts est une commune de 3190 habitants (2018). Dans une dynamique d'évolution démographique constante, elle enregistre une **hausse de population de l'ordre de + 10,9%** sur la **période 2008 à 2018**.

La Communauté de communes de l'Outre-Forêt qui dénombre 16'191 habitants (2018) enregistre, elle aussi, une évolution démographique constante, avec un **gain de + 3,1 % de population** sur la **période 2008-2018**.

Tableau 91 Evolution démographique aux échelles de la CC de l'Outre-Forêt et de la commune de Soultz-sous-Forêts (source : INSEE)

	2008	2013	2018	2008-2013	2013-2018	2008-2018
Bas-Rhin	1 091 015	1 109 460	1 140 557	+ 1,7%	+ 2,8%	+ 4,5%
CC Outre-Forêt	15702	15976	16191	+ 1,7%	+ 1,3%	+ 3,1%
Soultz-sous-Forêts	2876	3035	3190	+ 5,5%	+ 5,1%	+ 10,9%

La commune de Soultz-sous-Forêts, à l'image de la Communauté de Communes de l'Outre-Forêt, est majoritairement peuplée par les **actifs/adultes compris dans la tranche d'âge 30-59 ans**.

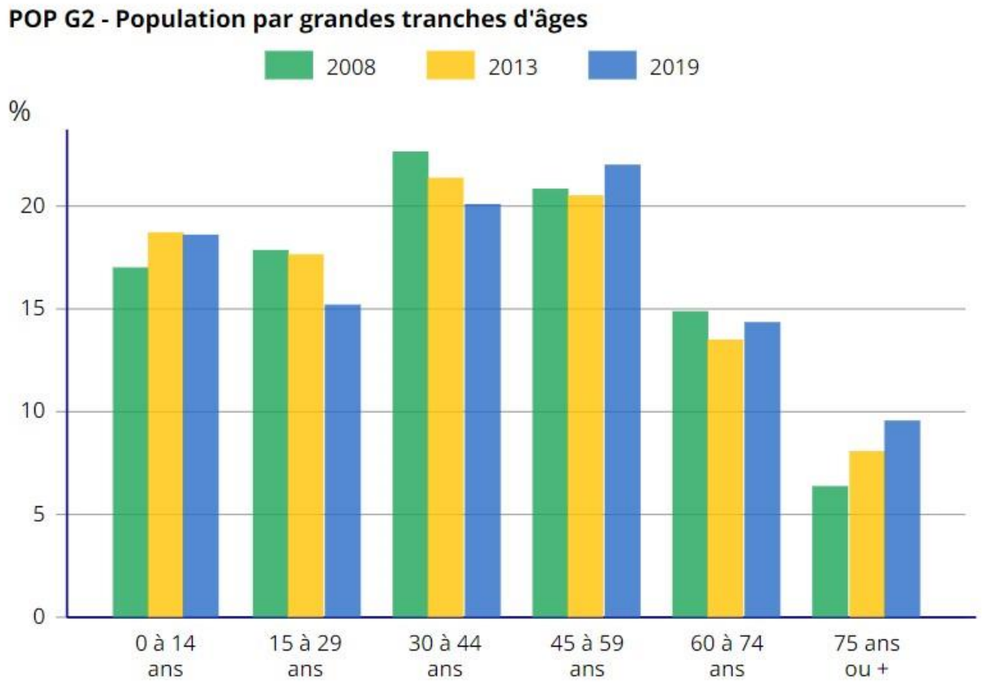


Figure 145 Evolution de la population par tranches d'âges à Soultz-sous-Forêts (source : INSEE)

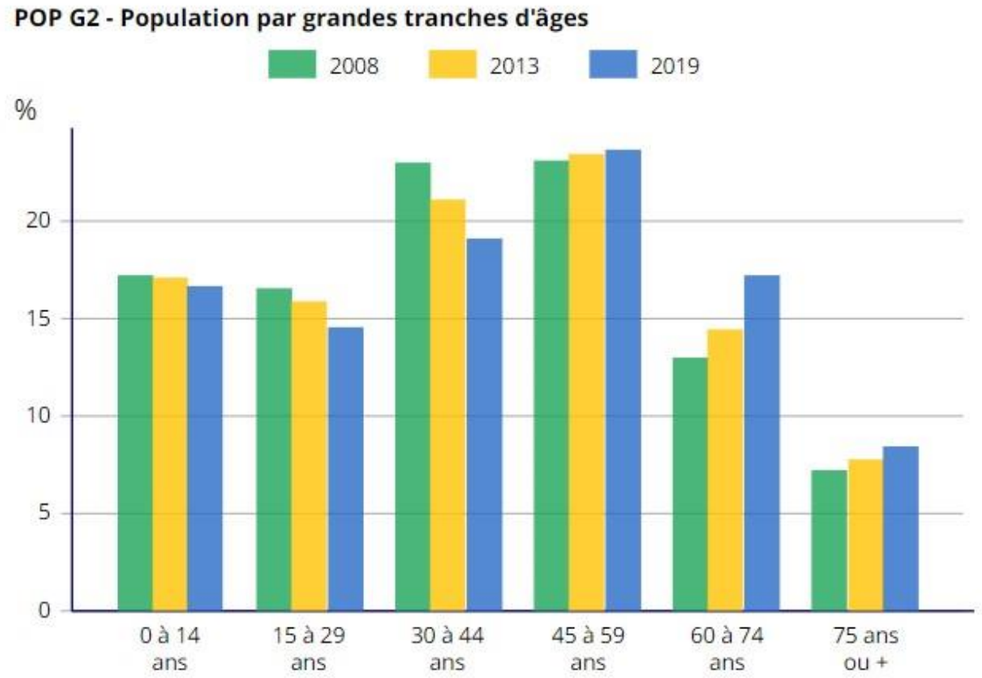


Figure 146 Evolution de la population par tranches d'âges dans la Communauté de communes de l'Outre-Forêt (source : INSEE)

Le territoire concerné par la zone d'étude connait depuis plusieurs années une hausse stable et continue de la population.

1.3.3. Activités économiques

La Communauté de communes de l'Outre-Forêt est un territoire comprenant une **diversité d'activités économiques**, notamment en matière de « *Commerces, transports et services divers* » ou encore « *Administration publique, enseignement, santé, action sociale* ».

Soultz-sous-Forêts et son économie s'articulent autour de **l'industrie**, du **commerce** et de **l'artisanat** ; avec la présence notamment de :

- Deux entreprises clefs de l'**activité industrielle** : **GUNTHER TOOLS – Walter** (production d'outillage industriel - forets haute technologie et ébauches de tarauds) et **CEFA** (chaudronnerie et charpentes métalliques, cuves de stockage).
- Des PME qui complètent le **tissu industriel et de services** : **Paul HEUMANN** (fabrication de biscuits, biscottes et pâtisseries de conservation) ; **STIB** (installation de structures métalliques, chaudronnées et de tuyauterie) ; **CNA** (activités des agences de travail temporaire) et **ZYTO** (mécanique industrielle).
- La **géothermie profonde** participe quant à elle au rayonnement de la commune, grâce au projet européen de production d'électricité.

Le territoire concerné par la zone d'étude bénéficie d'une activité économique ancrée et diversifiée.

1.3.4. Circulation et déplacements

La commune de Soultz-sous-Forêts bénéficie d'une desserte routière et ferrée.

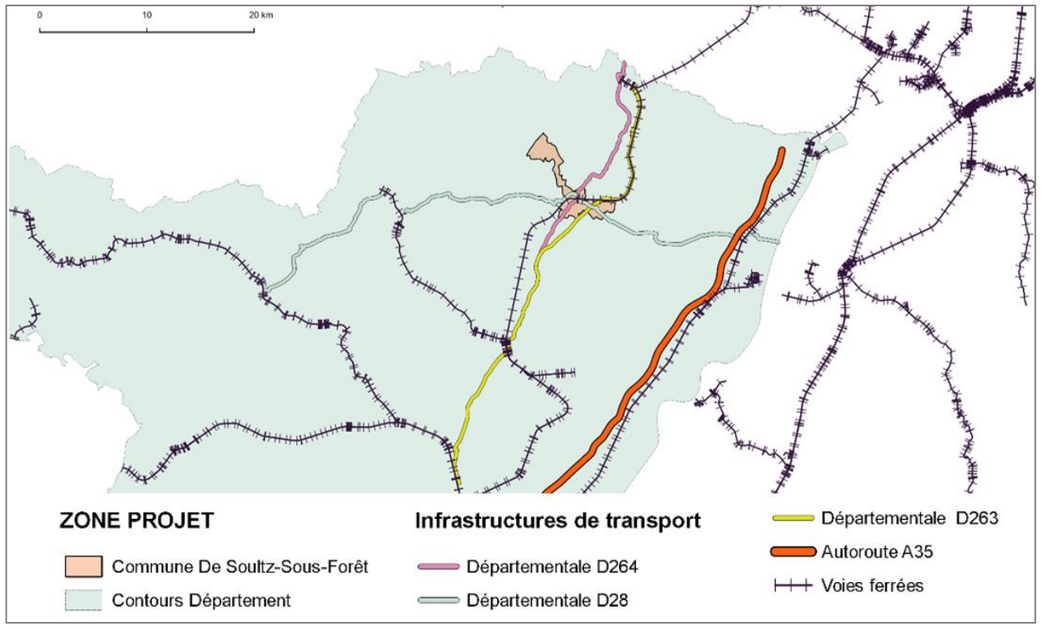


Figure 147 Inventaire voiries structurantes et réseaux ferrés (source : datagrandest.fr)

1.3.4.1. DESSERT FLUVIALE ET FERREE

L'Outre-Forêt est traversée de Nord en Sud par la **ligne TER Strasbourg-Wissembourg** desservant au sein de la collectivité : **Hoelschloch/Surbourg** ; **Soultz-sous-Forêts** et **Hoffen**.

Dans la commune de Soultz-sous-Forêts, la gare occupe une place centrale à la croiser des chemins entre différents axes routiers structurants. Elle bénéficie également d'une fréquence moyenne de 13 trajets aller-retour (Strasbourg/Wissembourg) par jour.

Soultz-sous-Forêts ne comporte pas de desserte fluviale.

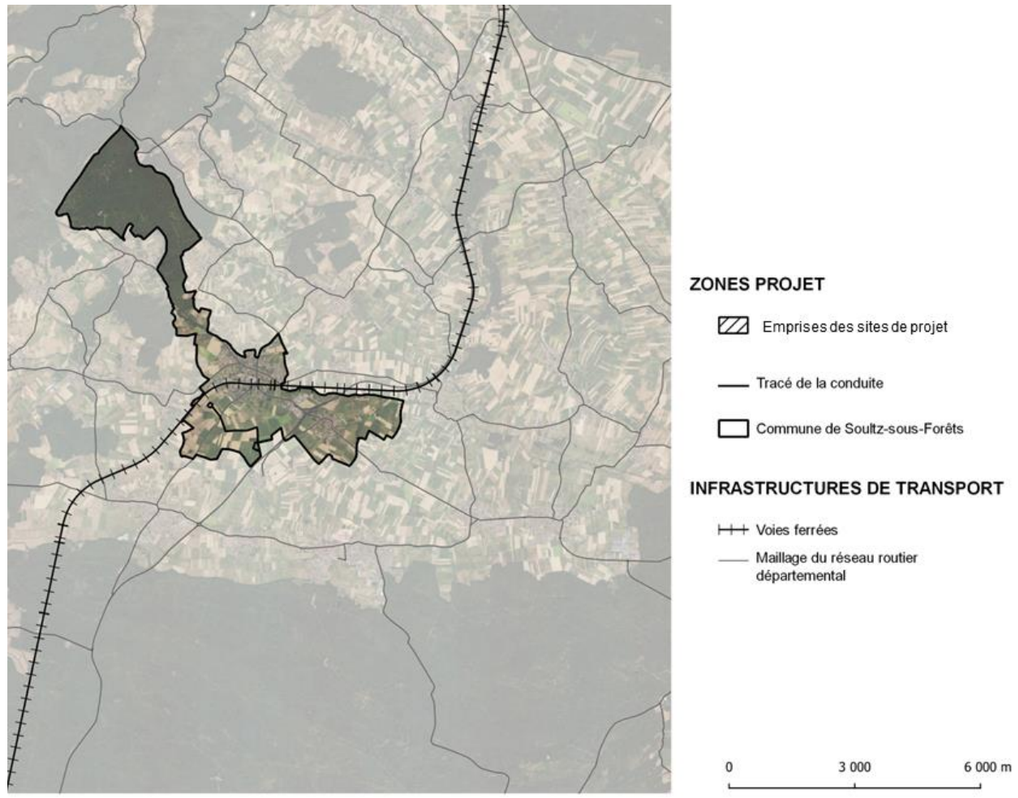


Figure 148 Inventaire réseaux ferrés (source : datagrandest.fr)

1.3.4.2. ACCESSIBILITE ROUTIERE

L'Outre-Forêt est idéalement desservie en termes d'infrastructures routières **structurantes**, puisqu'elle dispose d'un maillage routier :

- Ouest-Est, avec la **départementale 28** (D28) ;
- Nord-Sud, avec les **départementales 263 et 264** (D263 et D264).

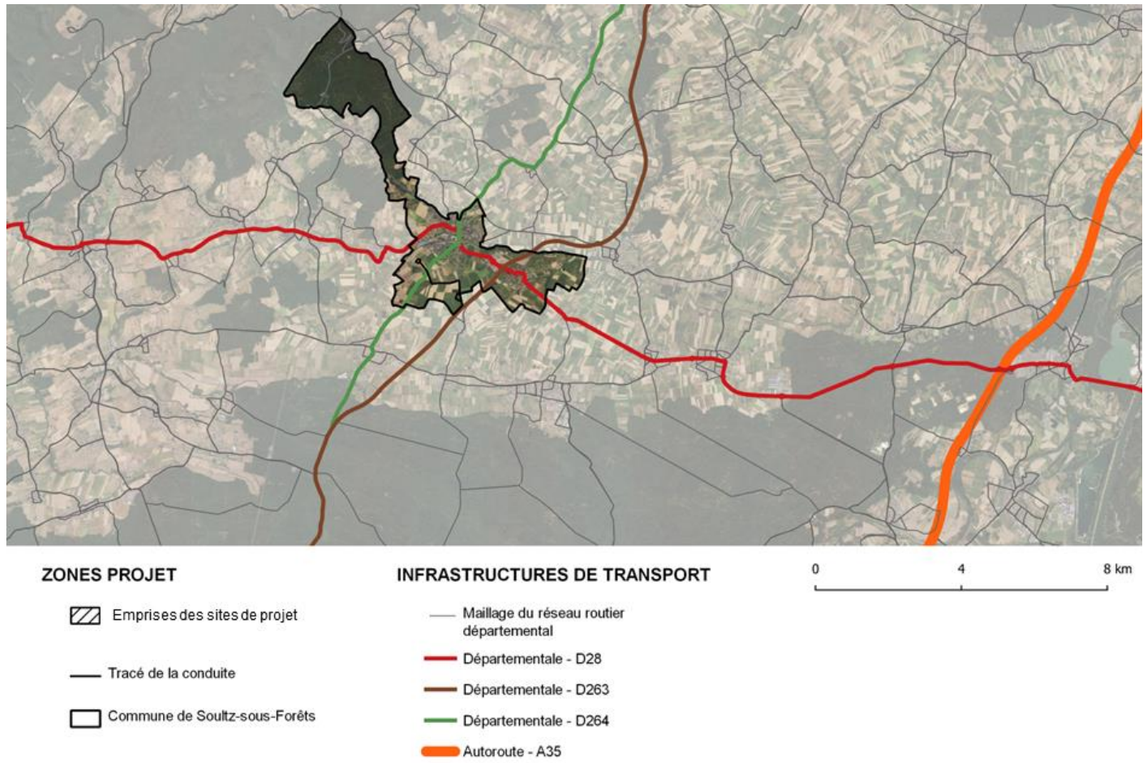


Figure 149 Inventaire voiries structurantes (source : datagrandest.fr)

Les cartographies de comptage effectuées par le département du Bas-Rhin en 2019, permettent de mettre en avant l'aspect structurant de ces axes routiers ; avec notamment les constats :

Tableau 92 Synthèse des comptages des axes structurants en proximité de Soultz-sous-Forêts

	Tous véhicules	Poids lourds
D28	2 360	150
D263	7 280	470
D264	3 270	120

L'axe D28 assure la jonction entre Soultz-sous-Forêts et l'autoroute 35 (A35) Strasbourg-Lauterbourg, à l'Est. Il rejoint l'axe D263 hors agglomération, et l'axe D264 en agglomération, à hauteur de la gare ferroviaire.

L'axe D263 assure le cheminement entre Wissembourg au Nord, et Haguenau au Sud ;

L'axe D264 s'inscrit en parallèle de la D263, et assure la connexion entre Wissembourg au Nord, rejoignant l'axe D263 à la sortie de la commune de Surbourg.



Figure 150 Carte de comptage du trafic routier tous véhicules, tous jours confondus 2019 (source : Département du Bas-Rhin)

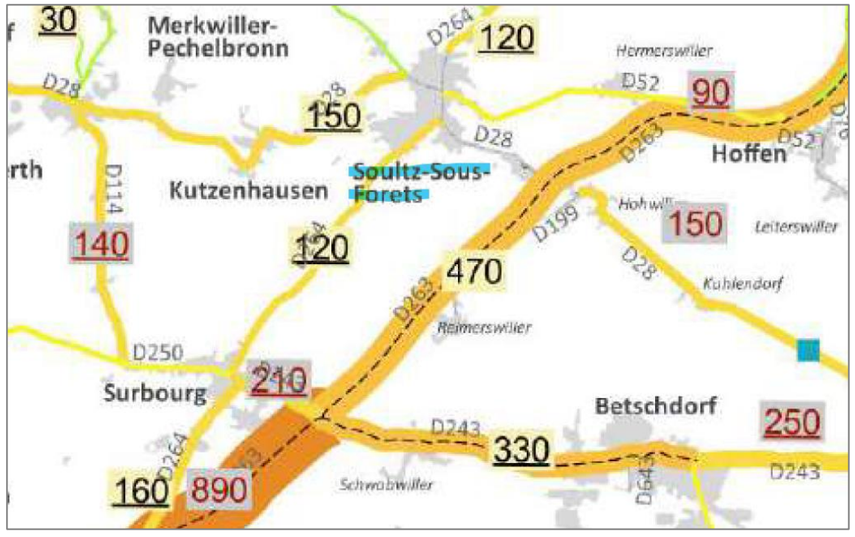


Figure 151 Carte de comptage du trafic routier poids lourds, jours ouvrés 2019 (source : Département du Bas-Rhin)

Le territoire concerné par la zone d'étude bénéficie d'un réseau de transport routier et ferroviaire maillé et efficace, permettant une circulation fluide favorisant les échanges, avec les grandes collectivités du territoire Nord Alsace, ainsi que les métropoles frontalières.

1.3.5. Proximité du voisinage

Le site de géothermie GPK2 aussi bien que le site de forage OPS4 sont tous deux implantés dans un périmètre relativement éloigné des communs alentours :

- La centrale géothermique sur le site **GPK2** est implantée à une distance moyenne :
  - ~400 m des habitations de la commune de Soultz-sous-Forêts ;
  - ~680 m des habitations de la commune de Kutzenhausen ;
  - ~2,5 km des habitations de la commune de Hohwiller ;
  - ~2 km des habitations de la commune de Reimerswiller ;
  - ~2,3 km des habitations de la commune de Surbourg.

- Le site **OPS4** est quant à lui situé à une distance moyenne :
  - ~1,2 km des habitations de la commune de Soultz-sous-Forêts ;
  - ~2,1 km des habitations la commune de Kutzenhausen ;
  - ~1,3 km des habitations de la commune de Hohwiller ;
  - ~600 m des habitations de la commune de Reimerswiller ;
  - ~2,5 km des habitations de la commune de Surbourg.

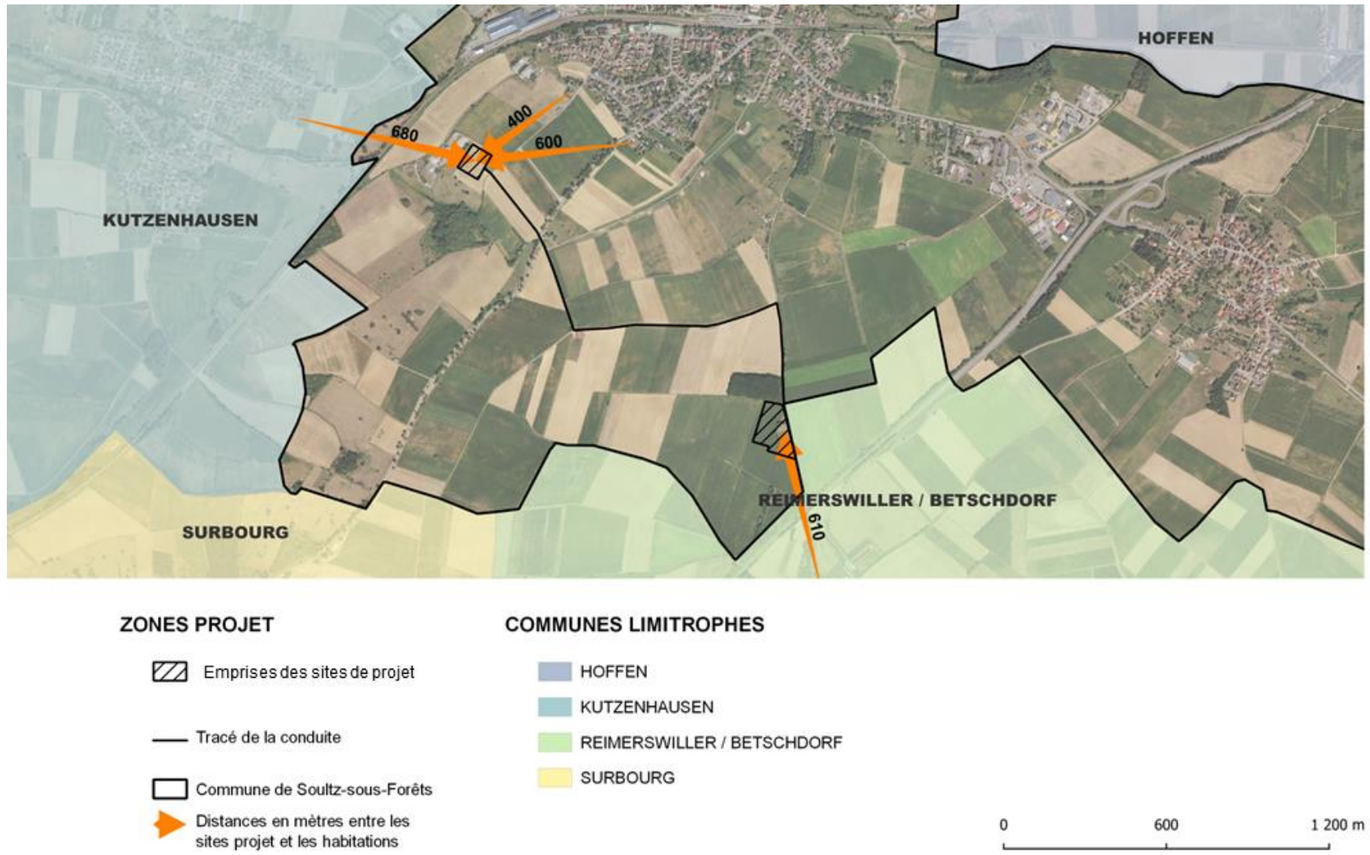


Figure 152 ***Distances entre GPK2, OPS4 et les premières habitations des communes environnantes***

La zone d'étude se situant à une distance minimale de 650 m des premières habitations, qui additionnée au contexte topographique, lui permet de ne pas constituer une gêne directe pour les habitations environnantes.

1.3.6. Ambiance sonore

Dans le cadre du projet de géothermie situé à Soultz-Sous-Forêts, les plateformes d'exploitation GPK2 et OPS4 voient leurs sites modifiés avec la mise en place d'un nouveau bâtiment et de nouvelles installations pour la plateforme d'exploitation GPK2 et l'ajout d'une pompe sur la plateforme de forage OPS4.

Dans ce contexte, et en application avec l'arrêté 23 janvier 1997 concernant les Installation Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), une étude acoustique est réalisée afin de définir les impacts sonores dans l'environnement de ces nouvelles installations et vérifier la conformité réglementaire de ces dernières.

Cette étude comprend :

- Un rappel du bruit résiduel au travers des études réalisées précédemment par OTE Ingénierie ;
- Une estimation du bruit particulier (contribution sonore due aux activités de la nouvelle centrale GPK2 d'une part et de la pompe supplémentaire de la plateforme de forage OPS4) à travers la modélisation ;
- Une estimation des émergences au niveau des zones d'habitation et/ou des parcelles concernées par des projets de construction de future habitation les plus proche des sites ;

Une analyse du respect des seuils réglementaires.

1.3.6.1. TERMINOLOGIE

❖ **Bruit ambiant**

Il s'agit du bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis dans l'environnement par toutes les sources proches et éloignées.

Note : Bruit ambiant = Bruit résiduel + Bruit particulier

❖ **Bruit particulier**

Il s'agit d'une composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement par des analyses acoustiques (spatiale, temporelle, études de corrélation…) et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête.

Note : Bruit particulier = source en fonctionnement.

❖ **Bruit résiduel**

Il s'agit d'une composante résiduelle du bruit ambiant, dans une situation spatio-temporelle donnée, quand un ou plusieurs bruits particuliers sont supprimés.

Note : Bruit résiduel = Bruit sans la source

❖ **Emergence globale**

L'émergence est définie réglementairement comme la différence entre les niveaux de pression continus équivalents pondérés A du bruit ambiant (établissement en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'établissement) (Article 2 de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement).

La valeur d'émergence sonore est la valeur représentant l'élévation du niveau sonore (en dB(A)) engendrée par une source sonore bruyante (machine, industrie, infrastructure de transport).

Note : Emergence = Niveau de bruit ambiant – Niveau de bruit résiduel

❖ **Le décibel**

Le décibel est une échelle de mesure logarithmique en acoustique, c'est un terme sans dimension. Il est noté dB. Les niveaux sonores ne s'ajoutent pas arithmétiquement : 80 dB + 80 dB = 83 dB et 80 dB + 90 dB = 90 dB.

Le Tableau 93 présente l'augmentation du niveau sonore en fonction du nombre de sources (source : BruitParif).

Tableau 93 Opération sur les décibels

Multiplier l'énergie sonore par	C'est augmenter le niveau sonore de	C'est faire varier l'impression sonore	Observation
2	3 dB	Très légèrement	On fait difficilement la différence
4	6 dB	Nettement	On constate clairement une aggravation
10	10 dB	De manière flagrante	On a l'impression que le bruit est 2 fois plus fort
100	20 dB	Comme si le bruit était 4 fois plus fort	Une variation brutale de 20 dB peut distraire l'attention
100 000	50 dB	Comme si le bruit était 30 fois plus fort	Une variation brutale de 50 dB fait sursauter

❖ **Le décibel A : dB(A)**

La lettre « A » signifie que le décibel est pondéré pour tenir compte de la différence de sensibilité de l'oreille à chaque fréquence. Elle atténue les basses fréquences.

Afin de mieux interpréter la cartographie des contributions, le tableau ci-dessous donne à titre d'exemple des valeurs indicatives concrètes et usuelles de niveaux acoustiques.

Tableau 94 Echelle sensible du dB(A)

Bruits extérieurs	Niveaux sonores dB(A)	Bruits intérieurs	Bruits des véhicules	Conversation / Sensation auditive
	130	Marteau-pilon		Impossible / Seuil de la douleur
	120	Banc d'essais de moteurs	Moteurs d'avion proche	

Bruits extérieurs	Niveaux sonores dB(A)	Bruits intérieurs	Bruits des véhicules	Conversation / Sensation auditive
Rivetage à 10 m	110	Atelier de chaudronnerie	Train passant dans une gare	Obligation de crier pour se faire entendre / Très difficilement supportable
	105	Raboteuse		
Marteau-piqueur à moins de 5 m	100	Scie à ruban	Moto sans silencieux à 2 m	
Rue à trafic intense	95	Atelier de forgeage		Difficile / Pénible à entendre
Circulation intense à 1 m	85	Radio très puissante	Klaxons d'autos	
Circulation importante	75	Usine moyenne	Métro sur pneu	Assez forte / Bruyant mais supportable
	70	Open-space bruyant		
	65	Appartement bruyant		
Rue résidentielle	60	Grands magasin / Conversation normale	Bateau à moteur	Assez forte / Bruits courants
Rue très tranquille	50	Restaurant tranquille / Bureau	Auto silencieuse	
Bruits minimaux le jour dans la rue	45	Appartement normal / Bibliothèque		A voix normale / Assez calme
	30	Appartement dans quartier tranquille		A voix chuchotée / Très calme
Bruissement d'un feuillet	25	Conversation à voix basse		
	20	Studio de radio		
	0	Laboratoire d'acoustique		A voix chuchotée / Seuil d'audition

❖ **Bandes d'octaves et niveau global**

La sensation de l'oreille en fréquence n'est pas linéaire. Plus elle est élevée, plus il faut une grande variation de cette fréquence pour que l'impression de variation reste constante. Des valeurs de fréquences en Hertz sont normalisées pour exprimer cette sensation notée : L31,5 L63 L125 L250 L500 L1k L2k L4k L8k

Nous parlerons ici d'octave comme les musiciens.

Le niveau global correspond à la somme d'énergie de toutes les bandes d'octave. Le niveau global est noté L.

❖ **Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A**

Valeur du niveau de pression acoustique pondéré A d'un son continu stable qui, au cours d'une période spécifiée T, à la même pression acoustique quadratique moyenne qu'un son considéré dont le niveau varie en fonction du temps. Cet estimateur est communément utilisé pour représenter la gêne due au bruit, et définir des valeurs limites d'exposition. Ainsi, il caractérise la « dose » de bruit reçue pendant une durée donnée T.

Il est défini par la formule :

$$L_{Aeq,T} = 10 \times \log\left[\frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2}\frac{P_A^2(t)}{P_0^2}dt\right]$$

Avec :

- LAeq,T est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, en décibels, déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t1 et se termine à t2. Dans les mesures ici présenté, T = 10 minutes ;
- Po est la pression acoustique de référence (20 µPa) ;
- PA (t) est la pression acoustique instantanée pondérée A du signal.

Le niveau équivalent est utilisé pour traduire l'intensité moyenne du bruit sur un temps donné comprenant des phases de bruits entrecoupées de phase de silence.

❖ **Niveaux acoustiques fractiles**

Le niveau fractile est exprimé en dB(A), il est symbolisé par le paramètre $L_{AN,T}$, où N est compris entre 0 et 100 (par exemple: $LA_{10,T}$, ..., $LA_{90,T}$, LA_{95},T, ...). Il exprime le niveau sonore dépassé pendant le pourcentage de temps N (10%, ..., 90%, 95%, ...) par rapport à la durée totale de la mesure. Les valeurs LA1 et LA5 caractérisent généralement les niveaux de pointes tandis que les valeurs L90 et L95 caractérisent les niveaux de bruit de fond. A indique qu'il s'agit de bruit pondéré A et T donne la durée d'intégration.

❖ **Tonalité marquée**

La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux indiqués dans le tableau ci-après pour la bande considérée :

Tableau 95 Estimation de la tonalité marquée

Cette analyse se fera à partir d'une acquisition minimale de 10 s		
50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

Les bandes sont définies par fréquence centrale de tiers d'octave.

1.3.6.2. REGLEMENTATION

Le respect de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement des installations classées pour la protection de l'environnement constitue une obligation règlementaire.

Ce texte fixe pour les installations classées des niveaux sonores limites admissibles par le voisinage et un niveau maximal d'émergence du bruit des installations par rapport au bruit ambiant :

Les émissions sonores d'une installation classée ne doivent pas engendrer dans les zones à émergence réglementée, une émergence supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau suivant :

Tableau 96 Émergence admissible

Niveau de bruit ambiant	Émergence admissible (de 7h à 22h)	Émergence admissible (de 22h à 7h, les dimanches et jours fériés)
Entre 35 et 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
> 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Dans cet arrêté, les zones à émergences réglementées sont :

- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existants à la date de l'arrêté d'autorisation de l'installation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cours, jardins, terrasses) ;
- Les zones constructibles définies par les documents d'urbanismes opposables aux tiers et publiés à la date de l'autorisation ;
- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de l'autorisation dans les zones constructibles définies ci-dessus et leurs parties annexes comme ci-dessus, à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles.

Dans le cas d'un établissement existant au 1er juillet 1997 et faisant l'objet d'une modification autorisée, la date à prendre en considération pour la détermination des zones à émergences réglementées est celle de l'arrêté autorisant la première modification intervenant après le 1er juillet 1997.

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limites de propriété de l'établissement, déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence admissibles. Les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

1.3.6.3. RAPPEL DE LA CARACTERISATION DE L'ETAT INITIAL

ES a fait appel au bureau d'étude acoustique OTE Ingénierie pour réaliser trois rapports :

- Un rapport acoustique réalisé en mai 2017, afin de mesurer les impacts sonores dans l'environnement de l'installation de géothermie actuelle sur le site GPK2 ;
- Un rapport acoustique réalisé en juillet 2021, afin de calculer les impacts sonores dans l'environnement du projet de forage géothermique sur le site OPS4 de Soultz-Sous-Forêts (voir Figure 154 et Figure 155, page 201) ;
- Un rapport de mesure réalisé en décembre 2022, afin de contrôler les émissions du bruit dans l'environnement de l'installation actuelle du site GPK2 de Soultz-Sous-Forêts.

Les points de mesure utilisés dans ces études, sont repris ici afin de définir le bruit résiduel des ZER les plus proches de chacun des sites et un point (A) correspondant à la limite de propriété du site OPS4.

L'arrêté ministériel du 23/10/1997 stipule que lorsque $L_{eq} - L_{50} \geq 5$ dB(A), l'émergence est calculée par la différence entre les indices L_{50} du bruit ambiant et du bruit résiduel.

Le tableau ci-dessous présente les résultats mesurés sur les points étudiés pat OTE Ingénierie, localisés dans la figure ci-dessous.

Tableau 97 Résultats des mesures réalisées par OTE Ingénierie

Station	Origine du résultat	Date des mesures	Source de la mesure	Bruit résiduel			
				LA_{eq} jour en dB(A)	LA_{eq} nuit en dB(A)	L_{50} jour en dB(A)	L_{50} nuit en dB(A)
Point 1	Mesure	1er juillet 2021 de 16h30 à 00h00	Rapport acoustique 07/2021	47,5*	40,5*	45,5	38,5
Point 3	Mesure	1er juillet 2021 de 16h30 à 00h00	Rapport acoustique 07/2021	43,5*	43,0	42,5	33,0*
Point 4	Mesure	24 novembre 2022	Rapport de mesures 12/2022	63,0	55,5	56,0*	41,0*
Point A	Mesure	1er juillet 2021 de 16h30 à 00h00	Rapport acoustique 07/2021	43,0**	42,0**	38,0	39,5
	Modélisation	-	Rapport acoustique 07/2021	56,0	55,5	-	-
Point B	Modélisation	-	Rapport acoustique 07/2021	51,5	52,10	-	-
Point A'	Mesure	15 mai 2017 de 17h à 00h	Rapport acoustique 05/2017	60,5**	59,5**	60,0	59,5
Point B'	Mesure	15 mai 2017 de 17h à 00h	Rapport acoustique 05/2017	44,0**	45,5**	43,5	44,5

* Valeurs retenues dans le calcul de l'émergence selon le critère de l'arrêté ministériel du 23/01/1997

** Valeurs retenues pour les calculs en limite de propriété



Figure 153 Localisation des points de mesure réalisés par OTE Ingénierie

Les niveaux sonores enregistrés aux points de mesure à proximité du site du projet sont relativement faibles, de l'ordre de 40 dB(A) (« bibliothèque » d'après le Tableau 94) à 60 dB(A) (« rue résidentielle »), et révèlent un environnement acoustique calme.

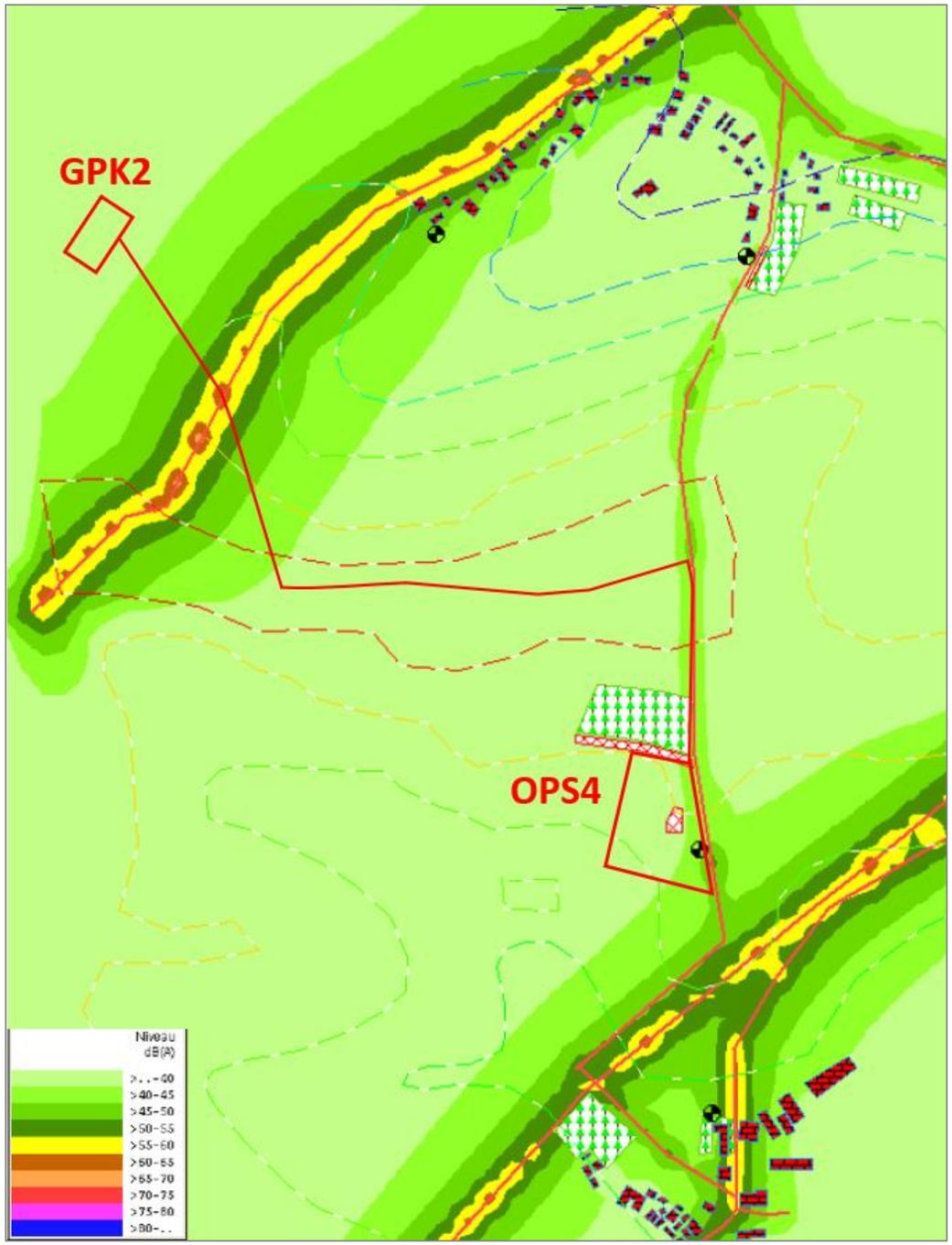


Figure 154 Cartographie sonore hauteur = 2 m – Etat initial site OPS4 – Période Jour (source : Rapport acoustique OTE ingénierie, juillet 2021)

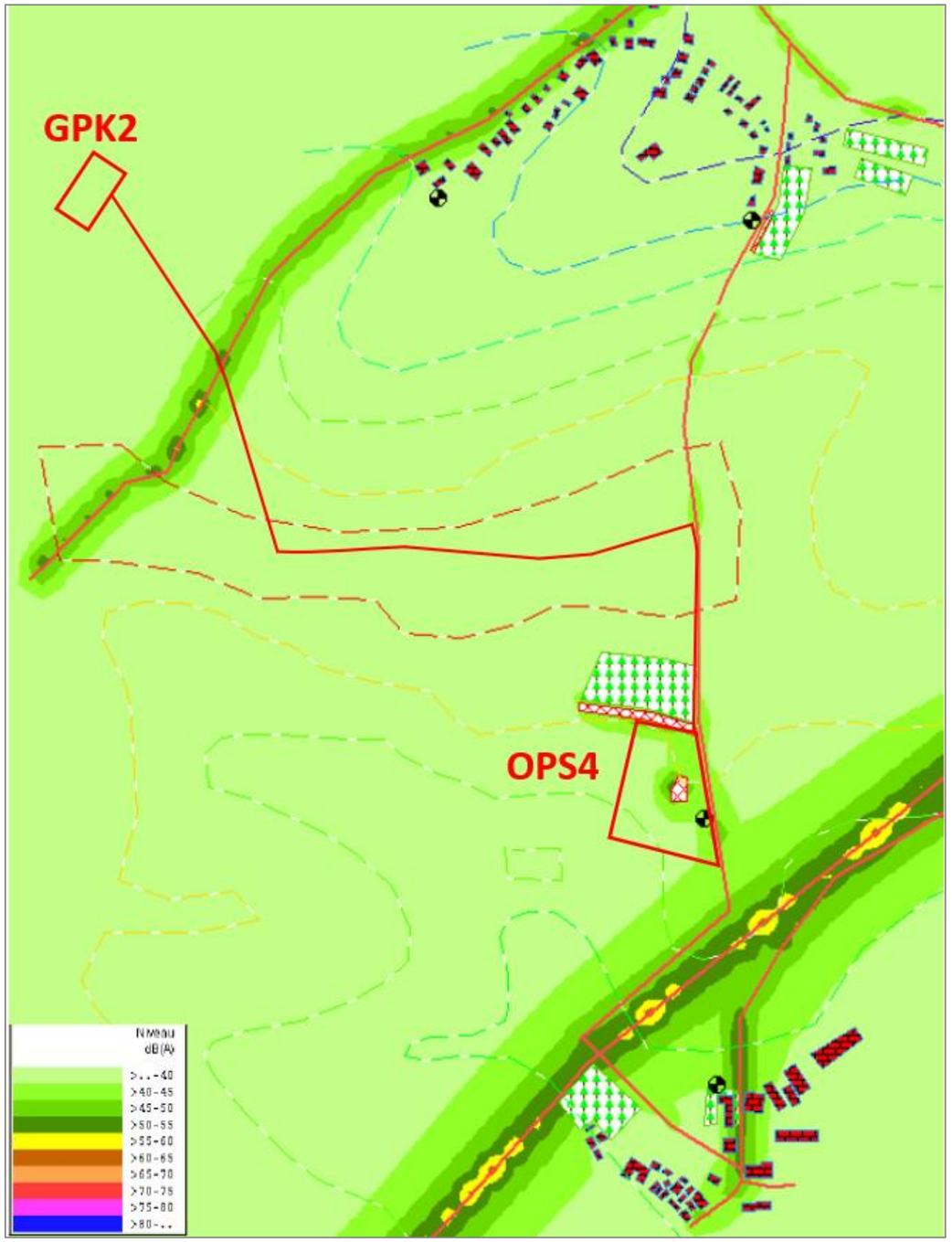


Figure 155 Cartographie sonore hauteur = 2 m – Etat initial site OPS4 – Période Nuit (source : Rapport acoustique OTE ingénierie, juillet 2021)

1.3.7. Réseaux divers

1.3.7.1. EAU POTABLE

Le gestionnaire du réseau d'alimentation d'eau potable sur la commune de Soultz-sous-Forêts est le Syndicat des Eaux de Soultz-sous-Forêts.

- Le site OPS4 actuel n'est pas raccordé ni desservi par un réseau d'eau potable ; ses usages actuels ne nécessitent pas d'alimentation en eau potable.
- La plateforme actuelle GPK2 est raccordée au réseau d'eau potable depuis Soultz-sous-Forêts, par une conduite de petit diamètre DN40.

1.3.7.2. ASSAINISSEMENT

L'exploitation du réseau d'assainissement de la commune de Soultz-sous-Forêts est assurée par le SICTEU de la **région de Soultz-sous-Forêts**, qui exerce la compétence assainissement sur 7 communes, comme représenté sur la Figure 156.



CARTE D'IDENTITE DE VOTRE COLLECTIVITE
Nom : SICTEU DE LA REGION DE SOULTZ-SOUS-FORETS
Domaine : Assainissement

Membre du SDEA depuis : 08/04/1999

Nombre de communes : 7

Nombre de délégués : 3

Vos usagers
- 2 559 abonnés
- 6 540 habitants desservis

Vos volumes
- 269 858 m³ assainis
- 105 m³ assainis/abonné/an

Territoire : TERRITOIRE NORD
Centre et Antenne de rattachement : Haguenau

CARACTÉRISTIQUES DES OUVRAGES

- 1 station d'épuration
- 13 bassins d'orage
- 56 déversoirs d'orage
- 6 stations de pompage
- 65,64 km de réseaux communaux
- 22,83 km de réseaux intercommunaux
- 1 604 bouches d'égout

	CAPACITE	
	m³/jour	Equiv-hab
Hoffen	4 845	5 500

Figure 156 Carte d'identité du SICTEU de la région de Soultz-sous-Forêts et de ses principaux ouvrages et équipements – Source : services.eaufrance.fr

La **station d'épuration** en charge de la collecte et de la gestion des eaux usées est implantée sur la **commune de Hoffen**.

1.3.7.2.1. Site OPS4

Le site OPS4 actuel n'est pas raccordé ni desservi par un réseau d'assainissement ; ses usages actuels ne nécessitent pas d'exutoire d'eaux usées.

1.3.7.2.2. Site GPK2

Le site GPK2 existant n'est pas desservi par le réseau d'assainissement ; les lotissements les plus proches, et le réseau d'assainissement collectif associé, sont situés à environ 430 m de l'entrée du site existant.

Pour rappel, le site n'est pas desservi par le réseau d'assainissement ; les lotissements les plus proches, et le réseau d'assainissement collectif associé, sont situés à environ 430 m de l'entrée du site existant (voir Figure 157 et Figure 158 ci-après).

Figure 158

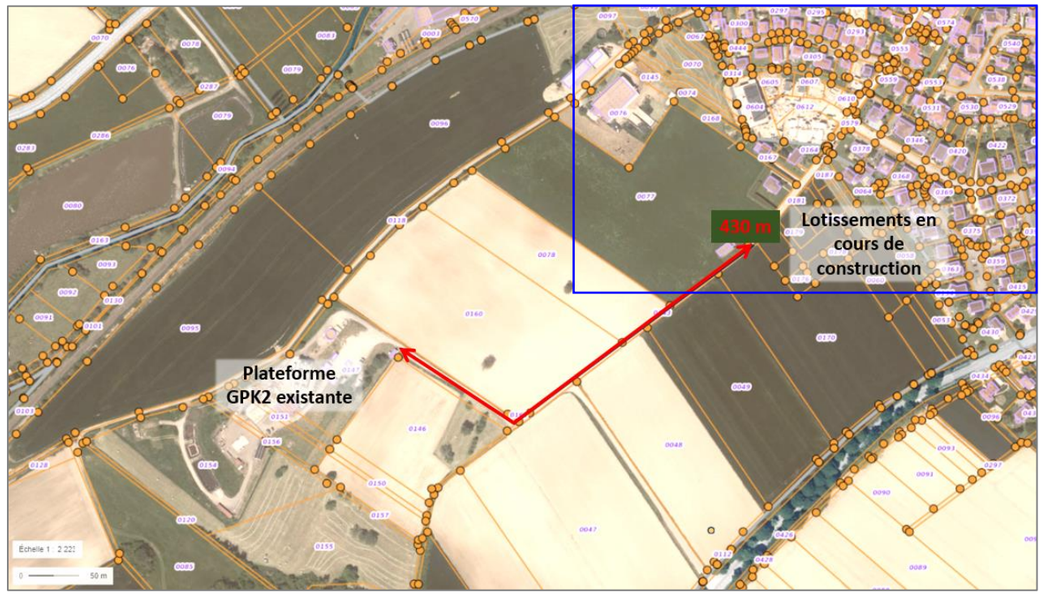


Figure 157 Distance entre la plateforme GPK2 existante et les quartiers viabilisés les plus proches



Figure 158 Extrait du plan du réseau d'assainissement (source : PLU, 2012)

1.3.7.3. RESEAUX SECS

Selon les DT-DICT **Orange**, **GRDF Grand Est** et **GRT Gaz**, la zone de projet dans sa globalité est concernée par plusieurs points de rencontre entre des réseaux et le tracé du projet :

1.3.7.3.1. **Réseau HTA**

Selon la DT-DICT Strasbourg Electricité Réseaux, le site GPK2 actuel est raccordé à un réseau HTA en provenance de Soultz-sous-Forêts.

1.3.7.3.2. **Réseau gaz**

- GRT Gaz
  - OPS4 : présence d'un réseau GRT au Nord du site de forage OPS4.
  - Canalisations : si OPS4 n'est pas directement concerné, le tracé des conduites desservant OPS4 au Nord est quant à lui **concerné par le franchissement du même réseau GRT** ;
- GRDF Grand Est
  - Canalisations : présence d'un réseau GRD sur le tracé Ouest de la D264, au niveau de la **zone de franchissement du tracé et de la départementale** ;

1.3.7.3.3. **Fibre optique (Orange)**

- OPS4 : présence d'une fibre optique à l'Ouest du chemin d'exploitation. La présence du réseau **ne représente pas d'impact pour les forages**, mais sera **pris en compte lors des travaux de pose des conduites** ;
- Canalisations : présence d'une fibre optique au niveau de la D264, au niveau de **la zone de franchissement du tracé des canalisations et de la départementale** ;
- GPK2 : présence d'une fibre optique à l'Est du site de la nouvelle centrale géothermique, **en parallèle du réseau HTA**.

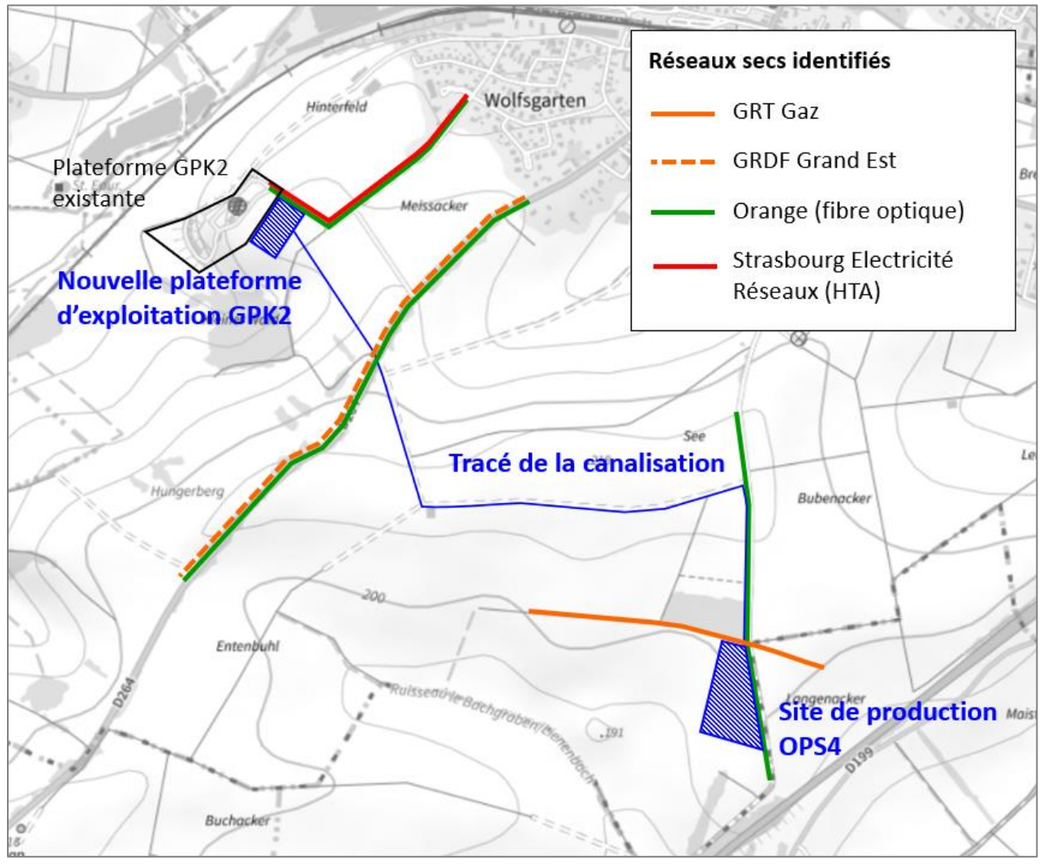


Figure 159 Réseaux secs identifiés à proximité des implantations du projet (source : concessionnaires via DT-DICT)

1.3.8. Risques naturels et technologiques

1.3.8.1. INFORMATIONS GENERALES

D'après la Fiche communale d'information risques et sols de la commune de Soultz-sous-Forêts (mise à jour 11/07/2019), **la commune de Soultz-sous-Forêts n'est pas dotée d'un Plan de Prévention des Risques Naturels ou Technologiques** parmi les suivants :

- **Naturels** (PPRN) ;
- **Miniers** (PPRM) ;
- **Technologiques** (PPRT).

L'annexe 2 de *l'arrêté du 20 avril 2022 relatif à l'information des acquéreurs et des locataires de biens immobiliers sur les risques naturels, miniers et technologiques majeurs et les pollutions* dresse la liste des reconnaissances de l'état de catastrophe naturelle pour chaque commune.

Elle indique que la commune de Soultz-sous-Forêts a fait l'objet de plusieurs arrêtés de catastrophe naturelle liés à :

- Des mouvements de terrain (1 arrêté)
- Des sécheresses (1 arrêté)
- Des inondations et/ou coulées de boues (4 arrêtés).

Tableau 98 Reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle de la commune de Soultz-sous-Forêts (extrait de l'annexe 2 de l'arrêté du 20 avril 2022)

Début d'évènement	Fin d'évènement	Date de l'arrêté	Phénomène
30/05/08	03/05/08	13/03/09	Inondations et/ou coulées de boues
01/07/03	30/09/03	27/05/05	Sécheresse
08/05/03	08/05/03	03/10/03	Inondations et/ou coulées de boues
25/12/99	29/12/99	29/12/99	Mouvement de terrain
25/12/99	29/12/99	29/12/99	Inondations et/ou coulées de boues
08/12/82	31/12/82	11/01/83	Inondations et/ou coulées de boues

L'annexe 1 de l'arrêté du 20 avril 2022 précise les communes pour lesquelles a été prescrit ou approuvé, par l'Etat, un plan de prévention des risques naturels (PPRn), miniers (PPRm) ou technologiques (PPRt), ainsi que classement des communes dans une zone de sismicité (2 ou 3), les secteurs d'informations sur les sols (SIS) et les zones à potentiel radon.

Cette annexe indique :

- Un risque sismique de niveau 3 (risque modéré)
- Un risque radon de niveau 2 (risque faible mais facteurs géologiques pouvant faciliter le transfert du radon vers le bâtiment)
- La présence de sites référencés dans le Système d'Informations dur les Sols (SIS).

Elle précise également qu'aucun Plan de Prévention des Risques n'a été prescrit sur la commune de Soultz-sous-Forêts.

1.3.8.2. RISQUES NATURELS

1.3.8.2.1. Risque sismique

La commune de Soultz-sous-Forêts, comme la quasi-totalité du Bas-Rhin, est concernée par le zonage règlementaire de prise en compte de la sismicité, où elle est classée en : **zone de sismicité 3 – modérée**.

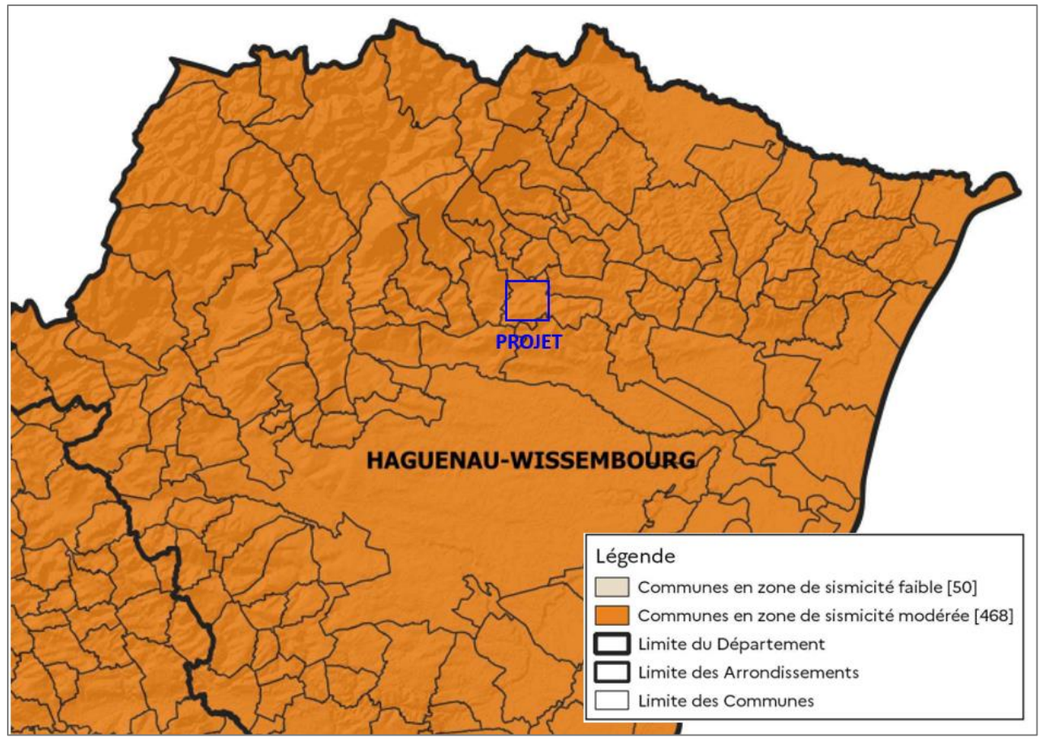


Figure 160 Zonage sismique au nord du Bas-Rhin (source : rapport DDRM 67, 2023)

1.3.8.2.2. Potentiel radon

Le radon provient de la dégradation de l'uranium et du radium présents dans la croûte terrestre. Comme ces éléments, il est présent partout à la surface de la terre (dans l'air, le sol, l'eau) mais plus particulièrement

dans les sous-sols granitiques et volcaniques. Le risque pour la santé résulte toutefois pour l'essentiel de sa présence dans l'air. La concentration en radon dans l'air est variable d'un lieu à l'autre. Elle se mesure en Bq/m³.

La commune de Soultz-sous-Forêts est concerné par un « risque faible mais facteurs géologiques pouvant faciliter le transfert du radon vers le bâtiment ».

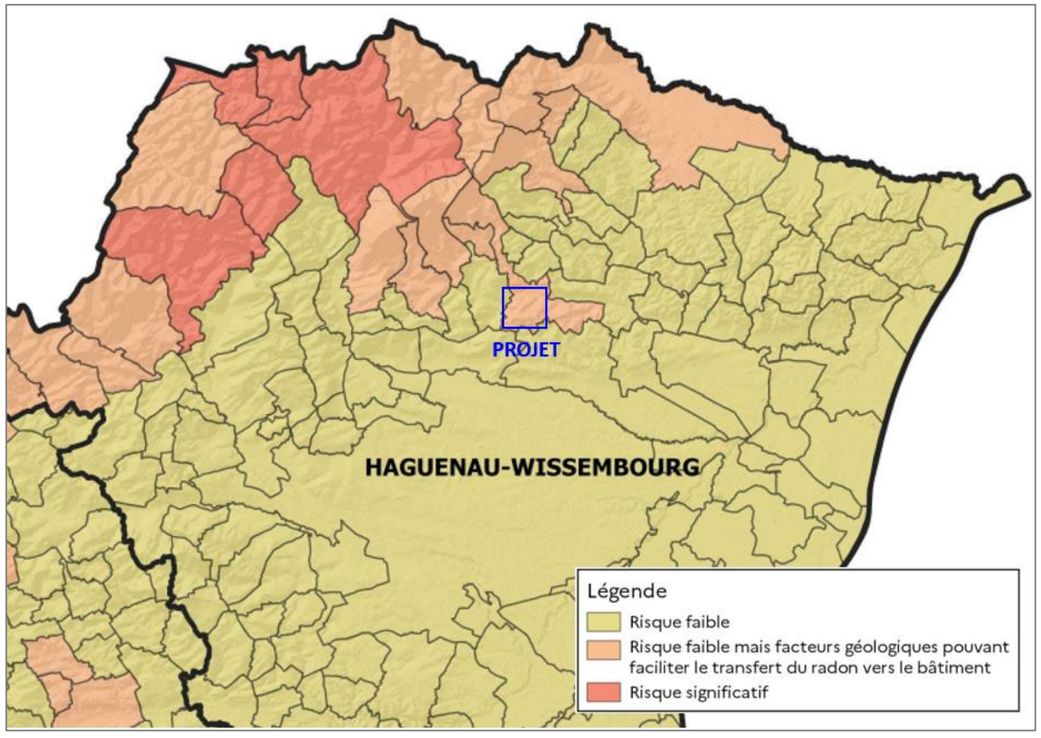


Figure 161 Risque radon au nord du Bas-Rhin (source : rapport DDRM 67, 2023)

1.3.8.2.3. **Risque de coulées d'eaux boueuses**

Dans le Bas-Rhin, les coulées d'eaux boueuses se produisent généralement lors de phénomènes orageux très intenses au cours du printemps, période durant laquelle la couverture végétale des sols est faible du fait de l'assolement actuel dans notre département (forte proportion de cultures semées au printemps). Il apparaît ainsi qu'une vaste proportion du département est concernée par cet aléa, correspondant sensiblement aux secteurs de grande culture du piémont des Vosges, du Kochersberg et de l'Outre Forêt.

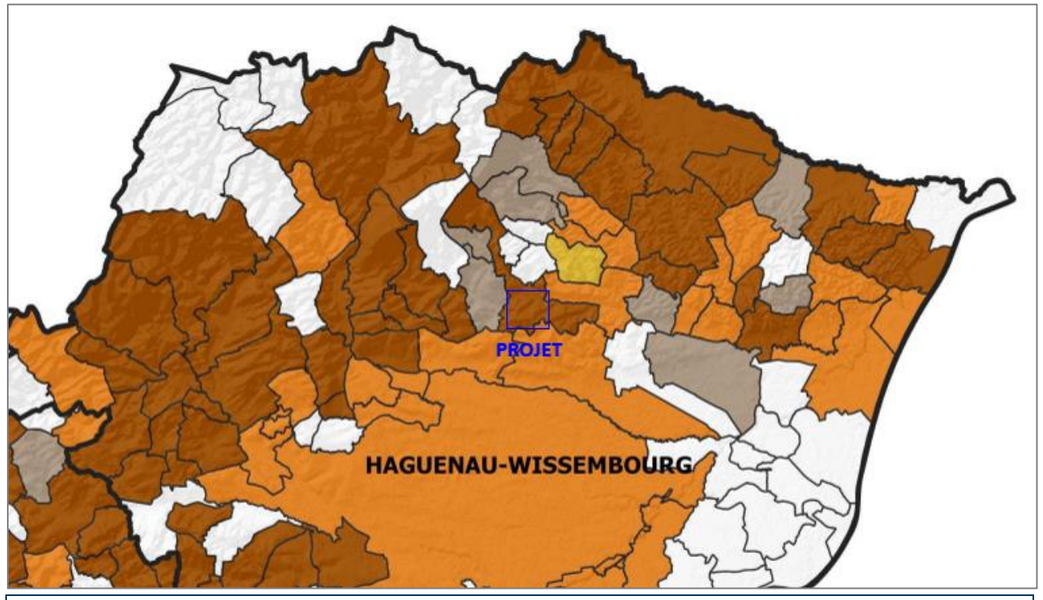
Aujourd'hui, près de 60% des communes du Bas-Rhin sont identifiées dans ce DDRM comme étant concernées par le risque de coulées d'eaux boueuses.

Le DDRM (dossier départemental sur les risques majeurs) du Bas-Rhin réalisé en 2018 a défini des zones à risque de coulées d'eaux boueuses sur la base :

- de l'historique des phénomènes rencontrés (un secteur inondé peut le redevenir),
- de la connaissance de la sensibilité des sols à l'érosion dans le département (dans un but de prévision : un secteur jamais touché peut l'être un jour).

Le projet se situe sur la commune de Soultz-sous-Forêts, dont l'exposition au risque de coulées de boues a été jugée de **niveau Ceb1** (source : Rapport de la DDRM Bas-Rhin, 2018).

Le risque Ceb1 est le risque le plus élevé identifié ; il correspond à une « *commune ayant connu au moins un évènement reconnu par arrêté interministériel pour un phénomène « coulées de boue » pour lequel une coulée d'eau boueuse a été identifiée* ».



Commune à risque Ceb1
La commune a connu au moins un évènement reconnu par arrêté interministériel pour un phénomène « coulées de boue » pour lequel une coulée d'eau boueuse a été identifiée.

Commune à risque Ceb1 bis
La commune a connu au moins un évènement reconnu par arrêté interministériel pour les phénomènes « inondations et coulées de boue » pour lequel une coulée d'eau boueuse a été identifiée.

Commune à risque Ceb2
La commune est soumise au risque coulée d'eaux boueuses de par la présence d'un bassin versant situé en amont ou alimentant un cours d'eau qui rend une zone urbaine sensible à l'érosion des sols.

Commune à risque Ceb3
La commune a connu au moins une coulée d'eaux boueuses identifiée depuis 2018 mais n'a pas été reconnue en état de catastrophe naturelle pour ce phénomène.

Figure 162 Risque de coulées d'eaux boueuses dans le nord Bas-Rhin (source : rapport DDRM 67, 2023)

1.3.8.2.4. Risque de retrait et gonflement d'argiles

Les sols argileux possèdent la propriété de voir leur consistance se modifier en fonction de leur teneur en eau. Ainsi, en contexte humide, un sol argileux se présente comme souple et malléable, tandis que ce même sol desséché sera dur et cassant.

Les terrains argileux superficiels peuvent voir leur volume varier à la suite d'une modification de leur teneur en eau, en lien avec les conditions météorologiques. Ils se « rétractent » lors des périodes de sécheresse (phénomène de « retrait ») et gonflent au retour des pluies lorsqu'ils sont de nouveau hydratés (phénomène de « gonflement »).

Ces variations sont lentes, mais elles peuvent atteindre une amplitude assez importante pour endommager les bâtiments localisés sur ces terrains.

Le phénomène de retrait-gonflement des argiles engendre chaque année des dégâts considérables, indemnisables au titre des catastrophes naturelles. La grande majorité des sinistres concerne les maisons individuelles.

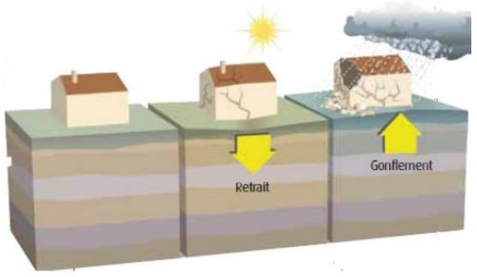


Figure 163 Le retrait-gonflement des argiles (source : rapport DDRM 67, 2023)

D'après le rapport de la DDRM du Bas-Rhin de 2023, l'aléa retrait gonflement des argiles au droit du projet est **moyen**.

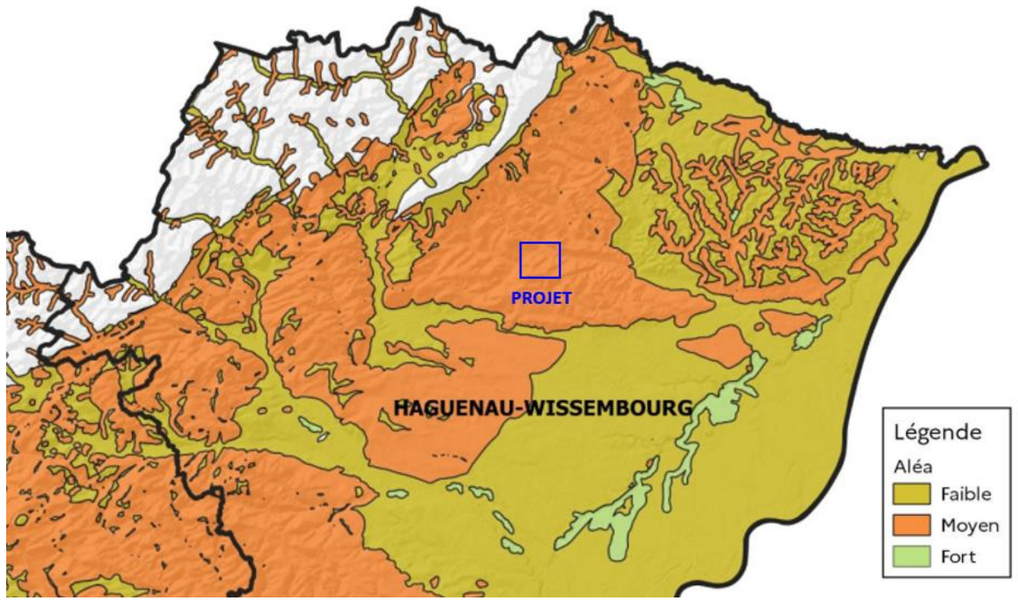


Figure 164 Aléa retrait-gonflement des argiles dans le Bas-Rhin (source : rapport DDRM 67, 2023)

1.3.8.2.5. Risque de feu de forêt

On parle d'incendie de forêt lorsque le feu concerne une surface minimale de 0,5 hectare d'un seul tenant et qu'une partie au moins des étages arbustifs et /ou arborés (parties hautes) est détruite.

Les effets liés au changement climatique (élévation de la température moyenne, diminution des précipitations au printemps et en été, allongement de la durée des sécheresses estivales…) apparaissent comme des facteurs aggravants de risques avec une extension probable des zones sensibles. Les feux se produisent préférentiellement pendant l'été mais plus d'un tiers ont lieu en dehors de cette période. La sécheresse de la végétation et de l'atmosphère accompagnée d'une faible teneur en eau des sols sont favorables aux incendies y compris l'hiver.

Le site du projet est relativement éloigné des massifs forestiers les plus proches. Ainsi, le risque de départ de feux de forêts est classé **moyen** sur la commune de Soultz-sous-Forêts.

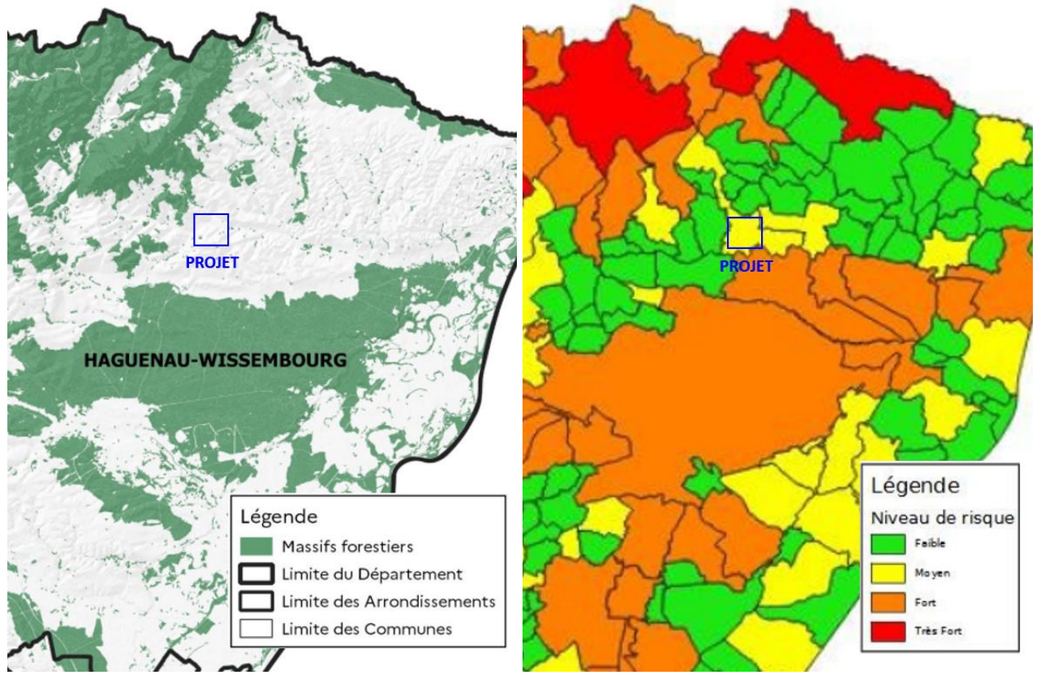


Figure 165 Massifs forestiers (à gauche) et risque de départ de feux de forêts (à droite) au droit du projet (source ; rapport DDRM 67, 2023)

1.3.8.3. RISQUE MINIER

1.3.8.3.1. Définitions

Le risque minier se définit comme un risque résultant de la coexistence d'enjeux de surface et d'aléas relatifs à l'exploitation, actuelle ou passée, de substances visées à l'article 2 du code minier.

Une mine est un gisement de matériaux (or, charbon, sel, uranium…). De nombreuses concessions minières ont été octroyées au cours des siècles. Il en résulte la présence de nombreuses cavités souterraines artificielles plus ou moins profondes présentant des risques d'effondrement.

Les manifestations en surface du risque minier sont de plusieurs ordres en fonction des matériaux exploités, des gisements et des modes d'exploitation.

1.3.8.3.2. Risque minier dans le Bas-Rhin

Actuellement, aucune commune du Bas-Rhin n'est dans le périmètre d'un plan de prévention du risque minier (PPRM).

36 communes sont concernées par au moins un risque minier lié à d'anciennes exploitations d'hydrocarbures (liquides ou gazeux) et/ou à des sites miniers polymétalliques :

- **Bassin pétrolier :**
  - Risque minier / mouvement de terrain : effondrement localisé, tassement, glissement superficiel, affaissement progressif
  - Risque d'émission de gaz de mine
- **Sites miniers polymétalliques et charbon :**
  - Risque d'effondrement localisé / tassement

1.3.8.3.3. Risque minier du projet

Le bassin pétrolier de Pechelbronn a été exploité dès l'Époque moderne, initialement au moyen d'un simple écopage en surface. À partir de 1745 et jusqu'en 1964, l'exploitation du pétrole a été réalisée à partir de 6000 forages mais également de puits et de galeries minières.

L'exploitation souterraine des gisements de pétrole a conduit à la réalisation de puits forés entre 1916 et 1932, au creusement d'environ 470 kilomètres de galeries à des profondeurs entre 150 et 400 mètres et à quatre terrils principaux : Le Bel, Clemenceau, De Chambrier et Daniel Mieg associés chacun à un siège d'extraction. À l'issue de l'exploitation, certains puits parmi les puits les plus récents (4 puits sur 8) ont été utilisés comme lieu de décharge pour déchets industriels liquides jusqu'en 1974 où les déversements (100 000 tonnes) ont été stoppés suite à l'effondrement partiel d'un puits.

Les risques miniers inhérents à cette exploitation sont principalement :

- des risques de mouvement de terrain (effondrement de têtes de puits, de galeries et glissement de matériaux des terrils),
- des risques de gaz ou de pollution (remontées d'hydrocarbures par les anciens forages, pollution des sols…).

Depuis les années 1990, l'État a mené différentes études pour la compréhension et la maîtrise des risques liés à cette ancienne exploitation et sur le fonctionnement du système hydrogéologique. Celles-ci ont permis de démontrer que la géologie locale assure un confinement latéral naturel du site, prévenant l'extension de la zone dans laquelle sont détectées des traces d'hydrocarbures dans les eaux souterraines. Des restrictions d'usage de l'eau des nappes souterraines notamment ont été pris sur toute la concession de Pechelbronn pour tout usage public ou particulier, pour l'alimentation des animaux ou le thermalisme, et pour tout usage professionnel est interdit.

Des désordres mineurs, liés à l'exploitation minière passée du site, ont pu être observés (glissements de terrains, effondrements localisés, remontées d'hydrocarbures). Ceux-ci ont été traités au cas par cas par l'État. Le risque géotechnique de l'exploitation souterraine est aujourd'hui bien connu, et a été porté à la connaissance des municipalités concernées, pour être pris en compte dans les documents d'urbanisme. L'État continue à intervenir pour surveiller les effets et impacts sur l'environnement, corriger ou prévenir les désordres locaux.

Pour la mine souterraine, l'ensemble des documents disponibles (archives écrites, plans) et les résultats des investigations de terrain ont permis la réalisation de cartes informatives indiquant l'essentiel des informations nécessaires à l'évaluation des aléas miniers potentiels :

- aléas mouvements de terrain : effondrements localisés liés aux travaux souterrains, effondrements localisés liés aux ouvrages débouchant au jour (aléa niveau pour les 8 têtes de puits), tassement lié aux travaux souterrains ;
- aléas liés aux ouvrages de dépôts : tassement, glissement superficiel, glissement profond (niveau fort pour les terrils Mieg et Le Bel) ;
- aléas d'émission de gaz de mine par les terrains de recouvrement ou les ouvrages débouchant au jour (les têtes de puits ont été équipées de dispositifs de sécurité réglementaire antidéflagrante et d'une clôture efficace interdisant l'accès à toute personne).

Situé dans l'ancien bassin pétrolier de Pechelbronn, la commune de Soultz-sous-Forêts est concernée par le **risque d'émission de gaz de mine** d'après le Dossier départemental des Risques Majeurs approuvé par arrêté préfectoral du 28 août 2023.

Toutefois, le village de Soultz et le secteur de projet ne sont pas concernés par des mines de pétroles, présentes en partie Est de la commune.

1.3.8.4. RISQUE TECHNOLOGIQUE

La commune de Soultz-sous-Forêts n'est dotée d'aucun Plan de Prévention des Risques technologiques et aucun PPRt n'a été prescrit.

1.3.8.4.1. Risque lié au Transport de Matières Dangereuses (TMD)

Une matière dangereuse est une substance qui, par ses propriétés physiques ou chimiques, ou bien par la nature des réactions qu'elle est susceptible de mettre en œuvre, peut présenter un danger grave pour l'homme, les biens ou l'environnement. Elle peut être inflammable, toxique, nocive, corrosive ou radioactive.

Le risque transport de matières dangereuses (TMD) est consécutif à un accident se produisant lors du transport de ces matières par voie aérienne (IATA), routière, ferroviaire, navigable ou canalisation.

Le rapport de la DDRM (2018) indique que la commune de Soultz-sous-Forêts est concerné par 2 types de TMD : par voies routières, et par canalisations : gazoduc.

Tableau 99 Inventaire des TMD et identification des TMD concernées pour la commune de Soultz-sous-Forêts (d'après rapport DDRM 2018)

	TMD par voies terrestres et navigable	TMD par canalisations
Concerné	**Voie routière (autoroute)**	**Gazoduc**
Non concerné	Voie ferroviaire Voie navigable	Pipe-line Produits chimiques

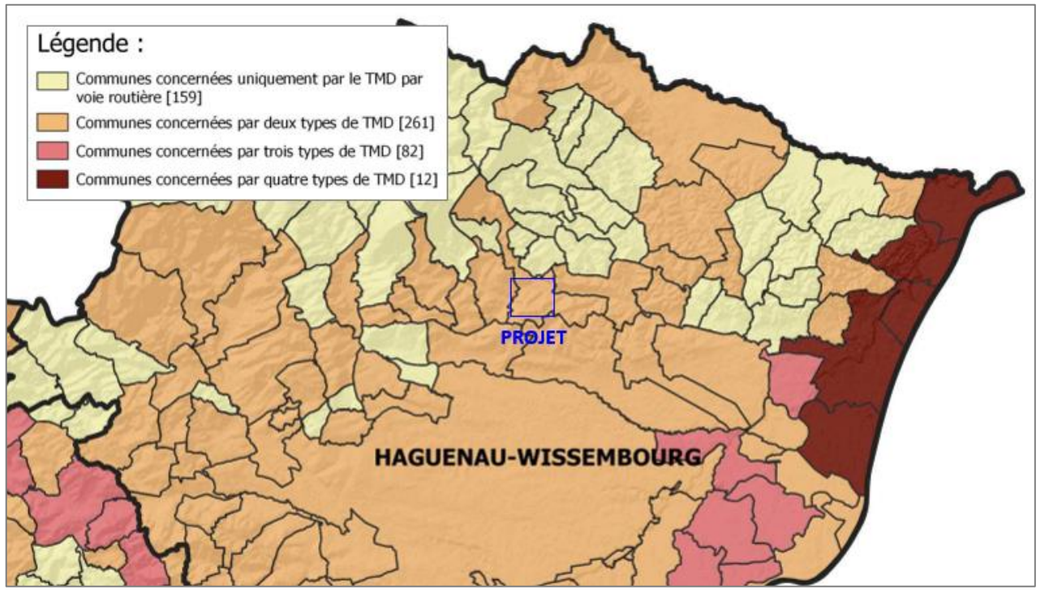


Figure 166 Risque TMD au nord du Bas-Rhin (source : rapport DDRM 67, 2023)

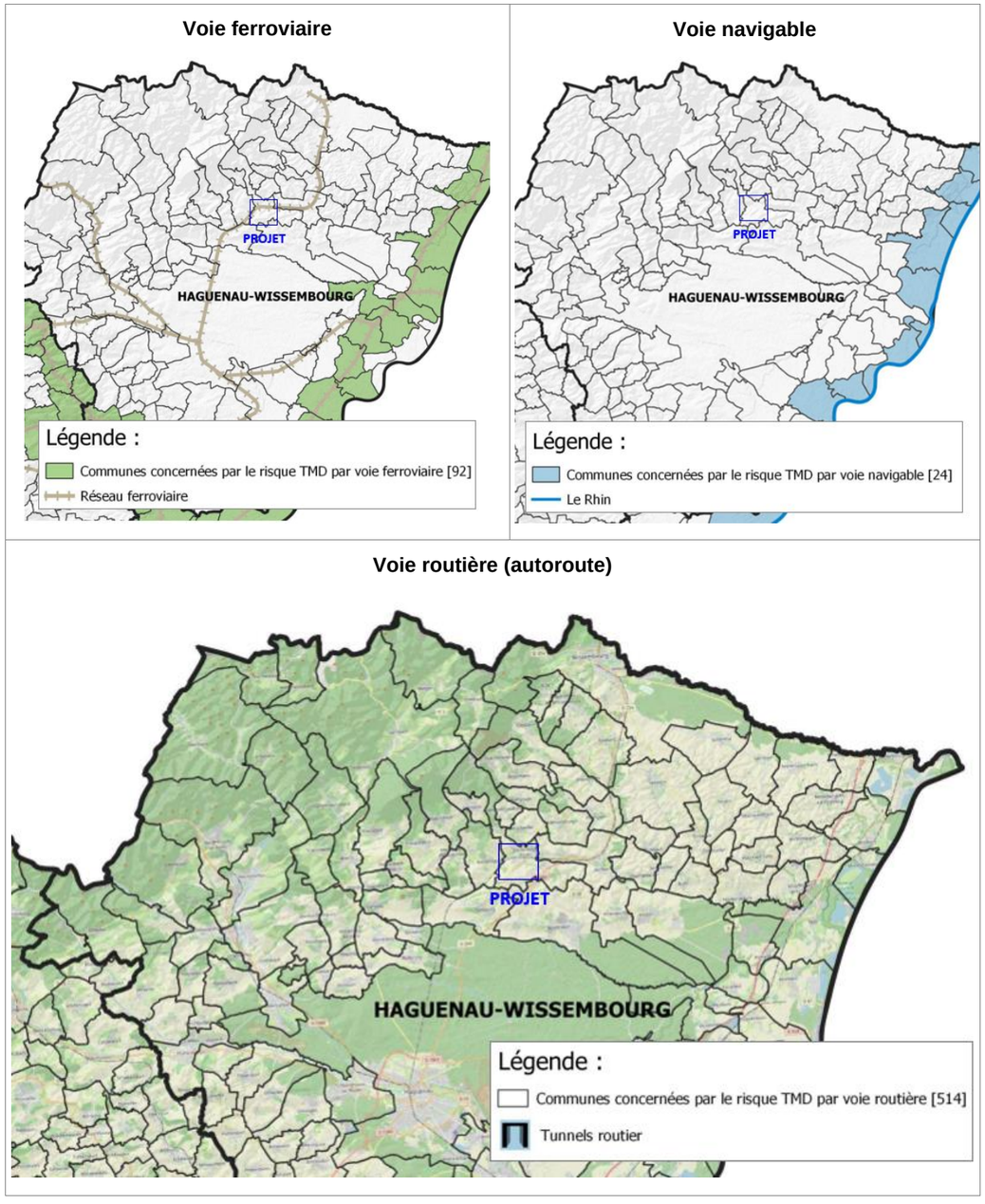


Figure 167 Risque TMD par voies terrestres et navigables au nord du Bas-Rhin (source : rapport DDRM 67, 2023)

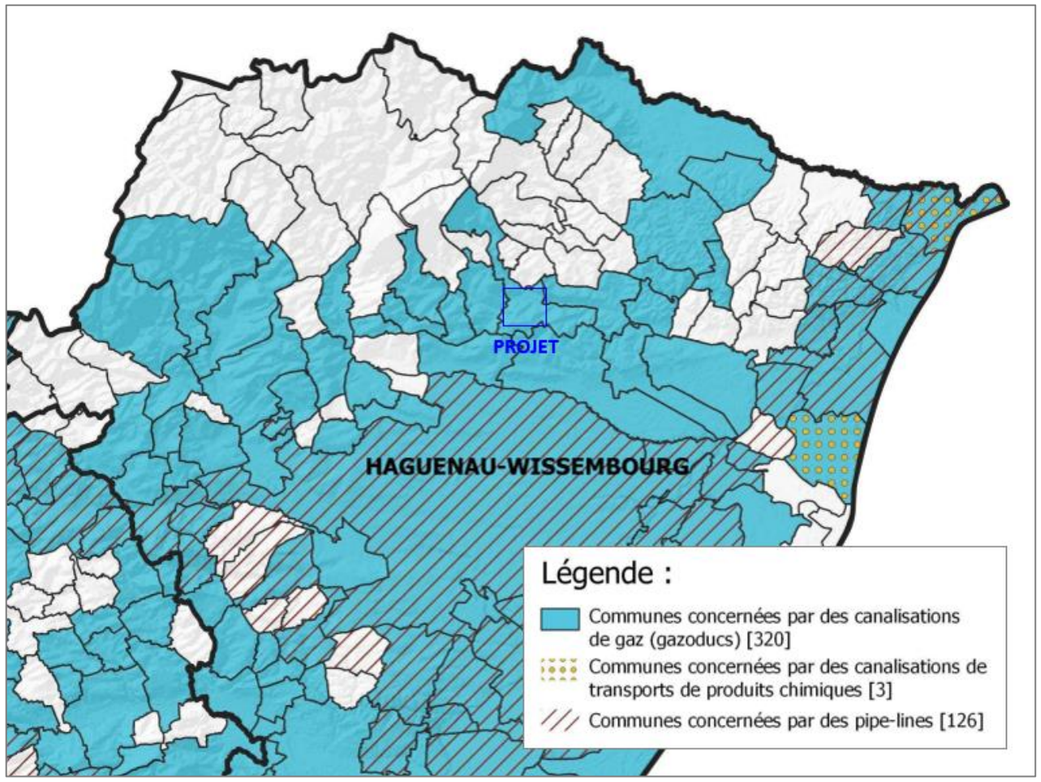


Figure 168 ***Risque TMD par canalisations au nord du Bas-Rhin (source : rapport DDRM 67, 2023)***

1.3.8.4.2. **Système d'Information sur les Sols (SIS)**

Aucun site SIS n'est identifié à proximité du site OPS4 ou du tracé des réseaux. Le site de la nouvelle plateforme GPK2 se situe à proximité de site référencés en **Secteur d'Information sur les Sols** (SIS) :

Tableau 100 Site référencés SIS à proximité du projet

Commune	Identifiant	Nom usuel	Distance projet
Soultz-sous-Forêts	SSP 0004506 0101	Forage fuyard 3732 (Pechelbronn)	450 m
Kutzenhausen	SSP 0004519 0101	Forage fuyard 3068 (Pechelbronn)	530 m
	SSP 0004521 0101	Forage fuyard 3262	680 m
	SSP 0004507 0101	Forage fuyard 3969 (Pechelbronn)	730 m
	SSP 0004508 0101	Forage fuyard 2761 (Pechelbronn)	800 m
	SSP 0004509 0101	Forage fuyard 3059 (Pechelbronn)	850 m

Ces sites correspondent à des forages fuyards des années 1930, période de l'exploitation pétrolière dans le secteur de Pechelbronn.

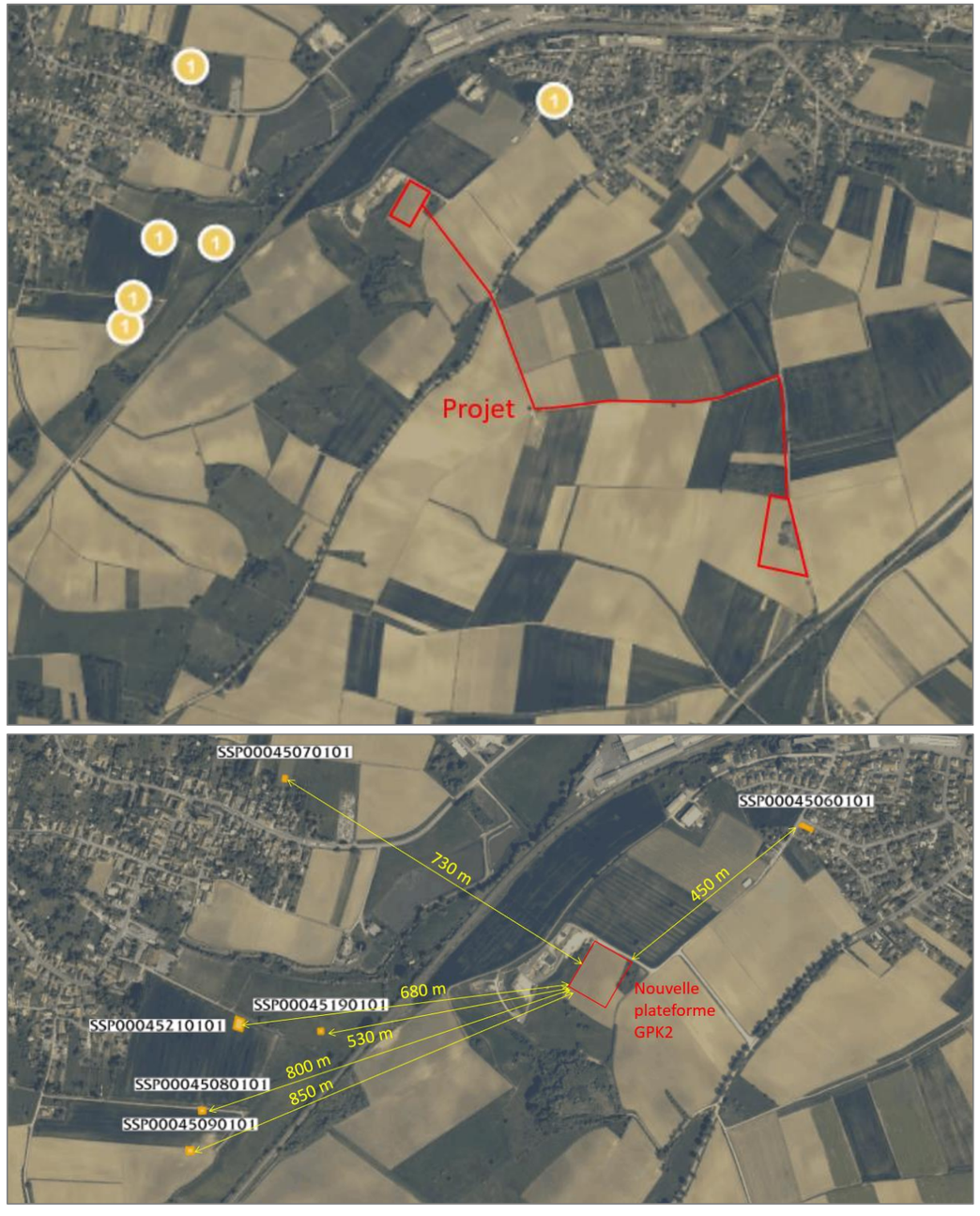


Figure 169 ***Localisation des sites référencés SIS (source : Infoterre, BRGM)***

Tableau 101 Description des sites référencés SIS à proximité du projet

Identifiant Nom usuel	Description
Soultz-sous-Forêts	
SSP 0004506 0101 **Forage fuyard 3732 (Pechelbronn)**	Date du forage : entre le 27/03/1935 et le 27/02/1936 Diamètre : 165, 241, 279, 318 mm. Au niveau de la tête, tubage de 279 et 318 mm. Longueur : 670,5 m Profondeur de la tête de forage : 0.50 m Tubage : tubages métalliques de longueurs différentes. Traitement définitif : base béton enterrée avec cheminée déportée pour les gaz (novembre 2003). Observations : Le site ne fait pas l'objet de SUP. Émissions : pétrole + eau + gaz (1991) Forage fuyard surveillé en application de l'Arrêté Ministériel fixant la liste des installations gérées par le BRGM au titre des 9 et 10 de l'article 1er du décret n°59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM (AM revu annuellement).
Kutzenhausen	
SSP 0004519 0101 **Forage fuyard 3068 (Pechelbronn)**	Date de forage : 1928 puis repris en 1935 Diamètre : 408 mm tubage externe Longueur : 261.60 m Profondeur de la tête du forage : 0.50 m Venues d'eau importantes à 88 et 165 m Traitement par virole (15/01/2003) Observations : Le site ne fait pas l'objet de SUP. Émissions : pétrole + eau + gaz (2001) Localisation des émissions : espace entre le bouchon de béton et le tube Forage fuyard surveillé en application de l'Arrêté Ministériel fixant la liste des installations gérées par le BRGM au titre des 9 et 10 de l'article 1er du décret n°59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM (AM revu annuellement).
SSP 0004521 0101 **Forage fuyard 3262**	Date de forage : 1930 Longueur : 435.30 m Traitement définitif par mise en place d'un bouchon de béton début 2001. Observations : Le site ne fait pas l'objet de SUP. Émissions en 2000
SSP 0004507 0101 **Forage fuyard 3969 (Pechelbronn)**	Date de forage : 1938 – 1939 Longueur : 519.9 m Traitement définitif par mise en place d'un séparateur béton enterré avec évacuation de l'eau dans le milieu naturel. Observations : Le site ne fait pas l'objet de SUP. Émissions : eau depuis 1960 puis pétrole + eau depuis 2000. Forage fuyard surveillé en application de l'Arrêté Ministériel fixant la liste des installations gérées par le BRGM au titre des 9 et 10 de l'article 1er du décret n°59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM (AM revu annuellement).
SSP 0004508 0101 **Forage fuyard 2761 (Pechelbronn)**	Longueur : 431.5 m Traitement : séparateur enterré béton en 01/03/1981 puis, en 2008, remplacement de l'ancien dispositif par un séparateur en béton enterré - suppression du bassin de rétention déporté. Observations : Le site ne fait pas l'objet de SUP. Émissions : eau + huile + gaz (1979) Forage fuyard surveillé en application de l'Arrêté Ministériel fixant la liste des installations gérées par le BRGM au titre des 9 et 10 de l'article 1er du décret n°59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM (AM revu annuellement).
SSP 0004509 0101 **Forage fuyard 3059 (Pechelbronn)**	Date de forage : 1928 puis repris en 1933 Longueur : 431.5 m Traitement par séparateur enterré béton le 01/03/1981 puis, en 2008, remplacement de l'ancien dispositif par un séparateur en béton enterré - suppression du bassin de rétention déporté. Observations : Le site ne fait pas l'objet de SUP. Émissions : eau + huile + gaz (1979) Forage fuyard surveillé en application de l'Arrêté Ministériel fixant la liste des installations gérées par le BRGM au titre des 9 et 10 de l'article 1er du décret n°59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM (AM revu annuellement).

1.3.8.4.3. Inventaire des ICPE

Plusieurs Installations Classées pour la Protection de l'Environnement sont identifiées dans les environs du site.

Le plus proche, situé à Reimerswiller, à 400 m du site OPS4, est un élevage de bovin soumis à enregistrement.

Les autres ICPE recensées sur le Tableau 102 et la Figure 170, en page suivante, se situent toutes à plus de 2 km du projet.

Aucune Installations SEVESO n'est identifiée.

Tableau 102 Inventaire des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement à proximité du projet (source : Géorisques)

Commune	Nom	Type d'ICPE	SIRET	Régime	Etat	Activités	IED	Distance
BETSCHDORF (REIMERSWILLER)	EARL DES CELTES	Elevage de bovin	39751293000017	**Enregistrement**	En exploitation avec titre	01 - Culture et production animale, chasse et services annexes	Non	0,4 km
SOULTZ-SOUS-FORETS	GUNTHER TOOLS	Usine non SEVESO	63850104900016	**Autorisation**	En exploitation avec titre	25 - Fabrication de produits métalliques, à l'exception des machines et des équipements	Non	2 km
SURBOURG	SESSLER	Usine non SEVESO	42119879700019	**Autorisation**	En fin d'exploitation	25 - Fabrication de produits métalliques, à l'exception des machines et des équipements	Non	2,3 km
SOULTZ-SOUS-FORETS	EARL ROTT Ernest et Didier	Elevage de porc	41453104600020	**Enregistrement**	En exploitation avec titre	ND	Non	2,45 km
BETSCHDORF	MARAZZI (CERABATI GRES D'ARTOIS)	Usine non SEVESO	ND	**Autorisation**	En fin d'exploitation	ND	Non	2,7 km
BETSCHDORF	WIENERBERGER	Carrière	54850098200036	**Autorisation**	En exploitation avec titre	ND	Non	2,7 km
BETSCHDORF	WIENERBERGER SAS	Usine non SEVESO	54850098200036	**Autorisation**	En exploitation avec titre	23 - Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	Oui	3 km
SURBOURG	H.B. FULLER ADHESIVES FRANCE SAS	Usine non SEVESO	64850136900017	**Autorisation**	En exploitation avec titre	ND	Non	3,35 km
PREUSCHDORF	Garage STOETZEL	Usine non SEVESO	30905421100011	**Enregistrement**	En exploitation avec titre	45 - Commerce et réparation d'automobiles et de motocycles	Non	3,65 km
MERKWILLER-PECHELBRONN	ISRI FRANCE Merkwiller-Pechelbronn	Usine non SEVESO	62850223900062	**Autorisation**	En exploitation avec titre	29 - Industrie automobile	Oui	3,7 km
PREUSCHDORF	ZACHER Mathias	Elevage de volaille	82843619600012	**Enregistrement**	En exploitation avec titre	01 - Culture et production animale, chasse et services annexes	Non	4,1 km
PREUSCHDORF	SARL ZACHER	Usine non SEVESO	41280658000012	**Autorisation**	En exploitation avec titre	01 - Culture et production animale, chasse et services annexes	Oui	4,1 km

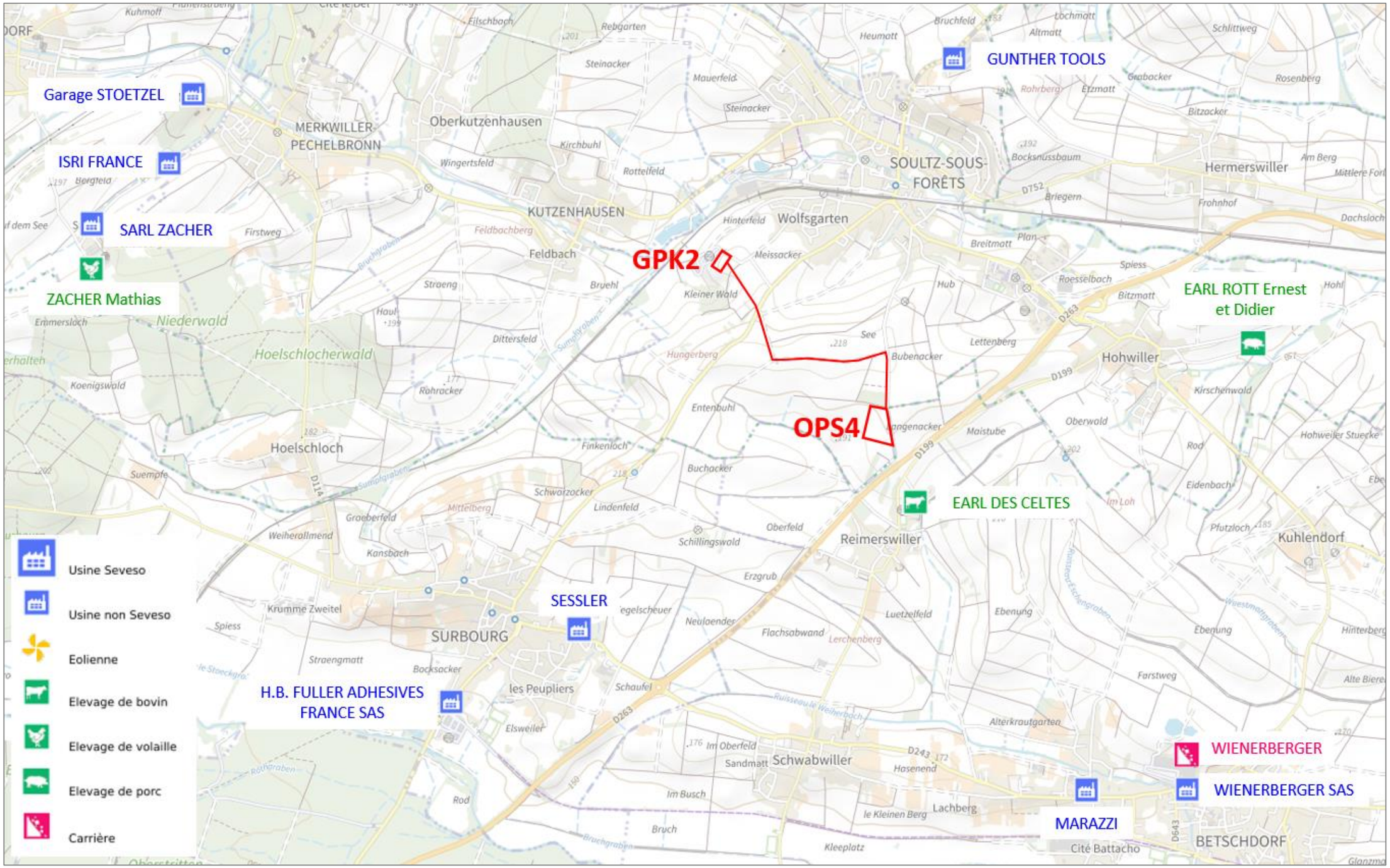


***Figure 170** Localisation des ICPE à proximité du projet (source : Géorisques)*

1.3.9. Synthèse : Population et santé humaine

1.3.9.1. DOCUMENTS D'URBANISME

Au sein du PLU, la zone d'étude s'inscrit dans un parcellaire agraire majoritairement. Les infrastructures existantes telles que celles composant la centrale existante GPK2, sont classées UT et IAUT ; à savoir une classification réservée aux activités en lien avec la géothermie.

Le parcellaire accueillant la plateforme d'observation OPS4 est quant à lui classifié AA : « zone protégée en raison d'un potentiel agronomique, biologique ou économique ».

Une procédure de révision allégée du PLU est en cours afin de permettre la réalisation du projet.

1.3.9.2. DEMOGRAPHIE

Le territoire concerné par la zone d'étude présente, à l'échelle communale et intercommunale, une hausse stable et continue de sa démographie depuis *a minima* une quinzaine d'années.

1.3.9.3. ACTIVITES ECONOMIQUES

L'activité économique du territoire accueillant la zone d'étude est une économique ancrée et diversifiée, gravitant autour du commerce, de l'artisanat ou encore, de l'activité industrielle.

La géothermie profonde, quant à elle, participe au rayonnement de la commune, grâce au projet européen de production d'électricité, déjà en place avec la centrale géothermique sur le site GPK2.

1.3.9.4. CIRCULATION ET DEPLACEMENTS

Les maillages ferroviaire et routier propres au territoire de la zone d'étude, lui offrent une grande fluidité / mobilité d'échanges régionaux et internationaux.

La commune de Soultz-sous-Forêts est desservie par la ligne TER Strasbourg-Wissembourg.

Le site du projet est desservi par 2 axes routiers majeurs : la D263 et la D264.

1.3.9.5. PROXIMITE DU VOISINAGE

La zone de projet bénéficie d'une topographie vallonnée ce qui, additionnée à la distance comprise entre les infrastructures existantes et les habitations environnantes, lui permet une cohabitation harmonieuse, puisqu'il y a absence de proximité directe (physique et visuelle).

1.3.9.6. AMBIANCE SONORE

Les niveaux sonores enregistrés aux points de mesure à proximité du site du projet sont relativement faibles, de l'ordre de 40 dB(A) (équivalent au niveau sonore d'une bibliothèque) à 60 dB(A) (équivalent au niveau sonore d'une rue résidentielle), et révèlent un environnement acoustique calme.

1.3.9.7. RESEAUX DIVERS

Le site OPS4 n'est pas desservi par un réseau d'eau potable ; le site GPK2 existant est raccordé depuis Soultz-sous-Forêts (conduite petit diamètre). Les sites OPS4 et GPK2 concernés par le projet ne sont pas raccordés au réseau d'assainissement.

La centrale géothermique sur le site GPK2 existante est également desservie par un réseau HTA.

Le projet est également concerné par la présence de plusieurs réseaux secs situés en travers ou à proximité des aménagements projetés : réseau gaze, fibre optique.

1.3.9.8. RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES

La zone d'étude n'est pas concernée par les Plans de Préventions de Risques : Naturels, Miniers ou Technologiques.

Elle est concernée par :

- Un risque sismique modéré (niveau 3),
- Un risque radon de niveau 2,
- Un risque de coulées d'eau boueuse « Ceb1 » (4 arrêtés de catastrophe naturelle « Inondations et coulées de boues »),
- Un aléa retrait-gonflement des argiles moyen,
- Un risque de départ de feux de forêts de moyen.

La commune est concernée par un risque minier de type risque d'émission de gaz de mine, liées aux activités pétrolières passées sur le bassin de Pechelbronn.

Elle est également concernée par 2 risques liés au Transport de Matières Dangereuses : par voie routière et par gazoduc.

Le projet se situe à moins de 1 km de 6 sites référencés dans l'inventaire du SIS (Secteurs d'Informations sur le Sols), correspondant à des forages fuyards des années 1930, époque de l'exploitation pétrolière. Le site le plus proche de la nouvelle plateforme GPK2 se situe à une distance de 450 m.

Aucune installation SEVESO n'est identifiée à proximité de la zone de projet.

1.4. PATRIMOINE ET PAYSAGE

1.4.1. Paysage

1.4.1.1. CONTEXTE GENERAL

La commune de Soultz-Sous-Forêts se situe dans l'unité paysagère de l'Outre-Forêt. L'Outre Forêt, se situe au nord de la forêt d'Haguenau.

Comme son nom alsacien Unteremwàld le suggère, elle se trouve « sous forêts » soit par rapport au sens d'écoulement du Rhin au-delà de la forêt d'Haguenau. Les rivières de la Sauer et de Seltzbach et leurs vallées évasées peu prononcées, longent la forêt de Haguenau, par endroit avec une rive sud complètement boisée. Le front boisé forme une limite nette annoncée par un fond de vallée plat qui lui effectue une transition.

Au nord, à la frontière avec l'Allemagne, le contraste de la lisière boisée est légèrement **atténué** par le relief qui devient presque plat malgré la présence de la Lauter qui n'affirme pas une vallée.



Figure 171 Paysages de l'Outre-Forêt (sources : Atlas des paysages)

Le relief de collines forme un jeu d'amples ondulations et de vis à vis qui constitue un des charmes de ce paysage ouvert. Le regard perçoit bien souvent un premier plan sur un petit versant et en même temps un horizon bien plus lointain. Ces petites crêtes successives offrent des points en léger belvédère qui permettent parfois de découvrir une vue dans l'axe d'un fond de vallon.

De place en place, les mêmes perceptions se retrouvent, avec quelques variations. Cela est dû en partie au réseau de vallons réguliers, orientés nord/sud pour les plus petits et est-ouest pour les plus importants au sud de l'unité. Les vallées peu marquées restent pourtant peu lisibles et le relief se perçoit plutôt comme un paysage collinaire.



Figure 172 Paysages de l'Outre-Forêt (sources : Atlas des paysages)

Les paysages de l'Outre Forêt donnent une impression d'unité maîtrisée avec la forte présence des grandes cultures. Celles-ci constituent des parcelles de tailles moyennes et prennent souvent une forme en lanière.

Ce dessin caractéristique des parcelles est souligné par le vallonnement du relief qui les met en scène, créant une perception remarquable en Alsace.



Figure 173 Paysages de l'Outre-Forêt (sources : Atlas des paysages)

1.4.1.2. SITE GPK2

Dans le cas de la **centrale géothermique sur le site GPK2** en l'**état**, et par son **implantation topographique en contre-bas**, la centrale ne constitue pas une nuisance dans le patrimoine paysager des habitations situées en proximité relative, au Nord-Est du site.

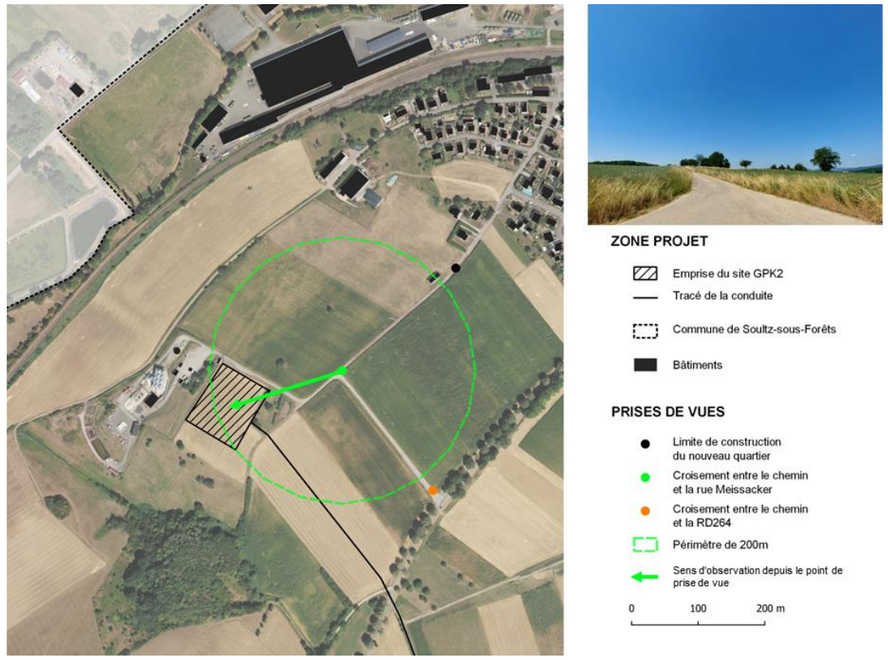


***Figure 174** Implantation de la centrale géothermique sur le site GPK2 dans le paysage*

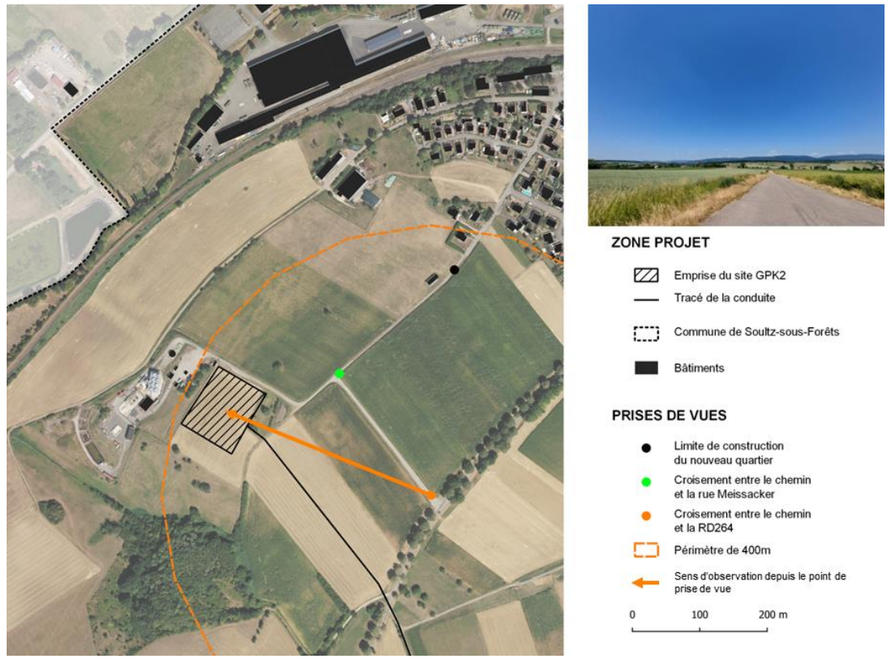


***Figure 175** Implantation de la centrale géothermique sur le site GPK2 dans le paysage*

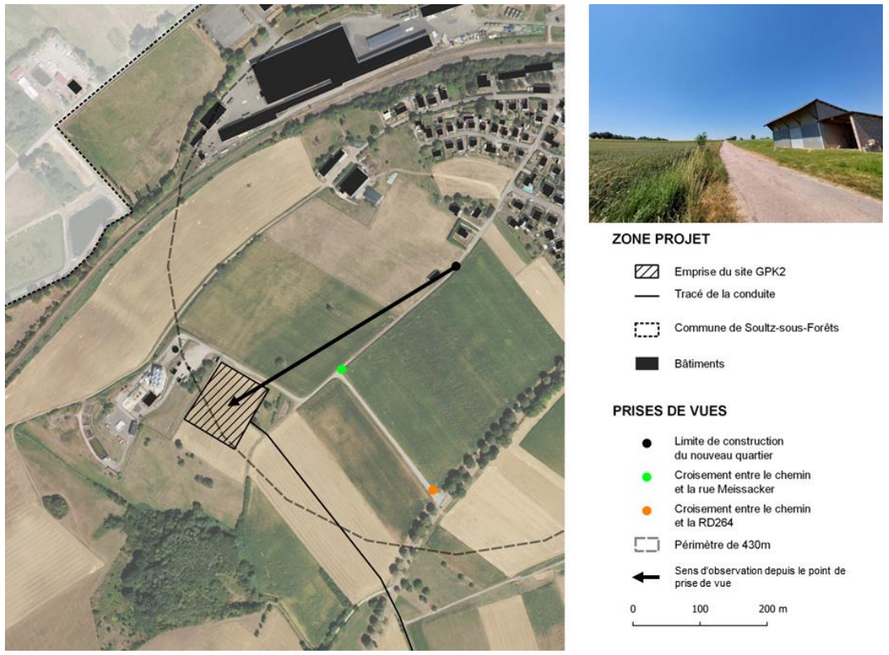


***Figure 176** Implantation de la centrale géothermique sur le site GPK2 dans le paysage*

1.4.1.3. SITE OPS4

Dans le cas du site de forage OPS4, la situation diffère. Eloigné des habitations et inscrit dans le paysage vallonné environnant, OPS4 ne constitue pas de nuisances dans le patrimoine paysager.

Le territoire environnant la zone d'étude s'organise comme une unité paysagère semi-naturelle, caractéristique de l'openfield alsacien.

1.4.2. Patrimoine culturel, historique et archéologique

1.4.2.1. PATRIMOINE ARCHEOLOGIQUE

L'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP) a été consulté afin de recenser l'existence de sites archéologiques dans l'aire d'étude.

Il en ressort qu'aucun site archéologique n'est recensé sur la commune de Soultz-sous-Forêts.

Le site du projet n'est pas concerné par la sauvegarde et l'étude des vestiges et n'est donc soumis à aucune prescription archéologique.

1.4.2.2. MONUMENTS HISTORIQUES

On dénombre dans un périmètre de 3 km autour du projet, 9 monuments d'intérêts dans le périmètre de la commune, et un monument d'intérêt hors périmètre de la commune (en proximité directe), reflétant le patrimoine historique du territoire :

- L'**Eglise protestante Saints Pierre et Paul**, situé rue des Barons-de-Fleckenstein. Inscrit **monument historique depuis 1983**. Période de construction estimée au 15ième siècle ;
- L'**ancienne maison Müntz**, situé rue du Docteur Deutsch. Inscrit **monument historique depuis 1996**. Ancien domicile du notaire impérial Müntz, c'est l'architecte Weinbrenner qui l'a érigé dans un style néo-classique au début du 19ième siècle ;
- La **synagogue**, situé rue de la Bergerie. Inscrit **monument historique depuis 1994**. Période de construction estimée au 4ième quart du 19ième siècle ;
- L'**Eglise simultanée Saint Jean-Baptiste**, située rue principale à Hohwiller. **Classée par arrêté du 6 décembre 1898** pour ses peintures murales, situées dans le chœur ; puis **inscrite par arrêté du 21 février 1997** pour son chœur. Le chœur polygonal voûté sur croisée d'ogives est l'élément le plus ancien de l'église et remonte au XVème siècle. Le cycle de peinture murales a probablement été exécuté en 1491 ;
- Les **parties subsistantes du Banc-reposoir dit banc du Roi de Rome**, situé route de Pechelbronn à Kutzenhausen. **Inscrit par arrêté du 20 octobre 1982**, sa période de construction remonte au premier quart du XIXème siècle, sous la commande du préfet Adrien LEZAY MARNESIA ;
- L'**Ancienne église Saint-Arbogast collégiale** situé sur la place de l'Eglise de Surbourg. Inscrite par arrêté du 4 juin 1874, comprend plusieurs périodes de construction réparties sur le Xième, XIIème et XIIIème siècle ;
- L'**Unité potière de grès au sel** située rue des potiers à Betschdorf. Elle est inscrite par arrêté du 14 janvier 2022 pour l'ensemble de l'unité potière comprenant le logis, l'atelier, la boutique, la fosse de stockage, le four à bois, la grange et la cour. La maison du potier est divisée entre l'activité professionnelle au rez-de-chaussée et la vie domestique à l'étage. La grange est construite avec des pans de bois remplis de torchis et des murs de briques avec plusieurs ouvertures dont une porte à proximité du four. La maison du potier et son four constitue une unité de production archétypal de l'artisan céramiste Loys Ruhlmann. Ses périodes de construction sont estimées à la 2nde moitié du XIXème siècle et au XXème siècle ;
- La **Maison** situé au 4 rue du général Leclerc à Surbourg. Inscrite par arrêté du 21 décembre 1984 pour son mur pignon sur rue avec sa sablière gravée d'une inscription en caractères hébraïques. Elle a été construite au cours du 1er quart du XVIIIème siècle ;
- L'**Eglise protestante** situé rue du village à Kuhlendorf. Inscrite par arrêté du 24 janvier 1978 pour ses façades et ses toitures, elle connait une période de construction située durant le 1er quart du XIXème siècle.

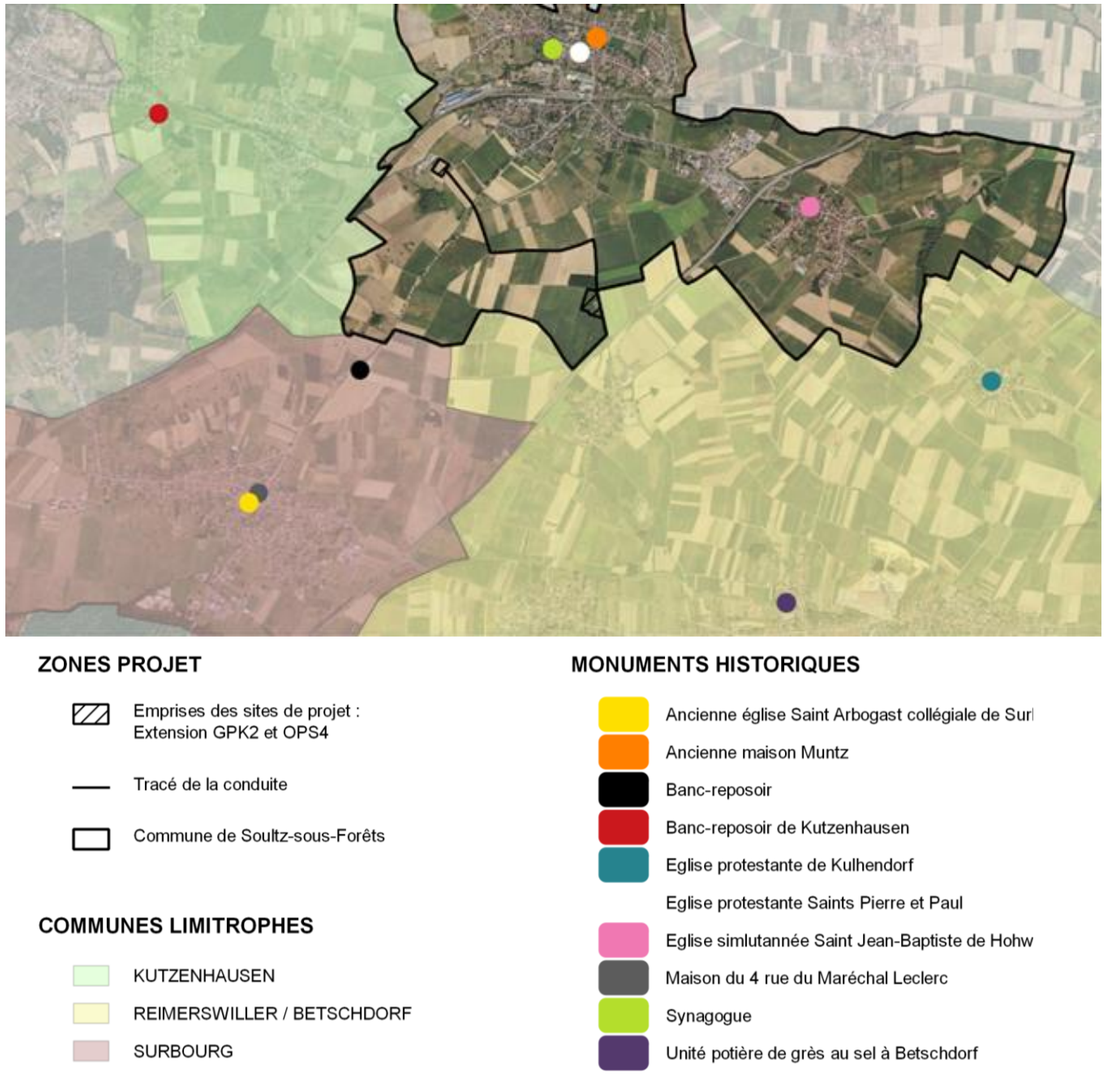


Figure 177 Représentation de l'implantation des monuments historiques environnants au site de projet (source : Monumentum.fr)

La loi du 25 février 1943 crée autour des monuments historiques un champ de visibilité de 500 mètres à l'intérieur duquel aucune construction nouvelle ni modification ne peut être réalisée sans autorisation.

Dans le cas du projet, même dans sa globalité, ce dernier n'est pas concerné par la règlementation et n'est de fait pas tenu de demander l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France ; puisque le site de projet est situé en dehors du périmètre de 500 m de rayon autour des monuments historiques, où leur avis, en accord avec celui de la commune, est demandé.

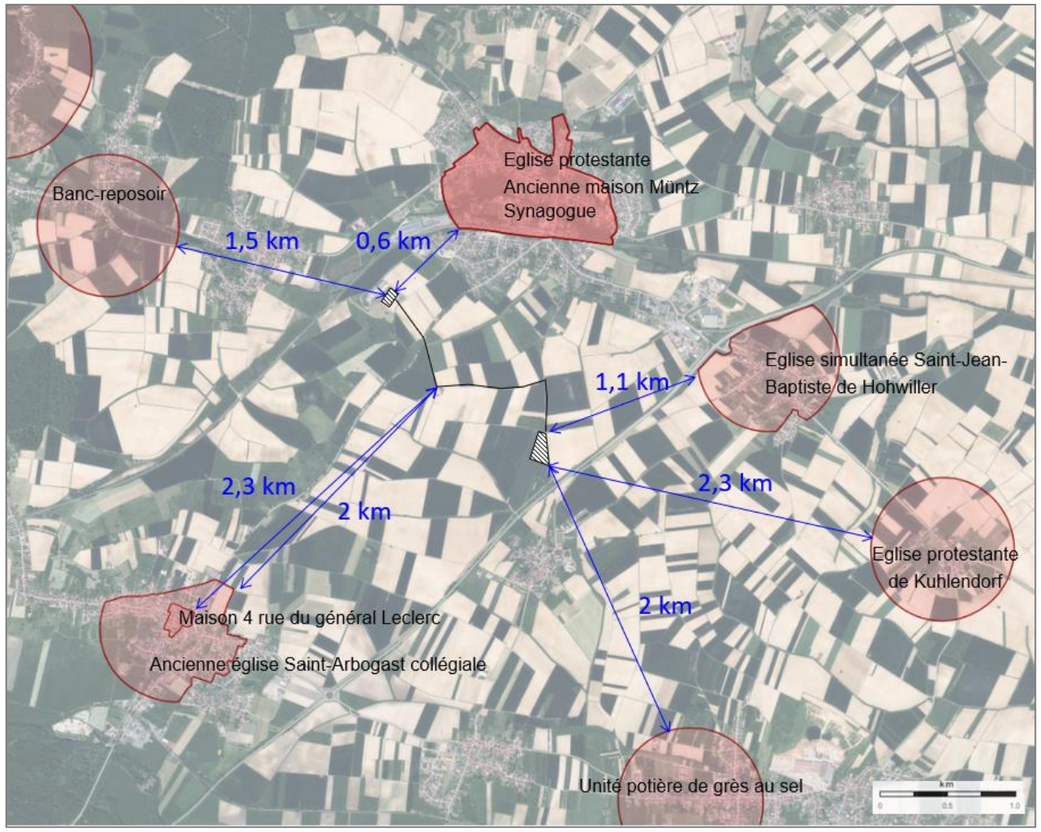


***Figure 178** Cartographie des périmètres monuments historiques dans un périmètre de 2,5 km autour du projet*

Tableau 103 Inventaires des périmètres monuments historiques dans un périmètre de 2,5 km autour du projet

Identifiant	Commune	Nom monument	Distance au projet
1907232426	Soultz-sous-Forêts	Eglise protestante Saints Pierre et Paul	600 m
1907232449	Soultz-sous-Forêts	Ancienne maison Müntz	600 m
1907232448	Soultz-sous-Forêts	Synagogue	600 m
1907232425	Soultz-sous-Forêts	Eglise simultanée Saint-Jean-Baptiste de Hohwiller	1,1 km
1907231922	Kutzenhausen	Banc-reposoir	1,5 km
1907232432	Surbourg	Ancienne église Saint-Arbogast collégiale	2 km
2201250018	Betschdorf	Unité potière de grès au sel	2 km
1907232431	Surbourg	Maison 4 rue du général Leclerc	2,3 km
1907231756	Betschdorf	Eglise protestante de Kuhlendorf	2,3 km

La zone d'étude n'est concernée par aucune prescription archéologique. De plus, elle se situe à une distance supérieure à 500 m de tout périmètre monument historique.

1.4.3. Synthèse : Patrimoine et paysage

1.4.3.1. PAYSAGE

Le projet est implanté au sein de l'unité paysagère semi-naturelle caractéristique de l'openfield et du paysage alsacien.

1.4.3.2. PATRIMOINE

Aucun site archéologique n'est recensé sur la commune de Soultz-sous-Forêts.

Dans un périmètre de 3 km du site du projet, 9 monuments historiques sont recensés. Les limites de périmètres au titre des monuments historiques se situent à plus de 500 m du projet pour chacun d'entre eux.

2. BILAN DES ENJEUX

2.1. TERRE, EAU, SOLS, AIR, CLIMAT

❖ **Occupation des sols**

La zone d'étude est constituée majoritairement par des **surfaces agricoles**. Le tracé des conduites reliant les deux sites est implanté en bordure de chemin revêtu. L'imperméabilisation des surfaces est faible.

L'enjeu relatif à l'occupation des sols reste **faible**.

❖ **Eaux superficielles**

Les eaux superficielles concernées par la zone d'étude présentent des états « dégradés » à « très dégradés ». Le milieu hydrographique superficiel est donc particulièrement vulnérable à tout potentiel apport de pollution.

L'enjeu sur la qualité des eaux superficielles est jugé **moyen**.

Les débits des eaux superficielles sont vulnérables aux risques d'assèchement des cours d'eau à cause de l'aggravation des débits d'étiage et du ralentissement des hautes eaux.

L'enjeu sur les débits des eaux superficielles est jugé **moyen**.

❖ **Eaux souterraines**

Les eaux souterraines concernées par la zone de projet présentent un état « **contrasté** », selon les différents critères d'évaluation qualitative. L'enjeu est de veiller à n'occasionner aucune aggravation de l'état chimique et biologique des eaux souterraines.

L'enjeu sur la qualité des eaux souterraines est jugé **moyen**.

Les quantités des eaux souterraines mesurées démontrent un abaissement progressif des niveaux de la nappe, aussi en période de rechargement qu'en période d'étiage.

Phénomène tendant à s'accélérer depuis 2013, l'enjeu est de veiller à ne pas aggraver le phénomène d'abaissement de la nappe.

L'enjeu sur la ressource en eau souterraine est jugé **moyen**.

❖ **Captage en eau potable**

Le périmètre reliant la zone d'étude et le premier captage en eau potable est de l'ordre de 7 km.

L'enjeu sur les captages d'eau potable est **négligeable**.

❖ **Qualité de l'air**

La qualité de l'air aux abords de la zone d'étude est considérée bonne, présentant notamment des taux inférieurs aux seuils fixés par le Ministère de l'Ecologie.

L'enjeu relatif à la qualité de l'air est donc jugé **faible**.

2.2. BIODIVERSITE

❖ **Flore et végétation**

Aucune espèce patrimoniale (protégée et/ou rare) n'est observée. La flore observée est banale ; la flore nitrophile et rudérale est sur-représentée. Les habitats naturels présentent un état de conservation médiocre, avec une présence très importante des parcelles de grande culture, présentant peu d'intérêt d'un point vu écologique.

Ainsi, d'après les données obtenues, **aucun enjeu notable** n'est à mettre en avant concernant la flore.

❖ **Faune**

La zone d'étude abrite des espèces communes et peu exigeantes liées principalement aux milieux semi-ouverts. Le secteur offre peu de milieux favorisant le maintien de ces espèces. Les populations sont fortement réduites étant donné le manque d'habitats favorables sur le site d'étude.

La zone présente un enjeu écologique faible pour les mammifères, les reptiles, les amphibiens et les insectes, du fait du contexte très agricole et de la faible diversité d'habitats naturels. On notera seulement une petite population d'Oedipode émeraudine *Aiolopus thalassinus* aux abords du site OPS4.

L'enjeu pour les mammifères, reptiles, amphibiens et insectes est jugé **faible**.

Les enjeux sont en revanche un peu plus forts concernant l'avifaune avec des nicheurs à enjeu moyen et une espèce à enjeu fort : la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio*, dont les nids semblent se trouver à proximité ou au sein des futurs travaux et dont les milieux favorables sont rares dans le secteur.

Du point de vue règlementaire, plusieurs espèces protégées sont présentes ou potentiellement présentes. Mais il s'agit essentiellement d'espèces communes liées aux milieux forestiers et/ou semi-ouverts.

L'enjeu pour l'avifaune est cependant jugé **moyen** de manière globale, mais est jugé **fort** dans le cas de la Pie-Grièche écorcheur observée à proximité du site OPS4.

❖ Zones humides

Une zone humide a été identifiée en partie Nord-Ouest du périmètre investigué ; il s'agit d'une roselière de 0,06 ha caractérisée zone humide selon el critère végétation.

Cette roselière sera à préserver dans le cadre du projet.

L'enjeu relatif aux zones humides est **faible**.

❖ Continuités écologiques

La continuité est aujourd'hui assurée sur le secteur pour les milieux ouverts et forestiers.

Les milieux de la zone d'étude sont des milieux secondaires favorables à une grande partie des espèces liées aux milieux ouverts ou forestiers. Par ailleurs, les espèces patrimoniales recensées sont en majorité liées aux milieux ouverts ou semi-ouverts, ceci impliquant que l'enjeu principal réside dans la continuité de ces milieux, en « pas japonais ». Il s'agit de maintenir une succession de biotopes favorables à ces espèces liées à ces milieux, en particulier au niveau de la plateforme.

L'enjeu relatif aux continuités écologiques est **faible**.

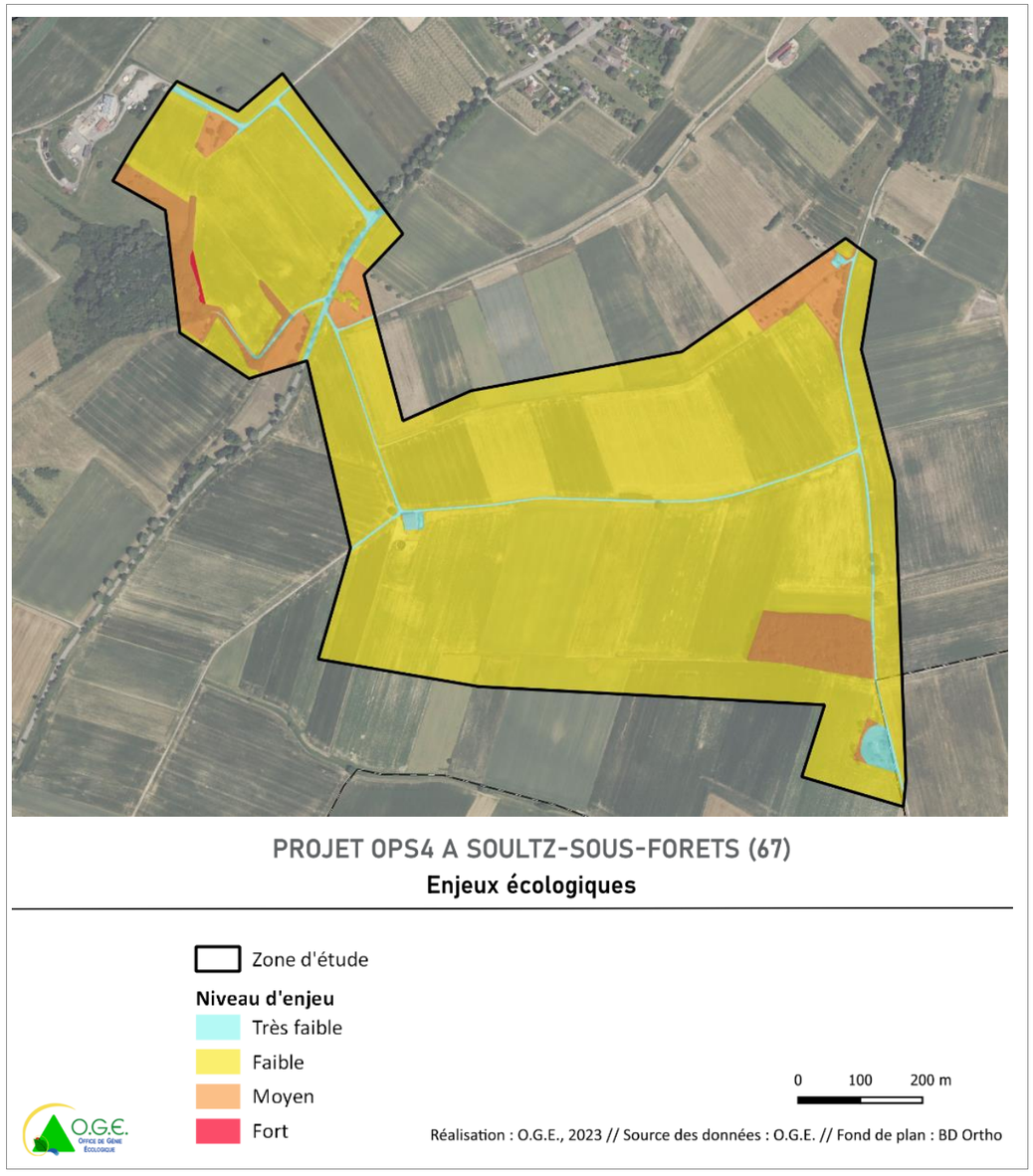


Figure 179 Cartographie des enjeux écologiques du site

2.3. POPULATION ET SANTE HUMAINE

❖ Dynamisme économique, emploi

Les activités économiques présentes dans la zone d'étude démontrent une activité ancrée et diversifiée. Le taux de chômage est inférieur à la moyenne départementale.

L'enjeu relatif aux activités économiques est donc jugé **faible**.

❖ Circulations et déplacements

La zone d'étude bénéficie d'un réseau de transport routier et ferroviaire, maillé et efficace ; permettant une circulation fluide, favorisant les échanges avec les grandes collectivités du territoire Nord Alsace, ainsi que les métropoles allemandes.

L'enjeu relatif aux circulations et déplacements est jugé **faible**.

❖ Ambiance sonore

Les niveaux sonores enregistrés aux points de mesure à proximité du site du projet sont relativement faibles, de l'ordre de 40 dB(A) à 60 dB(A), et révèlent un environnement acoustique calme. L'intervention de nouvelles sources de bruit est donc susceptible de modifier sensiblement l'environnement sonore.

L'enjeu relatif au contexte sonore est donc **moyen**.

❖ Réseaux divers

Le site OPS4 n'est desservi ni par le réseau d'eau potable, ni par le réseau d'assainissement. La plateforme GPK2 existante n'est pas raccordée au réseau d'assainissement, mais elle est desservie par le réseau d'eau potable et le réseau HTA.

Par ailleurs, plusieurs réseaux secs sont présents en plusieurs points du tracé des réseaux entre OPS4 et GPK2 : gaz, fibre optique.

L'enjeu sur les réseaux divers est globalement **moyen**.

❖ Risques naturels et technologique

Le territoire global de la zone d'étude est classé comme zone de sismicité 3 – risque modéré. La commune est également concernée par un risque radon de niveau 2, et un risque de coulées d'eau boueuse « Ceb1 » (4 arrêtés de catastrophe naturelle « Inondations et coulées de boues »).

Elle est également concernée par 2 risques liés au Transport de Matières Dangereuses : par voie routière et par gazoduc.

De plus, la zone d'étude n'est pas concernée par les Plan de Prévention des Risques ou par la présence directe d'un site pollué inscrit au Secteur d'Informations des Sols.

L'enjeu relatif aux risques naturels et technologiques est **moyen**.

2.4. PATRIMOINE ET PAYSAGE

❖ Paysage

Le territoire environnant la zone d'étude s'organise comme une unité paysagère semi-naturelle ; paysage caractéristique et patrimonial de l'openfield alsacien. Le paysage existant est donc majoritairement agricole, ponctué d'éléments naturels (alignements d'arbres et bosquets). Le territoire est donc très ouvert et affiche une cohérence paysagère.

L'enjeu paysager est jugé **moyen**.

❖ Patrimoine archéologique

Le territoire concerné par la zone d'étude n'est concerné par aucune prescription archéologique.

L'enjeu relatif au patrimoine archéologique est **négligeable**.

❖ Monuments historiques

La zone d'étude se situe à une distance supérieure à 500 m de tout périmètre monument historique.

L'enjeu relatif à la présence de monuments historiques est **négligeable**.

2.5. SYNTHESE DES ENJEUX

Tableau 104 Synthèse des enjeux

THÉMATIQUE			NIVEAU D'ENJEU
Terres, eau, sols, air, climat	Occupation des sols		FAIBLE
	Eaux superficielles	Débits	MOYEN
		Qualité	MOYEN
	Eaux souterraines	Ressource	MOYEN
		Qualité	MOYEN
	Captage en eau potable		NUL
	Réseaux humides		NUL
	Qualité de l'air		FAIBLE
Biodiversité	Flore et habitats		NUL
	Faune		MOYEN
	Zones humides		FAIBLE
	Continuités écologiques		FAIBLE
Population et santé humaine	Dynamisme économique, emploi		FAIBLE
	Circulations et déplacements		FAIBLE
	Ambiance sonore		MOYEN
	Réseaux divers		MOYEN
	Risques naturels et technologique		MOYEN
Patrimoine et paysage	Paysage		MOYEN
	Patrimoine	Patrimoine archéologique	NÉGLIGEABLE
		Monuments historiques	NÉGLIGEABLE

Légende : niveaux d'enjeu

NUL / NEGLIGEABLE	FAIBLE	MOYEN	FORT

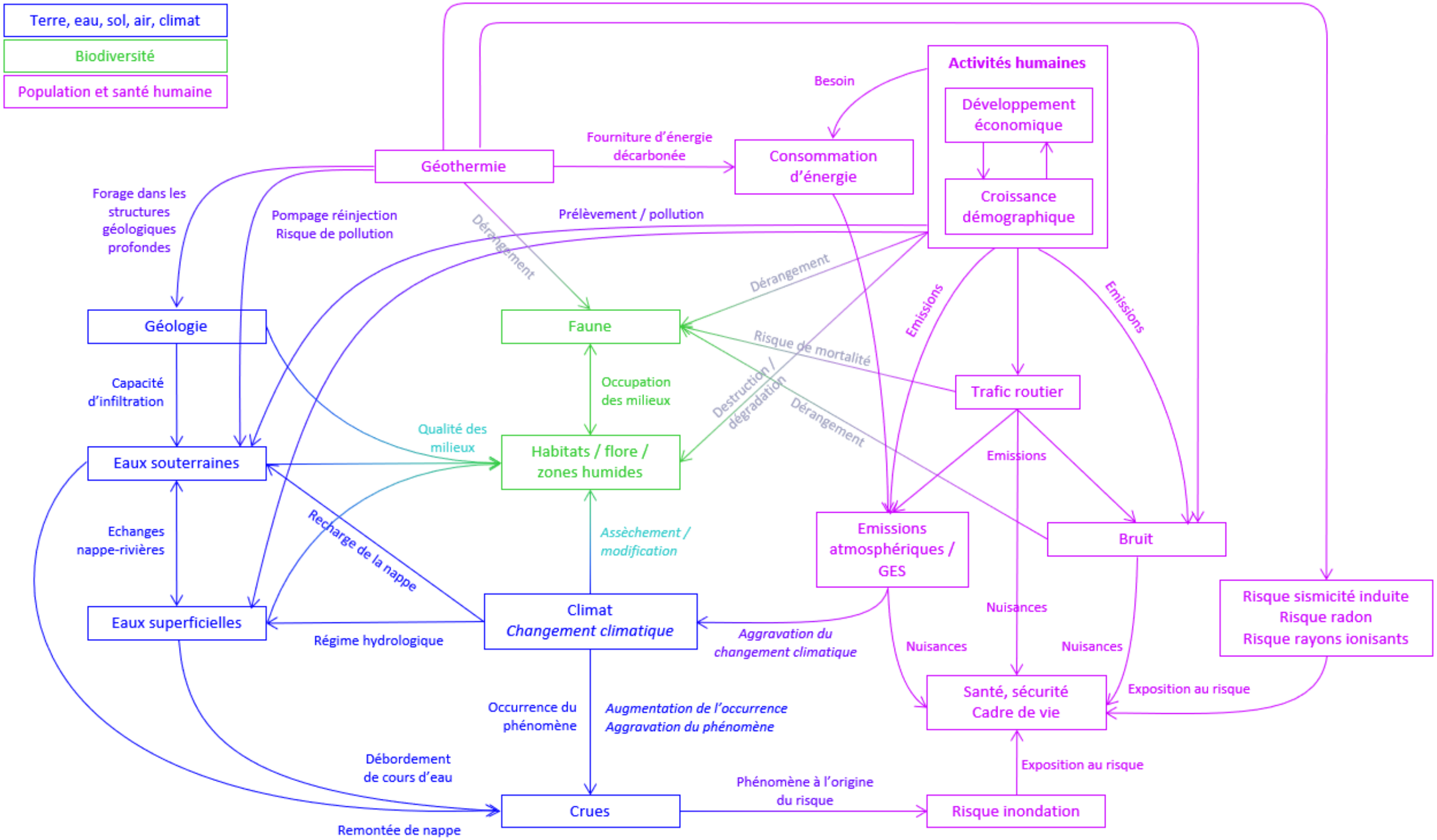
La zone d'étude n'est pas concernée par des enjeux jugés **forts**.

Plusieurs enjeux moyens caractérisent le site. Ils concernent :

- Les **eaux superficielles** et **souterraines**, autant sur les aspects qualitatifs que quantitatifs :
  - Les masses d'eau identifiées sont vulnérables aux phénomènes d'étiage et de sécheresse, de plus en plus marqués ; l'enjeu consiste à ne pas aggraver ce phénomène par des prélèvements d'eaux superficielles ou souterraines.
  - La qualité des eaux superficielles comme souterraines est jugée moyenne à mauvaise selon les échelles considérées. L'enjeu réside également dans la non-aggravation de l'état de masses d'eau déjà vulnérables.
- La **faune** et notamment la **population avifaune** composée de nicheurs, et recensée au sein de la zone d'étude.
- L'**ambiance sonore** : l'étude acoustique a permis de révéler, après mesures, que le territoire environnant au projet est considéré comme calme. De fait, l'importance accordée à l'enjeu est de préserver cet environnement sonore, au sein duquel l'ajout d'une source de bruit émergera davantage.
- La présence de **réseaux** divers, notamment des réseaux de gaz, à proximité de la zone du projet, et l'absence de réseaux humides au droit des zones qui seront aménagées.
- Les **risques naturels et technologiques**, en lien avec les risques sismique, radon, coulée de boue, et Transport de Matières dangereuses (gaz notamment).
- Le **paysage,** agricole et ouvert, invite à la préservation du cadre paysager qui révèle une certaine qualité notamment grâce à sa topographie vallonnée, et sas ligne horizon étendue.

Les thématiques non citées représentent des enjeux jugés **faibles à nuls**.

3. INTERACTIONS ENTRE LES FACTEURS DE L'ENVIRONNEMENT



4. ÉVOLUTION PROBABLE DES ASPECTS PERTINENTS DE L'ENVIRONNEMENT

La démarche d'appréhension de l'évolution des aspects pertinents de l'environnement, sans puis avec mise en œuvre du projet, consiste à se projeter sur le long terme en intégrant les changements prévisibles à grande échelle : effets du changement climatique, effets des politiques de déplacement…

Dans la mesure où cet exercice prend en compte une projection sur le long terme des facteurs de l'environnement, l'horizon considéré est de l'ordre de 15 à 25 ans

Pour rappel, la durée d'exploitation envisagée est de 25 ans à partir de la mise en service des installations, soit 2028-2053.

4.1. EN L'ABSENCE DE PROJET : SITUATION IDENTIQUE

4.1.1. Terre, eau, sols, air, climat

- Topographie : en l'absence de projet, il y aura très peu d'évolution de la topographie.
- Climat : en l'absence de projet, le changement climatique se poursuivra :
  - L'augmentation des températures ;
  - L'observation de contrastes saisonniers plus importants en termes de précipitations ;
  - La poursuite de la diminution du nombre de jours de gel, et l'augmentation du nombre de journées chaudes ;
  - Ainsi qu'une poursuite de plus en plus marquée de l'assèchement des sols.
- Occupation des sols : le site de projet et ses abords étant déjà classifiés dans des zonages précis, et de fait dans des projets d'urbanisation définis, même en l'absence de projet, une évolution de la nature de l'occupation des sols pourra être observée.
- Hydrologie : en l'absence de projet, l'aggravation des situations d'étiages et des phénomènes d'inondations se poursuivront, en lien avec le changement climatique.
- Hydrogéologie : en l'absence de projet, la poursuite de l'abaissement des nappes entrainera la diminution de la ressource en eau douce propre au maintien des écosystèmes aquatiques et à la production d'eau destinée à la consommation humaine.
- Qualité des eaux superficielles : en l'absence de projet, compte-tenu de l'aggravation des phénomènes d'étiage et de l'augmentation des températures, une concentration des polluants, une augmentation des phénomènes de désoxygénation des eaux et d'eutrophisation des milieux pourront être constatés.
- Qualité de l'air : la qualité de l'air aux abords du site est d'ores-et-déjà considérée comme bonne, aux regards des normes nationales en vigueur. En addition de l'amélioration à long terme de la technologie du parc routier, ainsi que l'arrêt d'utilisation massive des énergies fossiles, il sera possible d'observer le maintien, voire l'amélioration de la qualité de l'air, et ce malgré l'augmentation naturelle prévisible du trafic routier (cf. *Trafic routier et circulations*).

4.1.2. Biodiversité

Le contexte actuel est source de multiples pressions pour la biodiversité : changement climatique, pollutions diverses, fragmentation des habitats…

En l'absence de projet, et d'une manière générale, les habitats, la faune et la flore vont s'adapter aux nouvelles conditions qui vont s'imposer.

Ainsi, les espèces végétales résistantes à la sécheresse seront plus nombreuses, tandis que les plus fragiles vont se raréfier. Les populations d'espèces animales évolueront également en faveur des espèces les plus robustes, et en fonction des nouveaux habitats en place.

4.1.3. Population et santé humaine

- Démographie et urbanisation : indépendamment de la mise en place du projet, la commune de Soultz-sous-Forêts poursuivra probablement sa croissance démographique (de l'ordre de 1%/an), et de fait, l'urbanisation de son territoire. Comme notifié dans le PLU et les OAP de la commune, le découpage communal est déjà organisé/zoné en anticipation de ces évolutions.
- Activité et emploi : indépendamment de la situation sur site, la commune et l'intercommunalité du site de projet ont connu un dynamisme économique, justifié par :
  - Cadre de vie frontalier (centrale entre les métropoles européennes Strasbourg et Karlsruhe),
  - Activité économique diversifiée au sein de la commune ;
  - Infrastructures routières et ferroviaire structurantes ;
  - Equipements et services accessibles et diversifiés au sein de la commune, etc.
  - Les dynamiques et le cadre de vie qu'offrent le territoire communal et intercommunal entraineront sur les années à venir, une poursuite du développement économique, en lien avec l'augmentation démographique prévisible.
- Trafic routier et circulations : en l'absence de projet, compte-tenu de l'augmentation de la population, des politiques d'urbanisation du territoire, et en l'absence de politique renforcée en matière de déplacement (transports en commun, covoiturage, voiture individuelle, cyclable, etc.), une augmentation naturelle du trafic routier sera observée.
- Emission de gaz à effet de serre : en l'absence de projet, l'alimentation en énergie, et notamment des dispositifs de chauffage, sera assurée en partie par des énergies fossiles, fortement émettrices de gaz à effet de serre.
- Consommations énergétiques : en l'absence de projet, les besoins en chauffage vont augmenter, en lien avec l'augmentation de la population et l'urbanisation associée, avec toutefois une réduction des besoins par bâtiment, en lien avec l'augmentation des températures. En revanche, les consommations énergétiques estivales pour l'alimentation des dispositifs de rafraîchissement intérieurs (climatisation) seront susceptibles d'augmenter.

- Contexte sonore : en l'absence de projet, il ne devrait *a priori* pas y avoir d'évolution majeure du contexte sonore environnant. Le seul fait notable, à long terme, peut-être l'impact du remplacement du parc automobile (passage des véhicules thermiques aux véhicules électriques) sur la diminution du bruit routier en provenance des axes et voies de desserte (D263 et D264 notamment).

- Risques naturels et technologiques : en l'absence de projet, les risques naturels et technologiques pourront évoluer selon les politiques d'aménagement.

4.1.4. Patrimoine et paysage

- Paysage : en l'absence de projet, la zone urbaine à proximité du site connaitra quoiqu'il arrive une augmentation de sa part d'urbanisation, comme notifié dans le PLU et les OAP de la commune de Soultz-sous-Forêts.

- Patrimoine : pas d'évolution en lien avec le patrimoine historique en l'absence de projet. Le projet n'est pas concerné par les règlementations en vigueur, au regard des monuments historiques classés, puisqu'il se situe en dehors du rayonnement règlementaire de 500 m imposant aux bâtiments et constructions des contraintes de travaux.

4.2. AVEC MISE EN ŒUVRE DU PROJET

4.2.1. Terre, eau, sols, air, climat

- Topographie : à la suite de la mise en œuvre du projet, il y aura très peu d'évolution de la topographie.

- Climat : le changement climatique se poursuivra ; toutefois, la mise en œuvre du projet permettra de limiter les émissions de gaz à effet de serre à l'échelle du territoire bénéficiant de l'énergie géothermique, plus propre en émissions que les énergies fossiles largement utilisées pour le chauffage hivernal.

- Occupation des sols : au-delà des impacts localisés aux sites de production et d'exploitation, le projet n'entrainera pas, à long terme, de modifications de l'occupation des sols.

- Hydrologie : indépendamment de la mise en place du projet, le territoire continuera d'être témoin de l'aggravation des situations d'étiages et des phénomènes d'inondations, qui poursuivront leur œuvre, en concordance avec le changement climatique.

- Hydrogéologie : indépendamment de la mise en place du projet, en l'absence de projet, la poursuite de l'abaissement des nappes entrainera la diminution de la ressource en eau douce propre à l'alimentation des cours d'eaux et à la consommation humaine.

  Le projet, dont les prélèvements concernent les nappes profondes, restituent l'intégralité des volumes prélevés dans le sous-sol ; aucune modification du bilan quantitatif des eaux souterraines n'est à prévoir.

- Qualité des eaux : dans le cas d'un bon maintien des équipements à destination du traitement, de la dépollution et de la gestion des eaux présentes sur site existant, il ne devrait pas y avoir d'évolution notable de la qualité des eaux superficielles ou souterraines.

- Qualité de l'air : la qualité de l'air aux abords du site est d'ores-et-déjà considérée comme bonne, aux regards des normes nationales en vigueur. En addition de l'amélioration à long terme de la technologie du parc routier, ainsi que l'arrêt d'utilisation massive des énergies fossiles, il sera possible d'observer le maintien, voire l'amélioration de la qualité de l'air.

  Conformément aux politiques de transition énergétique menant à l'abandon des énergies fossiles, le projet de géothermie permettra l'exploitation d'une énergie verte, et contribuera à l'atteinte des objectifs précités.

4.2.2. Biodiversité

La mise en œuvre du projet n'est pas susceptible de provoquer une évolution à long terme de la biodiversité.

Les évolutions prévisibles en l'absence de projet seront les mêmes avec mise en œuvre du projet.

Il peut être considéré que, par sa contribution à la transition énergétique, le projet permettra de lutter contre le changement climatique et ses effets sur la biodiversité ; toutefois, à l'échelle considérée, le projet ne permettra pas de modification positive sur l'évolution de la biodiversité.

4.2.3. Population et santé humaine

- Activité et emploi : la commune et l'intercommunalité du site de projet ont connu une augmentation progressive et régulière de la démographie, justifiée par : le cadre de vie frontalier (centrale entre les métropoles européennes Strasbourg et Karlsruhe), ; l'activité économique diversifiée ; les infrastructures routières et ferroviaire structurantes ; et les équipements et services accessibles et diversifiés au sein de la commune, etc.

  La réalisation du projet est susceptible d'attirer certaines entreprises, ou projets d'établissements publics, souhaitant privilégier le raccord au système de géothermie (électrique et/ou de chaleur) pour des notions de nécessité d'exploitation ou d'engagement environnemental.

- Démographie et urbanisation : le découpage communal déjà établi ne permet pas l'urbanisation à destination d'habitat en proximité du site.

  Démographiquement, la commune de Soultz-sous-Forêts sera sujette à une augmentation démographique, issue majoritairement de son cadre de vie et de sa localisation sur le territoire, comme présenté précédemment, il est cependant possible de projeter une part de cette augmentation avec la mise en place du projet, le dynamisme économique potentiellement impulsé par la présence de la ressource, et l'augmentation de la part employé temps plein, nécessaire à l'exploitation du site OPS4, et de la nouvelle centrale GPK2.

- Trafic routier et circulations : l'addition des paramètres d'augmentation de la population, et d'absence de politique renforcée en matière de déplacement (transports en commun, covoiturage, voiture individuelle, cyclable, etc.), devrait entrainer une augmentation progressive de la circulation.

  La mise en œuvre du projet n'est pas susceptible d'avoir des incidences à long terme sur le trafic de manière générale ; toutefois, le projet est susceptible de stimuler, indirectement et dans des proportions limitées, les activités économiques et la démographie locales. Dans ce cas, en l'absence de politique de transports en commun associée, une augmentation de la fréquentation du territoire pourrait être attendue.

- Emissions de gaz à effet de serre : avec la mise en œuvre du projet, une partie des besoins en énergie pourra être assurée par la géothermie, évitant ainsi les émissions de GES liés à l'utilisation des énergies fossiles.

- Contexte sonore : avec la mise en œuvre du projet, le contexte sonore tendrait à évoluer localement, avec l'addition d'aérocondenseurs sur le site de projet.

  Indépendamment, le remplacement du parc automobile (passage des véhicules thermiques aux véhicules électriques) pourrait quant à lui avoir un impact sur la diminution du bruit routier en provenance des axes structurants alentours.

- Risques naturels et technologiques : Au-delà des risques technologiques directement liés à l'exploitation des installations de production géothermiques, l'exploitation des réservoirs naturellement fracturés peut entraîner des réajustements de contraintes au sein des formations géologiques profondes pouvant modifier le risque sismique, par la formation de sismicité induite. Un suivi sismique assuré durant toute la durée du projet (avant forage jusqu'à la fin de l'exploitation) permet de gérer ce risque en adaptant les paramètres d'exploitation en fonction de l'observation de la sismicité induite par les opérations..

4.2.4. Patrimoine et paysage

- Paysage *:* dans une vision prospective, après réalisation de la nouvelle centrale GPK2, il a été indiqué précédemment que l'altitude d'implantation de la nouvelle centrale se trouve à hauteur d'horizon des riverains en proximité directe. Les équipements prévus sur le site de la nouvelle centrale peuvent engendrer à un impact paysager, notamment par leur caractère permanent.

- Patrimoine : pas d'évolution en lien avec le patrimoine historique même dans le cas de la réalisation du projet. Ce dernier n'est pas concerné par les règlementations en vigueur, au regard des monuments historiques classés, puisqu'il se situe en dehors du rayonnement règlementaire de 500 m imposant aux bâtiments et constructions des contraintes de travaux.

4.3. SYNTHESE DE L'EVOLUTION PROBABLE DES ASPECTS PERTINENTS DE L'ENVIRONNEMENT

Tableau 105 Synthèse de l'évolution probable des aspects pertinents de l'environnement, sans et avec mise en œuvre du projet

	SANS PROJET	AVEC PROJET	Evolution attendue
Terre, eau, sols, air, climat			
Topographie	• Pas d'évolution	• Idem sans projet	Aucune
Climat	• Poursuite du changement climatique	• Idem sans projet • Réduction locale des émissions de GES (substitution des énergies fossiles par la géothermie)	Positive
Occupation des sols	• Evolution de l'occupation du sol, selon les projets établit dans les documents d'urbanisme	• Pas d'autre évolution à long terme	Aucune
Hydrologie	• Poursuite de l'aggravation des situations d'étiages et des phénomènes d'inondations, en lien avec le changement climatique	• Idem sans projet • Projet permettant de limiter l'accentuation du phénomène par la réduction des GES	Négligeable
Hydrogéologie	• Poursuite de l'abaissement des nappes • Diminution de la ressource en eau douce (écosystèmes aquatiques et consommation humaine)	• Idem sans projet	Aucune
Qualité des eaux	• Concentration des polluants • Augmentation des phénomènes de désoxygénation des eaux et d'eutrophisation des milieux	• Dans le cas d'un bon maintien des équipements : idem sans projet	Aucune

	SANS PROJET	AVEC PROJET	Evolution attendue
Qualité de l'air	• Qualité de l'air aux considérée comme bonne, aux regards des normes nationales en vigueur. • Amélioration à long terme du parc routier • Arrêt d'utilisation massive des énergies fossiles	• Idem sans projet • L'utilisation de l'énergie issue de la géothermie se substituera aux énergies fossiles émettrices de polluants atmosphériques	Positive
Biodiversité			
Faune, flore, habitats	• Evolution des habitats et espèces en lien avec le changement climatique, la pollution environnementale (air, eau, sols...) et la fragmentation des habitats	• Idem sans projet • Le projet contribue toutefois à limiter le changement climatique sans toutefois générer une évolution notable à l'échelle considérée	Négligeable à positif
Population et santé humaine			
Activité et emploi	• Dynamiques et cadre de vie propices à l'attractivité territoriale	• Idem sans projet • Potentiel d'attraction d'entreprises ou de projets d'établissements publics	Négligeable à positif
Démographie et urbanisation	• Croissance démographique (de l'ordre de 1%/an) • Poursuite de l'urbanisation de son territoire, avec un zonage déjà établit	• Idem sans projet • Potentielle augmentation démographique dû au dynamisme économique et à l'augmentation de la part employé temps plein	Négligeable à positif
Trafic routier et circulations	• Augmentation naturelle du trafic routier, dû à l'augmentation projetée de la population et l'absence de renforcement de l'offre/politique de transport	• Idem sans projet • Possible augmentation du trafic due à l'augmentation de la fréquentation du site (stimulation des activités économiques et de la démographie)	Négligeable à négative

	SANS PROJET	AVEC PROJET	Evolution attendue
Emissions de gaz à effet de serre	• Poursuite de l'usage d'énergies fossiles pour les infrastructures de chauffage : fortement émettrices de gaz à effet de serre.	• Une part des besoins d'énergies pourrait être assurée par la production géothermique, et de fait entrainer la réduction des émissions GES	Positive
Contexte sonore	• Pas d'évolution majeure • Potentiel impact (long terme) du remplacement du parc automobile	• Idem sans projet • Présence des aérocondenseurs sur le long terme	Négligeable à négatif
Risques naturels et technologiques	• Poursuite de l'évolution selon les politiques d'aménagement	• Idem sans projet • Risque maitrisé de sismicité induite modéré	Négligeable à négatif
Patrimoine et paysage			
Paysage	• Augmentation de la part urbanisée de la commune	• OPS4 pas de sujet • Impact paysager de la nouvelle centrale GPK2, dans le cas d'absence d'installation d'infrastructures brises-vues.	Négative
Patrimoine	• Pas de sujet	• Idem sans projet	Aucune

5. INCIDENCES DU PROJET ET MESURES

1) Débouchés énergétiques et actualisation de l'étude d'impact

La nouvelle centrale produira en priorité de l'énergie thermique à destination du territoire, ainsi que de l'énergie électrique réinjectée sur le réseau public. La répartition entre la production thermique et électrique est tributaire des éléments suivants :

- Les caractéristiques réelles du doublet, après les forages et la phase de test ;
- Les besoins en chaleur du territoire, en cours d'identification.

Les impacts décrits dans le présent document sont ceux d'une centrale en cogénération. En ce qui concerne les tracés d'acheminement, seules les caractéristiques du raccordement au réseau de distribution électrique sont connues à ce jour et décrits dans le présent document.

L'étude d'impact sera remise à jour après les opérations de forage et l'identification finale des débouchés pour la production thermique, en intégrant la description et la caractérisation des impacts des tracés d'acheminement liés au réseau de chaleur.

Un travail d'identification des besoins, en lien avec le territoire a d'ores et déjà démarré, et plusieurs potentiels de consommation thermiques ont été identifiés autour de la nouvelle centrale.

Ainsi, les étapes d'actualisation du dossier au fur et à mesure de l'acquisition des informations nécessaires à la caractérisation et aux impacts du réseau de chaleur sont les suivantes :

1. Forage et test du doublet ;
2. En parallèle des opérations : identification des besoins précis du territoire et discussions contractuelles ;
3. Une fois les phases 1 et 2 réalisés : caractérisation finale du réseau de chaleur, de son tracé et ses impacts, avec mise à jour de l'étude d'impact.

2) Lien avec le projet d'exploitation du Lithium géothermal

Le périmètre du Permis Exclusif de Recherches (PER) de lithium « Outre-Forêt » dont ÉS est titulaire se superpose à la concession permettant l'exploitation géothermique du projet. Cependant, bien que le dossier transmis aux services de l'État pour l'octroi du PER de lithium « Outre-Forêt » stipule que le projet d'extraction du lithium utilisera des puits d'exploitation géothermique, le projet géothermique de Soultz-sous-Forêts trouve sa légitimité avec ou sans exploitation ultérieure du lithium.

Le dossier de demande d'autorisation relatif au projet d'exploitation du Lithium intégrera les impacts des différents sites de forage, y compris celui de Soultz-sous-Forêts si ce site était retenu pour l'exploitation du lithium.

Le présent dossier porte uniquement sur le projet d'exploitation géothermique.

ÉS mène actuellement des études qui permettront de définir le périmètre d'un éventuel projet de production de lithium géothermal et engagera l'évaluation environnementale associée le cas échéant.

Les paragraphes suivants définissent les niveaux d'incidence du projet, selon ses caractéristiques et les mesures mises en œuvre, selon 5 niveaux d'incidence présentés ci-dessous.

Niveaux d'incidence : légende

Positif
Négligeable / nul
Faible
Moyen
Fort

5.1. INCIDENCES DE LA PHASE TRAVAUX DE FORAGE SUR LE SITE OPS4

5.1.1. Terre, eau, sols, air, climat

5.1.1.1. OCCUPATION DES SOLS

Le site du projet est actuellement occupé en quasi-totalité par des surfaces non imperméabilisées de type parcelle cultivée ou espaces enherbés. L'imperméabilisation moyenne est de 10%.

Les travaux de forage vont nécessiter un remaniement du site, et impliquer l'artificialisation des surfaces. L'imperméabilisation moyenne en phase de forage est de l'ordre de 81%.

Tableau 106 Occupations du sol avant et pendant les travaux de forage

Actuel

Zone	Surface (m²)	Cr	SA (m²)
Surfaces cultivées	14 482	10%	1 448
Espace enherbé et arboré	3 600	10%	360
Toit puits	18	100%	18
Surface en concassé	100	60%	60
TOTAL	**18 200**	**10%**	**1 886**

Projet

Zone	Surface (m²)	Cr	SA (m²)
Zone principale en enrobé	8 000	100%	8 000
Bassins	4 500	100%	4 500
Surface en concassé	3 300	60%	1 980
Talus végétalisé	2 400	10%	240
TOTAL	**18 200**	**81%**	**14 720**

Cette imperméabilisation de +70%, importante à l'échelle du site, doit toutefois être considérée dans son contexte élargi ; en effet, le site ne représente que 1,82 ha et se situe dans un environnement largement dominé par les surfaces cultivées sur des milliers d'hectares.

Par ailleurs, cette situation liée à la phase de forage est **temporaire** ; à l'issue du forage, le site sera soit aménagé pour son exploitation (la surface utilisée ne sera que de 0,43 ha, le reste sera restitué), soit intégralement remis en état.

L'incidence est **directe** et **temporaire**.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Afin de limiter l'incidence du projet sur l'imperméabilisation des surfaces, les espaces utilisés pour des activités qui ne présentent pas de risque de pollution significatif font l'objet d'un aménagement en concassé ; il s'agit des zones de stationnement pour véhicules légers, ainsi que des espaces dédiés à l'installation des bungalows de chantier (bureaux, sanitaires, bungalows repos, ateliers).

Ainsi, ce sont 3 300 m² de surfaces en concassé dont le coefficient de ruissellement est limité à 60% au lieu de 100% dans le cas de revêtements en enrobés. Cette mesure s'applique sur environ 18% de la surface du projet.

Compte-tenu de la mise en œuvre de cette mesure de réduction, et au regard de la surface du projet et de l'environnement dans lequel il s'insère, l'incidence du projet sur l'imperméabilisation et l'artificialisation des sols est jugée **moyenne**.

5.1.1.2. EAUX SOUTERRAINES

La zone d'étude est concernée par la masse d'eau souterraine : Nappe d'Alsace, Pliocène de Haguenau et Oligocène – FRCG101 ; situé au droit du Champ de fracture de Saverne. **Toutefois, le suivi piézométrique réalisé sur le puits OPS4 indique l'absence de nappe au droit du site.**

Par précaution, il est prévu de confirmer l'absence de nappe au droit du projet à l'occasion des investigations géotechniques préalables à l'aménagement de la plateforme.

5.1.1.2.1. **Impacts quantitatifs sur les eaux souterraines**

A. Prélèvements d'eaux souterraines en nappe profonde

Le projet concerne le forage de puit de grande profondeur et le prélèvement d'eaux souterraines dans des réservoirs profonds. Les impacts quantitatifs temporaires comme permanents sur les eaux souterraines peuvent être considérés comme nuls puisque le débit réinjecté sera égal au débit pompé.

Aucun prélèvement d'eau n'est prévu dans les nappes superficielles.

Ainsi, les prélèvements d'eaux souterraines peuvent être considérés comme **nuls**.

B. Recharge de la nappe phréatique superficielle

Le projet va entraîner une imperméabilisation des sols, avec une augmentation de la surface active de l'ordre de 12 800 m², réduisant ainsi l'impluvium de rechargement des eaux souterraines. Cette surface est à relativiser au regard du bassin versant de l'aquifère rhénan, qui s'étend sur 3 200 km².

L'incidence est **indirecte** et **temporaire**.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Les mesures de réduction visant à limiter l'imperméabilisation des surfaces citées précédemment (aménagement de surfaces en concassé) permettent également de réduire la perte d'impluvium pour le rechargement de la nappe. Par ailleurs, les eaux pluviales des surfaces étanches, collectées et traitées, feront l'objet d'un rejet vers le sous-sol via un dispositif d'infiltration (type du dispositif à définir).

L'incidence du projet sur la ressource en eau souterraine est jugée **négligeable**.

5.1.1.2.2. **Impacts sur la qualité des eaux souterraines**

A. Impact des opérations de forage

Les investigations préliminaires, possibles grâce à la présence d'un puits existant sur la plateforme, foré jusqu'à 1500 m environ, montrent **l'absence de nappe superficielle**. En effet, cet ouvrage a permis de reconnaitre les **niveaux plio-quaternaires, présents jusqu'à une profondeur de 18 m environ ainsi que l'absence de niveau sableux du Pliocène susceptible de contenir une nappe superficielle**.

Cependant, **par précaution**, un **piézomètre sera foré et équipé préalablement à toute opération de forage sur le site** afin de mesurer la perméabilité des terrains superficiels au droit du site. Dans l'éventualité où la **perméabilité des terrains montrerait l'existence d'une nappe**, cet ouvrage serait **complété par 2 autres piézomètres** afin de permettre un **suivi de la nappe** et de **s'assurer de l'absence d'impact** des opérations de forage et de l'exploitation des puits sur la nappe.

La complétion des puits prévus prévoit une triple enveloppe au niveau des terrains superficiels (Figure 180) :

- Un tube guide en acier (diamètre 28'') cimenté sur toute sa hauteur, entre 0 et 20 m – ce tube guide sera mis en place préalablement aux opérations de forage avec le rig, par une méthode de forage appliquée aux puits de captage d'eau, type havage ;
- Un premier tubage en acier de diamètre 20'' cimenté sur toute sa hauteur entre 0 et 460 m environ ;
- Un second tubage en acier de diamètre 13''3/8 cimenté sur toute sa hauteur entre 0 et 1100 m environ.

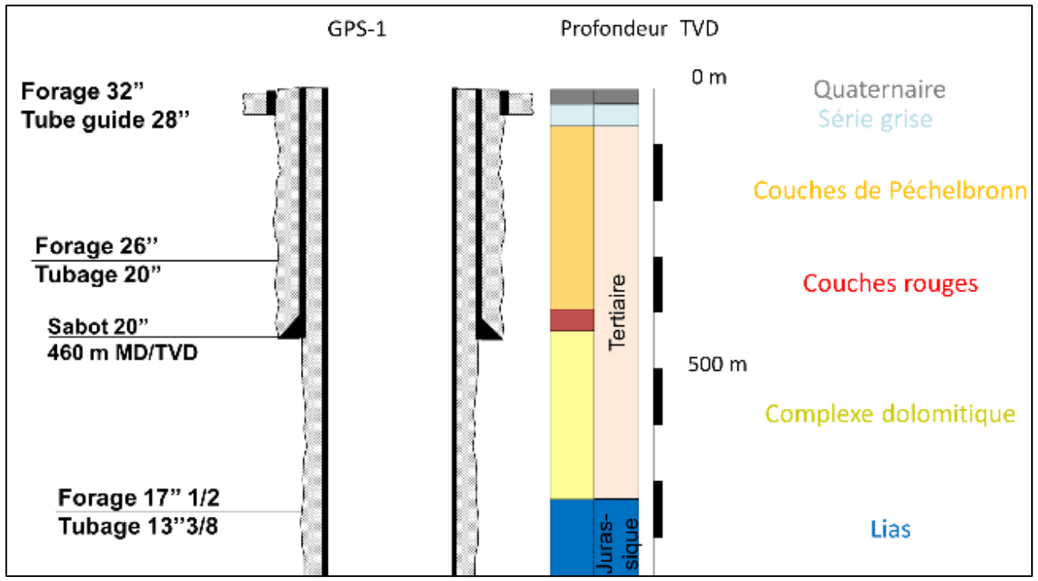


Figure 180 Illustration de la triple enveloppe prévue au niveau des terrains superficiels (source : dossier de DAOTM)

Si les diamètres et les cotes exactes finalement retenus peuvent légèrement différer en fonction des calculs de dimensionnement de l'ouvrage qui seront réalisés ultérieurement. Le principe des trois cuvelages en surface restera cependant inchangé, comme c'est le cas pour les puits forés à Rittershoffen et Illkirch par exemple.

La cimentation de ces tubages sera contrôlée par diagraphie type CBL ou USIT à la suite de sa mise en œuvre afin de quantifier la qualité des liaisons tubage-ciment et ciment-formation.

Des **diagraphies de contrôle de l'état du tubage interne 13''3/8 et de sa cimentation seront ensuite réalisées tout au long de la vie de l'ouvrage** conformément à la réglementation (tous les 3 ans pour les puits d'injection et tous les 6 ans pour les puits de production). La présence de cette triple enveloppe au niveau de la surface permet de garantir l'étanchéité du puits avec les formations superficielles dans l'éventualité de la présence d'une nappe superficielle.

Compte-tenu de l'application de ces mesures, l'incidence du projet sur les eaux souterraines superficielles est **faible**.

B. Incidence des technologies et substances utilisées

La technique de forage rotary utilisée pour la réalisation du forage aura une incidence sur le sol, le sous-sol et les eaux souterraines. Toutefois, cette technique utilisée pour les hydrocarbures ou l'eau potable est maîtrisée.

Les fluides de forage ont pour rôle de remonter les débris de roche, de refroidir le puits et l'outil de forage et d'éviter l'effondrement du puits en assurant une contre-pression suffisante contre ses parois. Les paramètres du fluide de forage (viscosité, densité, etc.) sont ajustés en continu lors des opérations afin de maintenir le puits ouvert sans envahir les formations traversées. Le fluide permet en outre la création d'une barrière entre les formations et le puits, appelé « mud cake », visant à isoler le puits des formations géologiques traversées afin de ne pas les envahir avec le fluide de forage et d'éviter la venue d'eau de formation dans le puits lors des opérations de forage.

Il existe deux grandes familles de fluide de forage : les fluides de forage à base d'huile et les fluides de forage à base d'eau. Pour des raisons environnementales, les forages de géothermie utilisent exclusivement des fluides à base d'eau, contrairement à la majorité des puits d'hydrocarbures.

La composition des fluides de forage utilisés dans le cadre de ce projet diffère selon la section forée, en fonction de la nature principale des terrains traversés par le forage. Les composant principaux des fluides de forage à base d'eau qui seront utilisés sont les suivants :

- **Viscosifiant :**
  - Bentonite (argile)
  - Gomme de xanthane
- **Contrôle de densité :**
  - Carbonate de calcium $CaCO_3$
  - Baryte $BaSO_4$
  - Sel NaCl

- **Inhibition des argiles :**
  - Chlorure de potassium KCl
- **Réducteur de filtrat :**
  - Cellulose
  - Polysaccharides
  - Amidon de pomme de terre modifié
- **Contrôle du pH :**
  - Soude NaOH
  - Acide citrique
- **Autres :**
  - Bicarbonate de sodium pour précipiter les calciums au besoin
  - Lubrifiant au besoin
  - Antibactérien au besoin pour éviter l'activité bactérienne dans le fluide de forage
  - Anti-oxydant au besoin
  - Anti-corrosion au besoin
  - Anti-mousse au besoin
  - Chlorure ferrique (utilisé lors de la floculation/déshydratation)

Il convient de préciser que cette liste est indicative et non exhaustive. La nature précise de ces additifs dépend de l'entreprise finalement retenue pour la fourniture des fluides de forage et leur compatibilité avec l'environnement sera évaluée lors de la sélection de l'entreprise en charge des travaux.

La contamination de l'environnement (c'est-à-dire des formations géologiques traversées par le puits) par le fluide de forage est **possible uniquement lors de la phase de forage**, avant la mise en place des tubages et leur cimentation. Une contamination éventuelle nécessite la rencontre de formations perméables.

Les connaissances géologiques de la zone et le retour d'expérience sur les forages à proximité montrent que **les formations qui seront traversées par les puits sont de faible perméabilité**, aucun aquifère n'étant connu dans ces couches avant le réservoir visé, constitué par les couches du Muschelkalk, du Buntsandstein et du Granite.

Ainsi la contamination du milieu naturel par les fluides de forage est très peu probable.

Le fluide de forage remontant du puits est filtré sur tamis vibrant afin de trier les débris de forage (« cuttings ») puis réutilisé dans le puits. Les particules les plus fines (par exemple d'argiles) sont filtrées par processus de centrifugation et floculation.

En fin de section de forage, le fluide de forage est **stocké dans un bassin temporaire puis entièrement traité par centrifugation et floculation**, ce qui permet d'obtenir la phase solide d'un côté et la phase liquide de l'autre. Les déblais solides sont évacués en filière spécialisée et peuvent être revalorisés. Le résidu liquide est gardé dans le grand bassin et réinjecté dans le réservoir profond avec la saumure issue des tests des puits.

Les analyses réalisées sur de précédents forages (à Illkirch notamment) montrent que l'eau issue de la déshydratation des fluides de forage a un très faible taux de matières en suspension, un pH de l'ordre de 7 et montrent une forte teneur en chlorures du fait de l'utilisation de sel et en fer issu du processus de déshydratation. Cette eau ne contient en outre pas d'autres métaux ou d'hydrocarbures.

Ainsi, l'incidence des technologies et substances utilisés sur la qualité des eaux souterraines est **faible**.

C. Impact du lessivage des surfaces d'activité

La réalisation des travaux de forage et l'activité sur le site sont susceptibles d'entraîner des pollutions vers les eaux souterraines :

- **Pollution chronique** : les caractéristiques des rejets d'eaux pluviales de la plateforme du forage sont comparables à celles issues d'un milieu urbain. Elles contiennent des métaux lourds, des poussières, des hydrocarbures (lubrifiants, graisse).
- **Pollution accidentelle** : fuite de réservoir, déversement accidentel…

L'incidence est **directe** et **temporaire**.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Les **surfaces faisant l'objet d'activités considérées « à risque »** (circulation d'engins de chantier, manipulation et stockage de produits dangereux…) sont revêtues en enrobés et leurs eaux de ruissellement sont **intégralement collectées** par un système de caniveaux :

- En phase forage :

  Les eaux pluviales sont stockées dans le bassin de 5 500 m³, puis réutilisées pour la fabrication de boue ou des essais de pompage.

  Le niveau dans le bassin sera maintenu en permanence en dessous d'un niveau seuil afin de ne jamais se trouver en situation de débordement.

  Aucun rejet vers les eaux souterraines ou superficielles n'est prévu.

- En phase hors forage :

  Les pluies faibles à moyennes (jusqu'à P10) sont stockées dans les collecteurs d'un volume ≤ 200 m³, puis rejetées à débit limité **après traitement par un débourbeur/déshuileur de classe 1** permettant de respectant un seuil de rejet de **5 mg/l d'hydrocarbures**. Les eaux traitées sont évacuées vers la nappe via un dispositif d'infiltration.

  Pour les pluies fortes (volume de pluie > 200 m³), les eaux excédentaires seront déversées vers le bassin de 5 500 m³ puis réutilisées (cf. point ci-dessus).

  Le niveau dans le bassin de 5 500 m³ sera maintenu en permanence en dessous d'un niveau seuil afin de ne jamais se trouver en situation de débordement.

  Une vanne manuelle permettra le **confinement** des eaux en cas de pollution accidentelle.

Aucun rejet d'eaux de ruissellement non traitées n'est prévu vers les eaux souterraines ou superficielles.

Par ailleurs, des dispositifs de stockage sur rétention des produits liquides seront utilisés sur la plateforme de forage ; des moyens d'absorption des pollutions seront disponibles sur le site afin d'intervenir en cas de pollution accidentelle (cf. étude d'impact).

Pour les surfaces **ne faisant pas l'objet d'activités à risque** (talus enherbées, surfaces de parking VL et de bungalows en concassé), **les pluies courantes seront infiltrées**. Ces surfaces présentant, hors forage, les caractéristiques des surfaces urbaines (risque lié à la présence de véhicules motorisés), l'infiltration des eaux permet un traitement de ces pollutions chroniques par percolation des eaux dans la zone non saturée du sol. Ce type d'usage est compatible avec les **prescriptions de la doctrine de gestion des eaux pluviales de la région Grand Est**.

L'incidence du lessivage des surfaces d'activité sur la qualité des eaux souterraines est jugée **faible**.

5.1.1.2.3. **Impact sur l'écoulement des eaux souterraines**

Les impacts quantitatifs temporaires comme permanents sur les eaux souterraines peuvent être considérés comme nuls puisque le débit réinjecté sera égal au débit pompé. La boucle géothermale fonctionnera en continu. Les eaux seront réinjectées dans la zone d'influence en limite du cône de rabattement de façon à garder le réservoir sous pression sans refroidir la zone exploitée. Ce mode d'exploitation est rendu possible par la qualité et le volume du milieu fissuré exploité qui est assimilable à grande échelle à un milieu perméable continu équivalent.

D'autre part, le pompage étant réalisé dans un milieu faillé profond, aucun impact sur l'écoulement ou le niveau des eaux souterraines et superficielles, exploitées localement pour l'alimentation en eau potable ou industrielle, n'est à prévoir.

L'incidence sur l'écoulement des eaux souterraines est **nulle**.

5.1.1.3. EAUX SUPERFICIELLES

5.1.1.3.1. **Impacts quantitatifs sur les eaux superficielles**

A. Prélèvements d'eaux superficielles

Aucun prélèvement des eaux superficielles n'est envisagé dans le cadre du projet.

L'incidence sur les prélèvements d'eaux superficielles est **nulle**.

B. Incidences sur les débits

L'imperméabilisation des surfaces entraine une augmentation des débits de ruissellement susceptible de se répercuter par un pic de débit plus important dans les cours d'eau exutoires.

L'incidence est **directe** et **temporaire**.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Les eaux pluviales de ruissellement de l'ensemble des surfaces du site seront :

- Soit infiltrées directement (surfaces non étanches)
- Soit intégralement collectées (surfaces étanches) puis :
  - Phase hors forage : infiltrées après traitement ;
  - Phase forage : stockées dans le bassin de 5 500 m³ puis réutilisées en essai de forage.

Il n'y aura aucun rejet vers les eaux superficielles.

L'incidence du projet sur les débits des cours d'eau est jugée **nulle**.

5.1.1.3.2. **Impacts sur la qualité des eaux superficielles**

La réalisation des travaux de forage et l'activité sur le site sont susceptibles d'entraîner des pollutions vers les eaux superficielles :

- **Pollution chronique** : les caractéristiques des rejets d'eaux pluviales de la plateforme de forage sont comparables à celles issues d'un milieu urbain. Elles contiennent des métaux lourds, des poussières, des hydrocarbures (lubrifiants, graisse).
- **Pollution accidentelle** : fuite de réservoir, déversement accidentel…

L'incidence est **directe** et **temporaire**.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Comme rappelé ci-dessus, **il n'y aura aucun rejet vers les eaux superficielles**.

L'incidence du projet sur la qualité des eaux superficielles est jugée **nulle**.

5.1.1.4. QUALITE DE L'AIR

Les principaux rejets atmosphériques susceptibles de porter préjudice à la qualité de l'air sont les suivants :

- les poussières ;
- les gaz d'échappement des moteurs thermiques et des groupes diesel de secours ;
- les gaz présents dans les fluides thermaux.

❖ Les poussières

Les envols de poussière ne seront possibles que par temps très sec et venteux.

Elles peuvent être générées par :

- la circulation des véhicules et engins de chantier sur les voies d'accès et plate-forme de forage ;
- d'éventuels travaux de remise en état du site.

❖ Rejets des gaz de combustion moteur

Les principaux rejets concernent :

- les gaz issus de la combustion de carburants moteurs (véhicules et moteurs de la foreuse). Ces gaz émis sont essentiellement le CO_2, le CO, le SO_2, le NO_2 et le O_3 ;
- les poussières (suie de diesel) et le plomb émis par les moteurs.

❖ Les gaz du fluide géothermal

Le fluide géothermal circulant naturellement dans les fractures du granite contient des gaz (CO_2 et N_2 principalement), des sels dissous. Un focus est proposé sur ces gaz, **bien qu'ils n'aient aucun impact sur la qualité de l'air** (source : entretien avec ATMO Grand Est).

En phase d'exploitation, la boucle géothermale fonctionnera en boucle fermée maintenue à une pression supérieure à la pression de dégazage du CO_2 dissous. La centrale géothermique ne sera donc pas une source d'émission de CO_2 en régime établi.

Ponctuellement, des émissions de gaz seront néanmoins possibles lors de phase de démarrage ou d'arrêt (normal ou d'urgence) requérant l'utilisation du séparateur liquide/vapeur. Les émissions dans l'atmosphère du séparateur sont constituées principalement de vapeur d'eau. En intégrant cette vapeur d'eau aux gaz dissous dans le fluide géothermal, la composition volumique des émissions atmosphériques du séparateur est la suivante :

Tableau 107 Composition volumique des émissions atmosphériques du séparateur

Gaz	Concentration (% vol.)
Vapeur d'eau	99
Dioxyde de carbone	1
Autres gaz	<0,1

Cet équipement sera utilisé très rarement, lors de périodes de fonctionnement courtes, de l'ordre de quelques dizaines d'heure par an. Par ailleurs, durant ces phases, le débit géothermal n'est pas encore au nominal. En considérant environ 36 h/an de fonctionnement sur le séparateur, les émissions de gaz à effet de serre en fonctionnement dégradé lorsque le séparateur est utilisé seront globalement de l'ordre d'une dizaine de tonnes par an[24], soit l'équivalent de l'empreinte carbone annuelle d'un français[25].

❖ Propagation et dispersion des polluants atmosphériques

Le sens principal de propagation est fonction de la direction des vents dominants les plus forts, majoritairement de secteur Sud-Ouest et Nord-Est. Les poussières et gaz sont donc rabattus en direction du Sud-Ouest de la plateforme ou ils ne toucheront les premières infrastructures humaines à environ 2 km sur le territoire communal de Betschdorf. Les poussières et gaz rabattu en direction du Nord-Est seront quant à eux sur le territoire communal de Soultz-sous-Forêts, où ils toucheront les premières infrastructures humaines à environ 1 km du projet.

L'existence d'un revêtement bitumineux sur les voies d'accès à la plate-forme de forage limitera la création de poussières.

La circulation sur le site même et celle générée par l'activité du site sera négligeable par rapport à la circulation routière des abords immédiats (D263 et D264). Pour rappel, la circulation de camions (13,5 tonnes à l'essieu) se limitera à :

- 3 à 4 véhicules par jour en moyenne sur une période de 2 à 3 semaines, lors de la phase d'amenée du chantier, puis lors de la phase de repli du chantier ;
- un ou deux véhicules par jour lors des travaux de forage, de développement et de tests.

Aussi, les émissions des échappements des véhicules et moteurs au droit du site ne généreront aucun impact significatif et supplémentaire sur le milieu air. Par ailleurs, il convient de signaler qu'aucun obstacle ne vient entraver la libre circulation de l'air au niveau des échappements, si bien que la création d'atmosphères confinées n'est pas à suspecter.

[24] [24] Détail du calcul : E = T x Q x GLR x F x Mv = 36 h/an x 150 m^3/h x 1,1 x 90% x 1,87 kg/m^3 = 9 665 kg/an
E : Emission annuelle de CO_2 en kg/an
T : Temps annuel en production sur le séparateur, 36 h/an
Q : Débit majorant sur le séparateur : 150 m^3/h
GLR : Ratio gaz/liquide majorant, 1,1
F : Fraction de CO_2 dans les gaz dissous, 90%
Mv : Masse volumique de CO_2, 1,87 kg/m^3

[25] https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lempreinte-carbone-de-la-france-de-1995-2021

➔ **Mesures mises en œuvre**

Le GEIE EMC étudie la possibilité de raccorder la machine de forage au réseau électrique de distribution et de n'utiliser les groupes diesel qu'en cas de secours.

L'impact temporaire du chantier de forage et de la phase d'essai sur la qualité de l'air est donc **faible**.

5.1.1.5. POLLUTION DU SOL ET DU SOUS-SOL

La mise en place d'une dalle bétonnée imperméable au niveau de la plate-forme de forage, du revêtement routier des chemins d'accès, et le décaissement des sols au niveau du futur bassin de réserve correspondent à des changements de fonction et d'usage du sol et à ce titre sont à l'origine d'un impact sur le milieu du sol.

Les risques de pollution accidentelle des sols sont inhérents :

- à l'utilisation et au stockage, sur la plate-forme de forage, d'hydrocarbures liquides, mobiles dans les sols et les eaux. Ces produits sont destinés à la production d'énergie motrice (carburants moteurs), à l'entretien et à la maintenance des installations et véhicules (huiles et lubrifiants) ;
- à la remontée des boues de forage usagées chaudes (contenant déblais et substances dissoutes ou émulsionnées des terrains forés) et à leur stockage.

➔ **Mesures mises en œuvre**

L'ensemble des produits liquides sur le site sera stocké sur rétention. Des moyens d'absorption seront disponibles sur le site afin de prévenir le risque d'écoulement accidentel et de réagir rapidement en cas d'incident.

Les incidences sur le risque de pollution du sol seront **faibles**.

L'exploitant mettra en œuvre des techniques de forage éprouvées et de cuvelage permettant de limiter les effets sur le sol et le sous-sol ainsi que sur les eaux souterraines notamment afin d'éviter une pollution, la mise en contact de différentes aquifères ou la contamination des eaux souterraines.

5.1.2. Biodiversité

5.1.2.1. RAPPEL DU PROJET

Le projet est un projet d'exploitation géothermique qui nécessite l'aménagement de 3 zones géographiques : la nouvelle centrale GPK2, le site de forage OPS4 et la conduite qui relie ces deux entités. Il se déroule selon **3 temporalités**, chacune pouvant engendrer différents impacts écologiques sur le site d'étude :

- D'abord une phase de travaux d'aménagement de plateforme puis de forage sur le site OPS4 qui débuterait mi-2024 pour une durée de 2 ans sur une surface de 1,8 ha.
- Puis une phase d'aménagement sur les sites GPK2 (0,8 ha) et OPS4 (1,2 ha) ainsi que la construction de la conduite entre ces deux structures (environ 1,9 km de long). Les travaux dureraient alors 2 ans.
- Et enfin, la phase d'exploitation des sites.

Le présent chapitre porte sur la phase travaux de forage (site OPS4).

5.1.2.2. EFFETS SUR LES MILIEUX NATURELS REMARQUABLES

5.1.2.2.1. **Effets sur les sites Natura 2000**

L'analyse détaillée des incidences sur les sites NATURA 2000 est présentée en partie ***5.3. Evaluation des incidences Natura 2000***, page 293.

« Au regard de l'analyse réalisée, il apparaît que le projet n'aura aucune incidence sur le réseau Natura 2000. Aussi, en l'absence d'incidences prévisibles, il n'apparait pas nécessaire de réaliser une analyse des incidences approfondie. »

5.1.2.2.2. **Effets sur les ZNIEFF**

Rappelons que le site du projet se trouve à environ 1,25 km à l'Est de la ZNIEFF de type II « Vallée du Seltzbach et massif du Niederwald ».

Les milieux culturaux entourant le site du projet ne sont pas listés comme des habitats déterminants de cette ZNIEFF. De plus 4 des 8 espèces de cette ZNIEFF sont inféodées aux milieux aquatiques.

Enfin, au vu de la distance séparant cette ZNIEFF du site, l'impact potentiel du projet sur la ZNIEFF est jugé négligeable.

5.1.2.2.3. **Effets sur les Zones Humides Remarquables**

Aucune zone humide remarquable n'est recensée dans un rayon de 2 km autour du site.

L'incidence du projet sur les ZHR est jugée nulle.

5.1.2.2.4. **Effets sur les autres sites naturels remarquables**

Le projet prend place au sein du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord, cependant, le projet est éloigné de tout corridor ou de tout habitat potentiellement riche en biodiversité. Etant situé loin de tous les autres sites naturels remarquables, les impacts du projet sur ces zones peuvent être jugés nuls.

L'incidence sur les milieux naturels remarquables est jugée **négligeable** à **nulle**.

5.1.2.3. EFFETS SUR LES HABITATS NATURELS, LA FAUNE ET LA FLORE DU SITE

5.1.2.3.1. Impacts directs

A. Impacts bruts sur la flore et la végétation à enjeu

Les impacts sur la végétation peuvent être classés en trois catégories :

- destruction et/ou dégradation d'habitats naturels ;
- disparition d'espèces végétales remarquables ;
- artificialisation des milieux.

Concernant la flore et les habitats, le secteur est dominé par la grande culture et occupé par une flore « banale », dominée par les espèces rudérales et nitrophiles.

Aucune espèce présentant un statut patrimonial n'a été observée. En conséquence l'impact du projet est négligeable pour la flore. Toutefois, il est important de veiller à ce que la roselière, présentant un enjeu réglementaire, et située au nord-ouest du site, ne soit pas impactée.

B. Impacts bruts sur la faune à enjeu

Les impacts théoriques sur la faune peuvent être classés en trois catégories :

→ *destruction et/ou dégradation d'habitats d'espèces animales : impact **permanent***
→ *destruction d'espèces animales remarquables lors des travaux : impact **temporaire***
→ *dérangement ou perturbation de la faune durant la phase travaux (faune fréquentant l'aire d'étude et/ou ses abords immédiats) : impact **temporaire**.*

Sur le site, les **impacts concernent principalement l'avifaune**. En effet, les espèces à enjeux identifiées sur le site sont pour la grande majorité des oiseaux, le site étant assez peu favorables aux autres groupes (insectes, reptiles, mammifères). Les espèces à enjeux identifiées sont principalement du **cortège des milieux semi-ouverts**, comme le Bruant jaune *Emberiza citrinella* ou encore **la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio*, dont deux couples nicheurs sont suspectés à proximité des travaux d'aménagements. Cette dernière, inscrite à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux et classée Vulnérable à l'échelle régionale, pourrait être impactée par le projet avec la destruction de son habitat de nidification (ronciers autour du site OPS4) ou bien par dérangement lors de la phase travaux.**

On peut aussi noter la présence d'Oedipode émeraudine *Aiolopus thalassinus* sur les milieux à végétation basse au niveau du portail du site OPS4, milieu inclus dans la zone d'emprise des travaux sur le site OPS4.

Les impacts sur les espèces d'autres groupes taxonomiques sont jugés négligeables étant donné la nature des travaux, leurs faibles surfaces ainsi que les faibles enjeux identifiés au sein des zones d'emprise des projets.

Tableau 108 Impacts sur les différentes espèces à enjeu du site

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Enjeu	Impact potentiel	Justification
Mammifères				
Lièvre d'Europe	*Lepus europaeus*	Moyen	Négligeable	Espèce commune et surface impactée négligeable au vu du contexte
Oiseaux				
Cortège des milieux semi-ouverts		Moyen	Moyen	Surface impactée faible mais des sites de nidification sont impactés dans un contexte où ils sont relativement peu nombreux (dérangement/destruction)
Reptiles				
Lézard des murailles	*Podarcis muralis*	Moyen	Négligeable	Espèce commune observée en marge des zones impactées et surface impactée négligeable au vu du contexte
Insectes				
Conocéphale gracieux	*Ruspolia nitidula*	Moyen	Négligeable	Espèces communes observées en marge des zones impactées et surface impactée négligeable au vu du contexte
Criquet ensanglanté	*Stethophyma grossum*	Moyen	Négligeable	
Criquet marginé	*Chorthippus albomarginatus*	Moyen	Négligeable	
Oedipode émeraudine	***Aiolopus thalassinus***	**Moyen**	**Faible**	**Population isolée observée dans la zone d'emprise des travaux et habitats favorables identifiés seulement dans celle-ci**

5.1.2.3.2. Impacts indirects

A. Cas des espèces invasives

L'altération des habitats comprend également la menace des espèces invasives. En effet, ces espèces exotiques à potentiel colonisateur fort sont grandement favorisées par les activités humaines et notamment les remaniements de matériaux. Il s'agira de prendre en compte cet élément en phase travaux, mais soulignons que les milieux concernés sont déjà impactés par la présence d'invasives. Les mesures doivent viser à limiter leur propagation à d'autres espaces, non impactés à ce jour. **L'impact est faible.**

→ *Dispersion des espèces invasives liée aux terrassements en phase travaux : impact **temporaire***

B. Dérangement de la faune du site

Le dérangement de la faune sur un site est lié à la fréquentation humaine qui peut contribuer à diminuer sa tranquillité : émissions lumineuses, bruits et vibrations dues aux forages réalisés et/ou à la circulation des engins pendant les travaux, présence du personnel, peuvent gêner et éloigner les animaux plus ou moins sensibles aux dérangements. Ce dérangement de la faune du site est un impact qui peut être considéré comme temporaire, car assez rapidement les animaux s'adapteront en trouvant de nouveaux lieux de reproduction et d'alimentation. Cet impact est local pour l'ensemble des espèces qui seront gênées par le bruit et les vibrations provenant des engins de chantiers ou de l'activité de forage.

→ *Dérangement dû à la réalisation des travaux : impact **temporaire***

5.1.2.3.3. Mesures d'évitement et de réduction

A. Mesures d'évitement

La surface d'emprise des travaux comprend peu d'espaces favorables à la biodiversité, les impacts directs de ces projets sont globalement négligeables. De plus, les seuls impacts qui ne sont pas « négligeables » (**Pie-grièche écorcheur, Œdipode émeraudine**) ne sont pas adaptables : les ronciers autour d'OPS4 devront être détruits pour permettre l'extension de la structure. Même s'ils n'étaient pas détruits, le point de forage et les travaux à proximité engendreraient une perturbation importante pour les couples nicheurs. Ce sont alors seulement des mesures de réduction qui seront mises en place.

B. Mesures de réduction

- *MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année*

Référence Théma : R3.1A	**MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année Phase concernée**
Phase concernée	Réduction temporelle : **phase travaux**
Espèces ou habitats concernés	Biodiversité au sens large
Localisation	Contour des sites d'exploitations
Objectifs	
Afin de limiter les impacts sur la faune, la réalisation des travaux devront être effectuée en dehors des périodes de reproduction, de floraison ou d'hibernation. Il s'agit en effet d'empêcher la destruction/le dérangement des nids et/ou des individus d'espèces en adaptant les périodes de travaux aux exigences écologiques des espèces.	
Description de la mesure	
L'ensemble de l'emprise projet, en dehors des mesures d'évitement ou de réduction, sera potentiellement détruit par les travaux de dégagement des emprises (défrichement ; terrassement) liés au projet. Afin de réduire les dégâts sur les individus d'espèces patrimoniales ou non, il est important de réaliser ces travaux, dans la mesure du possible, à une période où un maximum d'individus sont mobiles.	

Référence Théma : R3.1A	**MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année Phase concernée**

Ainsi, il est nécessaire **d'éviter** :

- La période printanière où une majorité d'espèces se reproduisent, fleurissent et pondent/mettent bas ;
- Le début d'été où une majorité d'espèces élèvent leurs jeunes encore peu mobiles ;

De ce fait, **la période de fin d'été jusqu'à la fin de l'hiver** constitue la **meilleure période** pour réaliser des travaux, notamment de défrichement, dans les secteurs à enjeu les plus sensibles.

Le tableau ci-après présente les périodes optimales pour la réalisation des différentes phases des travaux :

Remarque : ce tableau ne concerne que les travaux de dégagement des emprises (défrichement, terrassement) qui sont les plus impactants pour la biodiversité. Les travaux d'enfouissement de la conduite ont des impacts temporaires négligeables au regard des milieux et de la surface concernés.

Groupes	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Aout
Flore												
Mammifères terrestres												
Chiroptères												
Avifaune												
Amphibiens & Reptiles												
Insectes												
Synthèse												

	Période optimale pour la réalisation de travaux
	Période faiblement sensible pour le groupe concerné (des contraintes peuvent exister, exemple : oiseaux hivernants, reproduction précoce d'amphibiens, etc.). Des travaux, **hors défrichement**, peuvent être menés sous certaines conditions (climatologie favorable, travaux légers, etc.), mais **après validation auprès d'un écologue**
	Période durant laquelle les travaux ne doivent pas débuter. En cas d'impossibilité d'évitement de cette période pour les travaux de terrassement notamment, le passage d'un écologue sera réalisé avant le démarrage des travaux pour identifier les enjeux potentiels et les précautions particulières à mettre en œuvre.

Les mois de **septembre à mars** correspondent donc à la période la moins sensible vis-à-vis de l'ensemble des groupes taxonomiques à enjeux du site. C'est donc la **période à privilégier pour tous les travaux** (dans la mesure du possible) mais **l'unique période pour les défrichements**. C'est à cette période que la majorité des espèces des groupes recherchés n'est plus en phase reproduction mais est encore active ou absente.

Référence Théma : R3.1A	MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année Phase concernée

Les travaux autres que le défrichement seront possibles de novembre à février uniquement au cas par cas, avec validation de l'écologue, et un passage sur site quelques jours avant le lancement afin de définir les sensibilités écologiques. Notons que les milieux tout juste défrichés sont des habitats favorables pour les espèces pionnières ayant tendance à coloniser rapidement les milieux. En cas de découverte d'individus, une procédure spécifique sera proposée par l'écologue selon les enjeux et statuts du site (transit, reproduction, hivernage).

Tous les individus/espèces ne seront pas pour autant sauvés avec cette mesure. Il est en effet presque impossible de proposer un calendrier qui supprime entièrement la destruction des espèces (protégées et/ou remarquables) ainsi que le dérangement pendant la phase travaux. Néanmoins, cette mesure permet de limiter les atteintes aux groupes taxonomiques les plus sensibles à l'échelle de l'aire d'étude.

En cas d'arrêt prolongé du chantier, il sera nécessaire de :

- Réaliser un entretien permettant de maintenir une végétation herbacée très rase afin de rendre le site non favorable aux espèces trouvant refuge dans les hautes herbes ;
- Faire une vérification des zones ouvertes par un écologue avant la reprise des travaux afin de s'assurer de l'absence de colonisation du site par certaines espèces pionnières.

Limites / observations

Les travaux vont *a priori* se dérouler sur des durées assez longues, on tentera alors d'éviter au maximum les actions les plus impactantes pour la biodiversité lors des périodes les plus sensibles.

Modalités de suivi

Vérification du respect du calendrier de travaux par l'écologue mandaté.

La mesure préconise de **réaliser les travaux sur la période septembre-mars**.

Pour la phase travaux de forage, ÉS s'engage à respecter ces préconisations *a minima* pour les travaux de **libération des emprises du site OPS4 en amont des travaux d'aménagement de la plateforme.**

- *MR2 : Limiter la prolifération d'espèces exotiques envahissantes*

Référence Théma : R2.1F	MR2 : Limiter la prolifération des espèces végétales exotiques envahissantes
Phase concernée	Réduction technique : **phase de travaux et exploitation**
Espèces ou habitats concernés	Ensemble de la biodiversité
Localisation	Sites GPK2, OPS4 et tracé de la conduite

Objectifs

Trois plantes exotiques envahissantes ont été identifiées sur l'aire d'étude. Parmi elles, le **Robinier faux-acacia *Robinia pseudoacacia*** et le **Solidage géant *Solidago gigantea***, qui possèdent un fort potentiel de colonisation, et leur expansion doit être suivie et limitée en cas de menace trop importante. Les espèces invasives sont susceptibles de se répandre suite aux travaux, soit par dispersion des plantes déjà présentes sur site, soit par l'apport de plantes par les engins. Elles peuvent donc également être propagées à l'extérieur de la zone de projet vers des secteurs aujourd'hui vierges.

Une vigilance particulière devra être maintenue sur la zone d'emprise des travaux, car les zones remaniées constituent une niche écologique de choix pour la prolifération des espèces végétales invasives.

Cette mesure est à décliner lors des différentes étapes de travaux.

Descriptif de la mesure

- ***En amont des travaux***

Une visite sera réalisée par un écologue sur les zones d'accès au chantier et les zones de stockage des matériaux et des engins afin de mettre en évidence les **foyers d'espèces invasives**. Des **secteurs de stockage temporaire** de ces espèces devront être prévus (les secteurs voués à l'imperméabilisation / excavation seront favorisés). Les emplacements des **zones de nettoyage des engins** en entrée et sortie de chantier seront définis. Une campagne d'arrachage pourra alors être mise en œuvre selon les enjeux identifiés et les espèces retirées devront être exportées dans un centre de traitement spécialisés, ou enterrés in situ à une profondeur suffisante (3 m), ou dirigés vers un centre de compostage, de méthanisation, d'enfouissement technique ou d'incinération.

- ***Lors de la phase travaux***

Une attention particulière sera accordée pour **veiller à ne pas disséminer d'espèces envahissantes vers le chantier comme vers l'extérieur du chantier** (semence et bouture) avec les engins de travaux. Les voies de passage empruntées par ces engins devront être délimitées. Un **nettoyage des roues sera nécessaire régulièrement et obligatoirement à l'entrée et à la sortie des zones de chantiers**. Ces nettoyages devront être réalisés sur les zones prévues à cet effet et imperméabilisées.

Référence Théma : R2.1F	MR2 : Limiter la prolifération des espèces végétales exotiques envahissantes
• ***Après la phase de travaux*** Une **surveillance des surfaces remaniées par les travaux sera nécessaire**, jusqu'à la recolonisation complète par les espèces autochtones, à la non-installation d'espèces envahissantes au niveau des sols remaniés lors du terrassement. Un **suivi du développement des espèces invasives** devra être mené et des opérations d'arrachage ponctuelles pourront être prévues et réalisées si nécessaire.	
Modalités de suivi	
• Vérification du respect des prescriptions • Suivi post-chantier de la reprise de la végétation (limité aux zones non artificialisées, non exploitées par l'agriculture)	

Compte-tenu de la mise en œuvre des mesures de réduction, l'impact du projet sur la flore et la flore est donc jugé **faible**.

5.1.2.4. EFFETS SUR LES CONTINUITES ECOLOGIQUES REGIONALES ET LOCALES

5.1.2.4.1. **Effets sur les continuités écologiques du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) d'Alsace**

Le site de projet prend place en dehors de tout corridor écologique, le plus proche étant situé à 1,4 km au Nord/Nord-Est du site. Il s'agit du corridor CR034, de type « cours d'eau », défini comme « à préserver ». Au vu de la distance séparant le site du corridor, il parait peu probable que celui-ci soit impacté par les activités de forages.

L'impact attendu du projet sur la Trame verte et bleue du SRCE d'Alsace est jugé **nul**.

5.1.2.4.2. **Effets sur les continuités écologiques du Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) de l'Agglomération Strasbourgeoise**

Le site de projet prend place à 1,4 km au Sud/Sud-Ouest du corridor écologique le plus proche ; ce corridor se superpose à celui qui est identifié dans le SRCE d'Alsace (cf. paragraphe précédent). Il n'existe pas de réservoir de biodiversité en périphérie proche du site.

Aucune atteinte au continuum écologique identifié dans le SCoT de l'Agglomération Strasbourgeoise n'est attendue.

L'incidence sur les continuités écologiques est jugée **nulle**.

5.1.3. Population et santé humaine

Les risques sur la santé sont essentiellement des risques toxicologiques liés :

- aux rejets atmosphériques des moteurs thermiques ;
- aux rejets en eaux usées et en eaux pluviales ;
- à la nature et au mode de gestion des déchets sur le site ;
- aux carburants, huiles moteurs et hydrauliques ;
- au risque lié aux produits stockés sur site ;
- aux émissions de radon ou à l'accumulation de radioéléments dans les équipements de surfaces utilisés pour les essais.

5.1.3.1. CONSOMMATION D'ESPACES NATURELS, AGRICOLES ET FORESTIERS

Le projet engendrera la consommation d'espaces agricoles d'environ 1,8 ha sur le ban communal de Soultz-Sous-Forêts.

Sur ces 1,8 ha, seulement 1,4 sont des espaces agricoles, principalement des cultures de maïs (les 0.4 ha restants formant l'actuelle plateforme du puits OPS4). Ces surfaces seront partiellement restituées à l'issue de la phase travaux de forage.

Le projet se situe en zone uniquement agricole. Il n'engendrera pas de destruction d'espaces forestiers. Aucun espace naturel ne sera impacté par le projet.

L'incidence du projet sur la consommation d'espaces naturels et forestiers est **négligeable**.

L'incidence du projet sur la consommation d'espaces agricoles est **faible**.

5.1.3.2. RISQUE INONDATION ET COULEES DE BOUE

Le site du projet n'est pas situé en zone d'expansion des crues.

Il prévoit une gestion quantitative des eaux pluviales des surfaces imperméabilisées avant rejet vers le sous-sol (infiltration). Aucun rejet vers les eaux superficielles n'est prévu.

Les eaux de ruissellement des surfaces étanches sont intégralement collectées afin de ne pas accélérer les débits de ruissellement vers les parcelles attenantes et d'aggraver le risque de coulées de boue.

L'incidence du projet sur le risque inondation et coulées de boue est **nul**.

5.1.3.3. RESEAUX HUMIDES

5.1.3.3.1. Alimentation en eau potable

La consommation en eau prévisionnelle pour la réalisation des forages projetée est de l'ordre de 1 500 m³ par forage, soit **3 000 m³ pour 2 forages**. Le besoin instantané est de 25 à 30 m³/h (hors poteau incendie).

ÉS s'assurera en amont du démarrage des travaux auprès du gestionnaire du réseau de la **robustesse du réseau à fournir ces besoins sans affecter la continuité de service public** pour les abonnés. En cas de nécessité, l'eau douce nécessaire aux opérations pourra être stockée dans un bassin pour limiter le débit de puisage sur le réseau.

L'incidence du projet sur les prélèvements d'AEP dans le réseau public sera **négligeable**.

5.1.3.3.2. Rejets d'eaux usées

Les rejets d'eaux usées du projet seront des rejets de type domestique, collectés dans des fosses septiques.

Aucun rejet lié à l'activité du forage (eaux de décantation des boues de forage) ne sera réalisé dans le réseau eaux usées ou les eaux de surfaces dans le cadre de la réalisation et du fonctionnement de l'installation de forage. Les boues de forage remontant à la surface seront filtrées par des tamis et les eaux de décantations stockées dans des bassins bâchés étanches avant que ces dernières soient réinjectées en profondeur ou recyclées dans le processus de fabrication de la boue de forage, ou évacuées par citernage vers un centre de traitement dans le cadre d'un contrat avec une compagnie spécialisée selon les difficultés éventuelles de la séparation solide/liquide.

La zone de fabrication des boues fera l'objet d'un ceinturage spécifique ; les eaux collectées dans cette zone seront pompées et stockées dans les bassins de stockage de boue.

Aucun risque relatif aux eaux usées n'est retenu étant donné que ces eaux sont gérées par un système d'assainissement autonome (fosse septique) régulièrement vidangé et évacué hors du site vers une filière de traitement agréée (station d'épuration par exemple).

Aucun raccordement ou rejet d'eaux usées au réseau d'assainissement n'est prévu dans le cadre du projet.

5.1.3.3.3. Rejets d'eaux pluviales

Les eaux pluviales seront intégralement collectées, stockées, puis, selon leur conductivité :

- Soit stockées dans le bassin puis réutilisées en injection dans le forage ;
- Soit infiltrées vers le sous-sol via un dispositif d'infiltration.

Aucun raccordement ou rejet d'eaux pluviales au réseau d'assainissement n'est prévu dans le cadre du projet.

L'incidence du projet sur les réseaux humides est **négligeable**.

5.1.3.4. EMISSIONS DE VIBRATIONS / SISMICITE INDUITE

5.1.3.4.1. Emission de vibration

Les vibrations liées aux travaux de foration sont de très faibles énergies et ne sont pas susceptibles d'être perceptibles hors de la plate-forme et encore moins d'induire des gênes et nuisances aux bâtiments et habitants les plus proches.

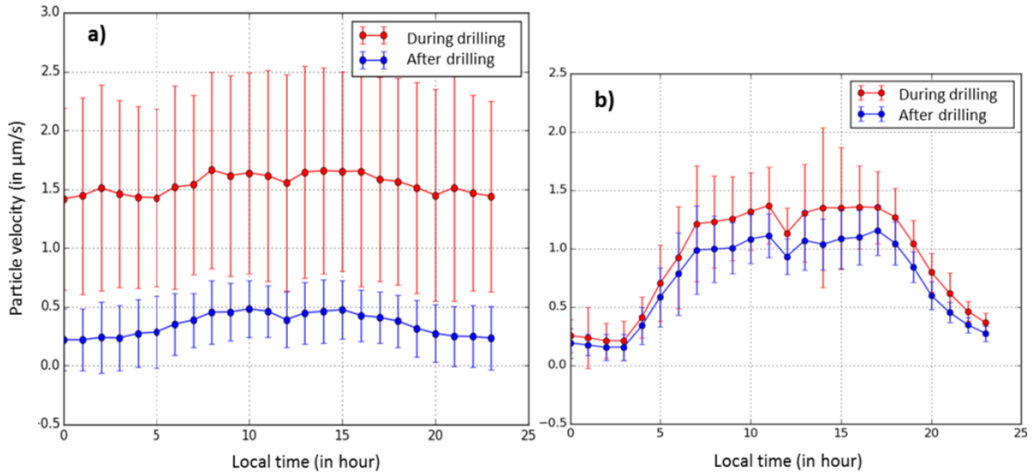


Figure 181 Vitesses particulaires enregistrées lors du premier projet de Rittershoffen, a) sur le RIG et b) à 2.5 km. En rouge, un enregistrement pendant la foration et en bleu après la foration (cf. Maurer et al., EGC 2016)

En phase de développement des puits et en phase d'exploitation aucune vibration notable ne sera émise en continue par les opérations sur site.

5.1.3.4.2. Sismicité induite

Il est notoire que certaines activités anthropiques, comme l'exploitation de mines souterraines ou le creusement de tunnels, peuvent générer des séismes. Sous le terme de sismicité induite, ce phénomène provoqué par des interventions techniques d'envergure menées dans le sous-sol a été observé et étudié.

À de rares exceptions près, ces séismes sont de très faibles amplitudes et sont à peine perceptibles en surface, on parle alors de micro-sismicité. Ces séismes induits, observés dans le monde ont néanmoins pu parfois causer des dommages économiques et humains. La géothermie profonde opérée dans des zones avec une activité tectonique doit intégrer ce risque. Pour tout projet de géothermie profonde, il est essentiel de mieux connaître la géologie du sous-sol impacté par ces travaux et comprendre les phénomènes naturels, notamment sismiques, susceptibles d'être activés par les travaux, afin de minimiser leur probabilité et leur intensité. La maîtrise de l'aléa sismique en géothermie profonde passe par la mise en œuvre, par les exploitants, d'un processus de surveillance et d'un pilotage affiné de leurs opérations de forage et de sollicitation du réservoir.

Le « *guide des bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite par les opérations de géothermie profondes* »[26] a été rédigé en 2023 à la demande de la direction générale de la prévention des risques (DGPR) au sein du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires et de la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) au sein du ministère de la Transition énergétique. Il a été produit conjointement par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) et l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) dans le cadre de leur mission d'appui aux pouvoirs publics. Il a fait l'objet d'une relecture par l'Association Française des Professionnels de la Géothermie (AFPG) ainsi que par deux experts académiques du domaine.

Ce guide, qui se veut un reflet de l'état de l'art s'adresse aux professionnels de la géothermie profonde. Il peut aussi éclairer l'ensemble des parties prenantes (associations, riverains, autorités, y compris les DREAL…) sur les risques sismiques et les moyens de les prévenir. Il propose des recommandations et bonnes pratiques en relation avec l'état de l'art, les concepts et les connaissances à la date. Il vise à donner des éléments de cadrage pour évaluer l'aléa incident sismique selon la typologie de réservoir géothermique et le réévaluer itérativement afin que la méthode d'exploitation soit la mieux adaptée au projet et à son développement. Plus précisément, une stratégie de révision de l'aléa incident sismique est proposée à chaque phase clé de développement d'un projet, sur la base de données et critères factuels, pour si besoin, adapter en conséquence les étapes techniques du projet, ainsi que les outils de prévention et de maîtrise de l'aléa incident sismique.

Ce guide énonce aussi des recommandations concernant les données indispensables à acquérir, ainsi que pour consolider les connaissances acquises au travers de modèles afin d'anticiper autant que possible le comportement hydromécanique du réservoir en cours d'opérations et pour dimensionner et gérer un réseau de surveillance microsismique quand le niveau d'aléa le nécessite. Il pose aussi les bases pour définir les protocoles opérationnels pour conduire et piloter les opérations en fonction des technologies mises en œuvre et au regard de la micro-sismicité détectée.

L'ÉS se conformera aux recommandations de ce guide de bonnes pratiques qui fait référence dans le domaine à date.

Ainsi, dans le guide de bonnes pratiques, si on suit l'arbre de décision pour l'évaluation du niveau d'aléa d'un projet avant tout forage profond, le niveau d'aléa 2 (modéré) est retenu pour le projet.

Dans le cadre de l'instruction de la Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Minier DAOTM dit de « Soultz-Sous-Forêts », plusieurs documents ont été fournis pour étayer le dépôt initial notamment sur les mesures mises en œuvre pour maitriser la sismicité induite, au vu du contexte en lien avec les évènements sismiques de Vendenheim (relevant d'un autre exploitant). Un résumé non technique et non confidentiel du projet a été mis à disposition pour étoffer le dossier à transmettre à l'autorité environnementale. Ce document présente les mesures mises en œuvre pour limiter et maitriser la sismicité induite.

En vue de répondre au 8° du I de l'article 6 du décret n°2006-649 du 2 juin 2006 modifié qui exige la présence d'un « document exposant la compatibilité des risques industriels du projet avec la sécurité publique », il a été intégré au dossier une étude de dangers, avec des scénarios qui n'étudient pas précisément les risques de sismicité induite, alors qu'il s'agît d'un nouvel enjeu fort de tout projet de géothermie profonde. Le dossier est donc complété par un document autoportant présentant les actions envisagées pour prévenir, réduire et surveiller la micro-sismicité. Il est également rajouté une annexe à l'étude de danger, traitant de scénarios liés à des évènements sismiques induits générés par une activité de géothermie.

L'ensemble de ces documents ont été soumis à une expertise de l'INERIS qui a bien été prise en compte avant envoi à la DREAL. Ils présentent notamment les données acquises dans ce secteur par ÉS et les études qui ont été menées sur cette zone. Notamment, une campagne de déploiement de capteurs autonome a eu lieu entre le 7 et le 21 novembre 2022. Cette campagne a permis de définir les emplacements optimaux des stations permanentes. Cette étude permet également de définir des emplacements possibles afin d'installer des stations temporaires pour accompagner les opérations clés du projet comme les opérations de développement des puits, de tests de circulation ou encore la mise en route de la centrale. Ce déploiement a permis de quantifier le niveau du bruit sismologique pour chaque site et ainsi de choisir les sites qui composeront les futurs réseaux permanents et temporaires en fonction du niveau de bruit de chaque site, de son azimut et de sa distance par rapport à OPS. Cette campagne a également permis de mener une étude sur la détectabilité des réseaux, leurs magnitudes de complétude (magnitude à partir de laquelle on est sûr d'observer tous les évènements) et d'établir un modèle de prédiction de la vitesse de déplacement du sol (voir section 2.7.4.1).

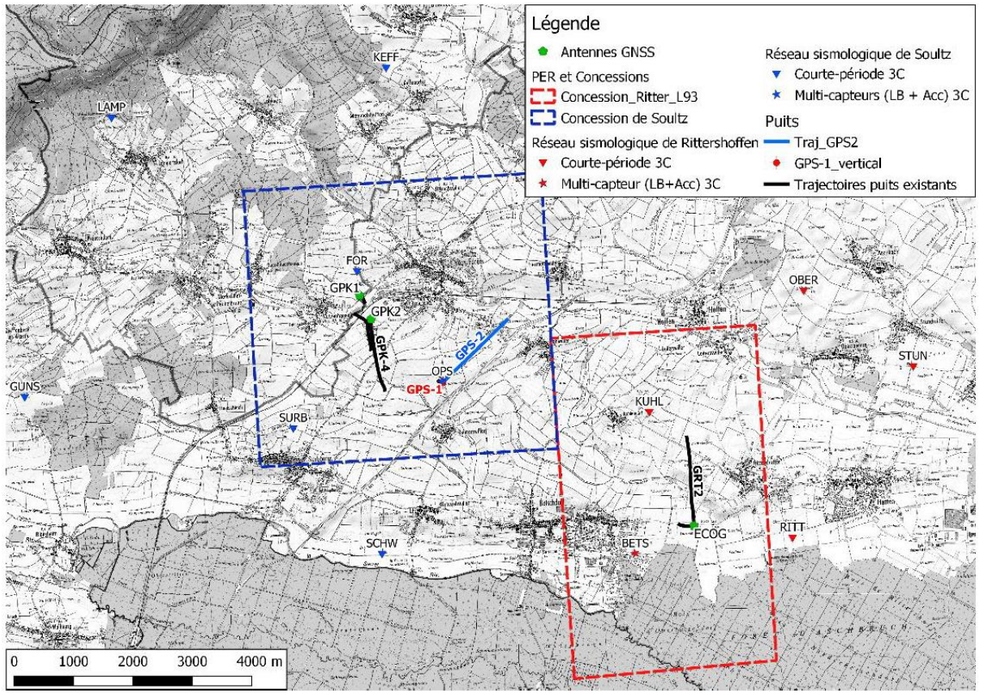


***Figure 182** Plan du réseau de surveillance de l'activité sismique prévu pour le projet en complément des réseaux de surveillance actuellement en place pour les centrales de Soultz-sous-Forêts et de Rittershoffen*

[26] https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide-geothermie.pdf

Avec la mise en œuvre du dispositif de suivi et des modalités d'action associées, le risque de sismicité induite est maitrisé et l'incidence est jugée **faible**.

5.1.3.5. TRAFIC ROUTIER

Le trafic nécessaire à la mise en place puis au repli du chantier de forage peut être estimé entre une cinquantaine et centaine de passages de véhicules lourds, sur une période de 2 à 3 semaines (à l'amenée, puis au repli).

Lors des travaux de forage, de développement et de tests, la circulation de camions se limitera à **un ou deux véhicules par jour**.

Pour rappel, les voies structurantes desservant le site sont les suivantes :

- la route départementale RD264 (3 270 véh/j dont 120 PL/j en 2019),
- la route départementale RD263 (7 280 véh/j dont 470 PL/j en 2019),

➔ **Mesures mises en œuvre**

Afin de limiter les incidences des circulations poids lourds induites par les travaux (phases d'amenée/repli du chantier de forage notamment), en termes de trafic routier et de nuisances associées, les accès par les poids lourds se feront sur les axes structurants (RD) jusqu'au plus près du site de destination.

Le schéma de circulation envisagé à ce stade pour la desserte poids lourds du site OPS4 est le suivant :

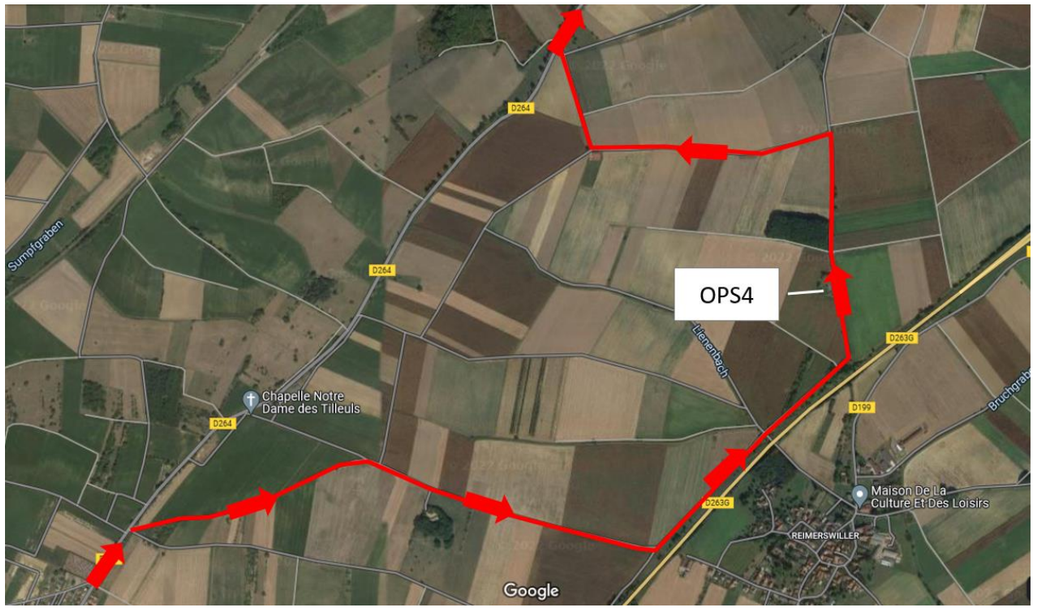


Figure 183 Plan de circulation pour l'accès à OPS4 (toutes phases)

Dans le cas où la provenance des poids lourds nécessiterait la traversée de villages, l'utilisation des axes structurants (RD) sera privilégiée lors de la définition des itinéraires. Ces voies présentent une largeur importante adaptée au gabarit des poids lourds, limitant la surcharge de la voirie et la nuisance occasionnée aux habitations riveraines. De plus, ces voiries sont dimensionnées pour un trafic lourd, ce qui n'est pas le cas des voies communales.

Cette mesure permettra de réduire les incidences en phase de travaux, sans toutefois les supprimer.

L'incidence de la phase travaux de forage sur le trafic routier est jugé **moyenne**.

5.1.3.6. CONTEXTE SONORE

5.1.3.6.1. Sources d'émissions sonores sur le site de la plate-forme de forage

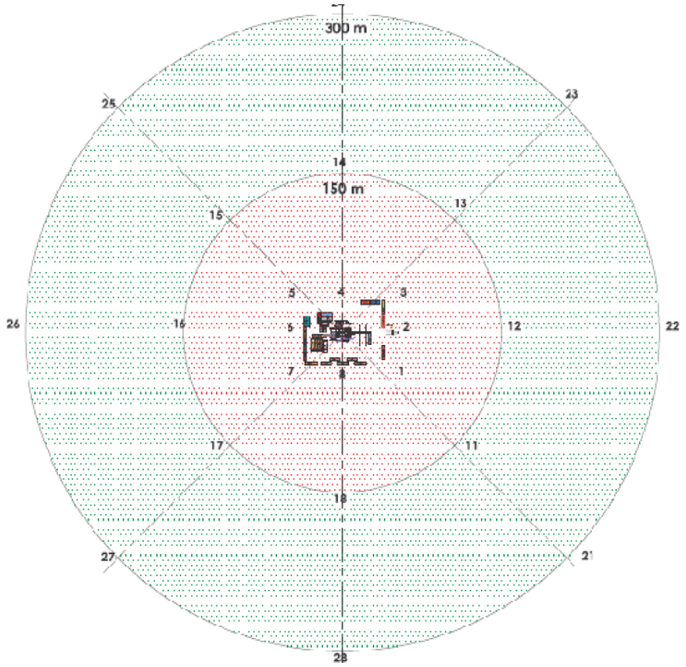
Le niveau sonore généré sur la plateforme est inhérent à l'utilisation de puissants moteurs, générateurs électriques, compresseurs, fonctionnant 24 heures sur 24, ainsi qu'à la circulation de véhicules lourds et des engins de levage. Les bruits pourront être émis à différents stades du projet :

- Lors de l'aménagement de la plateforme ;
- Lors de l'amenée et le repli de la foreuse ;
- Lors des travaux de forage ;
- Lors des tests et éventuels essais de stimulation, de production et d'injectivité ;
- Lors des éventuels travaux de remise en état du site.

Lors des opérations de forage, sans raccordement au réseau électrique de distribution, ou, s'il s'agit d'un appareil de forage électrique, en secours en cas de coupure du réseau électrique, l'augmentation du niveau sonore sera due principalement :

- Aux groupes diesel nécessaires au fonctionnement de l'appareil de forage,
- Aux chocs entre les pièces métalliques lors des manipulations et manutentions des tiges de forage au niveau du plancher de travail ou du parc de stockage des tubulaires.

L'illustration ci-dessous représente la rose des bruits générés par un appareil de forage utilisant des groupes électrogènes selon trois circonférences : sur la plateforme, à 150 m, à 300 m.



	Point de mesure
Point 1	76.2 dBA
Point 2	78.3 dBA
Point 3	72.7 dBA
Point 4	71.1dBA
Point 5	76.2 dBA
Point 6	72.1dBA
Point 7	85.4 dBA
Point 8	82.9 dBA
	Point 150 m
Point 11	59.6 dBA
Point 12	60.6 dBA
Point 13	55.5 dBA
Point 14	52.6 dBA
Point 15	58.7 dBA
Point 16	63.3 dBA
Point 17	62.8 dBA
Point 18	58.9 dBA
	Point 300 m
Point 21	56.2 dBA
Point 22	57.5 dBA
Point 23	55.8 dBA
Point 24	51.0 dBA
Point 25	60.4 dBA
Point 26	69.8 dBA
Point 27	57.0 dBA
Point 28	62.7 dBA

Figure 184 Exemple de Rose des bruits d'un appareil de forage lourd en fonctionnement (valeurs maximum) (Source : COFOR)

Ces mesures représentent les pics atteints lors des mesures dans un contexte qui n'est pas celui du site de Soultz-Sous-Forêts et qui ne prend pas en compte les conditions ambiantes du site (topographie, circulation urbaine, autres chantiers…).

Pour ce projet de Soultz-Sous-Forêts, le GEIE EMC étudie la possibilité de raccorder éventuellement la machine de forage au réseau électrique de distribution et de n'utiliser les groupes diesel qu'en cas de secours. Dans tous les cas, les équipements utilisés seront insonorisés si nécessaire, notamment les groupes électrogènes et les pompes électriques centrifuges.

Concernant les bruits de manutention, des recommandations spécifiques seront données au personnel afin d'éviter au maximum le choc entre des pièces métalliques.

La réalisation des forages de Soultz-sous-Forêts par exemple, ou du doublet existant à Rittershoffen ou le forage à Illkirch, n'ont pas soulevé de problèmes particuliers vis-à-vis de l'impact acoustique des travaux malgré l'utilisation de groupe électrogène sur site.

Lors des opérations de développement, des pompes mobiles à moteur diesel pourront être utilisées sur des durées très courtes (quelques jours).

Pendant les essais de production, le fluide géothermal sera stocké temporairement dans un (ou deux) bassin(s) étanche(s) prévu(s) à cet effet, puis réinjecté. Pendant ces essais, seules des nuisances sonores pourront provenir des allées et venues de camions et de véhicules, des moteurs électriques ou diesel des groupes de pompage utilisés à titre très temporaire (quelques jours à quelques semaines).

5.1.3.6.2. Cadre réglementaire

Le bruit occasionné par les matériels de chantier et de forage est soumis aux réglementations suivantes :

- le décret n°2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage ;
- réglementation du bruit des matériels et engins de chantier (l'arrêté du 18 mars 2002 relatif aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments) ;

L'ensemble du personnel appelé à travailler sur le site sera donc amené à respecter les dispositifs de prévention et de protection individuels prévus dans ces textes.

Le décret n°2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique fixe les valeurs d'émergence admissibles au voisinage.

Les valeurs limites de l'émergence sont de 5 dB(A) en période diurne (de 7h à 22h) et de 3 dB(A) en période nocturne (de 22h à 7h), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif en dB(A), fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier :

Tableau 109 Terme correctif en dB(A) en fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit

Durée d'apparition T	Terme correctif de l'émergence
T ≤ 1 min	6 dB(A)
1 min < T ≤ 5 min	5 dB(A)
5 min < T ≤ 20 min	4 dB(A)
20 min < T ≤ 2 h	3 dB(A)
2 h < T ≤ 4 h	2 dB(A)
4 h < T ≤ 8h	1 dB(A)
T > 8 h	0 dB(A)

Par ailleurs, l'article R.1334-34 fixe une émergence spectrale, définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant dans une bande d'octave normalisée, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau de bruit résiduel dans la même bande d'octave, constitué par l'ensemble des bruit habituels, extérieurs ou intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux mentionnés au deuxième alinéa de l'article R.1334-32, en l'absence du bruit particulier en cause.

Les valeurs limites de l'émergence spectrale sont de 7 dB dans les bandes d'octaves normalisées centrée sur 125 Hz et 250 Hz et de 5 dB dans les bandes d'octaves normalisées centrées sur 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz et 4000 Hz.

Si l'émergence mesurée dépasse les valeurs indiquées qui sont fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier sur la période de référence, l'un des deux éléments constituant l'infraction est caractérisé, pour les activités soumises à autorisation, par le non-respect des conditions fixées pour l'exercice de l'activité par l'autorité compétente.

Cas particulier d'un bruit ambiant faible

L'article R.1334-32 prévoit que « l'émergence globale et, le cas échéant, l'émergence spectrale, ne sont recherchées que lorsque le niveau de bruit ambiant mesuré, comportant le bruit particulier, est supérieur à 25 dB(A) si la mesure est effectuée à l'intérieur des pièces principales d'un logement d'habitation, fenêtre ouverte ou fermée, ou à 30 dB(A) dans les autres cas ».

5.1.3.6.3. **Etablissement de l'état initial et calage du modèle**

Une campagne de mesures a été réalisée le 1er juillet 2021 afin de caractériser les niveaux sonores extérieurs en contexte résiduel du site Electricité de Strasbourg OPS4 à Soultz-Sous-Forêts (67) (cf. ***VOLET 3. Etude d'impact / 1.3.6.Ambiance sonore***, page 197).

Trois points de mesures situés en Zone à Émergence Réglementée et un point de mesures en limite de propriété ont été choisis :

- point 1 : au voisinage le plus proche, à environ 500 m au Sud du site, à Reimerswiller,
- point 2 : au voisinage le plus proche, à environ 900 m au Nord du site, rue de Reimerswiller à Soultz-Sous-Forêts,
- point 3 : au voisinage le plus proche, à environ 1 km au Nord-Ouest,
- point A : sur site, en limite de propriété Sud, en direction des tiers les plus proches.



Figure 185 Rappel : localisation des points de mesures sonores

Ces mesures ont été intégrées dans le modèle et ont fait l'objet d'un calage (cf. chapitre ***2.8.4. Principes et méthodologie appliqués aux études acoustiques***, page 67).

Le rapport complet est présenté en ***annexe Annexe 1 : Rapport acoustique – phase travaux de forage (OTE ingénierie, juillet 2021)***, page 424.

5.1.3.6.4. **Impact sonore du forage**

Les niveaux sonores d'une installation de forage ont été mesurés sur un site de forage identique à celui de Soultz-Sous-Forêts. Le niveau sonore relevé est de 64 dB à 30 mètres. L'hypothèse retenue est la suivante :

Équipements	Niveau de puissance sonore Lw	Hauteur relative par rapport au terrain
Foreuse	104 dB	1,5 m - 4,0 m

La carte ci-dessous montre un zoom sur le site avec l'installation de forage (source sonore). Un nouveau point de mesure, le point B a été placé en limite Nord de propriété.

Le tableau associé présente les résultats de calcul pour les points de mesures en ZER et les points en limite de propriété. La variante nommée « Ambiant » correspond au bruit ambiant (de la plateforme de forage).

Point	Ambiant	
	Jour	Nuit
Point 1	47,0	42,5
Point 2	39,0	32,5
Point 3	43,5	33,5
Point A	56,0	55,5
Point B	51,5	52,0

Figure 186 Installation de forage sur le site OPS4 (source : Rapport acoustique, OTE ingénierie, juillet 2021)

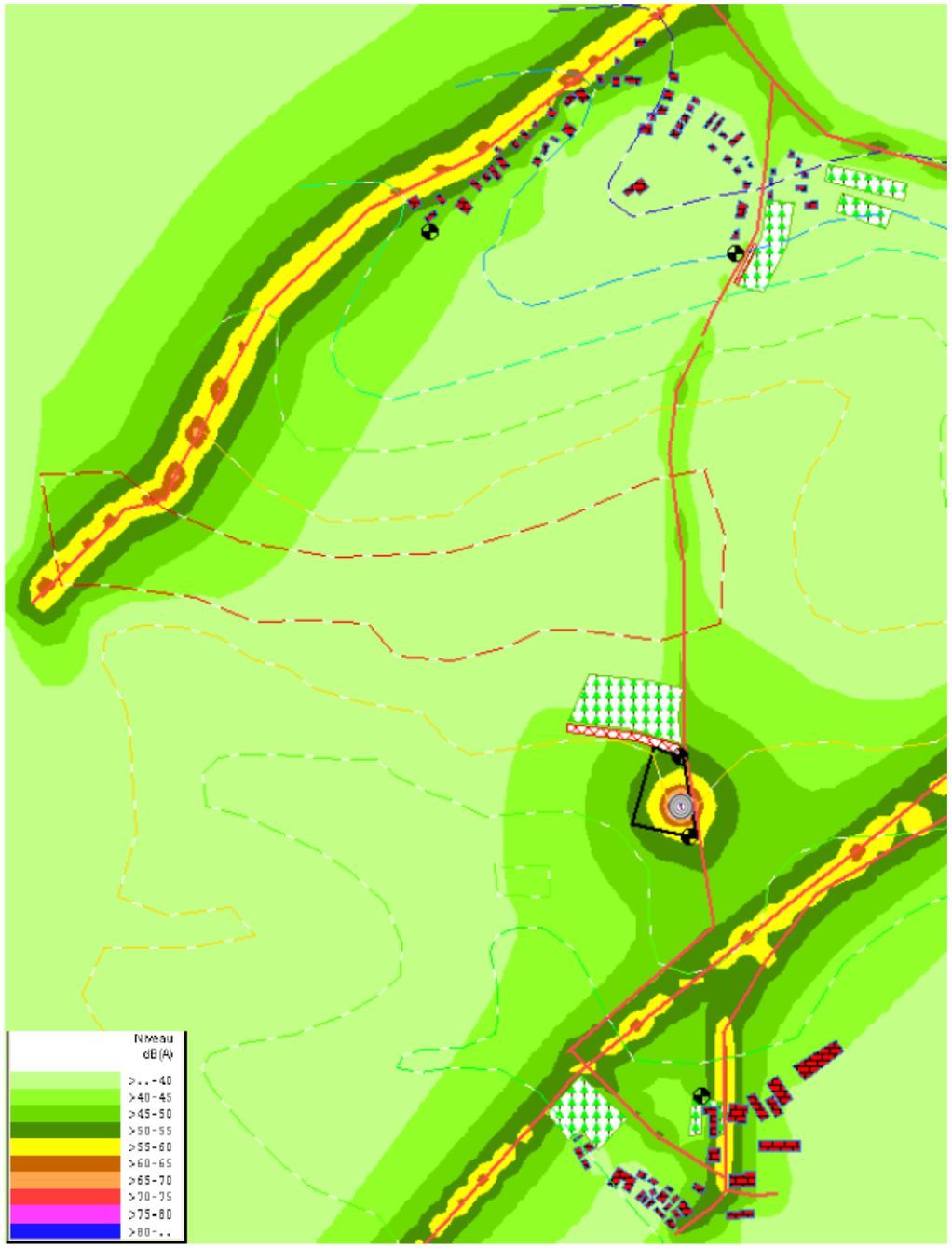


***Figure 187** Cartographie sonore hauteur = 2 m – Bruit Ambiant Phase Forage – Période Jour (source : Rapport acoustique, OTE ingénierie, juillet 2021)*

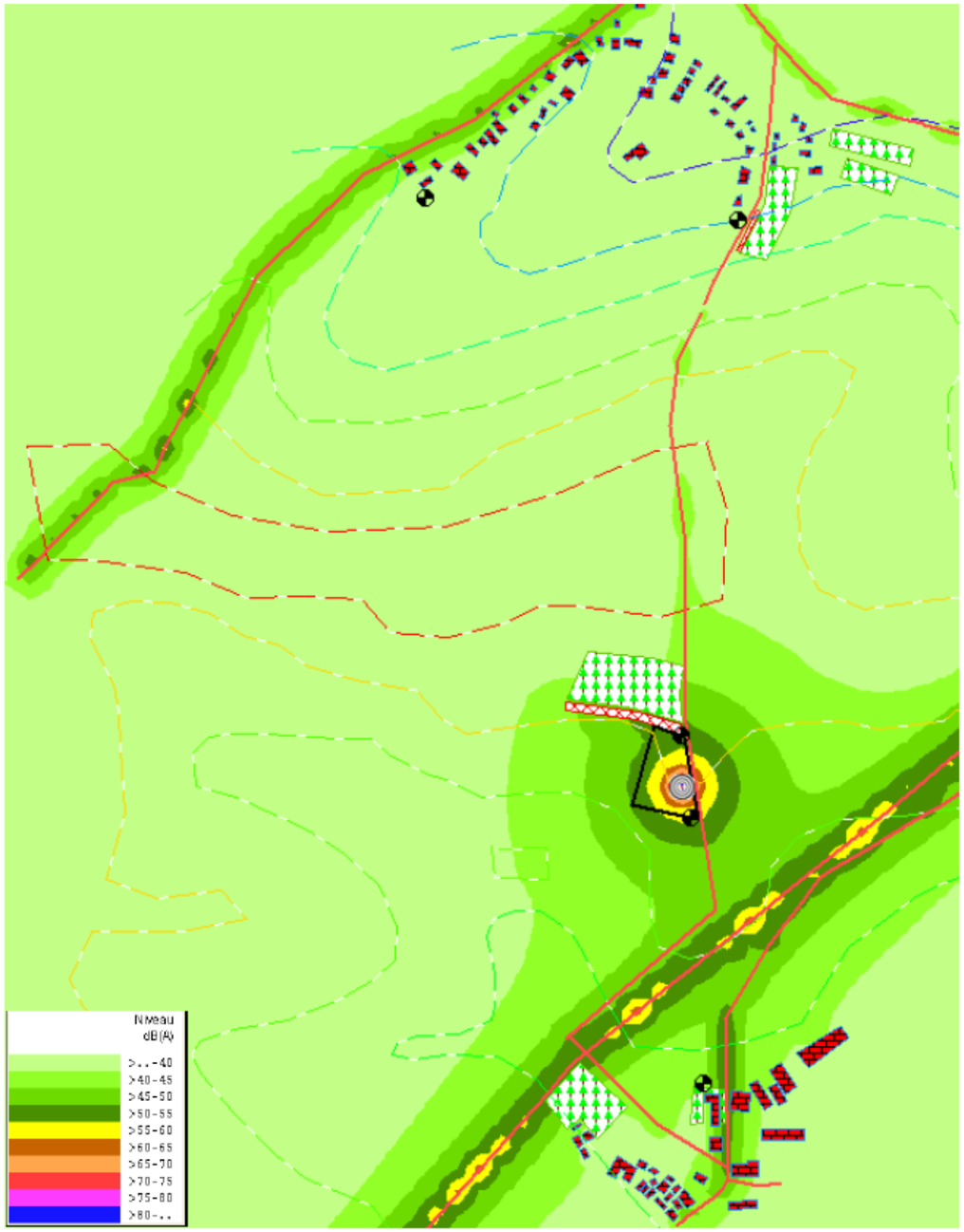


***Figure 188** Cartographie sonore hauteur = 2 m – Bruit Ambiant Phase Forage – Période Nuit (source : Rapport acoustique, OTE ingénierie, juillet 2021)*

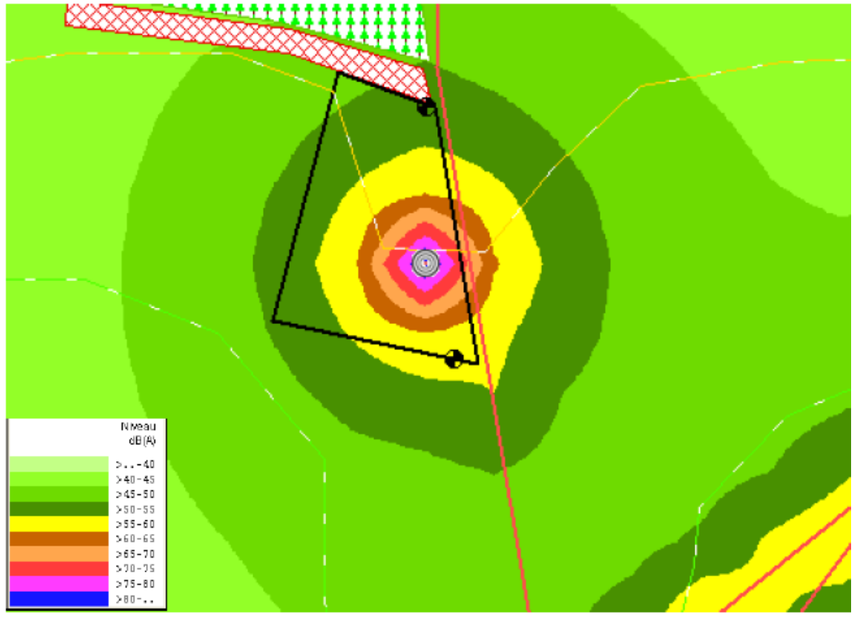


***Figure 189** Cartographie sonore hauteur = 2 m - Bruit Ambiant Phase Forage – Période Jour – Zoom sur le site (source : Rapport acoustique, OTE ingénierie, juillet 2021)*

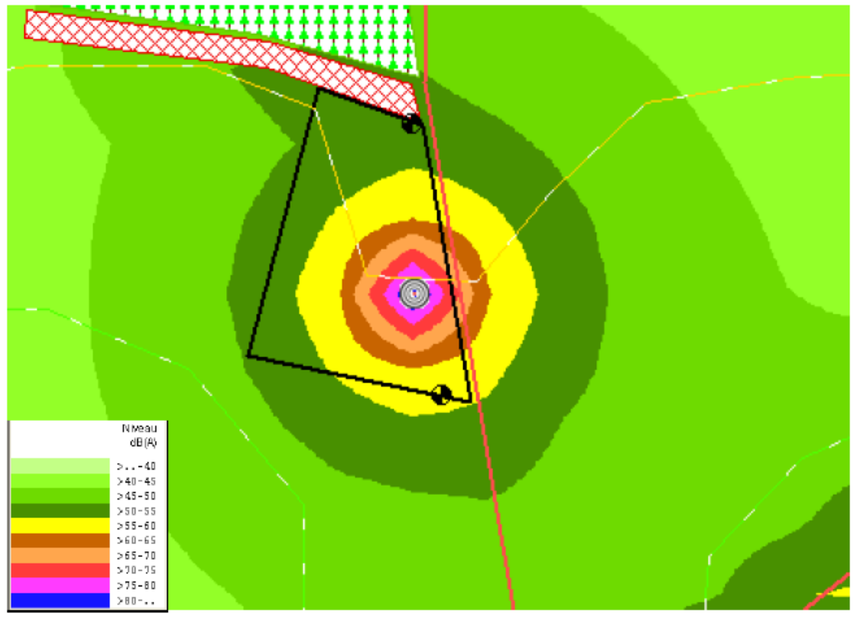


***Figure 190** Cartographie sonore hauteur = 2 m - Bruit Ambiant Phase Forage – Période Nuit – Zoom sur le site (source : Rapport acoustique, OTE ingénierie, juillet 2021)*

5.1.3.6.5. **Étude de la conformité du puits de forage**

Le tableau étudie la conformité de la plateforme de forage.

Les résultats sont exprimés en dB(A).

Tableau 110 Conformité des niveaux sonores en limite de propriété

Point	Période	Ambiant	Résiduel	Seuils réglementaires	Conformité
Point A	Jour	56,0	42,0	70	OUI
	Nuit	55,5	40,5	60	OUI
Point B	Jour	51,5	43,5	70	OUI
	Nuit	52,0	48,5	60	OUI

Tableau 111 Calcul des émergences au droit des ZER les plus proches

Point	Période	Ambiant	Résiduel	Emergences calculées	Emergences réglementaires	Conformité
Point 1	Jour	47,0	47,0	0,0	5	OUI
	Nuit	42,5	41,5	1,0	3	OUI
Point 2	Jour	39,0	39,0	0,0	5	OUI
	Nuit	32,5	32,0	0,5	3	OUI
Point 3	Jour	43,5	43,5	0,0	5	OUI
	Nuit	33,5	33,0	0,5	3	OUI

5.1.3.6.6. **Conclusion**

La campagne de mesures réalisée le 1er juillet 2021 a permis de caractériser les niveaux sonores extérieurs en contexte résiduel du site GEIE « EMC » OPS4 à Soultz-Sous-Forêts (67).

Le comparatif réglementaire montre que les activités de forage de GEIE « EMC » seront quasiment imperceptibles pour les ZER d'habitations les plus proches (points 1, 2 et 3). Les exigences réglementaires sont respectées pour tous les points durant la durée de fonctionnement du site.

La future plateforme de forage est conforme aux exigences réglementaires.

Les incidences acoustiques du projet de forage vis-à-vis des riverains sont **négligeables**.

5.1.3.7. REJETS ATMOSPHERIQUES

5.1.3.7.1. Caractéristiques des rejets

Les rejets atmosphériques de la plate-forme en fonctionnement normal sont produits par la combustion des carburants des groupes électrogènes. Les produits émis sont principalement des oxydes de soufre (SO_2), du monoxyde (CO) et du dioxyde de carbone (CO_2), des poussières contenant des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP, suies) au niveau des groupes moteurs.

5.1.3.7.2. Population concernée

La population concernée est celle qui se trouve au niveau du chantier de forage et dans son environnement proche. Les premières habitations à 500 mètres au Sud à Betschdorf.

Les gaz d'échappement sont émis au niveau des cheminées courtes. Aucun obstacle n'entrave la libre dispersion des gaz par la circulation naturelle de l'air.

5.1.3.7.3. Nature du risque

Les risques sanitaires relatifs à ces rejets sont :

- le **dioxyde de soufre** : ce produit est à forte dose irritant pour les yeux, la gorge et les voies respiratoires (toux, gêne respiratoire, maladies ORL…). Il présente également des risques toxiques.
- pour les **oxydes d'azote** (à fortes doses) : des perturbations de la fonction respiratoire et du transport de l'oxygène dans le sang.
- pour le **monoxyde de carbone** (à fortes doses) : des perturbations du transport de l'oxygène dans le sang par l'hémoglobine pouvant provoquer des vertiges, des asthénies et des vomissements. Une exposition de 10 heures à 250 ppm provoque une perte de connaissance. Une exposition à 750 ppm est létale pour le même temps.
- les **particules de suie de diesel** : sont suspectées comme ayant des effets cancérigènes (HAP) (hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) et irritantes pour les voies respiratoires. Elles sont persistantes dans les voies respiratoires (fixation au niveau des bronches). Les populations asthmatiques, les personnes âgées et les nourrissons sont particulièrement sensibles à ce risque.

Il est à noter que ces risques éventuels ne se manifestent qu'à fortes doses avec des temps d'exposition élevés. Aussi :

- au regard des faibles quantités émises dans l'atmosphère,
- de l'absence de confinement et de la bonne dispersion des gaz dans l'atmosphère, les risques générés par ces émissions sur la santé humaine sont insignifiants.

Les incidences relatives aux rejets atmosphériques sont **faibles**.

5.1.3.8. PRODUITS STOCKES

5.1.3.8.1. Caractérisation des produits

Les carburants stockés et utilisés sur le site sont du type fuel moteur destiné au fonctionnement des groupes électrogènes et aux moteurs thermiques. Les huiles « moteurs » et les huiles « hydrauliques » seront stockées dans des fûts qui seront placés dans des bacs de rétention. Les huiles de vidange des moteurs seront récupérées et évacuées pour être traitées par des organismes spécialisés.

Les autres produits à risque présents sur le site sont stockés en faible quantité (quelques kg), convenablement conditionnés et isolés dans des locaux dédiés comme des containers maritimes fermés, disposant d'une rétention si cela est nécessaire.

5.1.3.8.2. Nature du risque

❖ Potentiel de danger intrinsèque des produits

Les hydrocarbures (paraffiniques, cyclique, aromatiques BTEX (Benzène, Toluène, Éthyl-benzène et Xylènes), aromatiques polycycliques (HAP) et adjuvants (phénols essentiellement) sont présents en mélange dans les carburants, combustibles et huiles moteurs. Ces produits sont mobiles dans les différents compartiments de l'environnement et présentent pour certains (BTEX, phénols, HAP) un potentiel danger intrinsèque élevé (risque d'incendie et d'explosion, effets irréversibles sur la santé, cancérigènes).

❖ Le risque sanitaire par inhalation

Les hydrocarbures utilisés sur le site étant peu volatiles, le risque par inhalation est **négligeable**.

❖ Le risque sanitaire par contact direct

Un contact cutané prolongé avec les hydrocarbures peut provoquer des dessèchements de la peau. Aucun obstacle naturel n'entravant la libre circulation de l'air au niveau des cuves à fuel, la création d'atmosphère confinée avec accumulation de fortes concentrations en hydrocarbures, susceptible de porter préjudice à la santé humaine, est improbable.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Le personnel responsable du bon fonctionnement des installations (groupes électrogènes, pompes) est formé aux consignes sécurité-incendie et susceptible d'intervenir de manière efficace et proportionnée en cas de déversement accidentel ou sinistre.

Aussi, le risque toxique aigu généré par les hydrocarbures est à considérer comme **faible**.

5.1.3.9. EMISSIONS DE RADON OU ACCUMULATION DE RADIOELEMENTS

Différents radionucléides sont présents de manière naturelle dans le substrat granitique du bassin rhénan et se retrouvent, via des processus de lessivage, dans les saumures exploitées par les centrales géothermiques. En particulier, on peut citer certains des nucléides issus de la chaine de désintégration de l'uranium 238 et du thorium 235, tels que le radium 226, le radium 224, le radium 228 et le plomb 210.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Conformément au décret n°2006-649 du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains, le projet de Soultz-sous-Forêts fera l'objet d'un plan de surveillance vis-à-vis des rayonnements ionisants.

❖ Plan de surveillance des eaux souterraines

Concernant les eaux souterraines, le risque principal est la mise en communication de la saumure géothermale avec les nappes d'eau superficielles. Dans le cadre du projet, aucune communication entre les eaux géothermales profondes et les aquifères en surface n'est possible, ni durant la phase de construction des ouvrages de par la méthode de construction des forages, ni durant l'utilisation des ouvrages de par l'architecture des puits.

En effet, les dispositifs suivants seront mis en œuvre :

- Lors des opérations de forage :
  - Mise en place d'un tube guide cimenté par havage préalablement aux opérations de forage, sans utilisation de fluides de forage (méthode similaire à celle utilisée pour la réalisation de puits d'eau potable), réalisé sur l'intégralité de la hauteur de la nappe ;
  - Architecture du forage en différentes sections, les sections étant tubées et cimentées à chaque fois sous les horizons dans laquelle une venue d'eau ou une perte de fluide de forage pourrait intervenir ;
  - Lors de opérations de forage, en cas de rencontre avec un aquifère, maitrise des pertes de fluide par utilisation de colmatant naturel (type coquilles de noix, couramment utilisées dans ce type de travaux) et contrôle de la densité du fluide de forage afin de rester à l'équilibre en pression avec ces formations.
- A plus longue échéance, lors de l'exploitation, les dispositifs suivants sont prévus afin d'assurer l'isolation des ouvrages prévus :
  - Contrôles réguliers de l'intégrité du tubage et de la cimentation par diagraphie (tous les 6 ans pour les puits de production et tous les 3 ans pour les puits d'injection) ; ces contrôles règlementaires permettent de s'assurer de l'absence de « fuites » du puits vers les formations traversées ;
  - Poursuite de la surveillance des éventuelles nappes superficielles par piézomètre (si présence avéré).

❖ Plan de surveillance des rejets aqueux

Le plan de surveillance comportera un suivi spécifique concernant les rejets aqueux dans l'environnement, à savoir les eaux pluviales rejetées vers le dispositif d'infiltration. La qualité des effluents aqueux rejetés par le site sera analysée une fois par an, afin d'analyser la concentration en radionucléides 238U et 226Ra, susceptibles d'être présents dans ces rejets aqueux. La périodicité de ces analyses sera annuelle lors des travaux de forage et pourra être revue par la suite à la hausse ou à la baisse en fonction des résultats.

❖ Plan de surveillance des niveaux atmosphériques

Le plan de surveillance comportera un suivi des émissions de 86Rn et des poussières atmosphériques émises par les activités géothermiques d'un point de vue radiologique.

Les mesures de radon seront de type intégré et seront réalisées selon la norme ISO 11665-4 à l'aide de détecteurs solides de traces nucléaires. Les mesures concernant les poussières seront réalisées conformément aux exigences de la norme NF EN ISO 11665-2 au moyen d'un dosimètre alpha, donnant accès à la mesure intégrée des émetteurs alpha à vie courte du 222Ra et 220Ra et des éléments à vie longue des chaînes de l'uranium et thorium. Une campagne de mesure sera réalisée en amont des travaux de forage afin d'établir un état initial sur le site dit « OPS-4 » de Soultz-sous-Forêts, ainsi qu'au niveau des habitations et des lieux publics les plus proches sous les vents dominants. De nouvelles mesures seront ensuite réalisées pendant les travaux de forage, à minima une fois par an, par exemple au moment des essais de production du premier puits.

❖ Moyens de prévention

Lors des opérations de forage, et plus particulièrement lors des essais de production et d'injection, aucun rejet de fluide géothermal dans l'environnement n'est prévu. Lors des essais de productions, le fluide géothermal sera intégralement stocké dans les bassins bâchés et sera ensuite réinjecté lors des essais d'injection.

Les eaux de pluie de la plateforme seront collectées et canalisées vers un réseau de buse enterrée, puis vers un bassin bâché. Le fluide géothermal étant très salé, une contamination des eaux pluviales par une fuite lors des essais de production ferait significativement augmenter la conductivité. Ainsi, avant de rejeter l'eau de la réserve vers le dispositif d'infiltration, la conductivité de l'eau pluviale contenue dans la réserve sera analysée.

➔ **Synthèse - conclusion**

Lors des opérations de forage, il n'y aura aucun rejet de fluide géothermal et donc de radioéléments dans l'environnement. Le plan de surveillance permettra de confirmer l'absence d'incidence concernant les rayonnements ionisants des forages vis-à-vis des travailleurs, mais également des populations environnantes.

Le seul risque persistant sera celui de l'accumulation de radioéléments dans les installations de surface lors des essais. Afin de s'assurer du niveau de radioactivité rencontré, des mesures seront effectuées par une Personne Compétente en Radioprotection (PCR) au niveau des installations de surface utilisées pour les essais de production et d'injection (ligne d'essai, séparateur, bassin…). En cas de dépassement du seuil de 1 mS/an, un périmètre à accès restreint sera défini afin de limiter l'exposition du personnel aux radiations. Les résidus pouvant présenter des rayonnements ionisants seront ensuite conditionnés et traités par un centre agréé.

L'incidence sur les émissions de radon ou l'accumulation de radioéléments est jugée **négligeable**.

5.1.3.10. GESTION DES DECHETS

5.1.3.10.1. Nature des déchets

Le chantier de forage ne produit que de faibles quantités de déchets qui sont essentiellement :

- les déblais de roche et les boues de forage dégradées qui seront traitées ;
- les déchets métalliques et ferrailles ;
- les emballages et DIB (Déchets Industriel Banal).
- les déchets dangereux liés à l'entretien du site (boues des séparateurs d'hydrocarbures) et à la maintenance des équipements (déchets d'huile,…)

5.1.3.10.2. Nature du risque

Le risque principal est inhérent aux boues de forage et déblais susceptibles de contenir des substances chimiques pouvant porter atteinte à la santé humaine : métaux et hydrocarbures. Le risque est avéré en cas d'ingestion, de contact et d'inhalation (hydrocarbures).

Les boues usées et les déblais sont régulièrement analysés. Ces boues ne présentent aucun danger pour la santé humaine.

Si des hydrocarbures venaient à être observés dans les boues lors de l'exécution des forages, les boues seraient dirigées vers le bac déshuileur dont le contenu sera régulièrement pompé par une société spécialisée agréée.

Si les déblais de forage étaient contaminés par les hydrocarbures, ils seraient évacués vers un centre de traitement agréé pour les recevoir et les traiter.

Ainsi, les filières d'évacuation seront adaptées à la nature des sols et des boues utilisés :

- Sol inerte et boue de forage à la bentonite sans ajout d'additif → **Décharge de classe 3**
- Boues largement adjuvantées de polymères → **Décharge de classe 2**
- Boue de forage avec une teneur en hydrocarbure >1%, boue à base d'hydrocarbures, ou résidu de sol pollué, Si sol inerte et boue de forage à la bentonite sans ajout d'additif → **Décharge de classe 1**

Les ordures ménagères et déchets (bidons…) seront stockés dans des bennes à ordures spécifiques. Les déchets ainsi accumulés seront régulièrement évacués et traités dans un site agréé et autorisée à recevoir de tels produits.

Les déchets dangereux liés à l'entretien du site et à la maintenance des équipements seront évacués par une entreprise spécialisée et traités dans une filière spécialisée.

Au regard de ces conditions et par l'application stricte de la méthode de collecte ci-dessus décrite, un risque de contamination par les déchets est très peu probable.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Le GEIE EMC mettra en œuvre un tri à la source des déchets produits par la plateforme de forage.

Les filières de traitement de déchets seront adaptées à la nature de ces derniers.

Le GEIE EMC fera appel à des entreprises agréées pour la collecte et la gestion des déchets. Notamment, les déblais de roche sont revalorisés en filière spécialisée.

L'incidence sur les risques inhérents à la gestion des déchets est **négligeable**.

5.1.3.11. EMISSIONS LUMINEUSES

En phase travaux de forage, les forages pourront avoir lieu la nuit, la plateforme sera donc éclairée, ainsi que le mât de forage. La mise en place d'un spot directionnel permettra de limiter la pollution lumineuse.

Pour rappel, les premières habitations se situent à 500 mètres au Sud sur le ban communal de Betschdorf.

L'incidence sur les émissions lumineuses est jugée **faible**.

5.1.4. Patrimoine et paysage

5.1.4.1. INTEGRATION PAYSAGERE

Durant la phase travaux de forage, les éléments seront **provisoires**.

Le site OPS4 n'et visible que depuis le D263 passant au sud-est du site. L'installation d'une grue de forage durant la phase travaux de forage (2 ans) sera bien visible depuis cet axe.

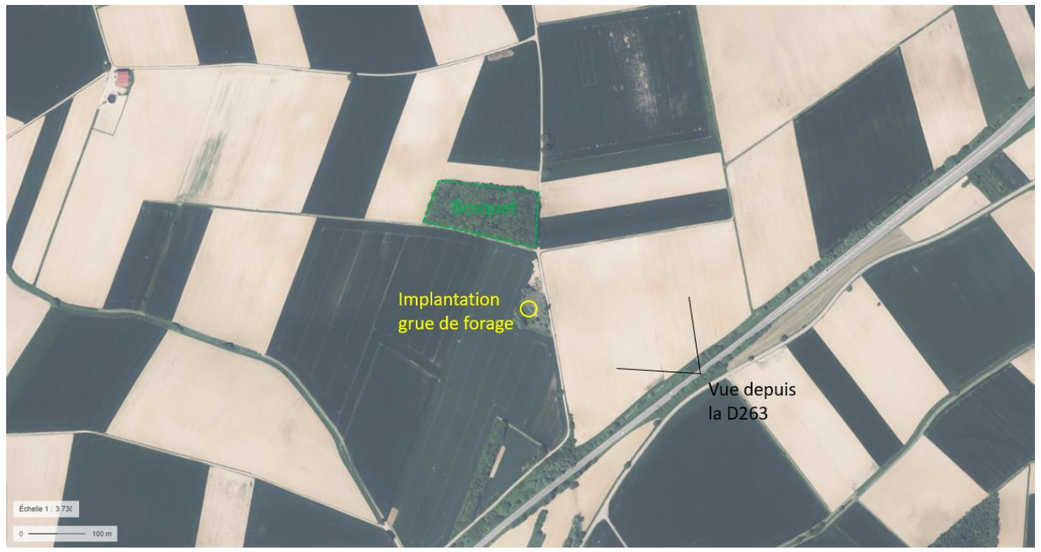


Figure 191 Point de vue du site OPS4 depuis la D263

Les photos ci-après[27] montrent la vue du site depuis la D263, actuellement et avec insertion des équipements de forage (hauteur 45 m) ; elles démontrent que, bien que visible, le site est relativement éloigné de la route (distance supérieure à 250 m).

La D263 est circulée à 80 km/h maximum, avec un trafic important, de 7 280 véhicules / jour en 2019, dont 470 PL. Ainsi, les opportunités d'observer le paysage environnant depuis cette route sont limitées pour les conducteurs, et la vue des installations sera éphémère dans tous les cas.

Remarquons finalement que la présence d'arbres le long de la route réduit d'autant la visibilité sur le paysage environnant. Les installations seront bien visibles sur un tronçon de 500 m environ ; à une vitesse de 80 km/h, la durée d'exposition visuelle est de l'ordre de 23 secondes.

Pour conclure, malgré une présence visible des installations et équipements nécessaires aux travaux de forage, la visibilité est réduite à un axe routier très circulé ; l'impact sur le paysage est donc limité à la durée de circulation sur le tronçon en question.

[27] Compte-tenu des risques liés à la prise de photo depuis un axe routier structurant, les photos utilisées sont issues de Google Street View.



Figure 192 Vue actuelle depuis la D263 (source : Google Street View)



Figure 193 Vue depuis la D263 avec insertion du projet (source : Google Street View)

Ainsi, l'impact paysager de la phase travaux de forage est jugé **faible**.

5.1.4.2. PATRIMOINE CULTUREL ET ARCHEOLOGIQUE

Aucun site archéologique ni monument historique n'a été identifié à proximité direct du site de Soultz-Sous-Forêts.

Afin de prévenir le risque de dégradation du patrimoine archéologique, un diagnostic archéologique sera mené préalablement aux travaux, conformément à l'article R.523-1 du Code du patrimoine. Cette première phase de diagnostic a pour objectif de détecter, caractériser, circonscrire et dater d'éventuels vestiges archéologiques en sondant à l'aide d'une pelle mécanique 5 à 10% de la surface du projet d'aménagement.

En cas de découverte de vestiges, l'Etat pourra décider d'engager une deuxième phase de fouilles sur l'ensemble du périmètre (selon l'intérêt et le niveau de conservation des vestiges).

La prestation sera réalisée début 2024 par Alsace Archéologie.

L'incidence sur le patrimoine archéologique est **négligeable**.

5.1.5. Synthèse des incidences et mesures pour la phase travaux de forage

Les incidences du projet en phase travaux de forage, ainsi que les mesures de réduction mises en œuvre, sont synthétisées dans le tableau en page suivante.

Le projet ne nécessite pas la mise en œuvre de mesures de compensation.

Tableau 112 Synthèse des incidences du projet, mesures d'évitement-réduction et incidence résiduelle – phase travaux de forage

Légende : Impacts temporaires | Impacts permanents

Compartiment impacté		Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Terre, eau, sols, air, climat					
Artificialisation des surfaces		Imperméabilisation des surfaces pour la réalisation du projet	• Direct • Temporaire	• Imperméabilisation du site, passant de 10% avant travaux à 81% pendant les travaux (+70%) • Aménagement de surfaces en concassé au droit des usages ne présentant pas de risque de pollution (parkings VL, bungalows de chantier), soit sur 3 300 m²	**MOYEN**
Eaux souterraines	Ressource	Pompage des eaux des **aquifères profonds**	• Direct • Temporaire	• Réinjection des eaux prélevées dans l'aquifère – fonctionnement en circuit fermé	**NUL**
		Imperméabilisation des surfaces entrainant une réduction de l'impluvium de la **nappe phréatique superficielle**	• Indirect • Temporaire	• Aménagement de surfaces en concassé afin de réduire les surfaces étanches et favoriser l'infiltration des eaux pluviales. • Eaux de ruissellement des surfaces étanches : collecte, traitement et rejet vers le sous-sol via un dispositif d'infiltration (sauf cas de contamination des eaux de ruissellement et phase forage).	**NÉGLIGEABLE**
	Qualité	Pollution des eaux souterraines par les opérations de forage	• Direct • Temporaire	• Mise en œuvre de méthodes de forage limitant les risques de pollution ou de transfert, notamment mise en place d'un tube guide sans boue de forage • Le cas échéant, colmatage ou cimentation des fractures actives • Après les phases de foration, protection des eaux souterraines superficielles par la mise en œuvre de 3 cuvelages • Stockage des produits liquides sur rétention • Moyens d'absorption à disposition sur site en cas de déversement accidentel	**FAIBLE**
		Activités de forage entrainant un risque de pollution chronique et accidentelle des **eaux de ruissellement** infiltrées vers les eaux souterraines superficielles	• Direct • Temporaire	• Surfaces d'activités potentiellement polluées (plateforme de forage en enrobés) : • **En phase forage** : – Zone de production des boues → ceinturage spécifique et rejet vers l'un des bassins à boues. – Collecte de l'ensemble des eaux pluviales de ruissellement, stockage puis rejet (après traitement) à débit limité équivalent au débit de ruissellement d'une P2 avant aménagement. – Au-delà des premiers 200 m³ de pluie, stockage des eaux dans le bassin et réutilisation. – Gestion du niveau du bassin afin de maintenir une capacité de stockage ≈P100 – pas de débordement possible. • **En phase hors forage** : – Rejet après traitement vers le sous-sol (infiltration) – pas de rejet d'eaux polluées non traitées. – Présence d'une vanne de sectionnement pour le confinement des pollutions accidentelles. • Surfaces à faible risque de pollution (parkings VL, bungalows) : – Revêtement en concassé permettant l'infiltration des pluies courantes. – Traitement des pollutions chroniques par percolation dans la zone non saturée. – Conforme avec la doctrine de gestion des eaux pluviales de la région Grand Est. – Rejet traité par débourbeur/déshuileur ; aucun rejet d'eau non traitée vers la nappe.	**FAIBLE**

Compartiment impacté		Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Eaux souterraines (suite)	Ecoulements des eaux souterraines	Perturbation des écoulements par les opérations de pompage et réinjection	• Direct • Temporaire	• Le débit réinjecté sera égal au débit pompé • Réinjection des eaux dans la zone d'influence en limite du cône de rabattement de façon à garder le réservoir sous pression sans refroidir la zone exploitée • Le pompage est réalisé dans un milieu faillé profond → aucun impact sur l'écoulement ou le niveau des eaux souterraines et superficielles (exploitation pour l'AEP)	**NUL**
Eaux superficielles	Prélèvements	Prélèvement d'eaux superficielles	• Direct • Temporaire	• Aucun prélèvement des eaux superficielles	**NUL**
	Débits	Imperméabilisation des surfaces entrainant une accélération des ruissellements et aggravant le débit de pointe rejeté vers le milieu récepteur	• Direct • Temporaire	• Eaux de ruissellement soit infiltrées sur place (surfaces non étanches), soit intégralement collectées (surfaces étanches) • Selon risque de contamination, eaux collectées infiltrées ou stockées en bassin pour réutilisation en essai de forage • Aucun rejet vers les eaux superficielles.	**NUL**
	Qualité	Activités de forage entrainant un risque de pollution chronique et accidentelle vers les eaux superficielles	• Direct • Temporaire		**NUL**
Qualité de l'air		Pollution de l'air par les poussières, les gaz d'échappement des moteurs thermiques et des groupes diesel, et les gaz présents dans les fluides géothermaux	• Direct • Temporaire	• Pollution d'origine routière négligeable (3-4 véh/j lors des phases d'amenée-repli du chantier, puis 1-2 véh/j le reste du temps) • A l'étude : raccordement de la machine de forage au réseau électrique de distribution afin de limiter l'utilisation des groupes diesel au dernier recours (réduction des émissions de polluants atmosphériques et GES).	**FAIBLE**
Pollution du sol et du sous-sol		Pollution du sol et du sous-sol par : • Utilisation et stockage de produits liquides • Remontée de boues de forage et stockage	• Direct • Temporaire	• Stockage des produits liquides sur rétention • Mise à disposition de moyens d'absorption sur site en cas de déversement accidentel.	**FAIBLE**
Biodiversité					
Milieux naturels remarquables		Présence de milieux naturels remarquables	• Direct • Temporaire	• Pas d'incidence sur les zones NATURA 2000 • Proximité d'une ZNIEFF mais distance (1,25 km) et milieux entourant le projet (parcelles agricoles) : pas d'impact • Pas de Zone Humide Remarquable à moins de 2 km • Projet situé au sein du Parc National Régional des Vosges du Nord mais éloigné des enjeux	**NUL**
Habitats		Destruction des habitats	• Direct • Permanent	• Enjeu lié à la présence de la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio* et d'Oedipode émeraudine *Aiolopus thalassinus* • Application de la **mesure de réduction MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année** pour les travaux de libération d'emprise • **Suivi du chantier par un écologue**	**FAIBLE**
Faune		Dérangement des espèces	• Indirect • Temporaire		

Compartiment impacté	Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Flore	Prolifération des espèces invasives	• Indirect • Temporaire	• Application de la **mesure de réduction MR2 : Limiter la prolifération d'espèces exotiques envahissantes** • **Suivi du chantier par un écologue**	**FAIBLE**
Continuités écologiques	Perturbation potentielle des continuités écologiques par le projet	• Indirect • Permanent	• Corridor le plus proche : CR034 à 1,4 km du site (corridor de type cours d'eau), non impacté par le projet	**NUL**
Population et santé humaine				
Consommation d'espaces agricoles, naturels et forestiers	Aménagement du projet au détriment d'espaces naturels, agricoles et forestiers	• Direct • Permanent	• Consommation de 1,8 ha dont : – 1,4 ha de surfaces agricoles – 0,4 ha du site OPS4 actuel • Pas de consommation d'espace naturel ou forestier	**FAIBLE** pour les espaces agricoles **NUL** pour les espaces naturels et forestiers
Risque inondation et coulées de boue	Aggravation potentielle du risque inondation / coulées de boue en aval	• Indirect • Temporaire	• Projet non concerné par un risque d'inondation • Aucun rejet vers les eaux superficielles n'est prévu • Collecte des eaux de ruissellement des surfaces étanches : pas de ruissellement au-delà des limites parcellaires	**NUL**
Réseaux humides	Prélèvement important dans le réseau AEP susceptible d'affecter le service public	• Indirect • Temporaire	• Consommation en eau prévisionnelle = 3 000 m³ pour 2 forages / besoin instantané de 25 à 30 m³/h • ÉS s'assurera de la robustesse du réseau auprès du concessionnaire • Une réserve complémentaire d'eau douce pourra être prévue si besoin.	**NÉGLIGEABLE**
	Surcharge potentielle des réseaux par les rejets eaux usées / pluviales	• Indirect • Temporaire	• Aucun rejet vers le réseau n'est prévu	**NUL**
Vibrations / sismicité induite	Emissions de vibrations et risque de sismicité induite par les activités de forage	• Direct • Temporaire	• Mise en œuvre de techniques pour la réalisation des essais de développement visant à maitriser les risques d'évènements micro-sismiques. • Communication en lien avec les riverains • Surveillance permanente de la sismicité, y compris lors des opérations de forage	**FAIBLE**
Trafic routier	Trafic induit par le projet susceptible d'encombrer les axes routiers et de générer des nuisances	• Direct • Temporaire	• Trafic induit par le projet : – Phases d'amenée et repli du chantier : **50 à 100 véh pendant 2-3 semaines** (à l'amenée puis au repli) – Phase forage, développement et tests : 1-2 véh/j • Accès au chantier privilégiant les départementales (gabarit adapté à la circulation PL) et les chemins agricoles • Définition d'un plan d'accès PL au site OPS4	**MOYEN**
Contexte sonore	Activités de forage source d'émissions sonores	• Direct • Temporaire	• Eloignement des habitations les plus proches • Etude acoustique : les émissions sonores des activités de forage seront quasiment imperceptibles pour les ZER d'habitations les plus proches • Respect des exigences réglementaires en tous les points durant la durée de fonctionnement du site	**NÉGLIGEABLE**

Compartiment impacté	Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Rejets atmosphériques	Risque sanitaire lié aux émissions atmosphériques	• Indirect • Temporaire	• Emissions en quantités limitées • Contexte favorable à une bonne dispersion des émissions dans l'atmosphère (pas de confinement)	**FAIBLE**
Produits stockés	Risque par inhalation	• Indirect • Temporaire	• Faible volatilité des hydrocarbures utilisés sur le site	**NÉGLIGEABLE**
	Risque toxique aigu		• Formation du personnel aux consignes de sécurité et protocoles d'intervention	**FAIBLE**
Emissions radon / accumulation de radioéléments	Risque lié à la présence de radionucléides d'origine naturelle sur les plateformes de forage	• Indirect • Temporaire	• Mise en œuvre d'un plan de surveillance vis-à-vis des rayonnements ionisants (eaux souterraines, rejets aqueux, niveaux atmosphériques) permettant de confirmer l'absence d'émission de radioéléments dans l'environnement • Moyens de prévention : stockage et réinjection du fluide géothermal ou des eaux de ruissellement susceptibles d'être contaminées par le fluide géothermal	**NÉGLIGEABLE**
Gestion des déchets	Risque de contamination lié à la production de déchets divers (DIB, métalliques, dangereux, roches et boues de forage…)	• Direct • Temporaire	• Gestion des boues suivant analyse (traitement et évacuation en filière adaptée) • Stockage et gestion des déchets adaptés à leur nature : tri à la source des déchets • Recours à des entreprises agréées pour assurer la collecte, l'évacuation et la revalorisation éventuelle des déchets	**NÉGLIGEABLE**
Emissions lumineuses	Pollution lumineuse due à la présence de l'éclairage de la plateforme de forage	• Direct • Temporaire	• Eclairage de nuit lors des travaux de forage • Eloignement des habitations les plus proches • Utilisation de spots directionnels pour limiter la diffusion des rayons lumineux	**FAIBLE**
Patrimoine et paysage				
Intégration paysagère	Impact paysager de la machine de forage	• Direct • Temporaire	• Site OPS4 visible depuis la D263 seulement • Eloignement du site de la D263 (plus de 250 m) • Présence de végétation le long de la D263 limitant la visibilité du site • Circulation sur la D263 limitant la visibilité des alentours	**FAIBLE**
Patrimoine culturel et archéologique	Risque de destruction de vestiges archéologiques	• Direct • Permanent	Pas de site archéologique identifié à proximité du projet Réalisation d'un diagnostic archéologique réalisé préalablement aux travaux (début 2024)	**NÉGLIGEABLE**
	Impact visuel en périmètre de monument historique	• Direct • Temporaire	Pas de monument historique identifié à proximité du projet	**NUL**

5.2. INCIDENCES DU PROJET D'EXPLOITATION

5.2.1. Terre, eau, sols, air, climat

5.2.1.1. OCCUPATION DES SOLS

5.2.1.1.1. **Incidences temporaires**

La circulation répétée des engins de chantier est susceptible d'entrainer un compactage des sols (impact direct). La surface totale aménagée étant d'environ 2 ha (1,17 ha sur OPS4 et 0,8 ha sur GPK2).

Par ailleurs, la réalisation des travaux de mise en œuvre de réseaux entre OPS4 et GPK2 entrainera une modification de l'occupation des sols au droit de la tranchée et des surlargeurs nécessaires au chantier.

Le chantier de pose des réseaux occupera une section de 13,50 m conformément au schéma rappelé ci-dessous ; cette emprise sera répartie entre les chemins et les parcelles agricoles (implantation non figée).

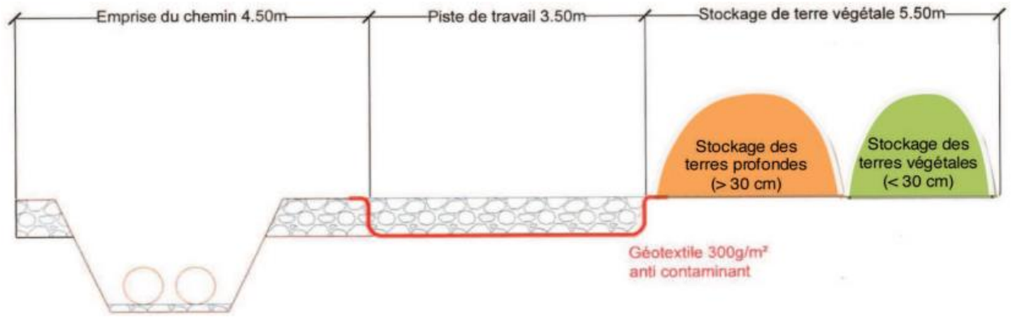


Figure 194 Vue schématique de l'emprise du chantier durant les travaux (source : ÉS)

A l'issue du chantier, la totalité des emprises sera restituée à l'agriculture.

➔ **Mesures mises en œuvre**

La réalisation des travaux d'aménagement des sites OPS4 et GPK2 fera l'objet d'un **balisage** afin de limiter la circulation des engins au strict périmètre du chantier. Si nécessaire, un **décompactage** des sols pourra être effectué en fin de chantier sur les espaces non aménagés.

Les terres végétales et les autres matériaux de déblai feront m'objet d'un stockage distinct.

Les travaux de pose des conduites, d'une durée de 6 mois, seront réalisés préférentiellement en dehors des périodes d'activité de la faune, **soit entre septembre et mars**, pour limiter le dérangement sur celle-ci (application de la mesure MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année, décrite en partie ***5.2.2.4.2. Mesures de réduction***, page 265). Ces périodes sont également les moins impactantes pour l'exploitation agricole.

L'incidence temporaire sur l'artificialisation des sols est **faible**.

5.2.1.1.2. **Incidences permanentes**

Le projet est susceptible d'augmenter l'imperméabilisation des surfaces et donc les ruissellements d'eaux pluviales (impact direct).

En effet, l'aménagement des sites implique une imperméabilisation de surfaces agricoles, sur une surface totale de près de 2 ha :

- Site OPS4 : 1,17 ha
- Nouvelle centrale GPK2 : 0,8 ha

Les surfaces présentent actuellement un coefficient de ruissellement de l'ordre de 10% (surfaces à vocation agricole pas ou peu aménagées).

➔ **Mesures mises en œuvre**

Compte-tenu des risques de pollutions liées aux activités d'exploitation géothermique, l'étanchéification des surfaces pour la collecte des eaux de ruissellement est nécessaire sur une majorité des surfaces aménagées.

Toutefois, sur le site OPS4, toutes les surfaces qui ne présentent pas de risque significatif de pollution seront maintenues en revêtement concassé afin de limiter l'imperméabilisation. Ces surfaces représentent près de 3 000 m² sur les 11 700 m² aménagés pour la phase d'exploitation, soit plus de 25% des surfaces. Des talus enherbés seront également mis en œuvre en limite de propriété, sur une surface de 2 430 m² (21%).

Ainsi, près de la moitié des surfaces resteront perméables à l'issue de l'aménagement.

Rappelons finalement que l'aménagement du site OPS4 pour la phase d'exploitation ne nécessitera que 1,17 ha, tandis que la phase travaux de forage s'étendait sur une emprise de 1,82 ha ; à l'issue de la phase travaux de forage :

- Restitution de 8 300 m² à l'ouest du site
- Extension sur 1 800 m² au sud du site
- **Différence d'emprise : - 6 500 m²**

A l'échelle de l'emprise totale occupée par les aménagements d'OPS4, en phase travaux de forage ou exploitation, le coefficient de ruissellement va diminuer entre la phase travaux de forage (77%) et la phase d'exploitation (48%), soit une diminution de près de 30%.

Sur le site de la nouvelle centrale GPK2, compte-tenu des **activités et des risques de pollution afférents**, l'ensemble des surfaces d'activités sera étanche. Sur l'emprise totale de 8 000 m², le coefficient de ruissellement passe de 10% à 91%.

Le projet de conduite est non impactant du point de vue de l'occupation des sols en phase exploitation, l'intégralité des emprises étant restituée à son usage avant-travaux (chemin ou parcelle agricole).

Tableau 113 Tableau de synthèse de l'occupation des sols pour le site OPS4

Zone	Cr coefficient ruissellement	Situation actuelle		Phase travaux de forage		Phase exploitation	
		Surfaces (m²)	Surfaces actives (m²)	Surfaces (m²)	Surfaces actives (m²)	Surfaces (m²)	Surfaces actives (m²)
Surfaces cultivées	10%	16 282	1 628	1 800	180	8 300	830
Espaces vert	10%	3 600	360	-	-	-	-
Espace vert (talus)	30%	-	-	2 400	720	2 430	729
Bâtiments	100%	18	18	-	-	85	85
Dalles et enrobés	100%	-	-	8 000	8 000	5 710	5 710
Bassin(s)	100%	-	-	4 500	4 500	530	530
Surface en concassé	60%	100	60	3 300	1 980	2 945	1 767
Surfaces totale aménagée		***I***	***I***	**18 200**	**15 200**	**11 700**	**8 821**
Coefficient de ruissellement		**10%**		**84%**		**75%**	
TOTAL		**20 000**	**2 066**	**20 000**	**15 380**	**20 000**	**9 651**
Coefficient de ruissellement		**10%**		**77%**		**48%**	

En gris : **surfaces non aménagées pour la phase considérée**

Tableau 114 Tableau de synthèse de l'occupation des sols pour la nouvelle centrale GPK2

Zone	Cr coefficient ruissellement	Situation actuelle		Phase exploitation	
		Surfaces (m²)	Surfaces actives (m²)	Surfaces (m²)	Surfaces actives (m²)
Surfaces cultivées	10%	8 000	800	-	-
Espaces vert	10%	-	-	815	82
Bâtiments	100%	-	-	1 420	1 420
Dalles et enrobés	100%	-	-	4 715	4 715
Bassin(s)	100%	-	-	1 050	1 050
Surface en concassé	60%	-	-	-	-
TOTAL		**8 000**	**800**	**8 000**	**7 267**
Coefficient de ruissellement		**10%**		**91%**	

L'incidence du projet sur l'imperméabilisation des sols est :

- **Faible** pour le site OPS4
- **Forte** pour la nouvelle centrale GPK2
- **Nulle** pour les conduites et réseaux divers.

A l'échelle des deux sites aménagés (OPS4 + nouvelle centrale GPK2), l'évolution de l'occupation des sols est la suivante :

Tableau 115 Tableau de synthèse de l'occupation des sols : ensemble OPS4 + nouvelle centrale GPK2

Zone	Cr coefficient ruissellement	Situation actuelle		Phase exploitation	
		Surfaces (m²)	Surfaces actives (m²)	Surfaces (m²)	Surfaces actives (m²)
Surfaces cultivées	10%	15 982	1 598	-	-
Espaces vert	10%	3 600	360	815	82
Espace vert (talus)	30%	-	-	2 430	729
Bâtiments	100%	18	18	1 505	1 505
Dalles et enrobés	100%	-	-	10 425	10 425
Bassin(s)	100%	-	-	1 580	1 580
Surface en concassé	60%	100	60	2 945	1 767
TOTAL		19 700	2 036	19 700	16 088
Coefficient de ruissellement		**10%**		**82%**	

Avec une évolution de l'imperméabilisation de 10% actuellement à 82% en phase exploitation, l'incidence du projet sur l'imperméabilisation des sols est jugée **moyenne**.

5.2.1.2. EAUX SOUTERRAINES

5.2.1.2.1. Impacts quantitatifs sur les eaux souterraines

A. Prélèvements d'eaux souterraines

Le projet ne prévoit aucun prélèvement d'eaux souterraines superficielles.

En revanche, le projet prévoit l'exploitation d'une ressource en eaux souterraines profondes, dont la nature rend impropre à la consommation humaine ou à l'irrigation (salinité très élevé), pour la production d'énergie thermique et électrique. Le volume pompé sera de l'ordre de 300 m³/h et l'intégralité du volume pompé sera réinjectée dans le réservoir profond après valorisation de l'énergie contenue dans le fluide géothermal.

L'incidence sur les prélèvements d'eau souterraine est **nulle**.

B. Recharge de la nappe

- *En phase travaux*

Le tassement des sols en phase travaux est susceptible de limiter l'infiltration des eaux pluviales au droit du chantier.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Le balisage du chantier et le décompactage des sols mentionnés en partie ***5.2.1.1.1. Occupation des sols / Incidences temporaires***, page 254, permettront de réduire cet impact.

Les eaux de ruissellement du chantier seront collectées par des fossés et acheminées si nécessaire vers des ouvrages de rétention temporaires de type bassin de décantation pleine terre avec orifice calibré en sortie, permettant de maitriser le débit de rejet vers une zone d'infiltration sur site.

L'incidence quantitative du projet sur les eaux souterraines superficielles en phase travaux sera **négligeable**.

- *En phase exploitation*

Le projet prévoit l'imperméabilisation des surfaces d'activités et donc, de façon indirecte, une diminution de l'impluvium des eaux pluviales infiltrées vers la nappe.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Dans la mesure du possible, compte-tenu des risques de pollution de certaines activités, des surfaces en concassé seront maintenues afin de limiter l'imperméabilisation des surfaces.

- Pour le site OPS4, ces surfaces représentent près de 25% des surfaces du site.
- Les activités sur la centrale sur le site GPK2 ne permettent pas le maintien de revêtements perméables au-delà de 10% de la surface totale (pourcentage imposé par le PLU, article 13 UT).

Sur chacun des sites, les eaux pluviales de ruissellement seront collectées, stockées, contrôlées (contrôle de la conductivité) et rejetées vers un dispositif d'infiltration ; seules les eaux de ruissellement contaminées par les eaux géothermales (conductivité élevée) seront stockées puis réinjectées dans le réservoir géothermal.

Le réseau d'eau entre les sites OPS4 et GPK2 permettra également le transfert d'eau pour les besoins des activités.

Les eaux pluviales sont finalement renvoyées vers le sous-sol, hors cas de pollution avérée ou prélèvement des eaux pluviales pour les besoins des activités et process.

L'incidence quantitative du projet sur les eaux souterraines superficielles en phase exploitation sera **négligeable**.

5.2.1.2.2. Impacts sur la qualité des eaux souterraines

A. Effet des activités de forage sur la qualité des eaux souterraines

- *Pollution des eaux souterraines superficielles par les eaux profondes*

Lors des opérations de forage, la réalisation de l'ouvrage en plusieurs sections et la pose et cimentation d'un tube guide préalablement aux opérations de forage permet d'éviter tout contact entre une éventuelle nappe superficielle et les eaux profondes.

Lors de l'exploitation, les mesures décrites au point précédent permettent de s'assurer de l'absence de pollution des eaux souterraines superficielles par de les eaux profondes. De plus, un suivi physico-chimique des eaux produites lors de l'exploitation des puits permettra de détecter une éventuelle venue d'eau superficielle en cas de rupture des protections.

- *Effet du process sur la qualité des eaux souterraines profondes*

Pour rappel, du fait d'une salinité très élevée (environ 100 g/l), les eaux souterraines profondes qui seront exploitées par le projet sont **impropres à la consommation humaine ou à l'irrigation**. Le **process de la centrale géothermique ne prévoit aucune modification de la nature du fluide géothermal puisqu'il s'agit uniquement d'un transfert de calorie via des échangeurs de chaleur**. Par ailleurs, le **fluide étant maintenu sous pression en surface**, **aucun dégazage n'est prévu pouvant entrainer une modification de la composition des gaz dissous en régime établi**. Le suivi en exploitation des paramètres physico-chimiques (pH, conductivité) et de la composition des fluides exploités à Soultz et Rittershoffen ont permis de confirmer ces points.

Néanmoins, le process peut avoir un impact mineur sur la chimie et la qualité des eaux souterraines par plusieurs phénomènes.

- **La formation de dépôts :** Le refroidissement du fluide géothermal dans les échangeurs de chaleur pour la production de chaleur ou d'électricité conduit à une variation de l'équilibre thermodynamique entrainant ainsi une diminution de la solubilité de certaines phases minérales et par conséquent la formation de dépôts/tartre. Dans le Fossé rhénan, les précipitations minérales les plus courantes sont les sulfates (barytine, célestite), les sulfures métalliques (principalement de la galène), des composés multi-métalliques (tels que Sb, As et Pb), les oxydes et les carbonates. Par conséquent, la concentration de certains éléments devrait théoriquement être légèrement différente à la production et à l'injection.

- **La corrosion :** La corrosion des cuvelages des puits et des équipements de surface par le fluide géothermal pourrait entrainer également une légère variation de la concentration en fer dans le fluide géothermal pompé et réinjecté. Cette différence de concentration, si avérée, n'a pour le moment jamais pu être quantifié précisément à Soultz et Rittershoffen car elle est toujours comprise dans les incertitudes de mesures de concentration du fluide.

- **L'injection d'inhibiteurs :** Des inhibiteurs sont injectés en surface pour limiter la corrosion et la formation de tartre/dépôts. Les inhibiteurs sont choisis pour leurs performances et leur capacité à se dégrader en quelques heures au contact du fluide géothermal. La concentration des inhibiteurs au point d'injection est de l'ordre de quelques ppm à une dizaine de ppm. La concentration de ces inhibiteurs est si faible qu'il est extrêmement délicat de mesurer leur concentration résiduelle au puits d'injection, et leur dégradation rapide fait que les concentrations résiduelles mesurées au puits de production sont nulles.

- **La réinjection des eaux des bassins :** Les sites OPS4 et GPK-2 comporteront un bassin pour stocker l'eau géothermale issue de purges ou du séparateur, ainsi que les eaux ayant été en contact avec celle-ci. Les bassins bâchés collectent également naturellement les eaux de pluie. Par conséquent, la réinjection des eaux des bassins comprendra un mélange d'eau géothermale et d'eau de pluie. La salinité du fluide géothermal réinjecté pourra donc être potentiellement diluée par la réinjection des eaux des bassins. Toutefois, le volume des bassins réinjecté représenterait tout au plus quelques milliers de mètres cubes, soit 0,1 à 0,2% du débit annuellement exploité. Toutefois, le suivi en exploitation des paramètres physico-chimiques n'indique aucun impact et montre une stabilité de la composition du fluide géothermal dans le temps.

- **La gestion de l'huile de lubrification de la pompe de production :** La pompe d'exhaure à arbre long requiert une lubrification avec une huile ayant une viscosité élevée. La consommation journalière d'huile est d'environ 20 litres. L'huile est injectée en continue depuis la surface. L'huile passe au travers de tous les paliers entre la surface et l'hydraulique. Une fois arrivée à l'extrémité basse de la colonne de lubrification, elle est évacuée dans l'espace entre la colonne de production de la pompe et le cuvelage de la chambre de pompage. L'huile étant plus légère que le fluide géothermal, elle s'accumule ensuite dans le puits de production. Une fois que l'espace entre la chambre de pompage et la pompe est complètement rempli d'huile, la pompe de production pomperait également l'huile injectée si aucune gestion n'était mise en place. Une concentration de l'ordre de 3 ppm d'huile se retrouverait dans le fluide géothermal pompé et réinjecté. Toutefois, afin d'éviter de pomper de l'huile et de réinjecter celle-ci dans le sous-sol, l'huile usagée sera alors récupérée plusieurs fois par an lors d'arrêts techniques en mettant en production artésienne l'espace annulaire entre le cuvelage de la chambre de pompage et la colonne de production. La Figure 195 présente des explications schématiques de la reprise de l'huile de lubrification de la pompe de production. Le suivi des volumes d'huile injectée et récupérée, tout comme le suivi en exploitation des paramètres physico-chimiques permettront de s'assurer de la collecte complète et de l'absence de fuite.

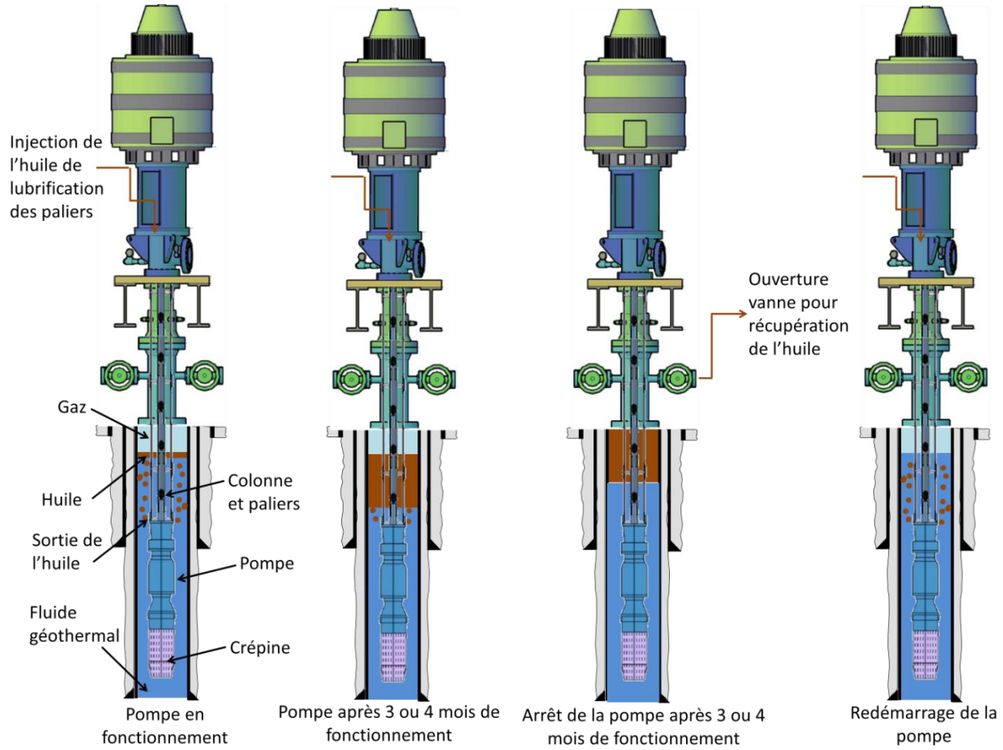


Figure 195 Explications schématiques de la reprise de l'huile de lubrification de la pompe de production

B. Effet des eaux de ruissellement sur la qualité des eaux souterraines superficielles

- *En phase travaux*

Lors de la phase de travaux, les risques de contamination des eaux souterraines sont les suivants :

- **Pollution chronique** par les matières en suspension, par lessivage des terres remaniées, avec collecte des eaux et rétention en ouvrages pleine terre permettant le transfert des polluants vers les eaux souterraines ;

- **Pollution accidentelle** lors des travaux : fuite de réservoir, déversement accidentel…

Par ailleurs, le ruissellement des eaux sur les terres du chantier peut entrainer une pollution par les matières en suspension.

➔ **Mesures mises en œuvre**

La collecte et la rétention temporaire des eaux dans un ouvrage de décantation pleine terre permettra de réduire significativement la concentration de matières en suspension (MES) dans les eaux avant leur rejet

vers une zone d'infiltration. Si nécessaire, un filtre à paille pourra être mis en œuvre en aval de l'ouvrage pour améliorer l'abattement des MES.

Des mesures de précaution permettront de réduire le risque de pollution accidentelle en phase chantier ; dans le cas où une pollution serait identifiée malgré ces mesures, un protocole d'intervention permettra de contenir la pollution et de réduire son incidence sur le milieu aquatique (voir parties *7.3.2. Prévention des pollutions* et *7.3.3. Intervention en cas de pollution accidentelle*, page 333).

L'incidence sur les débits en phase de travaux est **faible**.

- *En phase exploitation*

Le ruissellement des eaux pluviales vers le dispositif d'évacuation des eaux par infiltration est susceptible d'entrainer des polluants chroniques par lessivage des surfaces d'activités. En cas de déversement accidentel peut également contaminer ces eaux de ruissellement.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Gestion des rejets

Site OPS4

Les purges des tuyauteries contenant l'eau géothermale seront réalisées sur des zones de rétention, telles que les caves des puits, l'éventuel bâtiment technique et la fosse du départ/arrivée des canalisations enterrées entre OPS4 et GPK2. Les eaux collectées en ces points seront pompées vers le bassin bâché de stockage des eaux géothermales, d'un volume d'environ 750 m³, avant réinjection dans le puits d'injection. Le projet ne prévoit aucun rejet d'eau géothermale, ou d'eau ayant été en contact avec celle-ci, vers les eaux superficielles.

Le volume de la pluie décennale généré par le site en phase d'exploitation a été estimé à environ 250 m³ par les calculs de dimensionnement. Les eaux pluviales collectées seront stockées dans des buses béton équipées d'un dispositif d'obturation et de confinement des eaux de type vanne actionnable manuellement.

En exploitation, cette vanne sera normalement **fermée** et la conductivité des eaux collectées sera suivie en continue.

- Si la conductivité est **inférieure à une limite comprise entre 1 et 5 mS/cm**, alors la vanne sera ouverte manuellement par un opérateur. Les eaux seront traitées par un débourbeur/déshuileur de classe 1 avant rejet à débit limité vers un dispositif d'infiltration. Ce traitement permet d'obtenir des teneurs en hydrocarbures résiduels **inférieures à 5 mg/l**. La vanne se refermera automatiquement après vidange des buses de stockages.
- En cas de contamination chimiques des eaux, la vanne restera fermée et les eaux collectées seront alors pompées dans le bassin bâché.

Le débourbeur/déshuileur fera l'objet d'inspections régulières et de curages si besoin pour évacuer les hydrocarbures piégés.

Les surfaces ne présentant pas de risque de pollution sont aménagées avec un revêtement en concassé ; les eaux pluviales s'y infiltrent naturellement et subit un traitement naturel par percolation dans le sol. Cet aménagement est conforme avec les préconisations de la doctrine de gestion des eaux pluviales de la région Grand Est.

Canalisations entre OPS4 et GPK2

Les canalisations entre les sites OPS4 et GPK2 seront purgées uniquement aux points bas situés sur ces deux sites. Le projet ne prévoit aucun rejet d'eau géothermale vers les eaux souterraines ou superficielles.

Nouveaux aménagements sur le site GPK2

Les **purges des tuyauteries contenant l'eau géothermale seront réalisées sur des zones de rétention**, tel le bâtiment technique de la centrale géothermique et la fosse du départ/arrivée des canalisations enterrées entre OPS4 et GPK2. Les **eaux collectées en ces points seront pompées vers le bassin bâché de stockage des eaux géothermales**, d'un **volume d'environ 1500 m³**, **avant réinjection dans le puits d'injection.** Ce **bassin collectera également eaux géothermales** les eaux géothermales **sortant du séparateur**. Le projet ne prévoit aucun rejet d'eau géothermale, ou d'eau ayant été en contact avec celle-ci, vers les eaux superficielles.

Le volume de la pluie décennale généré par le site en phase d'exploitation a été estimé à environ 190 m³ par les calculs de dimensionnement. Les **eaux pluviales collectées seront stockées dans des buses béton équipées d'un dispositif d'obturation et de confinement des eaux de type vanne actionnable manuellement**.

En exploitation cette vanne sera normalement fermée et la **conductivité des eaux collectées sera suivie en continue**.

- Si la **conductivité est inférieure à une limite comprise entre 1 et 5 mS/cm, alors la vanne sera ouverte manuellement par un opérateur**. Les eaux seront traitées par un débourbeur / déshuileur de classe 1 avant rejet à débit limité vers le milieu récepteur. Ce dispositif permet d'obtenir des teneurs en hydrocarbures résiduels inférieures à 5 mg/l. La vanne se refermera automatiquement après vidange des buses de stockages.
- En cas de contamination chimiques des eaux, la vanne restera fermée et les eaux collectées seront alors pompées dans le bassin bâché.

Le débourbeur / déshuileur fera l'objet d'inspections régulières et de curages si besoin pour évacuer les hydrocarbures piégés.

Surveillances des rejets

La conductivité des eaux de pluie collectées et stockées dans les buses enterrées sur les sites OPS4 et GPK2 sera suivi en continu. La qualité des eaux rejetée sera analysée une fois par an. Les caractéristiques suivies seront les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO) et la teneur en hydrocarbure.

Par ailleurs, conformément à l'article 51-10 du décret 2006-649 du 2 juin 2006 modifié sur la base du décret n°2018-434 du 4 juin 2018, portant diverses dispositions en matière nucléaire, les radionucléides ^{238}U et ^{226}Ra présents dans les rejets aqueux, la flore ou les sédiments feront l'objet d'une vérification. La fréquence des analyses sera annuelle au lancement de l'exploitation et pourra être revue par la suite en accord avec la DREAL selon les résultats.

Synthèse

Le dispositif de gestion des eaux pluviales des sites OPS4 et GPK2 prévoit la collecte intégrale des eaux pluviales de ruissellement des surfaces d'activités. Ces eaux seront stockées dans une conduite de stockage enterrée fermée par une vanne manuelle. Ce dispositif de rétention est vidangé par ouverture manuelle de la vanne **suite à une analyse de la qualité des eaux** (conductivité notamment) permettant de vérifier l'absence de contamination par des eaux géothermales.

Les eaux sont également traitées par un séparateur hydrocarbures de classe 1 avant infiltration.

Aucune évacuation des eaux de ruissellement vers le milieu souterrain superficiel n'est possible sans l'intervention d'un opérateur précédée d'une vérification de la bonne qualité de ces eaux.

Avec les dispositifs mis en œuvre, l'incidence sur la qualité des eaux souterraines profondes est **faible**.

C. Effet sur la qualité des eaux souterraines superficielles

- *En phase exploitation*

En phase d'exploitation, il existe un risque de fuite de la conduite de transport du fluide géothermal reliant OPS4 à GPK2 et inversement.

➔ **Mesures mises en œuvre**

En cas de fuite sur la canalisation de transport du fluide géothermal entre OPS4 et GPK2, le fluide se déverserait directement dans les sols et contaminerait les sols et les eaux souterraines superficielles.

Le risque de fuite des canalisations est prévenu grâce à un dispositif de détection de fuite en place sur les canalisations aller et retour.

- **Conduite aller :** La conduite aller, de type **double enveloppe**, constitué entre autres d'un espace annulaire sous vide (entre 2 et 7 mbar), permettra au-delà de sa fonction d'isolation thermique, de détecter les fuites aussi bien internes qu'externes. Grâce à la présence d'un capteur de pression, placé sur chaque site ; il sera donné de vérifier en continu, la pression du vide, ce qui en cas d'anomalie (dépassement d'un certain seuil de pression), pourra générer une alerte.
- **Conduite retour :** Dans le cas de la conduite retour, c'est cette fois-ci le câble électrique qui représentera l'outil de détection de fuite. Comme pour la conduite aller, un capteur placé au niveau de la centrale, permettra la vérification continue de la résistance électrique du câble, ce qui en cas de diminution de la résistance, déclenchera la manifestation d'un alerte, équivalent à la présence d'eau dans la mousse en polyuréthanne.

En cas de détection de fuite, la procédure sera la suivante :

- Déclenchement automatique d'une **alarme d'astreinte** ;
- **Vérifier l'alarme** (problème capteur, problème étanchéité du vide en surface, faux contact électrique…) ;
- Si l'alarme est confirmée, **inspection du tracé** (point haut, travaux non déclarée, trace de fuite…) ;
- Si la fuite n'est pas localisée visuellement, **arrêt de la production pour test de tenue en pression** :
  - Si la pression est maintenue, fuite venant de la double enveloppe ou de la gaine en PE du tube retour :
    - Remise en production,
    - Recherche de la fuite,
    - Ouverture,
    - Réparation,
    - Vérification étanchéité,
    - Fermeture.
  - Si la pression chute, fuite supposée du tube transportant le fluide géothermal à l'aller ou au retour :
    - Recherche de la fuite,
    - Ouverture,
    - Réparation,
    - Vérification étanchéité,
    - Remise en production.

Avec les dispositifs mis en œuvre, l'incidence du risque de fuite de canalisations sur la qualité des eaux souterraines superficielles est **faible**.

5.2.1.2.3. Effet sur l'écoulement des eaux souterraines

Il est important de souligner que des circulations naturelles existent dans le réservoir profond, comme le montrent les différences de températures observées entre les différents puits existant dans le secteur au niveau du réservoir. Les eaux souterraines profondes ne sont donc pas statiques mais en mouvement.

Lors du fonctionnement du doublet en exploitation, le pompage dans le puits producteur induit un rabattement dans le réservoir profond (diminution de la pression) et l'injection dans le puits injecteur induit une augmentation de la pression dans ce même réservoir. Ces changements de pression permettent une circulation entre le puits injecteur et le puits producteur plus ou moins directe en fonction de la géométrie des fractures naturellement présentes dans le sous-sol et des propriétés pétrophysiques des formations. Cette circulation ainsi engendrée par l'exploitation de la ressource se produit à une échelle de temps plus courte que les circulations existantes naturellement au sein du réservoir.

Cependant, cette connexion hydraulique entre les puits reste localisée autour de chaque puits.

L'incidence sur l'écoulement des eaux souterraines est **négligeable**.

5.2.1.2.4. Effet sur la température des nappes profondes

Le projet vise à prélever de la chaleur d'eaux souterraines provenant d'un aquifère profond, fracturé, pompées à une température d'environ 160°C et réinjectées à environ 70°C. L'impact thermique existe mais sera très fortement limité :

- par la dimension considérable du réservoir cible et sa profondeur ;
- par le réchauffement naturel des eaux réinjectées, au cours du temps, du fait de la distance séparant le fond du puits de réinjection de celui de production et des capacités hydrauliques du réservoir cible.

L'impact sur la température du réservoir profond sera **négligeable**.

5.2.1.3. EAUX SUPERFICIELLES

5.2.1.3.1. **Impacts quantitatifs sur les eaux superficielles**

A. En phase travaux

Le compactage des sols et les remaniements du terrain naturel sont susceptibles d'augmenter les débits de ruissellement des eaux pluviales et de modifier les chemins d'écoulement.

➔ **Mesure mises en œuvre**

Aucun rejet des eaux de ruissellement du chantier vers les eaux superficielles n'est prévu.

Le balisage du chantier et le décompactage des sols permettront de réduire les risques d'érosion des terres lors des travaux.

Les eaux de ruissellement seront collectées, traitées (abattement des matières en suspension) puis rejetées vers un dispositif d'infiltration.

L'incidence des travaux sur les débits d'eaux superficielles sera **nulle**.

B. En phase exploitation

- *Prélèvements d'eaux superficielles*

Le projet ne prévoit aucun prélèvement d'eaux superficielles en phase exploitation.

- *Débits d'eaux de surface*

D'une manière générale, l'imperméabilisation des surfaces est susceptible d'entraîner une augmentation des débits dans le milieu naturel (impact direct).

➔ **Mesures mises en œuvre**

Le projet prévoit l'infiltration de l'intégralité de ses eaux pluviales ; aucun rejet vers le réseau hydrographique superficiel n'est prévu.

L'incidence du projet sur les débits d'eaux superficielles est **nulle**.

5.2.1.3.2. **Impacts sur la qualité des eaux superficielles**

A. En phase travaux

Le ruissellement des eaux pluviales sur les terres remaniées lors des travaux de terrassement sont susceptibles d'entrainer une quantité importante de matières en suspension, ensuite rejetées dans les eaux superficielles.

La réalisation des travaux est également une source potentielle de pollution accidentelle : fuite d'un réservoir de véhicule, déversement accidentel de produit…

Finalement, le site étant sujet au risque d'inondation, il existe un risque non négligeable de pollution lié à une submersion du chantier : lessivage des matériaux (notamment matériaux de terrassement), mise en eau des véhicules et des produits stockés sur le chantier…

➔ **Mesures mises en œuvre**

Des mesures permettent de limiter les risques de pollution chronique ou accidentelles sur le chantier ; ces mesures sont présentées en parties *7.3.2. Prévention des pollutions* et *7.3.3. Intervention en cas de pollution accidentelle*, page 333.

L'incidence des travaux sur la qualité des eaux superficielles sera **nulle**.

B. En phase exploitation

La circulation des véhicules motorisés peut être à l'origine d'une contamination **chronique** des milieux naturels par des éléments organiques généralement biodégradables (matières en suspension, hydrocarbures, azote…) mais également métalliques, sources de pollutions potentiellement toxiques (plomb, zinc et cuivre). Le lessivage des surfaces urbaines entraîne donc des flux d'eau polluée vers les milieux aquatiques superficiels ou souterrains.

Compte-tenu de la nature du projet, il existe également un risque non négligeable de pollution **des eaux de ruissellement par les eaux géothermales**.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Le projet prévoit la collecte, le traitement et l'infiltration de l'intégralité de ses eaux pluviales ; aucun rejet vers le réseau hydrographique superficiel n'est prévu.

L'incidence du projet sur la qualité des eaux superficielles sera **nulle**.

5.2.1.4. QUALITE DE L'AIR

5.2.1.4.1. **Impacts temporaires**

La phase de travaux d'aménagement peut être à l'origine de la dégradation de la qualité de l'air.

L'augmentation du trafic routier engendré par la desserte/navette d'engins de chantier peut en effet être à l'origine d'une augmentation de la part de GES. De plus, les travaux, terrassements, ainsi que la circulation de véhicules, sont à l'origine de la levée de poussières qui participent à la dégradation de la qualité de l'air.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Les travaux d'aménagement des sites pour l'exploitation et de pose des canalisations s'apparenteront à un chantier classique ; ils engendreront un trafic poids lourds limité en comparaison des phases d'amenée / repli du chantier de forage.

Afin de réduire les kilomètres parcourus par les engins et de réduire la nuisance associée aux émissions, une attention sera portée sur la provenance des matériaux du chantier, et les itinéraires définis permettront de réduire les distances et d'éviter les zones habitées autant que possible.

Une attention sera également portée sur les conditions de terrassement, afin de réduire les émissions de poussières ; toutefois, rappelons que les zones de chantier sont relativement éloignées des habitations.

L'incidence du chantier sur les émissions atmosphériques est **négligeable**.

5.2.1.4.2. **Impacts permanents**

A. Circulation des véhicules

Quelques véhicules légers par jour et quelques véhicules lourds par semaines, essentiellement sur le site GPK2.

B. Dégazage des eaux géothermales

Le fluide géothermal contient des gaz dissous et le ratio gaz/liquide à pression atmosphérique est d'environ 1/1. Les **principaux gaz dissous sont le dioxyde de carbone (90%)**, **l'azote (8%)** et la **méthane (2%)**.

En exploitation, la boucle géothermale fonctionnera en boucle fermée maintenue à une pression supérieure à la pression de dégazage. La centrale géothermique n'émet donc pas de gaz à effet de serre en fonctionnement normale.

Ponctuellement, des émissions de gaz seront néanmoins possibles lors de phase de démarrage ou d'arrêt d'urgence requérant l'utilisation d'un séparateur liquide/vapeur. Lorsque le fluide géothermal produit passe par le séparateur, les gaz dissous dans le fluide géothermal sont libérés dans l'atmosphère et environ 13% de l'eau passe sous forme vapeur. Dans ces conditions, le gaz majoritaire émis par le séparateur est la vapeur d'eau qui représente environ 99%. Le dioxyde de carbone représente environ 1% des émissions et les autres gaz moins de 0,1%.

Cet équipement sera utilisé très rarement, uniquement lors du démarrage des phases de pompage, alors que le débit n'est pas encore au régime nominal, ce qui représente des périodes de fonctionnement courtes, de l'ordre de quelques dizaines d'heure par an. Les émissions de gaz à effet de serre en fonctionnement dégradé lorsque le séparateur est utilisé seront globalement de l'ordre d'une dizaine de tonnes par an.

C. Les odeurs

Contrairement aux milieux volcaniques, le fluide géothermal du fossé rhénan ne contient pas de sulfure d'hydrogène. Aucun rejet de produits odorants dans l'atmosphère n'est donc attendu en phase d'exploitation, tout comme dans les rejets aqueux.

➔ **Mesures mises en œuvre**

En cas de détection d'odeurs en provenance des bassins de rétention par les opérateurs sur site, des opérations de réinjection permettront de supprimer la source avant qu'elle ne se propage aux habitations environnantes.

L'incidence de l'exploitation du projet sur les émissions atmosphériques sera **négligeable**.

5.2.1.5. POLLUTION DU SOL ET DU SOUS-SOL

5.2.1.5.1. **Impacts temporaires**

En phase travaux, il existe un risque de pollution accidentel des sols par fuite d'un réservoir de véhicule ou déversement de produit dangereux.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Des mesures permettent de limiter les risques de pollution chronique ou accidentelles sur le chantier ; ces mesures sont présentées en parties *7.3.2. Prévention des pollutions*.

En cas de déversement accidentel, un protocole d'intervention décrit en partie *7.3.3. Intervention en cas de pollution accidentelle*, page 333 sera appliqué.

Ainsi, le risque de pollution des sols en phase de travaux est **faible**.

5.2.1.5.2. **Impacts permanents**

A. Stockages de produits

Les produits liquides utiles à l'exploitation du site seront **stockés sur rétention**. Ces produits seront essentiellement constitués **de produits d'entretien et de maintenance des installations et des utilités**. Les quantités stockées sur site **seront réduites au minimum nécessaire**, permettant de **réduire encore le risque pour le milieu naturel**. Par ailleurs, **aucune cuve de stockage enterrée n'est prévue dans le cadre du projet**.

B. Impact thermique des canalisations enterrées

On entend par “pollution thermique” une modification significative de la température du milieu, ici à la hausse.

Cette forme de pollution physique peut paraître anodine au regard des pollutions chimiques, compte tenu de la toxicité et des effets à long terme de certaines molécules. Pourtant, cette pollution thermique diffuse peut avoir des effets locaux importants, en particulier sur les écosystèmes aquatiques (cas des rejets en rivière d’eau en provenance de centrales nucléaires par exemple), la faune souterraine, la qualité agronomique des sols...

L’élévation de température d’un milieu a deux effets potentiels[28] :

- la réduction de la quantité d’oxygène dissout dans les milieux aquatiques ;
- l’augmentation de l’activité métabolique des organismes (jusqu’à un certain seuil) et donc leur consommation en oxygène.

Il semble aussi que l’augmentation de la température accroisse la sensibilité des organismes aux substances toxiques.

En fonction des modalités de cette pollution thermique (degré de variation de la température, vitesse de la modification, etc.) et des autres facteurs de stress présents dans le milieu (pollution chimique, gel, sécheresse…), la physiologie des organismes est plus ou moins perturbée. Il peut s’en suivre une modification des communautés biologiques du milieu avec un risque d’appauvrissement de la biodiversité. Les bactéries et les virus peuvent profiter de l’élévation de température et réduire la qualité sanitaire des eaux ainsi que les capacités épuratrices du milieu.

Le projet n’engendrera pas de rejet d’eau chaude dans des milieux aquatiques, ni dans le sous-sol. Seule la diffusion de calories par conduction thermique des conduites vers le sol et le sous-sol et les effets qui pourraient en découler sont ici à prendre en compte.

Une étude réalisée dans le cadre d’un projet de conduite, réalisé dans des conditions similaires à celles du projet, a permis de préciser les incidences thermiques d’une conduite de transport de fluide géothermal.

Les conduites transporteront de l’eau géothermale surchauffée, d’une température maximale comprise entre 170°C pour la conduite aller et 70°C[29] pour la conduite retour. Le haut des conduites se localisera à environ 0,8 m de profondeur, surmontée par un recouvrement composé en majorité de sable. L’écart axial entre les conduites étant d’environ 750 mm. La structure des ouvrages et le mode de pose a été déterminé afin de limiter au mieux les pertes et la diffusion dans le sol de chaleur. Ainsi, l’isolation des conduites sera assurée par :

- pour la conduite aller à 170°C :
  - un tube caloporteur en enveloppe acier,
  - un isolant thermique en laine minérale à liant en résine synthétique, résistant à des températures jusqu’à 600°C,
  - un tube extérieur dit “de sécurité” créant un espace annulaire sous vide entre les deux tubes constituant la conduite (double enveloppe). Le vide étant le meilleur isolant thermique, les pertes les déperditions thermiques seront d'autant plus réduite.
- pour la conduite retour à 70°C :
  - un tube caloporteur en enveloppe acier
  - soit une double enveloppe comme la conduite aller, soit un tube préisolé. Ce type de tube n’étant pas conçu pour des températures supérieures à 130°C, un moyen de coupure physique serait mis en place afin de garantir que la température n’excède 130°C dans la conduite.

Par ailleurs, le sable de remblayage de la tranchée joue également un rôle d’isolant pour les échanges de température de et vers les conduites.

Sur ces critères techniques, une simulation a été effectuée[30] afin d’évaluer l’incidence thermique de la présence des conduites dans le sol.

La valeur de référence choisie pour la température du sol en surface est 0°C avec un vent de 2 m/s, afin de mesurer l’impact potentiel le plus fort, c’est à dire l’impact sur un sol gelé ou proche du gel. Dans le même souci, les estimations chiffrées sont des valeurs maximales. Pour ces conditions climatiques, la température du sous-sol est évaluée à 10°C à environ 2 m de profondeur.

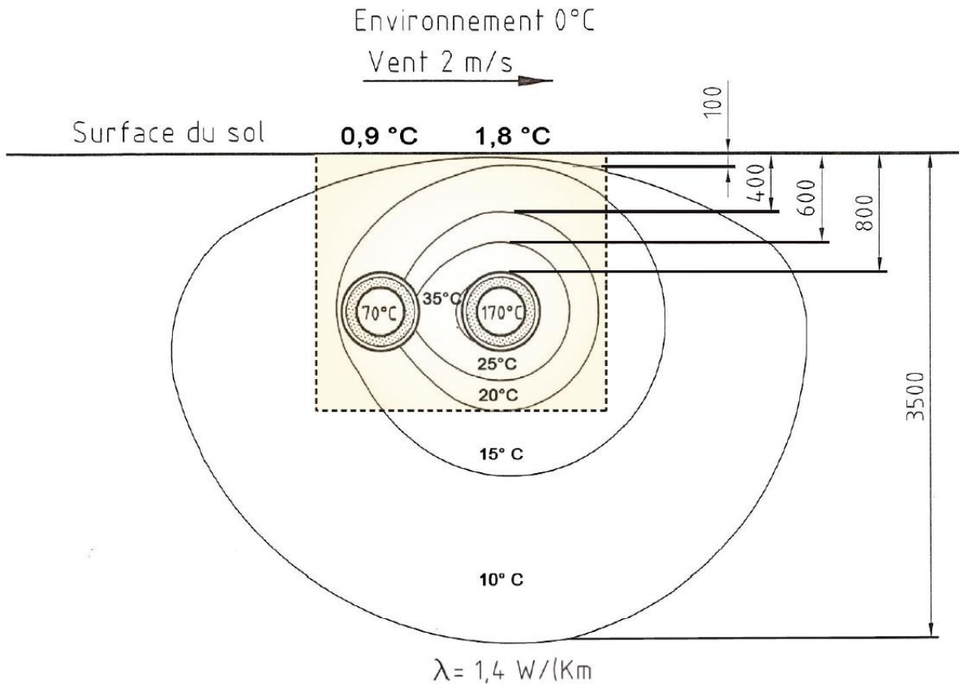
---

[28] Les effets de la pollution thermique ont été étudiés principalement dans le cas des injections d’eau “chaude” dans des cours d’eau pour une augmentation minimale de 4 à 5°C de la température de l’eau, essentiellement pour les rejets d’eau de refroidissement industriel. Les effets d’une pollution thermique dans le sol sont moins connus. L’analyse de la documentation scientifique ne permet pas de déterminer précisemment des seuils d’augmentation de température du sol à partir desquels il y aurait un impact négatif ou positif significatif sur l’environnement. Il a donc été repris pour la présente étude, les valeurs de +4 à +5°C pour qualifier l’importance de l’effet thermique.

[29] Pour la conduite retour, la température sera comprise entre 60°C et 80°C

[30] Simulation effectuée par GTM - FW-FERWÄRME-TECHNIK GmbH. Grafftring 6, 0-29227 Celle. Janvier 2012

Les résultats de cette simulation figurent dans le schéma ci-dessous.



À son observation on constate que l'effet thermique maximal potentiel au sol des conduites **à l'aplomb de l'ouvrage** est estimé entre +1 et +2°C. L'effet prévisible du réchauffement moyen à la surface du sol est lui, plutôt évalué entre +0,5 et +1°C, ce qui peut être considéré comme très faible.

À l'extérieur de l'ouvrage, l'augmentation de la température du sous-sol sera également non significative (quelques degrés sur quelques dizaines de centimètres).

Le projet n'engendrera donc **pas de risque préjudiciable** de pollution thermique du sol ni des eaux souterraines ou superficielles : les valeurs de chaleur émise sont trop basses pour être susceptibles d'engendrer des phénomènes d'augmentation de la sécheresse, de dégel des sols ou encore une modification notable des écosystème terrestres ou souterrains.

C. Gestion du risque de fuite sur les canalisations enterrées

Les conduites enterrées entre les deux sites seront **conçues pour limiter le risque de fuite**. Le **principal facteur pouvant engendrer des fuites est la corrosion**. C'est pourquoi les conduites seront conçues en matériaux résistant à la corrosion :

- La conduite aller sera prévisionnellement en acier inoxydable. L'espace entre le tube caloporteur et la double enveloppe sera protégé contre la corrosion par la création de vide. L'enveloppe extérieure comportera également une couche de polyéthylène pour la protéger de la corrosion externe.
- La conduite retour sera prévisionnellement en fibre de verre pour la conduite retour.

Un second facteur de risque de fuite est la **mauvaise mise en œuvre des conduites sur site**. Toutes les soudures de la pose de la conduite aller seront **vérifiées par un contrôle non destructif** (radiographie, mesure ultrasonique…). L'isolation électrique de la double enveloppe sera également **vérifiée sur toute la conduite pour vérifier l'intégrité du revêtement après la pose des conduites**. Les **jointages par collage de la conduite retour** en fibre de verre sont plus difficiles à contrôler, toutefois une **épreuve hydraulique des conduites à une pression supérieure à la pression de service permettra de vérifier la bonne mise en œuvre des deux conduites**.

➔ Mesures mises en œuvre

En exploitation, une surveillance du risque de fuite pourra être réalisée au moyen :

- De la mesure du vide de la double enveloppe de la conduite aller ;
- D'un câble en cuivre dans l'isolant thermique de la conduite retour en fibre de verre ;
- D'une protection cathodique active pour protéger la double enveloppe de la conduite aller contre la corrosion dans le cas où le revêtement en polyéthylène sur la double enveloppe serait endommagé ;
- La vérification annuelle par un organisme possédant les qualifications en protection cathodique Secteur Terre Niveau 1 et 2 ;
- La vérification de l'exploitant du fonctionnement permanant du dispositif d'injection de courant.

En cas de détection de fuite, la procédure permettra de confirmer l'alarme puis d'identifier l'origine de la fuite ; si nécessaire, un arrêt de la production sera effectué (voir protocole en partie 2.7.4.5, page 63).

Enfin, pour se prémunir des endommagements causés par des tiers, un grillage avertisseur sera posé au-dessus des conduites. Par ailleurs, celles-ci seront déclarées dans le téléservice "réseaux-et-canalisations". La gestion des DT/DICT sera assurée par l'exploitant et des inspections régulières du tracé aura lieu afin de vérifier l'absence de travaux non déclarés.

Ainsi, l'incidence du projet sur le risque de pollution des sols en phase d'exploitation est **faible**.

5.2.2. Biodiversité

Le projet est un projet d'exploitation géothermique qui nécessite l'aménagement de trois zones géographiques : une nouvelle centrale sur le site GPK2, le site de forage OPS4 et la conduite qui relie ces deux entités. Il se déroule selon **3 temporalités**, chacune pouvant engendrer différents impacts écologiques sur le site d'étude :

- D'abord une phase de travaux d'aménagement et de forage sur le site OPS4 qui débuterait mi-2024 pour une durée de 2 ans sur une surface de 1,8 ha.
- Puis une phase d'aménagement sur les sites GPK2 (0,8 ha) et OPS4 (1,2 ha) ainsi que la construction de la conduite entre ces deux structures (environ 1,9 km de long). Les travaux dureraient alors 2 ans.
- Et enfin, la phase d'exploitation des sites.

Le présent chapitre porte sur :

- **Les travaux d'aménagement préalables à l'exploitation (site OPS4, nouvelle centrale GPK2 et réseau reliant les 2 sites).**
- **L'exploitation des sites sur une durée de 25 ans (site OPS4 et nouvelle centrale GPK2).**

5.2.2.1. IMPACTS SUR LES PERIMETRES D'INVENTAIRE ET DE PROTECTION

La zone d'étude ne recoupe pas de périmètre de protection. Elle se trouve cependant à 600 m de la ZNIEFF de type 2 « Vallée du Seltzbach et massif du Niederwald » et à plus de 2 km des ZPS « FR4211790 Forêt de Haguenau » et ZSC « FR4201798 Massif forestier de Haguenau ».

L'incidence du projet sur les périmètres d'inventaire et de protection est **nulle**.

5.2.2.2. IMPACTS DIRECTS

5.2.2.2.1. Impacts bruts sur la flore et la végétation à enjeu

Les impacts sur la végétation peuvent être classés en trois catégories :

- destruction et/ou dégradation d'habitats naturels ;
- disparition d'espèces végétales remarquables ;
- artificialisation des milieux.

Concernant la flore et les habitats, le secteur est dominé par la grande culture et occupé par une flore « banale », dominée par les espèces rudérales et nitrophiles. **Aucune espèce présentant un statut patrimonial n'a été observée.**

En conséquence l'impact du projet est **négligeable** pour la flore.

Toutefois, il est important de veiller à ce que la roselière, présentant un enjeu réglementaire, et située au nord-ouest du périmètre d'étude, ne soit pas impactée.

5.2.2.2.2. Impacts bruts sur la faune à enjeu

Les impacts théoriques sur la faune peuvent être classés en trois catégories :

→ *destruction et/ou dégradation d'habitats d'espèces animales : impact **permanent***
→ *destruction d'espèces animales remarquables lors des travaux : impact **temporaire***
→ *dérangement ou perturbation de la faune durant la phase travaux (faune fréquentant l'aire d'étude et/ou ses abords immédiats) : impact **temporaire**.*

Sur le site, les **impacts concernent principalement l'avifaune**. En effet, les espèces à enjeux identifiées sur le site sont pour la grande majorité des oiseaux, le site étant assez peu favorables aux autres groupes (insectes, reptiles, mammifères).

Les espèces à enjeux identifiées sont principalement du **cortège des milieux semi-ouverts**, comme le **Bruant jaune** *Emberiza citrinella* ou encore la **Pie-grièche écorcheur** *Lanius collurio*, dont deux couples nicheurs sont suspectés à proximité des travaux d'aménagements. Cette dernière, inscrite à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux et classée Vulnérable à l'échelle régionale, pourrait être impactée par le projet avec la destruction de son habitat de nidification (ronciers autour du site OPS4) ou bien par dérangement lors de la phase travaux.

On peut aussi noter la présence **d'Œdipode émeraudine** *Aiolopus thalassinus* sur les milieux à végétation basse au niveau du portail du site OPS4, milieu inclus dans la zone d'emprise des travaux sur le site OPS4.

Les impacts sur les espèces d'autres groupes taxonomiques sont jugés négligeables étant donné la nature des travaux, leurs faibles surfaces ainsi que les faibles enjeux identifiés au sein des zones d'emprise des projets.

Tableau 116 Impacts sur les différentes espèces à enjeu du site

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Enjeu	Impact potentiel	Justification
Mammifères				
Lièvre d'Europe	*Lepus europaeus*	Moyen	Négligeable	Espèce commune et surface impactée négligeable au vu du contexte
Oiseaux				
Cortège des milieux semi-ouverts		Moyen	Moyen	Surface impactée faible mais des sites de nidification sont impactés dans un contexte où ils sont relativement peu nombreux (dérangement/destruction)

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Enjeu	Impact potentiel	Justification
Reptiles				
Lézard des murailles	*Podarcis muralis*	Moyen	Négligeable	Espèce commune observée en marge des zones impactées et surface impactée négligeable au vu du contexte
Insectes				
Conocéphale gracieux	*Ruspolia nitidula*	Moyen	Négligeable	Espèces communes observées en marge des zones impactées et surface impactée négligeable au vu du contexte
Criquet ensanglanté	*Stethophyma grossum*	Moyen	Négligeable	
Criquet marginé	*Chorthippus albomarginatus*	Moyen	Négligeable	
Œdipode émeraudine	*Aiolopus thalassinus*	Moyen	Faible	Population isolée observée dans la zone d'emprise des travaux et habitats favorables identifiés seulement dans celle-ci

5.2.2.3. IMPACTS INDIRECTS

5.2.2.3.1. **Cas des espèces invasives**

L'altération des habitats comprend également la menace des espèces invasives. En effet, ces espèces exotiques à potentiel colonisateur fort sont grandement favorisées par les activités humaines et notamment les remaniements de matériaux. Il s'agira de prendre en compte cet élément en phase travaux, mais soulignons que les milieux concernés sont déjà impactés par la présence d'invasives. Les mesures doivent viser à limiter leur propagation à d'autres espaces, non impactés à ce jour. **L'impact est faible.**

→ *Dispersion des espèces invasives liée aux terrassements en phase travaux : impact **temporaire***
→ *Prolifération des espèces invasives en phase d'exploitation : impact **permanent***

5.2.2.3.2. **Dérangement de la faune du site**

Le dérangement de la faune sur un site est lié à la fréquentation humaine qui peut contribuer à diminuer sa tranquillité : émissions lumineuses, bruits et vibrations dues aux forages réalisés et/ou à la circulation des engins pendant les travaux, présence du personnel, peuvent gêner et éloigner les animaux plus ou moins sensibles aux dérangements. Ce dérangement de la faune du site est un impact qui peut être considéré comme temporaire, car assez rapidement les animaux s'adapteront en trouvant de nouveaux lieux de reproduction et d'alimentation. Cet impact est local pour l'ensemble des espèces qui seront gênées par le bruit et les vibrations provenant des engins de chantiers ou de l'activité de forage.

→ *Dérangement dû à la réalisation des travaux : impact **temporaire***
→ *Dérangement dû aux activités lors de l'exploitation : impact **permanent***

5.2.2.3.3. **Impact sur les continuités écologiques**

Les impacts du projet sur les continuités écologiques identifiées sur le site seront considérés comme **négligeables**. En effet, aucun habitat compris dans les différentes trames ne sera atteint ou détruit, à l'exception de la sous-trame des milieux agricoles intensifs qui ne comporte que peu d'enjeux sur le site et dans le secteur. Les mesures de compensations du projet pourront en revanche améliorer la connectivité des habitats du secteur en créant de nouveaux patchs favorables (par exemple des haies).

5.2.2.4. MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

5.2.2.4.1. **Mesures d'évitement**

La surface d'emprise des travaux (OPS4, GPK2 et la conduite) comprend peu d'espaces favorables à la biodiversité, les impacts directs de ces projets sont globalement négligeables. De plus, les seuls impacts qui ne sont pas « négligeables » (Pie-grièche écorcheur, Œdipode émeraudine) ne sont pas adaptables : les ronciers autour d'OPS4 devront être détruits pour permettre l'extension de la structure. Même s'ils n'étaient pas détruits, le point de forage et les travaux à proximité engendreraient une perturbation importante pour les couples nicheurs. Ce sont alors seulement des mesures de réduction qui seront mises en place.

5.2.2.4.2. **Mesures de réduction**

A. MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année

La mesure préconise de **réaliser les travaux sur la période septembre-mars**.

Pour les travaux de la phase exploitation, ÉS s'engage à respecter ces préconisations *a minima* pour la **mise en œuvre des conduites le long du bois au nord d'OPS4.**

ÉS appliquera cette préconisation dans la mesure du possible pour les travaux sur l'ensemble du tracé des conduites, des contraintes externes liées à la gestion du chantier contraigne le calendrier des travaux (délais d'approvisionnement…).

Les travaux d'aménagement des sites OPS4 (après phase travaux de forage) et GPK2 étant prévus sur une durée de 2 ans, ils se pourront de restreindre à respecter cette période de 6 mois de moindre impact ; toutefois, l'occupation des sols et l'éloignement relatif des enjeux biodiversité pour ces deux sites limitent le dérangement potentiel de la faune.

Référence Théma : R3.1A	MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année Phase concernée
Phase concernée	Réduction temporelle : **phase travaux**
Espèces ou habitats concernés	Biodiversité au sens large
Localisation	Contour des sites d'exploitations

Objectifs

Afin de limiter les impacts sur la faune, la réalisation des travaux devront être effectuée en dehors des périodes de reproduction, de floraison ou d'hibernation. Il s'agit en effet d'empêcher la destruction/le dérangement des nids et/ou des individus d'espèces en adaptant les périodes de travaux aux exigences écologiques des espèces.

Description de la mesure

L'ensemble de l'emprise projet, en dehors des mesures d'évitement ou de réduction, sera potentiellement détruit par les travaux de dégagement des emprises (défrichement ; terrassement) liés au projet. Afin de réduire les dégâts sur les individus d'espèces patrimoniales ou non, il est important de réaliser ces travaux, dans la mesure du possible, à une période où un maximum d'individus sont mobiles.

Ainsi, il est nécessaire **d'éviter** :

- La période printanière où une majorité d'espèces se reproduisent, fleurissent et pondent/mettent bas ;
- Le début d'été où une majorité d'espèces élèvent leurs jeunes encore peu mobiles ;

De ce fait, **la période de fin d'été jusqu'à la fin de l'hiver** constitue la **meilleure période** pour réaliser des travaux, notamment de défrichement, dans les secteurs à enjeu les plus sensibles.

Le tableau ci-après présente les périodes optimales pour la réalisation des différentes phases des travaux :

Remarque : ce tableau ne concerne que les travaux de dégagement des emprises (défrichement, terrassement) qui sont les plus impactants pour la biodiversité. Les travaux d'enfouissement de la conduite ont des impacts temporaires négligeables au regard des milieux et de la surface concernés.

Groupes	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Aout
Flore												
Mammifères terrestres												
Chiroptères												
Avifaune												
Amphibiens & Reptiles												
Insectes												
Synthèse												

Référence Théma : R3.1A	MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année Phase concernée
	Période optimale pour la réalisation de travaux
	Période faiblement sensible pour le groupe concerné (des contraintes peuvent exister, exemple : oiseaux hivernants, reproduction précoce d'amphibiens, etc.). Des travaux, **hors défrichement**, peuvent être menés sous certaines conditions (climatologie favorable, travaux légers, etc.), mais **après validation auprès d'un écologue**
	Période durant laquelle les travaux ne doivent pas débuter. En cas d'impossibilité d'évitement de cette période pour les travaux de terrassement notamment, le passage d'un écologue sera réalisé avant le démarrage des travaux pour identifier les enjeux potentiels et les précautions particulières à mettre en œuvre.

Les mois de **septembre à mars** correspondent donc à la période la moins sensible vis-à-vis de l'ensemble des groupes taxonomiques à enjeux du site. C'est donc la **période à privilégier pour tous les travaux** (dans la mesure du possible) mais **l'unique période pour les défrichements**. C'est à cette période que la majorité des espèces des groupes recherchés n'est plus en phase reproduction mais est encore active ou absente.

Les travaux autres que le défrichement seront possibles de novembre à février uniquement au cas par cas, avec validation de l'écologue, et un passage sur site quelques jours avant le lancement afin de définir les sensibilités écologiques. Notons que les milieux tout juste défrichés sont des habitats favorables pour les espèces pionnières ayant tendance à coloniser rapidement les milieux. En cas de découverte d'individus, une procédure spécifique sera proposée par l'écologue selon les enjeux et statuts du site (transit, reproduction, hivernage).

Tous les individus/espèces ne seront pas pour autant sauvés avec cette mesure. Il est en effet presque impossible de proposer un calendrier qui supprime entièrement la destruction des espèces (protégées et/ou remarquables) ainsi que le dérangement pendant la phase travaux. Néanmoins, cette mesure permet de limiter les atteintes aux groupes taxonomiques les plus sensibles à l'échelle de l'aire d'étude.

En cas d'arrêt prolongé du chantier, il sera nécessaire de :

- Réaliser un entretien permettant de maintenir une végétation herbacée très rase afin de rendre le site non favorable aux espèces trouvant refuge dans les hautes herbes ;
- Faire une vérification des zones ouvertes par un écologue avant la reprise des travaux afin de s'assurer de l'absence de colonisation du site par certaines espèces pionnières.

Limites / observations

Les travaux vont *a priori* se dérouler sur des durées assez longues, on tentera alors d'éviter au maximum les actions les plus impactantes pour la biodiversité lors des périodes les plus sensibles.

Modalités de suivi

Vérification du respect du calendrier de travaux par l'écologue mandaté.

B. MR2 : Limiter la prolifération d'espèces exotiques envahissantes

Référence Théma : R2.1F	MR2 : Limiter la prolifération des espèces végétales exotiques envahissantes
Phase concernée	Réduction technique : **phase de travaux et exploitation**
Espèces ou habitats concernés	Ensemble de la biodiversité
Localisation	Sites GPK2, OPS4 et tracé de la conduite

Objectifs

Trois plantes exotiques envahissantes ont été identifiées sur l'aire d'étude. Parmi elles, le **Robinier faux-acacia Robinia pseudoacacia** et le **Solidage géant Solidago gigantea**, qui possèdent un fort potentiel de colonisation, et leur expansion doit être suivie et limitée en cas de menace trop importante.

Les espèces invasives sont susceptibles de se répandre suite aux travaux, soit par dispersion des plantes déjà présentes sur site, soit par l'apport de plantes par les engins. Elles peuvent donc également être propagées à l'extérieur de la zone de projet vers des secteurs aujourd'hui vierges.

Une vigilance particulière devra être maintenue sur la zone d'emprise des travaux, car les zones remaniées constituent une niche écologique de choix pour la prolifération des espèces végétales invasives.

Cette mesure est à décliner lors des différentes étapes de travaux.

Descriptif de la mesure

- ***En amont des travaux***

Une visite sera réalisée par un écologue sur les zones d'accès au chantier et les zones de stockage des matériaux et des engins afin de mettre en évidence les **foyers d'espèces invasives**. Des **secteurs de stockage temporaire** de ces espèces devront être prévus (les secteurs voués à l'imperméabilisation / excavation seront favorisés). Les emplacements des **zones de nettoyage des engins** en entrée et sortie de chantier seront définis. Une campagne d'arrachage pourra alors être mise en œuvre selon les enjeux identifiés et les espèces retirées devront être exportées dans un centre de traitement spécialisés, ou enterrés in situ à une profondeur suffisante (3 m), ou dirigés vers un centre de compostage, de méthanisation, d'enfouissement technique ou d'incinération.

- ***Lors de la phase travaux***

Une attention particulière sera accordée pour **veiller à ne pas disséminer d'espèces envahissantes vers le chantier comme vers l'extérieur du chantier** (semence et bouture) avec les engins de travaux. Les voies de passage empruntées par ces engins devront être délimitées. Un **nettoyage des roues sera nécessaire régulièrement et obligatoirement à l'entrée et à la sortie des zones de chantiers**. Ces nettoyages devront être réalisés sur les zones prévues à cet effet et imperméabilisées.

- ***Après la phase de travaux***

Une **surveillance du site sera nécessaire**, jusqu'à la recolonisation complète par les espèces autochtones, à la non-installation d'espèces envahissantes au niveau des sols remaniés lors du terrassement. Un **suivi du développement des espèces invasives** devra être mené et des opérations d'arrachage ponctuelles pourront être prévues et réalisées si nécessaire.

Référence Théma : R2.1F	MR2 : Limiter la prolifération des espèces végétales exotiques envahissantes

Modalités de suivi

- Vérification du respect des prescriptions
- Suivi post-chantier de la reprise de la végétation

C. Mesures de réduction pour les émissions lumineuses (phase exploitation)

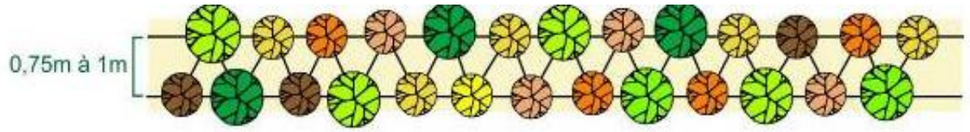
Lors des périodes de maintenance, qui nécessiteront un éclairage permanent de la plateforme pendant 2 à 3 semaines (en période estivale), le choix d'un mobilier permettant d'orienter le faisceau lumineux vers le sol permettra de limiter les nuisances lumineuses pour les riverains.

Les incidences sur la biodiversité sont jugées **faibles**.

5.2.2.5. IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

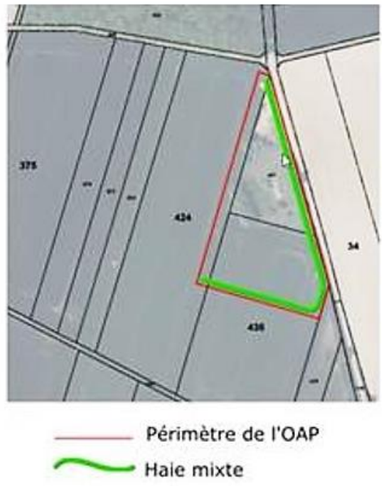
Les mesures de réduction proposées précédemment ne suffiront pas à réduire suffisamment les impacts du projet sur la biodiversité du site. On propose alors une mesure de compensation qui vise à réduire les impacts de ce projet, voire d'améliorer la qualité écologique du secteur. Pour cela, la plantation de haies bocagères peut être réalisée.

Référence Théma : C1.1a	**MC1 : Plantation de haies bocagères**
Phase concernée	Création de milieux : **phase travaux**
Espèces ou groupes concernés	Ensemble de la biodiversité, plus particulièrement la faune (oiseaux, reptiles, amphibiens)
Localisation	A définir
Objectifs de la mesure	
Les travaux sur les différentes structures du site vont engendrer des dérangements (bruits, présence humaine) au niveau des haies qui accueillent certaines espèces à enjeux. Aussi, une de ces haies est destinée à être défrichée autour du site OPS4. Cette mesure consiste alors à créer une ou de nouvelles haies bocagères à proximité, afin de compenser la perte de fonctionnalités écologiques pour la faune (milieu de reproduction, d'alimentation, de transit et de repos). Ainsi, la plantation de haies multistrates fournira des abris au sol pour la petite faune, un milieu arbustif pour les oiseaux nicheurs et potentiellement des arbres à cavités pour les espèces arboricoles. Par ailleurs, les haies remplissent d'autres fonctionnalités : mur anti-bruit, corridors de déplacement, stabilisation des sols, régulation des inondations et épuration des eaux… Une haie pourrait aussi être mise en place autour de GPK2. Cela contribuerait à améliorer la qualité écologique du secteur et à favoriser les espèces impactées par le projet (compensation positive). De plus, elle permettrait au site une certaine intégration paysagère.	
Descriptif de la mesure	
Afin de compenser les **ronciers défrichés**, des haies seront plantées selon les modalités suivantes : • le **sol des futures plantations sera travaillé** entre juillet et octobre pour assurer une bonne reprise des végétaux ; • **plantation entre octobre et février** (hors période de gel) sur **2 rangs** ; • plantation sur **mulch naturel ou paillage biodégradable** (pour permettre l'installation d'une flore herbacée d'ourlet, proscrire les bâches plastiques) ; • utilisation **d'essences indigènes et d'origine génétique locale** (label Végétal local) ; • utilisation **d'essences diverses**, permettant une floraison et une fructification étalée dans l'année ; • protection des plants avec des **manchons anti-gibier biodégradables**.	

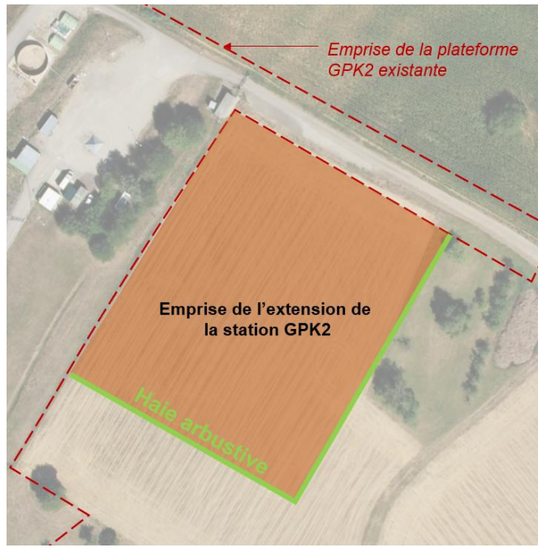
Référence Théma : C1.1a	**MC1 : Plantation de haies bocagères**
Pour rendre la haie plus dense : • **recépage des arbustes à N+1 ;** • **défourchage des arbres à N+2 et N+3.**  **Exemple de séquence de haie bocagère © O.G.E.** (les grands ronds correspondent aux arbres, les petits aux arbustes, les couleurs aux différentes essences) Modalités d'entretien des haies : • **taille des côtés tous les 2 ans au lamier** (épareuse proscrite) ; • **émondage des arbres tous les 7 ans** pour favoriser la formation de cavités utilisables par la faune cavernicole. Les **essences horticoles et invasives sont à proscrire**, les espèces seront exclusivement choisies parmi les suivantes : **Arbres :** *Acer campestre* Érable champêtre*, Castanea sativa* Châtaignier*, Fagus sylvatica* Hêtre*, Fraxinus excelsior* Frêne élevé*, Quercus robur* Chêne pédonculé. **Arbustes** *: Salix caprea* Saule marsault, *Cornus sanguinea* Cornouiller sanguin, *Corylus avellana* Noisetier, *Crataegus laevigata* Aubépine à deux styles, *Crataegus monogyna* Aubépine à un style, *Euonymus europaeus* Fusain d'Europe, *Ilex aquifolium* Houx, *Ligustrum vulgare* Troène commun, *Prunus spinosa* Prunellier, *Rosa canina* Rosier des chiens. La **strate arborée** comptera au **minimum 3 essences** différentes, la **strate arbustive 6.** Des arbrisseaux peuvent également venir en complément : *Calluna vulgaris* Callune*, Erica cinerea* Bruyère cendrée*, Ulex europaeus* Ajonc d'Europe, *Cytisus scoparius* Genêt à balais. Ces listes correspondent à une proposition, la palette végétale pourra être adaptée selon les conditions édaphiques en discussion avec un écologue et l'entreprise chargée de la plantation.	
Limites, observations	
Si le cahier des charges de l'entretien n'est pas respecté ou que les espèces choisies ne sont pas adaptées, la haie risque de mourir avant même d'être fonctionnelle.	

Référence Théma : C1.a	**MC1 : Plantation de haies bocagères**

Localisation



Localisation de la future haie bocagère d'OPS4



Modalités de suivi

- Vérification du respect des prescriptions.
- Suivi de la colonisation des haies par la faune.
- Suivi du bon état sanitaire des plantations.

Les linéaires de haies sont les suivants :

Tableau 117 Synthèse sur les linéaires de hais prévues par la mesure

Site	Linéaire	Typologie de haie
OPS4	300 ml	Haie mixte arbuste / longues tiges
GPK2	180 ml	Haie arbustive

Au droit du site GPK2, la présence d'aérocondenseurs, hauts de 10 à 12 m, au droit de la plateforme GPK2, ne permet pas la mise en œuvre de sujets haute tige, compte-tenu de la contrainte liée à la chute des feuilles en automne qui peuvent entraver le fonctionnement des aérocondenseurs. Sur ce site, les haies proposées sont de type arbustif.

NB : **Les préconisations de la mesure MC1 : Plantation de haies bocagères sont compatibles avec les OAP** du futur Plan Local d'Urbanisme (après révision simplifiée) qui prévoit une haie mixte composée d'essences locales et alternant les arbustes et les sujets haute tige.

Orientations d'aménagement de la zone UT – lieu-dit Langenacker

La zone UT est une zone destinée aux constructions et installations liées à des activités utilisant les ressources géothermiques pour leur processus ou produisant de l'énergie utile aux bâtiments.

Afin de garantir l'intégration paysagère du site et de préserver l'environnement, l'aménagement de la zone devra respecter les principes d'aménagement suivants :

- *Une haie mixte composée d'essences adaptées au contexte local, comprenant des arbustes et des sujets haute tige, devra être implantée sur les franges Est et Sud du site afin, d'une part, de servir d'écran paysager pour limiter les vues sur le site et, d'autre part, de limiter le risque de coulées d'eaux boueuses.*
- *L'aménagement devra prévenir tout risque de pollution afin de préserver la qualité de l'eau, du sol et du sous-sol.*

Compte-tenu des enjeux limités sur le secteur d'étude, et de la mise en œuvre de mesures compensatoires sur un linéaire total de 480 ml, apportant un gain écologique bien supérieur à l'impact généré par le projet en termes d'habitats d'espèces patrimoniales, l'impact du projet pour la biodiversité peut être jugé **positif**.

5.2.3. Population et santé humaine

5.2.3.1. CONSOMMATION D'ESPACES NATURELS, AGRICOLES ET FORESTIERS

5.2.3.1.1. Consommation d'espaces agricoles

Aucune consommation d'espace naturel ou forestier n'est prévue pour la phase d'exploitation.

Les incidences sur la consommation d'espaces naturels ou forestiers en **phase d'exploitation** sont jugées **nulles**.

5.2.3.1.2. Consommation d'espaces agricoles

A. Impacts temporaires

La pose de travaux en tranchée entre OPS4 et GPK2 va entrainer une consommation temporaire de surfaces agricoles.

La surface du chantier est estimée à environ 2,66 ha, sur la base des hypothèses suivantes :

- Emprise globale du chantier (tranchée, piste d'accès et zone de stockage latérale à la tranchée), d'environ 13 à 15 m de large → retenu 14 m
- Linéaire de la tranchée : 1 900 ml
- Total 26 600 m²

Le chantier sera réalisé par tranche linéaire de plusieurs centaines de mètres. La durée totale du chantier est estimée à 6 mois.

Il prendra place à cheval sur les chemins et les parcelles attenantes. La largeur du chantier sur les parcelles agricoles sera au maximum de 15 m.

Considérant la consommation partielle des surfaces agricoles et la durée réduite du chantier, l'impact temporaire sur la consommation d'espaces agricoles est **faible**.

B. Impacts permanents

En phase exploitation, le projet va occuper une surface totale de 19 700 m².

- *Site OPS4*

La surface occupée par le site de production OPS4 en phase exploitation sera de 11 700 m², dont :

- 9 900 m² déjà aménagés pour la phase travaux de forage
- 1 800 m² nouvellement aménagés (parcelles agricoles).

Par ailleurs, 8 300 m² de plateforme mise en œuvre pour la phase travaux de forage seront restitués à l'exploitation agricole.

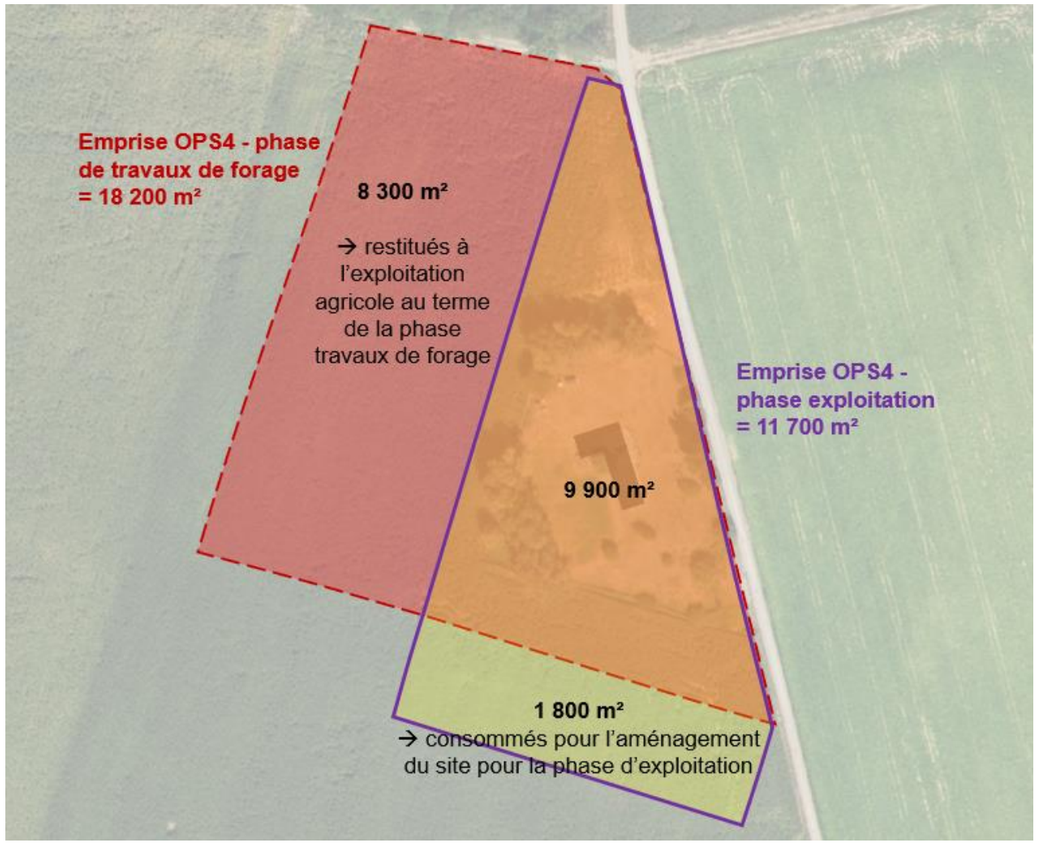


Figure 196 Surfaces du site OPS4 en phases travaux de forage et exploitation

- *Site GPK2*

La surface occupée par le site GPK2 sera de 8 000 m² de surfaces actuellement agricoles.

- *Conclusion*

Pour les aménagements nécessaires à l'exploitation du site, la consommation de nouveaux espaces agricoles est de 9 800 m². Par ailleurs, 8 300 m² sont restitués à l'agriculture sur le site OPS4.

Les incidences en **phase d'exploitation** sont jugées **faibles**.

5.2.3.2. RISQUE INONDATION ET COULEES DE BOUE

Le site du projet n'est pas situé en zone d'expansion des crues.

Le projet ne prévoit aucun rejet vers le réseau hydrographique superficiel susceptible d'aggraver le risque d'inondation à l'aval.

Les eaux de ruissellement des surfaces étanches sont intégralement collectées afin de ne pas accélérer les débits de ruissellement vers les parcelles attenantes et d'aggraver le risque de coulées de boue.

L'incidence du projet sur le risque inondation et coulées de boue est **nul**.

5.2.3.3. RESEAUX HUMIDES

5.2.3.3.1. **Consommation d'eau potable**

En phase d'exploitation géothermique, l'eau douce n'est consommée que dans le process lui-même. Le seul besoin en eau douce est ponctuel et lié au nettoyage des installations lors des phases de maintenance (filtres, échangeurs, caniveaux…).

Sur la base de la consommation annuelle de la centrale géothermique de Rittershoffen, les besoins seront de l'ordre de **500 m³/an en exploitation**, ce qui correspond en moyenne à la consommation de 10 habitants[31].

La plateforme GPK2 sera raccordée au réseau d'eau potable par un nouveau raccordement effectué sur la conduite reliant Soultz-sous-Forêts à Surbourg.

Les modalités de raccordement et les débits de pointe prélevables sur le réseau sans affecter le service public seront définis avec le concessionnaire du réseau, le Syndicat des Eaux de Soultz-sous-Forêts.

Ainsi, l'incidence du projet sur le réseau d'eau potable sont **négligeables**.

5.2.3.3.2. **Rejets d'assainissement**

Les eaux pluviales seront intégralement collectées, stockées, traitées, puis évacuées vers un dispositif d'infiltration. **Aucun raccordement ou rejet d'eau pluviale au réseau d'assainissement** n'est prévu dans le cadre du projet.

Les eaux usées d'OPS4 seront traitées par un dispositif d'assainissement conforme ; il n'y aura pas de rejet vers le réseau d'assainissement.

Les eaux usées de GPK2 seront soit traitées par un dispositif d'assainissement conforme, soit rejetées au réseau public via un réseau à mettre en œuvre ; pour rappel, la nouvelle centrale GPK2 accueillera 1 à 2 personnes, et jusqu'à 10-15 personnes ne période de maintenance (2 à 3 semaines par an).

L'incidence du projet sur les rejets vers le réseau d'assainissement est **nulle**.

[31] En 2020, l'Observatoire des services publics d'eau et d'assainissement estime que chaque français utilise en moyenne 149 litres d'eau potable par jour, soit une consommation domestique de 54,3 m³ par habitant et par an. (source: https://economie.eaufrance.fr/)

5.2.3.4. EMISSIONS DE VIBRATIONS / SISMICITE INDUITE

5.2.3.4.1. **Impact temporaire**

En phase d'aménagement, le projet est susceptible de générer des vibrations au travers d'opérations telles que le compactage de terrain. Toutefois, ces activités sont peu susceptibles d'engendrer des vibrations impactant la commodité du voisinage qui est dans l'ensemble éloigné du projet.

Aucune mesure n'est nécessaire en phase travaux d'aménagement.

L'incidence sur les vibrations est **négligeable**.

5.2.3.4.2. **Impact permanent**

En phase d'exploitation, les équipements sur les sites OPS4 ou GPK2 sont peu susceptibles d'engendrer des vibrations continues. La source principale de ces vibrations viendra de la pompe de production, mais les vibrations n'auront pas une énergie suffisante pour impacter la commodité du voisinage (vibrations non ressenties par l'être humain).

Toutefois, la géothermie haute température en milieu naturellement fracturé, tout comme d'autres activités anthropiques, peut être à l'origine d'une sismicité dite induite, provoquée par les opérations de réinjection du fluide géothermal. À de rares exceptions près, ces séismes sont de très faibles amplitudes et sont à peine perceptibles en surface, on parle alors de micro-sismicité.

➔ **Mesures mises en œuvre**

La société ÉS est consciente des enjeux relatifs à la sismicité induite par les activités de géothermie, sur un territoire où les événements récents ne facilitent pas l'acceptabilité sociale d'un tel projet.

La géothermie haute température opérée dans des zones avec une activité tectonique doit intégrer ce risque. Pour tout projet de géothermie, il est essentiel de bien connaître la géologie du sous-sol impacté par ces travaux et comprendre les phénomènes naturels, notamment sismiques, susceptibles d'être activés par les travaux, afin de minimiser leur probabilité et leur intensité. La maîtrise de l'aléa sismique en géothermie passe par la mise en œuvre, par les exploitants, d'un processus de surveillance et d'un pilotage affiné de leurs opérations de forage et de sollicitation du réservoir.

Afin de prévenir au mieux l'occurrence de sismicité induite, ÉS se conformera au « Guide de bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite par les opérations de géothermie profonde » qui fait référence dans le domaine à date. Notamment et pour rappel, ÉS déploiera un réseau de surveillance micro-sismique, dont le descriptif complet, de la mise en œuvre aux actions correctives, est présenté en partie ***2.7.4.1. Suivi sismologique et prévention de la sismicité induite***, page 62.

En cas d'alerte sismologique, des actions seront mises en œuvre pour gérer le risque de sismicité induite, conformément au diagramme décisionnel présenté en Figure 225.

L'arbre décisionnel proposé par le guide de bonnes pratiques sera utilisé afin d'évaluer l'aléa post forage et post-développement de puits en fonction des informations apportées par ces opérations. Pour rappel, l'évaluation de l'aléa pour un projet de ce type avant tout forage mène à un niveau d'aléa 2 (modéré).

Il est rappelé par ailleurs qu'ÉS dispose de l'expertise nécessaire pour la gestion du risque sismologique comme en témoigne l'exploitation de ses 2 centrales de géothermie depuis 7 ans, centrales qui n'ont généré aucune sismicité ressentie par la population.

L'incidence sur le risque de sismicité induite sera **faible**.

5.2.3.5. TRAFIC ROUTIER

La réalisation de travaux ou d'opérations liées à l'exploitation du site peut entrainer une augmentation du trafic, et générer des problématiques de circulations : ralentissements du trafic, congestion des axes routiers, sortie d'engins de chantier, dégradation de la propreté des routes… etc.

Pour rappel, le trafic poids lourds actuel sur les axes structurants du secteur sont les suivants :

- 7 280 véh/j dont 470 PL/j sur la D263,
- 3 270 véh/j dont 120 PL/j sur la D264.

Le trafic poids lourds induit également des nuisances sonores, nuisances olfactives et émissions atmosphériques.

5.2.3.5.1. Impacts temporaires

Pendant la phase de travaux (durée 2 ans), le site fera l'objet d'une fréquentation supplémentaire par les poids lourds ; à ce stade, la cadence des poids lourds n'est pas définie et dépendra du type de camion mis à disposition par l'entreprise de travaux.

Par ailleurs, le nombre de camion par jour ne sera pas stable, mais dépendra des phases du chantier : les gros terrassements, les approvisionnements en matériaux, nécessiteront une fréquentation importante pouvant atteindre 25 PL/j tandis que les travaux de second œuvre ne nécessiteront quasiment pas de desserte poids lourds.

Finalement, l'incidence du trafic poids lourds généré par le chantier dépendra également de la provenance des véhicules, et donc de la localisation des entreprises de travaux, des sites d'approvisionnement… etc.

Toutefois, l'analyse de la carte du maillage routier met en évidence l'impossibilité d'éviter les centres-villages, que ce soit côté Sud (traversée de Surbourg) ou côté Nord (traversée de Soultz-sous-Forêts).

➔ **Mesures mises en œuvre**

Afin de limiter les incidences des circulations poids lourds induites par les travaux, en termes de trafic routier et de nuisances associées, les accès par les poids lourds se feront sur les axes structurants (RD) ou les chemins agricoles jusqu'au plus près du site de destination.

Le schéma de circulation envisagé à ce stade pour la desserte poids lourds du site OPS4 est le suivant :

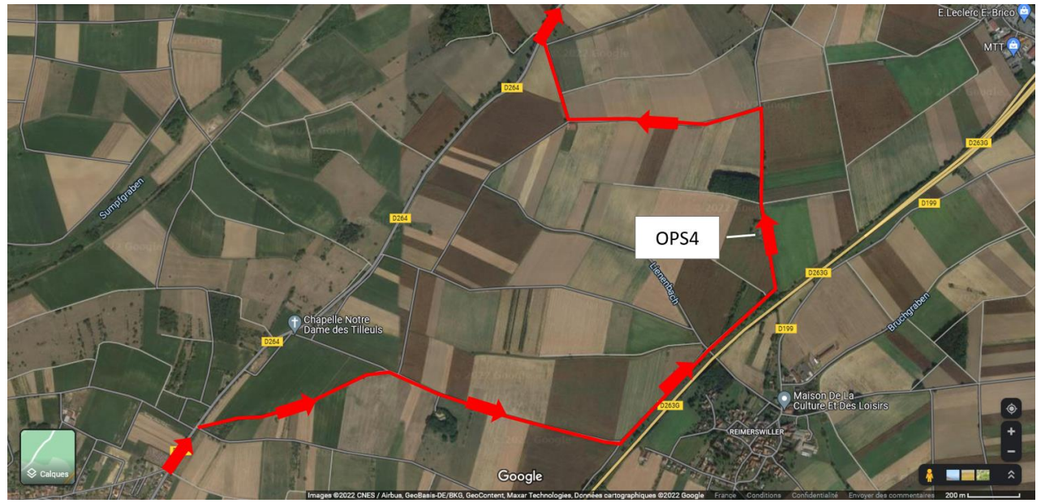


Figure 197 Plan de circulation pour l'accès à OPS4 (toutes phases)

Dans le cas où la provenance des poids lourds nécessiterait la traversée de villages, l'utilisation des axes structurants (RD) sera privilégiée lors de la définition des itinéraires. Ces voies présentent une largeur importante adaptée au gabarit des poids lourds, limitant la surcharge de la voirie et la nuisance occasionnée aux habitations riveraines. De plus, ces voiries sont dimensionnées pour un trafic lourd, ce qui n'est pas le cas des voies communales.

Cette mesure permettra de réduire les incidences en phase de travaux, sans toutefois les supprimer.

Le trafic en phase travaux étant très variable selon la temporalité du chantier, et la durée du chantier étant estimée à 2 ans, l'impact sur le trafic routier peut être estimé **moyen**.

5.2.3.5.2. Impacts permanents

En phase d'exploitation, le site GPK2 sera desservi par 1 à 2 camions par semaine. L'impact sur le trafic est **négligeable**.

En fonctionnement normal, le site OPS4 ne fera pas l'objet d'une fréquentation régulière.

Les opérations de maintenance, réalisées une fois par an durant 2-3 semaines (en été) nécessiteront un accès véhicule au site OPS4 et engendreront des trafics supplémentaires vers le site GPK2.

Par ailleurs, tous les 3 ans, la réalisation de diagraphies sur le site OPS4 nécessitera l'amenée d'une grue.

Les incidences des opérations de maintenance et de diagraphies sur le trafic sont peu fréquentes et courte durée.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Bien que la fréquentation soit faible en phase d'exploitation, l'accès au site par les engins lourds sera réalisé depuis les axes structurants, comme préconisé pour la phase de travaux d'aménagement.

Le schéma de circulation pour l'accès poids lourds du site en phase travaux de forage et travaux d'aménagement sera le même en phase d'exploitation (Figure 197).

Compte-tenu de la fréquentation poids lourds actuelle des axes structurants du secteur, soit 470 PL/j sur la D263 et 120 PL/j sur la D264, du faible trafic en phase d'exploitation et du caractère ponctuel des opérations particulières, l'incidence du projet sur le trafic routier en phase exploitation sera **négligeable**.

5.2.3.6. CONTEXTE SONORE

5.2.3.6.1. Terminologie et règlementation applicable

Les éléments relatifs à la terminologie relative aux études acoustiques, à la réglementation applicable, ainsi que les hypothèses utilisées pour la modélisation de l'état projeté, sont disponibles au chapitre Matériels et méthodes, partie ***2.8.4.2. Etude acoustique ARTELIA (octobre 2023),*** page 67 et suivantes.

Le rapport complet de l'étude acoustique réalisée par ARTELIA en 2023 est également disponible en ***Annexe 2. Projet de géothermie – Etude acoustique (ARTELIA, novembre 2023)***, page 425.

5.2.3.6.2. Hypothèses (rappel méthodologie)

A. Sources de bruit modélisées

Les différentes sources de bruit modélisées ont été identifiées et localisées par ÉS ; les puissances acoustiques des installations ont ensuite été associées à chacun des dispositifs localisés.

- *Sources modélisées pour la nouvelle centrale GPK2*

Deux scénarios ont été étudié pour ce site :

- Un **scénario A** où les sources n°8, 3, 4, 5 et 6 sont utilisées pour la modélisation et sont considérées sans caissons ;
- Un **scénario B**, en cas de dépassement des seuils, où les installations n°8, 3, 4, 5 et 6 sont contenues dans des caissons acoustiques. Les sources A et B1 sont utilisées pour la modélisation à la place des sources n°8, 3, 4, 5 et 6.

Les puissances acoustiques mises en jeu (sans atténuation liée à la présence de mesures de réduction) pour chacun des deux scénarii sont visibles sur la Figure 198.

Dans une approche majorante, les sources sont considérées comme étant en fonctionnement permanent, soit 24 h par jour.

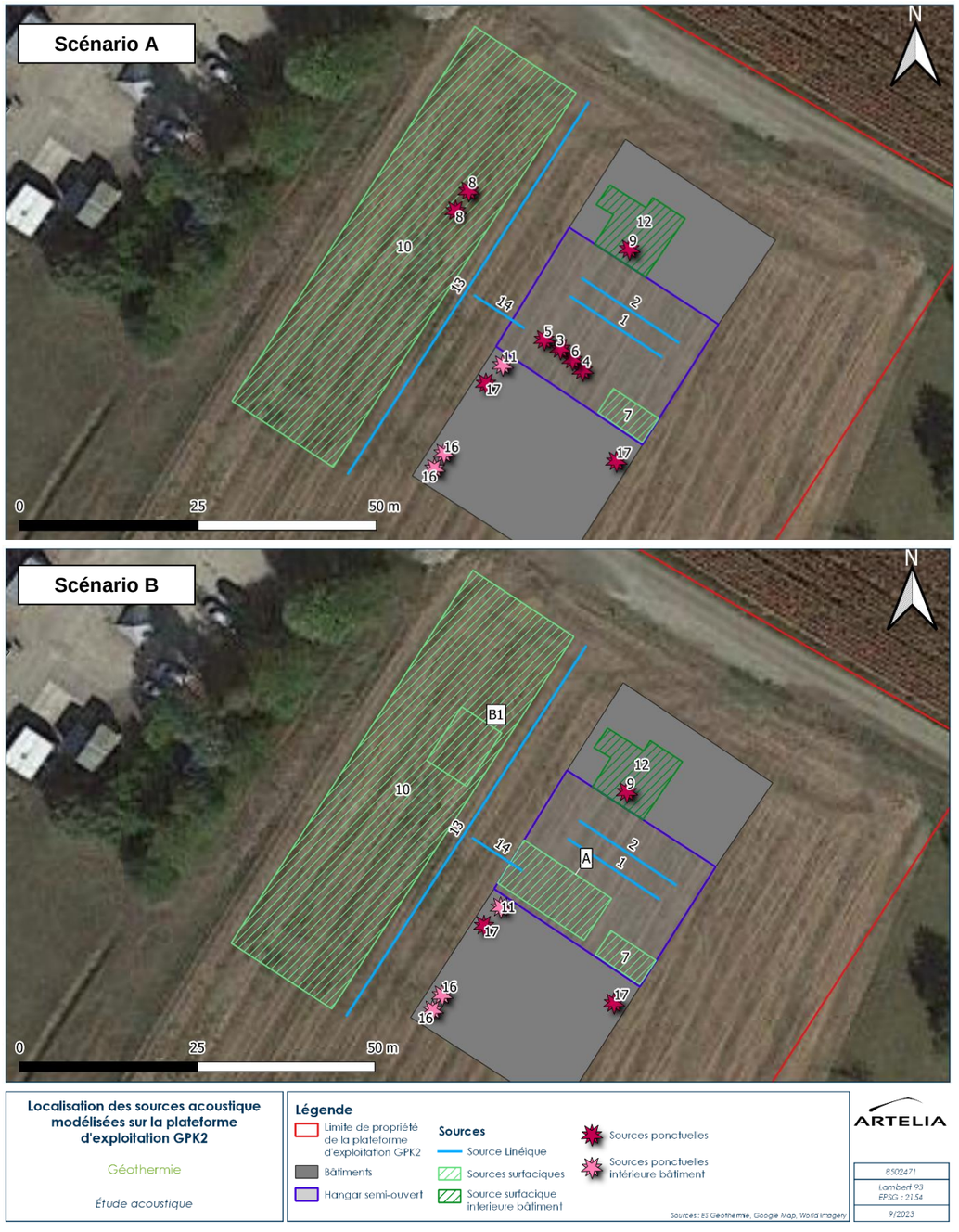


Figure 198 Localisation des sources acoustiques modélisées sur la nouvelle plateforme d'exploitation GPK2 – Scénario A (en haut) et scénario B (en bas)

- *Source modélisée pour la plateforme de forage OPS4*

De même que pour le site GPK2, figure ci-dessous présente la source modélisée pour le site OPS4.

Dans une approche majorante, les sources sont considérées comme étant en fonctionnement permanent, soit 24 h par jour.

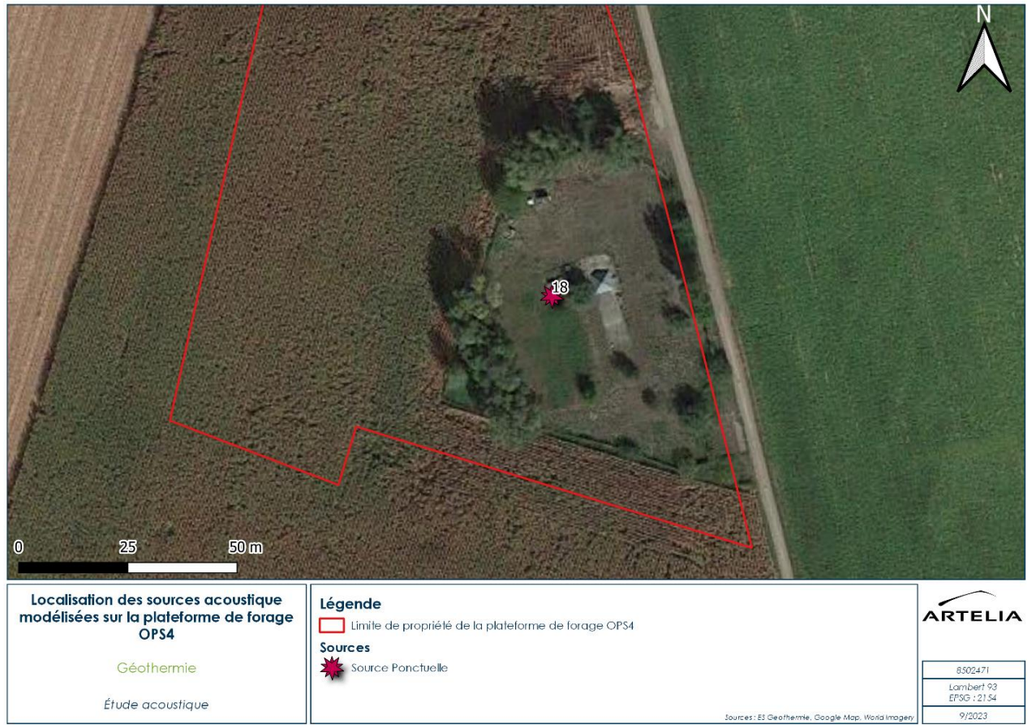


Figure 199 Localisation des sources acoustiques modélisées sur la plateforme de forage OPS4

B. Éléments calculés

L'indice de calcul utilisé est le LAeq (somme des énergies acoustiques reçues) pendant la période jour (7h – 22h) ou nuit (22h – 7h). Dans le cas du projet, ces deux indices sont équivalents puisque dans une approche majorante, il est considéré que les sources produisent le même bruit la nuit et le jour.

Le calcul des isophones a été réalisé à 4 mètres au-dessus du sol. Des évaluations au droit des points de mesures représentant les ZER et des limites de propriétés des sites GPK2 (nouvelle centrale) et OPS4 ont été effectuées.

C. Limites et incertitudes

À longue distance (> 500 m), la principale incertitude de la modélisation est liée essentiellement aux phénomènes de réflexion atmosphérique, d'absorption par le sol et la végétation. En effet, la modélisation ne tient pas compte des différents terrains traversés sur terre.

À courte distance, les incertitudes sont liées à l'estimation de la puissance acoustique des sources et aux simplifications géométriques des sources.

5.2.3.6.3. Niveaux sonores modélisés

A. Nouvelle centrale GPK2

- *Modélisation des niveaux sonores*

Les figures ci-dessous présentent les contributions acoustiques des installations bruyantes du site GPK2 uniquement (bruit particulier seulement) à 4 mètres de hauteur au-dessus du sol.

Les cartographies des isophones montrent une décroissance des niveaux de bruit avec la distance.

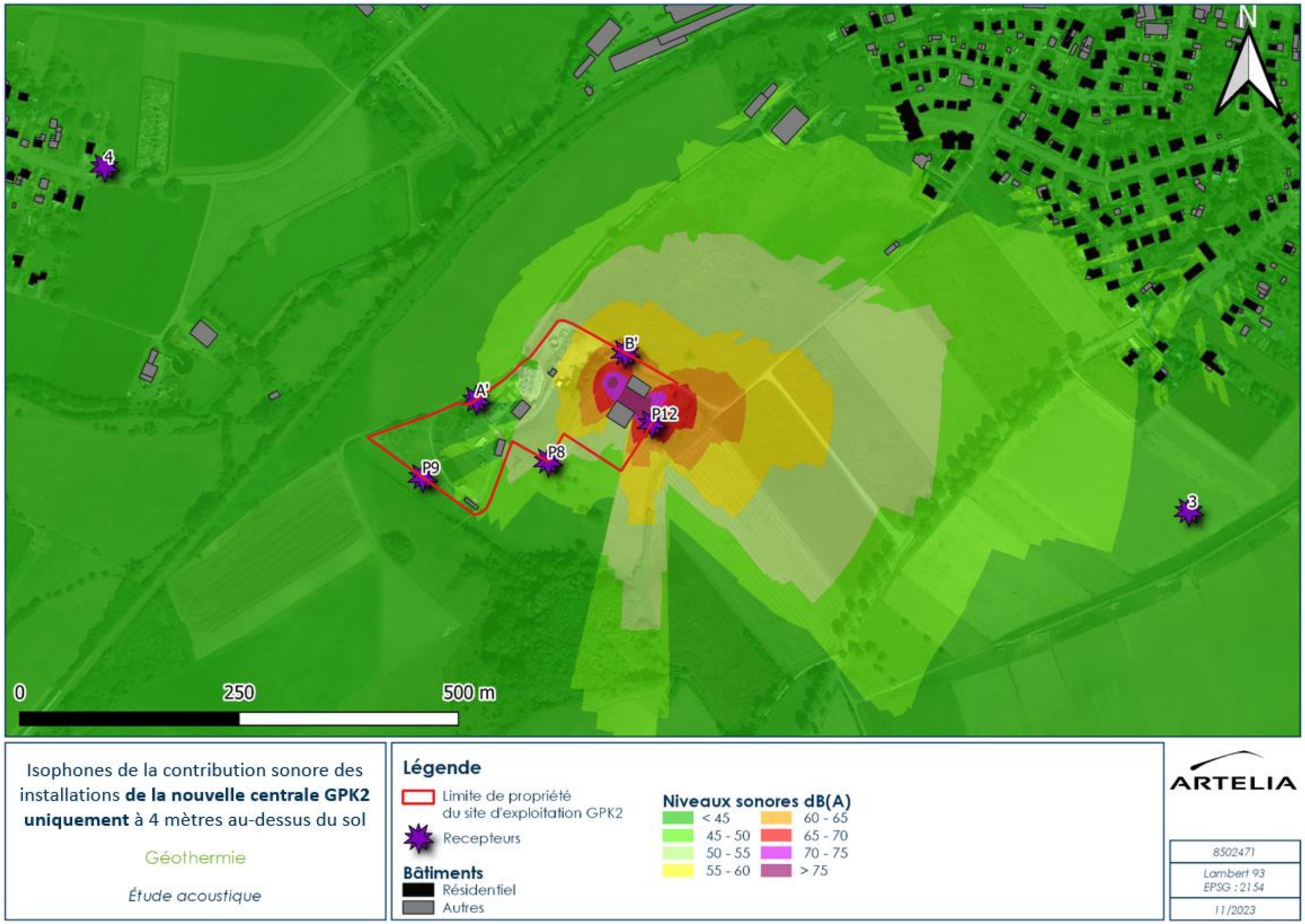


***Figure 200* Isophones de la contribution sonore des installations de la nouvelle centrale GPK2 uniquement à 4 mètres au-dessus du sol – Scénario A**



Figure 201 Isophones de la contribution sonore des installations de la nouvelle centrale GPK2 uniquement à 4 mètres au-dessus du sol – Scénario B

- *Contribution acoustique au droit des zones à émergences réglementées*

Le tableau, ci-dessous, présente la contribution acoustique des principales sources sonores de la nouvelle centrale GPK2 de géothermie au droit des ZER à 1m50 du sol.

Tableau 118 Contribution acoustique des principales sources sonore de la nouvelle centrale GPK2 au droit des ZER – Scénario A

Récepteurs	Informations	Période	Bruit particulier modélisé – dB(A)	Bruit résiduel mesuré – dB(A)	Bruit ambiant calculé – dB(A)	Émergence calculées	Émergence réglementaire
Point 3	Limite parcellaire de zone réservée à l'urbanisation	Jour	41,1	43,5	45,5	2,0	5
		Nuit	41,1	33,0*	41,7	8,7	3
Point 4	Habitation la plus proche du site GPK2	Jour	35,9	56,0*	56,0	0,0	5
		Nuit	35,9	41,0*	42,2	1,2	3

* Utilisation du L_{50}

Tableau 119 Contribution acoustique des principales sources sonore du site GPK2 au droit des ZER – Scénario B

Récepteurs	Informations	Période	Bruit particulier modélisé – dB(A)	Bruit résiduel mesuré – dB(A)	Bruit ambiant calculé – dB(A)	Émergence calculées	Émergence réglementaire
Point 3	Limite parcellaire de zone réservée à l'urbanisation	Jour	23,3	43,5	45,5	0,0	5
		Nuit	23,3	33,0*	33,4	0,4	3
Point 4	Habitation la plus proche du site GPK2	Jour	24,1	56,0*	56,0	0,0	5
		Nuit	24,1	41,0*	41,1	0,1	3

* Utilisation du L_{50}

Sans caisson acoustique, les seuils réglementaires sont respectés au droit des zones à émergences réglementées de jour, c'est-à-dire au droit des habitations ou parcelles dédiées à l'urbanisation les plus proche du site GPK2. De nuit, sans caisson acoustique, un dépassement de l'émergence est observé. À noter, la prise en compte du L50 pour les calculs constitue une approche majorante quant à la quantification de l'émergence, ce qui est une approche favorable pour les riverains.

Avec caisson acoustique, les seuils réglementaires sont respectés au droit des zones à émergences réglementées de jour, comme de nuit.

- *Contribution acoustique des installations en limite de propriété*

Le tableau, ci-dessous, présente la contribution acoustique des principales sources sonores de la nouvelle centraleGPK2 de géothermie en limite de propriétés à 1m50 du sol.

Tableau 120 Contribution acoustique des principales sources sonores de la nouvelle plateforme GPK2 aux limites de propriété

Récepteurs	Informations	Bruit particulier modélisé – dB(A)		Bruit résiduel mesuré* – dB(A)		Bruit ambiant calculé – dB(A)				Seuils réglementaires – dB(A)	
		Scénario A – Sans caissons	Scénario B – Avec caissons	Jour	Nuit	Scénario A – Sans caissons		Scénario B – Avec caissons		Jour	Nuit
						Jour	Nuit	Jour	Nuit		
P8	Limite de propriété GPK2 Sud	48,4	41,5	-	-	-	-	-	-	70	60
P9	Limite de propriété GPK2 Sud-Ouest	38,3	33,1	-	-	-	-	-	-		
Point A'	Limite de propriété GPK2 Nord-Ouest	40,7	36,7	60,5	59,5	60,5	59,6	60,5	59,5		
Point B'	Limite de propriété GPK2 Nord-Est	60,8	51,9	44,0	45,5	60,9	60,9	52,6	52,8		
P12	Limite de propriété GPK2 Sud-Est	68,4	46,8	-	-	-	-	-	-		

* Bruit résiduel mesuré avec la centrale GPK2 actuelle en fonctionnement

Avec ou sans caissons acoustiques, **les seuils réglementaires en limite de propriétés de jour sont respectés**. Cependant l'approche majorante prise en compte (fonctionnement continue des sources de bruit) entraîne un dépassement des seuils de nuit pour le site d'exploitation GPK2 pour l'étude sans les caissons acoustiques.

En considérant les caissons acoustiques, les seuils réglementaires sont respectés de jour comme de nuit.

B. Plateforme d'exploitation OPS4

- *Modélisation des niveaux sonores*

La figure ci-dessous présentent les contributions acoustiques des installations bruyantes du site OPS4 uniquement (bruit particulier seulement) à 4 mètres de hauteur au-dessus du sol. La cartographie des isophones montre une décroissance des niveaux de bruit avec la distance.



***Figure 202** Isophones de la contribution sonore de la pompe du site de forage OPS4 uniquement à 4 mètres au-dessus du sol*

- *Contribution acoustique des installations au droit des récepteurs*

Contribution acoustique au droit des zones à émergences réglementées

Le tableau, ci-dessous, présente la contribution acoustique de la source sonore modélisée du site OPS4 de géothermie au droit de la ZER la plus proche à 1m50 du sol.

Tableau 121 Contribution acoustique des principales sources sonore du site OPS4 au droit des ZER

Récepteurs	Informations	Période	Bruit particulier modélisé – dB(A)	Bruit résiduel mesuré – dB(A)	Bruit ambiant calculé – dB(A)	Émergence calculées	Émergence réglementaire
Point 1	Habitation la plus proche du site OPS4	Jour	20,2	47,5	47,5	0,0	5
		Nuit	20,2	40,5	40,5	0,0	3

Les seuils réglementaires sont respectés au droit de la zone à émergences réglementées, c'est-à-dire au droit des habitation ou parcelles dédiées à l'urbanisation les plus proche du site OPS4.

Contribution acoustique des installations en limite de propriété

Le tableau, ci-dessous, présente la contribution acoustique de la source sonore modélisée du site OPS4 de géothermie en limite de propriétés à 1m50 du sol, par rapport au bruit résiduel mesuré par OTE Ingénierie.

Tableau 122 Contribution acoustique des principales sources sonores du site OPS4 aux limites de propriété (sans l'installation de forage)

Récepteurs	Informations	Période	Bruit particulier modélisé – dB(A)	Bruit résiduel mesuré – dB(A)	Bruit ambiant calculé – dB(A)	Seuils réglementaires – dB(A)	
						Jour	Nuit
Point A	Limite de propriété OPS4 Sud	Jour	43,8	43,0	46,4	70	60
		Nuit		42,0	46,0		
Point B	Limite de propriété OPS4 Nord	Jour	35,6	-	-		
		Nuit		-	-		
P6	Limite de propriété OPS4 Est	Jour	46,1	-	-		
		Nuit		-	-		
P7	Limite de propriété OPS4 Ouest	Jour	38,1	-	-		
		Nuit		-	-		

Tableau 123 Contribution acoustique des principales sources sonores du site OPS4 aux limites de propriété (avec l'installation de forage)

Récepteurs	Informations	Période	Bruit particulier modélisé – dB(A)	Bruit résiduel modélisé par OTE – dB(A)	Bruit ambiant calculé – dB(A)	Seuils réglementaires – dB(A)	
						Jour	Nuit
Point A	Limite de propriété OPS4 Sud	Jour	43,8	56,0	56,3	70	60
		Nuit		55,5	55,8		
Point B	Limite de propriété OPS4 Nord	Jour	35,6	51,5	51,6		
		Nuit		52,0	52,1		
P6	Limite de propriété OPS4 Est	Jour	46,1	-	-		
		Nuit		-	-		
P7	Limite de propriété OPS4 Ouest	Jour	38,1	-	-		
		Nuit		-	-		

Les seuils réglementaires en limite de propriétés de jour, comme de nuit, sont respectés sur le site OPS4.

5.2.3.6.4. **Conclusions : incidences et mesures**

- **Site de production OPS4**

Les résultats de la modélisation ont montré que **le projet respecte les seuils d'émergence au droit des ZER** et en limite de propriétés de la plateforme de forage OPS4.

- **Plateforme d'exploitation GPK2**

Concernant la nouvelle centrale GPK2, les seuils réglementaires en limite de propriétés **de jour sont respectés avec ou sans caissons acoustiques**.

En l'absence des caissons acoustiques, les seuils réglementaires sont **respectés de jour, mais des dépassements des seuils sont constatés de nuit**.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Afin de respecter les seuils en limite de propriétés, **ÉS devra prendre en compte les caissons acoustiques A et B1**.

En intégrant cette mesure, l'incidence du projet sur le contexte sonore est **faible**.

5.2.3.7. REJETS ATMOSPHERIQUES

5.2.3.7.1. **Impacts temporaires**

A. Emissions atmosphériques

En phase chantier, les rotations des camions et les engins opérant sur le chantier génèrent des émissions de gaz d'échappement.

➔ **Mesures mises en œuvre**

En fonction des étapes du chantier, le trafic journalier sera très variable, entre 25 PL/j à un trafic poids lourds quasiment nul. Les émissions de gaz d'échappement associées seront variables également.

Rappelons toutefois que la configuration du secteur est propice à la dispersion des polluants et que les habitations ne se situent pas en proximité immédiate du chantier.

Par ailleurs, les itinéraires de circulation des poids lourds privilégieront les axes structurants de type route départementale (large gabarit), ce qui permettra de limiter l'accumulation des polluants lors des traversées urbaines.

L'incidence des travaux sur les émissions atmosphériques est **faible**.

B. Émissions de poussières

Les émissions de poussières sont favorisées par les terrassements importants. Sur le site OPS4, les terrassements liés à la mise en œuvre de la plateforme auront déjà été réalisés pour la phase travaux de forage. Toutefois, des terrassements importants resteront à prévoir :

- **Sur le site OPS4 :**
  - Comblement des bassins de la phase travaux de forage pour restitution des emprises Ouest
  - Extension de la plateforme vers le Sud (en remblai)
  - Mise en œuvre du bassin de stockage au Nord (en déblai)
- **Sur le site GPK2 :**
  - Terrassement de la plateforme (limité)
  - Mise en œuvre des bassins de rétention à ciel ouvert (en déblai)

Pour rappel, le volume de déblais évacué pour l'aménagement des sites pour l'exploitation est de 11 200 m³ :

- 8 000 m³ pour l'aménagement de la nouvelle plateforme GPK2
- 3 200 m³ pour la mise en œuvre des réseaux entre OPS4 et GPK2
- Pas d'évacuation prévue sur OPS4.

➔ **Mesures mises en œuvre**

En cas de temps sec et venteux, favorisant l'envol des poussières, les grands travaux de terrassement seront évités dans la mesure du possible. Les camions assurant l'évacuation des déblais à l'extérieur du site seront bâchés afin d'éviter l'envol de poussières lors du transport.

La configuration du secteur étant propice à la dispersion des poussières et les habitations ne se situant pas en proximité immédiate du chantier, la nuisance restera donc limitée.

L'incidence des travaux sur les émissions de poussières est **faible**.

5.2.3.7.2. **Impacts permanents**

A. Emissions dues au trafic routier

En phase d'exploitation, les sources de polluants atmosphériques potentielles proviennent des gaz d'échappement émis par les véhicules motorisés :

- Poids lourds : 1 à 2 camions par semaine sur la nouvelle centrale GPK2 ;
- Véhicules légers (personnel) :1-2 personnes / jour sur OPS4 et 1-2 personnes / jour sur la nouvelle centrale GPK2 ;
- Trafic ponctuellement plus important lors des phases de maintenance (fréquence annuelle) ou les diagraphies (tous les 3 ans).

Ce trafic est très limité et n'occasionnera pas d'incidence perceptible sur la qualité de l'air.

L'incidence du projet sur les émissions atmosphériques en phase d'exploitation est **négligeable**.

B. Emissions du séparateur liquide / vapeur

A l'instar de la phase travaux de forage, ponctuellement, des émissions de gaz seront possibles lors de phase de démarrage ou d'arrêt (normal ou d'urgence) requérant l'utilisation du séparateur liquide/vapeur. La composition volumique des émissions atmosphériques du séparateur est la suivante :

Tableau 124 Composition volumique des émissions atmosphériques du séparateur

Gaz	Concentration (% vol.)
Vapeur d'eau	99
Dioxyde de carbone	1
Autres gaz	<0,1

Les émissions du séparateur liquide / gaz sont ponctuelles et composées majoritairement de vapeur d'eau. L'incidence est **négligeable**.

5.2.3.8. PRODUITS STOCKES

En phase d'exploitation, la présence de produits dangereux peut présenter un risque pour le personnel sur site :

- Soit en cas de déversement accidentel pouvant mener à une mise en contact,
- Soit en cas de manipulation inappropriée des produits.

Les risques pour le personnel sont l'inhalation et le contact cutané prolongé.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Les produits à risque présents sur le site sont stockés sur rétention, en faible quantité (quelques kg pour des produits de chimique de maintenance, quelques m³ pour les huiles et inhibiteurs), convenablement conditionnés et isolés dans des locaux dédiés comme des containers fermés.

Le personnel de chantier sera formé afin de prévenir tout risque en lien avec la manipulation de ces produits.

Le risque lié aux produits stockés sera **négligeable**.

5.2.3.9. EMISSIONS DE RADON

Conformément aux articles 51-12 du décret n°2006-649 du 2 juin 2006, une surveillance des niveaux d'émission de radon et des poussières atmosphériques sera effectuée près des lieux publics et des habitations susceptibles d'être les plus exposées notamment sous les vents dominants. La fréquence des analyses sera annuelle au lancement de l'exploitation.

La caractérisation des niveaux d'émission de radon sera réalisée au travers d'une mesure intégrée sur une période longue, selon la norme ISO 11665-4 à l'aide de détecteurs solides de traces nucléaires. L'exposition des personnes et de l'environnement liée à la présence des radioéléments naturels sera évaluée au travers de la caractérisation des poussières atmosphériques émises par les activités géothermiques d'un point de vue radiologique, selon la norme ISO 11665-4, à l'aide d'un dosimètre alpha. L'ensemble de ces mesures sera réalisé par un laboratoire accrédité COFRAC et disposant des agréments délivrés par l'Autorité de sûreté nucléaire pour les mesurages de la radioactivité de l'environnement. Les campagnes de mesures seront réalisées de préférence entre octobre et avril, car c'est en dehors de la période estivale qu'on observe les plus fortes accumulations de radon dans les surfaces couvertes et les bâtiments.

A noter, les campagnes de mesures de 2020 et 2021 près des lieux publics et des habitations des centrales géothermiques de Rittershoffen et celle existante sur GPK2 ont montré que l'exploitation des deux centrales n'avait aucun impact. Les campagnes ont montré que les niveaux d'émission de radon mesurés étaient conformes à la cartographie du potentiel du radon des formations géologiques établie par l'IRSN.

L'incidence sur l'exposition au risque radon est jugé **négligeable**.

5.2.3.10. RAYONNEMENTS IONISANTS

5.2.3.10.1. Origine des rayonnement ionisants

Le fluide géothermal du fossé rhénan contient environ 100 g/l de minéraux dissous dont quelques radionucléides provenant de la désintégration de l'uranium et du thorium naturellement présents dans le granite à grande profondeur. La radioactivité naturelle du fluide géothermal est inférieure aux seuils d'exemption.

Toutefois, le refroidissement du fluide géothermal dans les échangeurs de chaleur pour la production d'électricité ou de chaleur conduit à une variation de l'équilibre thermodynamique entrainant ainsi une diminution de la solubilité de certaines phases minérales et par conséquent la formation de dépôts/tartre. Dans le Fossé rhénan, les précipitations minérales les plus courantes sont les sulfates (barytine, célestite), les sulfures métalliques (principalement de la galène), des composés multi-métalliques (tels que Sb, As et Pb), les oxydes et les carbonates.

Ces dépôts peuvent piéger, dans leurs réseaux cristallins, des radionucléides tels que le ^{226}Ra et le ^{210}Pb qui proviennent de la désintégration de ^{238}U naturel et ^{232}Th naturel naturellement présents dans le granite à grande profondeur. Les radioéléments peuvent générer des rayonnements ionisants de trois types : Alpha, Beta et Gamma. Les principaux radioéléments piégés dans les installations géothermales du fossé rhénan sont ^{210}Pb et sa descendance.

Les deux rayonnements ionisants majoritaires de ces radioéléments sont de type Alpha et Beta, qui peuvent se propager respectivement de quelques centimètres à quelques mètres dans l'air, sans barrières de protection.

5.2.3.10.2. Mesures pour la protection des personnes

En phase exploitation, un plan de surveillance et de maintenance des rayonnements ionisants, intégrant le suivi présenté ci-après, sera adressé à la DREAL (arrêté préfectoral d'exploitation de Soultz et Rittershoffen, article 9 relatif aux programmes de maintenance et de surveillance).

A. Formations

La première mesure mise en place pour la protection des personnes face aux risques sur la santé que représente la radioactivité est la formation du personnel à ce risque par un organisme compétent et agrée dans le domaine. L'équipe d'exploitation comportera une ou plusieurs personnes compétentes en radioprotection et l'ensemble du personnel technique sera formé et sensibilisé à ce risque.

B. Equipements de protection individuelle

De par la nature des radioéléments, les rayonnements ionisants présents dans les dépôts sont relativement faibles. En effet, les principaux radioéléments piégés dans les installations géothermales du fossé rhénan sont le ^{210}Pb et sa descendance. Les deux rayonnements ionisants majoritaires de ces radioéléments sont de type Alpha et Beta, qui peuvent se propager respectivement de quelques centimètres à quelques mètres dans l'air, sans barrières de protection. Le principal risque est finalement le risque de contamination interne par inhalation ou ingestion de radioéléments par voies respiratoires, voies buccales ou par des plaies.

Lors de possible contact directe avec les dépôts géothermaux (nettoyage échangeur, ouverture de tuyauterie…), des mesures de rayonnement ambiant seront réalisées par la personne compétente en radioprotection. Tous les équipements de protection individuelle indispensables (gants, masques, combinaison, surchaussure) seront mis à la disposition du personnel intervenant.

Ces équipements sont adaptés à la nature des rayonnements des radioéléments piégés dans les dépôts étant donné que les rayonnements sont arrêtés de la façon suivante :

- Alpha : une feuille de papier, la peau, …
- Beta : Une feuille d'aluminium, du plexiglass, …

C. Dosimètre individuel

Le personnel technique sera doté de dosimètre individuel permettant de déterminer les doses annuelles reçue par chacun d'eux. Les dosimètres seront de type films-badges, fournis par l'IRSN. Les dosimètres du personnel technique seront analysés trimestriellement et les résultats seront communiqués à la médecine du travail et à la personne compétente en radioprotection.

Ce suivi est en place depuis 2016 sur 2 centrales existantes et aucune valeur significative n'a jamais été relevée.

D. Niveaux d'exposition et zonage

Les personnes compétentes en radioprotection évalueront tout au long de l'exploitation des sites les niveaux d'exposition des lieux de travail. Selon les niveaux d'exposition mesurés, un zonage pourra être mis en place selon la réglementation en vigueur, permettant d'identifier les zones au sein desquels, en cas de travail prolongé, un travailleur risque de dépasser la limite annuelle réglementaire de 1 mSv/an. C'est pourquoi ces zones doivent être clairement établies, en corrélation avec des procédures spécifiques. Les travaux dans ces zones sont minimisés et contrôlées. Ceci permet de minimiser les doses perçues et donc de placer les employés dans des situations d'exposition inférieures à 1 mSv/an.

Compte-tenu des mesures de sécurité mises en œuvre, l'incidence sur le risque d'exposition du personnel au rayons ionisants est **faible**.

5.2.3.10.3. Populations environnantes

La nature des rayonnements rencontrés limite très fortement le risque vis-à-vis des populations environnantes. En effet, les principaux rayonnements sont de types Alpha et Beta et la propagation se limite de quelques centimètres à quelques mètres dans l'air, sans barrières de protection.

Par ailleurs, un dosimètre d'ambiance fixe sera installé au milieu des équipements de la future centrale géothermique. Ce dosimètre permettra de mesurer en continu les rayonnements émis par le site et sera remplacé tous les 3 mois pour analyse auprès de l'IRSN. Le dosimètre permettra de s'assurer que l'activité ambiante sur le site, et donc à l'extérieur du site, est bien inférieur à la limite d'exposition du public qui est de 1 millisievert par an (mSv/an). Des mesures semblables sont faite en continu sur les centrales géothermiques de Soultz-sous-Forêts et de Rittershoffen. Les valeurs mesurées sur les sites sont comprises

entre la limite de détection du dosimètre et au maximum 0,3 mSv/an. Pour rappel, un Français reçoit au total une dose annuelle moyenne de l'ordre de 4,5 mSv[32].

Compte-tenu des mesures de sécurité mises en œuvre et de la nature des rayonnements, l'incidence sur le risque d'exposition de la population aux rayons ionisants est **négligeable.**

5.2.3.11. GESTION DES DECHETS

Le projet est susceptible de générer 3 types de déchets :

- **Déchets Industriels Banals**

  L'exploitation de la nouvelle centrale géothermique engendrera la production de Déchets Industriels Banals non dangereux comme des déchets métalliques, des emballages plastiques, du bois (palettes) des cartons ou des papiers.

- **Déchets dangereux**

  L'exploitation de la nouvelle centrale géothermique engendrera également la production de déchets classés dangereux. Ces déchets sont principalement liés à la collecte des huiles de lubrification usagées et aux textiles souillés par des hydrocarbures.

- **Déchets contenant des RNR (Radioactivité Naturelle Renforcée)**

  Les déchets contenant de la Radioactivité Naturelle Renforcée au-delà des limites d'exemption peuvent-être :

  - Des dépôts ou des boues, par exemple recueillis après des opérations de nettoyage d'équipements, contenant des radionucléides ;
  - Des tuyauteries ou équipements contenant des dépôts ;
  - Des équipements de protection individuelles ou des chiffons souillés par des dépôts.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Les différents types de déchets feront l'objet d'une gestion adaptée :

- Les **Déchets Industriels Banals (DIB)** feront l'objet d'un tri et d'un stockage sur le site GPK2, aucun déchet ne sera stocké sur le site OPS4.
- Les **déchets dangereux** seront intégralement stockés sur GPK2 et l'évacuation et le traitement seront assurés par des centres de traitement spécialisés.
- Les **déchets contenant de la Radioactivité Naturelle Renforcée** seront stockés sous abris ou en container sur l'un des deux sites en attendant leur évacuation. L'accès à ce stockage sera réglementé ou contrôlées selon le niveau de rayonnement ambiant mesuré.

Par ailleurs, conformément à l'article 51-8 décret 2006-649 du 2 juin 2006 modifié sur a base du décret n°2018-434 du 4 juin 2018, portant diverses dispositions en matière nucléaire, un plan de gestion des déchets contenant des RNR sera soumis à l'approbation de l'autorité administrative compétente. Ce plan de gestion précisera les dispositions prises pour limiter, pendant la période de l'exploitation et après son arrêt définitif, les transferts de radionucléides vers l'environnement, ainsi que les filières de traitement.

Les déchets faisant l'objet d'une gestion appropriée, l'incidence sur la gestion des déchets sera **faible**

5.2.3.12. EMISSIONS LUMINEUSES

Les sites OPS4 et GPK2 devront être équipé d'un éclairage de nuit LED pour des raisons de sécurité.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Un éclairage à LED adapté sera maintenu en dehors des périodes de présence du personnel, notamment en période nocturne. Cet éclairage minimum de sécurité induit peu de pollution lumineuse pour les riverains ou la faune.

Le mobilier d'éclairage retenu permettra d'orienter le flux lumineux vers le sol afin de limiter la dispersion lumineuse et réduire la nuisance.

Par ailleurs, l'éloignement des habitations les plus proches du site GPK2, et le peu de covisibilité du site OPS4 limitent d'autant l'incidence de cet éclairage sur la pollution lumineuse.

L'incidence du projet sur la pollution lumineuse vis-à-vis riverains sera **négligeable**.

[32] https://www.irsn.fr/foire-questions/faq-radioprotection-lhomme

5.2.4. Patrimoine et paysage

5.2.4.1. INTEGRATION PAYSAGERE

5.2.4.1.1. Impacts temporaires

A. Impact potentiel

La réalisation de travaux est susceptible d'avoir une incidence visuelle, notamment au droit des habitations de la commune d'accueil du projet. La construction de nouveaux bâtiments et l'imperméabilisation du site est susceptible d'entrainer une dégradation visuelle du site.

B. Incidences et mesures d'évitement / réduction

- *Site de forage OPS4*

Le site de production OPS4 reste peu exposé aux incidences visuelles grâce à une localisation privilégiée, comprise dans les vallonnements du site de projet. De fait, elle ne génère pas de nuisances visuelles, ni pour la commune d'accueil, ni pour les communes environnantes au projet.

De plus, avec la finalisation de la phase de travaux de forage, le site OPS4 voit également son emprise verticale réduire, avec le retrait de la machine de forage, ce qui ôtera les possibilités de nuisances générées par la verticalité de la machine, visible depuis l'axe de la D263.

- *Canalisations enterrées*

Les travaux d'aménagement des canalisations se dérouleront en contexte agricole, éloigné des enjeux, hors tronçons à proximité de la D263. Ils seront planifiés, dans la mesure du possible, hors période d'exploitation agricole.

- *Nouvelle centrale GPK2*

La nouvelle centrale GPK2 représente certainement la zone la plus impactante en termes d'incidences paysage. En effet, l'emprise du chantier s'inscrit dans une altitude topographique similaire à celle des habitations du nouveau quartier Sud de la commune.

Il se situe toutefois à une distance de 300 à 350 m des habitations les plus proches.

➔ **Mesures de réduction**

Il est important rappeler que les incidences sur le paysage au cours de cette phase de projet, restent des incidences temporaires associées à la durée des travaux.

Des mesures de réduction sont tout même envisageables, avec notamment une attention à porter sur la temporalité des travaux (saisonnalité, travaux diurnes, etc.) ; notamment dans le but de limiter l'impact lumineux et les chantiers nocturnes en proximité des habitations (GPK2).

Les incidences en **phase travaux d'aménagement** sont jugées **faibles**.

5.2.4.1.2. Impacts permanents

A. Impact potentiel

La présence de nouveaux bâtiments de type industriel et l'imperméabilisation du site est susceptible d'entrainer une dégradation visuelle du site.

B. Incidences et mesures d'évitement / réduction

- *Site de forage OPS4*

Le site de production OPS4 est peu exposé aux incidences visuelles grâce à une localisation privilégiée, comprise dans les vallonnements du site de projet. Il n'est visible que brièvement depuis la D263.

Par ailleurs, en phase d'exploitation, l'emprise du site OPS4 sera réduite par rapport à sa phase de travaux de forage.

Une fois les travaux d'aménagement terminés, le site ne présentera pas d'élément visuel particulier ; il n'y aura plus de grue de forage sur site et les quelques équipements mis en œuvre seront des aménagements bas non visibles depuis la RD263, de type bâtiment modulaire.



Figure 203 Vue actuelle depuis la D263 (source : Google Street View)

Les équipements présents en phase d'exploitation ne seront pas visibles depuis la D263.

➔ **Mesures mises en œuvre**

Une haie mixte arbustes / sujets haute tige sera mise en œuvre sur un linéaire de 300 m le long du site OPS4 dans le cadre des OAP (voir Figure 206 en page 285).

Les incidences paysagères en **phase d'exploitation** sont jugées **négligeables pour le site de production OPS4.**

- *Canalisations enterrées*

Une fois les travaux terminés, les terrains seront rendus à leur usage initial (parcelle agricole, chemin). La présence des réseaux nécessaires au fonctionnement de l'exploitation ne sera plus visible.

Les incidences paysagères en **phase d'exploitation** sont jugées **nulles pour le tracé des réseaux enterrés.**

- *Nouvelle centrale GPK2*

La nouvelle centrale GPK2 représente certainement la zone la plus impactante en termes d'incidences paysage.

En effet, l'emprise des installations projetées s'inscrit dans une altitude topographique similaire à celle des habitations du nouveau quartier Sud de la commune. De plus, leur proximité physique (~500 m), amplifie cette relation de voisinage et cette visibilité commune.

Le bâtiment d'exploitation et les aérocondenseurs, d'une hauteur de 10 à 12 m de haut, seront visibles depuis les lotissements présents sur les coteaux de Soultz-sous-Forêts et depuis Kutzenhausen.

La plateforme GPK2 bénéficie toutefois d'un éloignement relatif des habitations les plus proches, de plus de 300 m.

Par ailleurs, le quartier se situe à l'Est et offre une vue de côté sur la plateforme GPK2, c'est-à-dire sur la largeur des installations et bâtiments visibles.

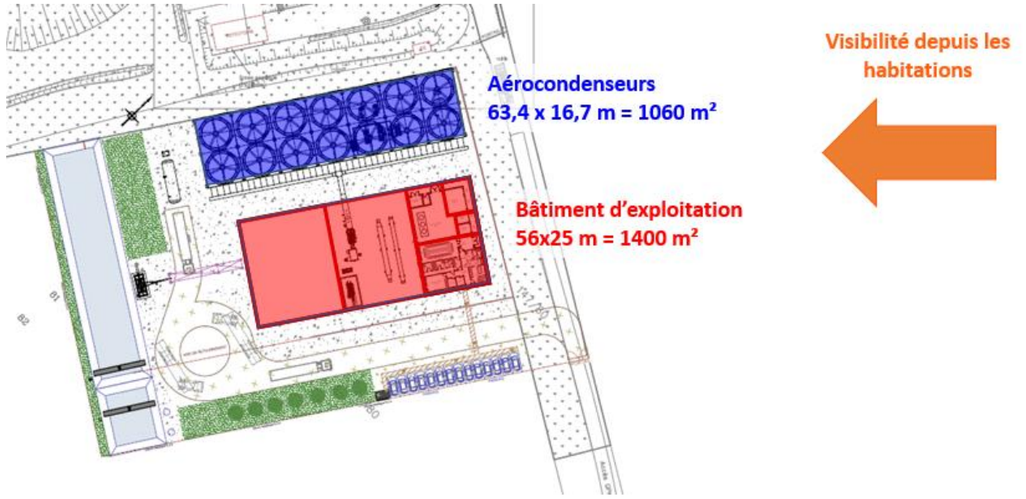


Figure 204 Dimensions des bâtiments et installations et visibilité depuis les habitations de Soultz-sous-Forêts

Le bâtiment sera visible sur sa largeur de 25 m tandis que les aérocondenseurs seront visibles sur 16,7 m.

➔ **Mesures de réduction**

Des mesures d'insertion paysagères seront proposées afin de faciliter l'intégration visuelle du bâtiment d'exploitation et des aérocondenseurs présents sur le site GPK2. Des réflexions relatives à **l'installation de brises-vue** sont en cours, ceux-ci pouvant être soit **végétalisés (association de plusieurs strates arbustives)**, soit en **bardage bois,** voire une combinaison des deux.

La figure ci-dessous présente un exemple de l'intégration paysagère qui peut être réalisée dans le cadre des projets menés par la société ÉS.

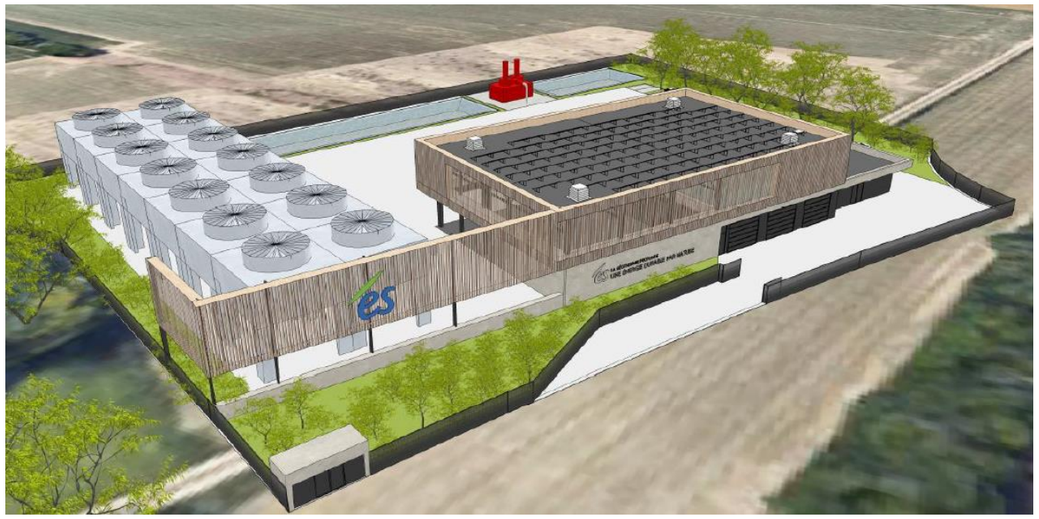


Figure 205 Exemple : vue projet d'une plateforme d'exploitation d'ÉS

Dans le cas où le choix d'aménagement végétalisés, l'intégration paysagère du projet sera amenée à varier au cours du temps, avec d'une part une évolution au cours des années, au fur et à mesure de la croissance des végétaux, et au cours des saisons, en fonction de la feuillaison des plantations.

Finalement, en limites Sud et Ouest du projet, une **haie arbustive** sera mise en œuvre sur un linéaire de 180 m, dans le cadre des mesures relatives à la biodiversité, apportant par ailleurs une plus-value paysagère au projet (voir Figure 206 en page suivante).

Les incidences paysagères en **phase d'exploitation** sont jugées **faibles pour la plateforme d'exploitation GPK2.**

5.2.4.2. PATRIMOINE CULTUREL ET ARCHEOLOGIQUE

5.2.4.2.1. **Impacts temporaires**

La réalisation des travaux de terrassement et d'aménagement est susceptible d'entrainer la destruction de vestiges archéologiques potentiellement présents au droit des sites.

Par ailleurs, la présence d'un chantier à proximité d'un périmètre ou monument historique peut altérer le cadre paysager et dégrader la qualité du site ou monument dans son contexte.

➔ **Mesures mises en œuvre**

- *Archéologie*

Afin de prévenir le risque de dégradation du patrimoine archéologique, un diagnostic archéologique sera mené préalablement aux travaux, conformément à l'article R.523-1 du Code du patrimoine. Cette première phase de diagnostic, menée par l'INRAP, a pour objectif de détecter, caractériser, circonscrire et dater d'éventuels vestiges archéologiques en sondant à l'aide d'une pelle mécanique 5 à 10% de la surface du projet d'aménagement.

En cas de découverte de vestiges, l'Etat pourra décider d'engager une deuxième phase de fouilles sur l'ensemble du périmètre (selon l'intérêt et le niveau de conservation des vestiges).

Rappelons également que sur le site OPS4, le diagnostic archéologique aura été réalisé en amont de la phase travaux de forage (diagnostic prévu début 2024, cf. 5.1.4.2, page 249).

- *Patrimoine culturel*

Les monuments classés **se trouvent en dehors du rayonnement de 500 m prévu par la règlementation**, et qui impose aux bâtiments et constructions des contraintes de travaux, et ne présentent **aucune visibilité sur le projet**, aussi bien depuis OPS4 ; que depuis GPK2.

L'incidence des travaux d'aménagement sur le patrimoine est **nulle**.

5.2.4.2.2. **Impacts permanents**

Le projet ne présentera pas d'incidence sur le patrimoine culturel ou archéologique en phase d'exploitation.

En effet les monuments classés se trouvent en dehors du rayonnement de 500 m prévu par la règlementation, et qui impose aux bâtiments et constructions des contraintes de travaux.

De plus, les monuments n'ont aucune visibilité sur le projet, aussi bien depuis OPS4 que depuis GPK2.

L'incidence du projet sur le patrimoine culturel et archéologique en phase d'exploitation est **nulle**.

5.2.5. Synthèse des incidences et mesures pour la phase travaux d'aménagement

Les incidences du projet en phase exploitation, ainsi que les mesures de réduction mises en œuvre, sont synthétisées dans le tableau en page suivante.

Compte-tenu des incidences résiduelles du projet, celui-ci **ne nécessite pas la mise en œuvre de mesures de compensation**.

Toutefois, ÉS mettra en œuvre une mesure de compensation écologiques **MC1 : Plantation de haies bocagères** préconisée afin de compenser l'impact sur l'habitat de la Pie-Grièche écorcheur :

- **300 ml de haie mixte** à l'est et au sud d'OPS4, dans le cadre des OAP prévues à la révision allégée du PLU,
- **180 ml de haie arbustive** au sud et à l'ouest de la nouvelle plateforme GPK2 (pas de sujet haute tige compte-tenu de la présence des aérocondenseurs).

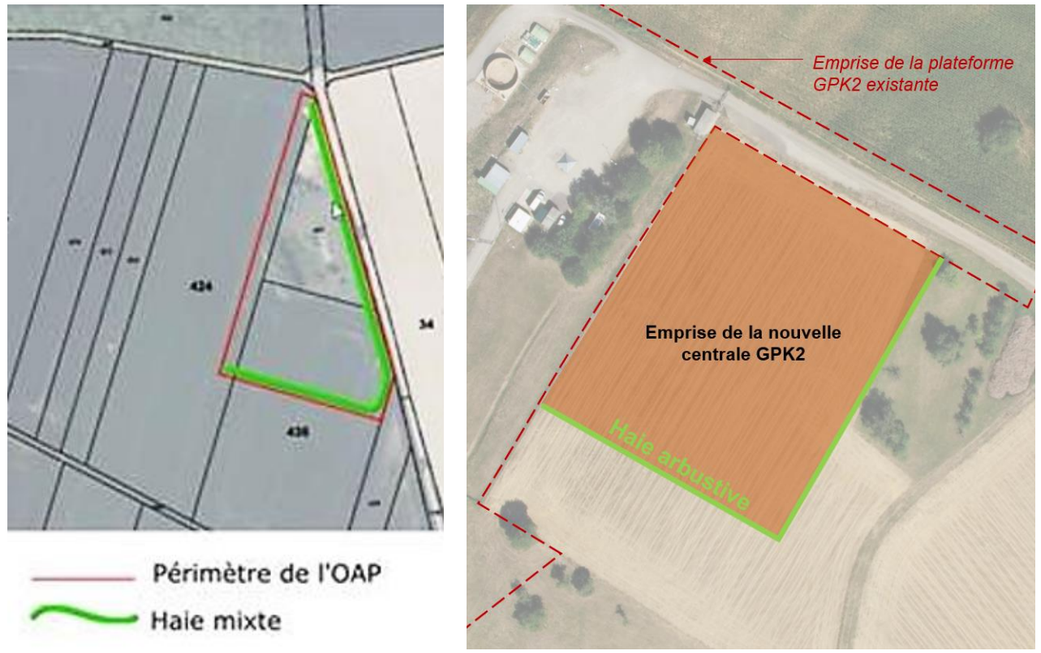


Figure 206 ***Emplacement des haies mises en œuvre dans le cadre du projet***

La mise en œuvre de ces mesures permettra d'apporter une réelle valeur ajoutée écologique au sein d'un contexte agricole pauvre ne biodiversité.

L'impact sur la biodiversité sera **positif**.

Tableau 125 Synthèse des incidences du projet, mesures d'évitement-réduction et incidence résiduelle – phase exploitation

Légende : Impacts temporaires | Impacts permanents

Compartiment impacté		Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Terre, eau, sols, air, climat					
Artificialisation des surfaces		Tassement des sols dû au passage répété des engins Modification de l'occupation des sols au droit du tracé des réseaux	• Direct • Temporaire	• Balisage du chantier et décompactage des sols • Application de la **mesure de réduction MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année** pour les travaux de pose des conduites, a minima au droit des zones à enjeu (zone boisée au nord d'OPS4) → ces périodes correspondent aux périodes de moindre impact pour l'exploitation agricole. • Restitution intégrale des terrains à l'agriculture à l'issue des travaux (6 mois)	**FAIBLE**
		Imperméabilisation des surfaces dans le cadre de l'aménagement des plateformes d'exploitation	• Direct • Permanent	• Maintien de surfaces perméables dans la mesure du possible sur OPS4 : surfaces à faible risque de pollution en concassé ; augmentation du Cr de 10% à 75% • GPK2 : activités à risque, pas de possibilité de surfaces d'activités perméables ; augmentation du Cr de 10% à 91% • Conduites et réseaux : restitution des emprises → pas d'impact en phase exploitation • Sur l'emprise globale aménagée pour l'exploitation (1,97 ha), augmentation du Cr de 10% à 82%	**MOYEN**
Eaux souterraines	Ressource	Prélèvements d'eaux souterraines	• Direct • Permanent	• Pas de prélèvements des eaux souterraines superficielles • Réinjection intégrale des eaux souterraines profondes prélevées dans l'aquifère – débit de pompage 300 m³/h	**NUL**
		Imperméabilisation des surfaces due au tassement des sols en phase de chantier	• Indirect • Temporaire	• Balisage du chantier et décompactage des sols • Collecte et rétention des eaux du chantier avant rejet vers zone d'infiltration	**NÉGLIGEABLE**
		Imperméabilisation des surfaces entrainant une réduction de l'impluvium de la **nappe phréatique superficielle**	• Indirect • Permanent	• Aménagement de surfaces en concassé afin de réduire les surfaces étanches et favoriser l'infiltration des eaux pluviales (25% des surfaces sur OPS4) • Eaux de ruissellement des surfaces étanches : collecte, traitement et rejet vers le sous-sol via un dispositif d'infiltration (sauf cas de contamination des eaux de ruissellement).	**NÉGLIGEABLE**
	Qualité	Pollution chronique (MES) et déversements accidentels en phase travaux	• Direct • Temporaire	• Eaux de ruissellement collectées, traitées (MES) et infiltrées • Mesures de précaution en phase chantier • Protocole d'intervention en cas de pollution accidentelle sur le chantier	**FAIBLE**
		Pollution des eaux souterraines superficielles par les **puits** : mise en communication des nappes, contamination par les produits de forage, écoulements accidentels de produits…	• Direct • Permanent	• Puits existant ayant démontré l'absence de nappe superficielle au droit du site • Suivi de la perméabilité des terrains via un piézomètre de surveillance, complété le cas échéant par 2 autres piézomètres en cas de présence de nappe superficielle avérée ; objectif : s'assurer de l'absence d'impact sur la nappe. • Puits équipés d'une triple enveloppe en cas de présence de terrains superficiels → étanchéité du puits avec les formations superficielles • Etat et cimentation des tubages contrôlée par diagraphie	**FAIBLE**

Compartiment impacté		Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Eaux souterraines (suite)	Qualité (suite)	Pollution des eaux souterraines profondes par les **puits** (…)	• Direct • Permanent	• Mesures ci-dessus permettant de limiter les contacts entre les eaux souterraines superficielles et profondes • Suivi physico-chimique des eaux produites lors de l'exploitation des puits → détection d'une éventuelle venue d'eau superficielle en cas de rupture des protections • Pas de modification physico-chimique des eaux avant réinjection en principe • Suivi physico-chimique des eaux produites lors de l'exploitation des puits → détection des pollutions	**FAIBLE**
		Activités entrainant un risque de pollution chronique et accidentelle des **eaux de ruissellement** infiltrées vers les eaux souterraines superficielles	• Direct • Permanent	• OPS et GPK2 : l'évacuation des eaux de ruissellement contenus dans les dispositifs de rétention vers l'infiltration n'est possible que sur intervention d'un opérateur précédée d'une vérification de la bonne qualité de ces eaux (mesure de la conductivité) • **Site OPS4 / nouvelle plateforme GPK2** – Collecte des eaux pluviales de ruissellement (pluie décennale) dans des conduites béton, stockage puis rejet (après traitement) à débit limité 10 l/s vers dispositif d'infiltration – Surverse du dispositif de stockage enterré vers le bassin de stockage des eaux géothermales et réinjection. – Rejet après traitement vers le sous-sol (infiltration) – pas de rejet d'eaux polluées non traitées. – Présence d'une vanne de sectionnement pour le confinement d'une éventuelle pollution accidentelle (contrôle de la conductivité avant ouverture manuelle de la vanne). – En cas de contamination des eaux, vanne maintenue fermée et pompage des eaux polluées dans le bassin bâché. • Site OPS4 – Surfaces à faible risque de pollution : revêtement en concassé permettant l'infiltration des pluies courantes. – Traitement des pollutions chroniques par percolation dans la zone non saturée. – Conforme avec les prescriptions de la doctrine de gestion des eaux pluviales de la région Grand Est.	**FAIBLE**
		Pollution accidentelle des nappes souterraines superficielles par **fuite des canalisations**)	• Direct • Permanent	• Conduites enterrées : dispositif de détection de fuites	**FAIBLE**
	Ecoulements des eaux souterraines	Perturbation des écoulements par les opérations de pompage et réinjection	• Direct • Permanent	• Le débit réinjecté sera égal au débit pompé • Connexion hydraulique entre les puits → perturbation localisée dans un rayon de l'ordre de 1 km autour de chaque puits, la production et l'injection se « neutralisant » mutuellement	**NÉGLIGEABLE**
	Température des nappes profondes	Eaux pompées à 160°C réinjectées à 70°C	• Direct • Permanent	• Impact thermique à relativiser par la dimension du réservoir cible et sa profondeur • Réchauffement naturel des eaux une fois réinjectées	**NÉGLIGEABLE**
Eaux superficielles	Prélèvements	Prélèvement d'eaux superficielles	• Direct • Permanent	• Aucun prélèvement des eaux superficielles	**NUL**
	Débits	Erosion des sols en phase chantier : modification des chemins d'écoulement	• Direct • Temporaire	• Balisage et décompactage des sols en phase chantier • Eaux de ruissellement collectées, traitées (MES) et infiltrées • Pas de rejet d'eaux de ruissellement vers le réseau superficiel	**NUL**

Compartiment impacté		Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Eaux superficielles (suite)	Débits (suite)	Imperméabilisation des surfaces entrainant une accélération des ruissellements et aggravant le débit de pointe rejeté vers le milieu récepteur	• Direct • Permanent	• Eaux pluviales collectées et infiltrées après traitement → **aucun rejet vers les eaux superficielles**	**NUL**
	Qualité	Erosion des sols en phase chantier : contamination par les matières en suspension	• Direct • Temporaire	• Mesures de précaution en phase chantier • Protocole d'intervention en cas de pollution accidentelle sur le chantier • Eaux de ruissellement collectées, traitées (MES) et infiltrées • Pas de rejet d'eaux de ruissellement vers le réseau superficiel	**NUL**
		Contamination des eaux superficielles par les eaux de ruissellement des surfaces d'activités	• Direct • Permanent	• Eaux pluviales collectées et infiltrées après traitement → **aucun rejet vers les eaux superficielles**	**NUL**
Qualité de l'air		Dégradation de la qualité de l'air due au trafic PL du chantier et à l'émission de poussières	• Indirect • Temporaire	• Trafic poids lourds du chantier limité • Itinéraires de circulation permettant de limiter les distances parcourues et d'éviter les zones habitées dans la mesure du possible • Attention portée aux conditions de terrassement (émissions de poussières)	**NÉGLIGEABLE**
		Emissions atmosphériques dues au trafic routier et au dégazage des eaux géothermales	• Direct • Permanent	• Trafic routier très limité en phase d'exploitation • Séparateur liquide / gaz : opérations à l'origine de dégazage très **ponctuelles**, de l'ordre de quelques dizaines d'heures par an • En cas de détection d'odeurs depuis les bassins, réinjection des eaux	**NÉGLIGEABLE**
Pollution du sol et du sous-sol		Risque de pollution des sols par fuite ou déversement accidentel	• Direct • Temporaire	• Mesures de précaution en phase chantier • Protocole d'intervention en cas de pollution accidentelle sur le chantier	**FAIBLE**
		Risque de pollution chimique (stockage de produits) et thermique (conduite de transport OPS4-GPK2)	• Direct • Permanent	• Stockage des produits sur rétention • Augmentation de la température des sols en surface non significative (+0,5 à +1°C) • Conduite de transport en matériau anti-corrosion pour limiter le risque de fuite + dispositif de détection de fuites	**FAIBLE**
Biodiversité					
Milieux naturels remarquables		Présence de milieux naturels remarquables	• Direct • Temporaire ou permanent	• Pas de périmètre de protection : projet situé à 600 m d'une ZNIEFF et à plus de 2 km d'une zone NATURA 2000	**NUL**
Faune		Destruction d'espèces animales lors des travaux, dérangement des espèces lors des travaux	• Direct • Temporaire	• NB : sur le site OPS4, présence de la Pie-grièche écorcheur et d'Œdipode émeraudine impactés en amont de la phase travaux de forage (cf. 5.1.5 page 249) • Présence d'espèces à enjeux du cortège des milieux semi-ouverts : Bruant jaune • Autres espèces → impact brut négligeable • Application de la mesure de réduction temporelle MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année	**FAIBLE** pour l'avifaune **NÉGLIGEABLE** pour les autres espèces

Compartiment impacté	Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Faune (suite)	Destruction et/ou dégradation d'habitats d'espèces animales	• Direct • Permanent	• Application de la mesure de compensation MC1 : Plantation de haies bocagères → création d'habitats favorables aux espèces du cortège des milieux semi-ouverts dont la Pie-grièche écorcheur présente sur le site • Mesure favorable aux autres groupes faunistiques	**POSITIF** pour l'avifaune **NÉGLIGEABLE** pour les autres espèces
	Dérangement de la faune en phase exploitation	• Indirect • Permanent	• Impact local lié à la proximité des activités • Dérangement temporaire : report de la faune vers de nouveaux lieux d'alimentation et de reproduction	**FAIBLE**
Flore / habitats	Destruction et/ou dégradation d'habitats naturels, disparition d'espèces végétales remarquables, artificialisation des milieux	• Direct • Permanent	• Aucune espèce végétale présentant un statut patrimonial n'a été observée -> impact brut négligeable • Application de la mesure de compensation MC1 : Plantation de haies bocagères	**POSITIF**
	Destruction de zones humides	• Direct • Permanent	• La roselière de 0,06 ha, identifiée comme zone humide selon le critère végétation, n'est pas impactée par le projet	**NÉGLIGEABLE**
	Prolifération des espèces invasives en phase travaux puis en phase exploitation	• Indirect • Temporaire et permanent	• Application de la mesure de réduction technique MR2 : Limiter la prolifération d'espèces exotiques envahissantes	**FAIBLE**
Continuités écologiques	Perturbation des continuités écologiques	• Indirect • Permanent	• Aucun habitat compris dans les différentes trames ne sera atteint ou détruit	**NÉGLIGEABLE**
Population et santé humaine				
Consommation d'espaces agricoles, naturels ou forestiers	Travaux de mise en œuvre des réseaux entre OPS4 et GPK2 occupant des surfaces **agricoles**	• Direct • Temporaire	• Chantier étendu sur une bande de 13-15 m en bord de parcelle - surface totale occupée 26 600 m² • Chantier réalisé par tranche linéaire de plusieurs centaines de mètres • Consommation d'espaces agricoles ponctuelle : durée totale du chantier est estimée à 6 mois	**FAIBLE** pour les espaces agricoles
	Aménagement des plateformes OPS4 et GPK2 au détriment d'espaces **agricoles**	• Direct • Permanent	• Consommation supplémentaire de surfaces agricoles de 1 800 m² sur OPS4 • Consommation de surfaces agricoles de 8 800 m² sur GPK2 • Restitution de 8 300 m² à l'exploitation agricole sur OPS4 (diminution des emprises entre les phases travaux de forage et exploitation)	**FAIBLE** pour les espaces agricoles
	Consommation d'espaces **naturels ou forestiers**	• Direct • Temporaire ou permanent	• Pas de consommation d'espaces naturels ou forestiers	**NUL** pour les espaces naturels et forestiers
Risque inondation et coulées de boue	Aggravation potentielle du risque inondation / coulées de boue en aval	• Indirect • Permanent	• Projet non concerné par un risque d'inondation • Aucun rejet vers les eaux superficielles n'est prévu • Collecte des eaux de ruissellement des surfaces étanches : pas de ruissellement au-delà des limites parcellaires	**NUL**

Compartiment impacté	Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Réseaux humides	Prélèvement important dans le réseau AEP susceptible d'affecter le service public	• Indirect • Permanent	• Consommation en phase exploitation 500 m³/an • Nouveau raccordement AEP du site GPK2 depuis la conduite longeant la D264 • Débit de pointe admissible sans préjudice au service public défini avec le concessionnaire	**NÉGLIGEABLE**
	Surcharge potentielle des réseaux par les rejets eaux usées / pluviales	• Indirect • Permanent	• Aucun rejet d'eaux pluviales vers le réseau d'assainissement • OPS4 : traitement des eaux usées par un dispositif autonome conforme • GPK2 : traitement des eaux usées par un dispositif autonome conforme OU raccordement au réseau d'assainissement • Nouvelle centrale GPK2 : 1 à 2 personnes sur site, jusqu'à 10-15 personnes ne période de maintenance (2-3 semaines/an)	**NÉGLIGEABLE**
Vibrations	Emissions de vibrations dues aux travaux (compactage…)	• Direct • Temporaire	• Pas d'impact attendu sur la commodité du voisinage	**NÉGLIGEABLE**
	Vibrations en phase exploitation	• Direct • Permanent	• Pas d'activité susceptibles de générer des vibrations en phase exploitation	**NÉGLIGEABLE**
Sismicité induite	Secousse ressentie Dégât non structurel sur le bâti	• Direct • Temporaire	• Risque de sismicité induite modéré • Suivi des recommandations du guide des bonnes pratiques rédigé par l'INERIS et le BRGM • Adaptation des paramètres d'exploitation (baisse du débit si nécessaire) • Le risque sismique global reste **modéré** (risque de sismicité naturelle)	**FAIBLE** sur le risque de sismicité induite
Trafic routier	Fréquentation du chantier par les véhicules lourds générant des nuisances	• Direct • Temporaire	• Durée des travaux : 2 ans • Trafic induit par le projet : variable, jusqu'à 25 véh/j maximum • Accès au chantier privilégiant les départementales (gabarit adapté à la circulation PL) et les chemins agricoles • Définition d'un plan d'accès PL au site OPS4	**MOYEN**
	Trafic induit par le projet susceptible d'encombrer les axes routiers et de générer des nuisances	• Direct • Permanent	• En phase exploitation, fréquentation du site limitée à 1 à 2 camions / semaine • Trafic plus important lors des opérations de maintenance (2-3 semaines tous les ans) et des opérations de diagraphies (tous les 3 ans) → impact ponctuel • Définition d'un plan d'accès PL au site OPS4	**NÉGLIGEABLE**
Contexte sonore	Activités d'exploitation source d'émissions sonores	• Direct • Permanent	• Eloignement des habitations les plus proches • Etude acoustique : – GPK2 : seuils réglementaires respectés de jour ; respectés avec caisson acoustique de nuit – OPS4 : seuils réglementaires respectés de jour comme de nuit	**FAIBLE**
Rejets atmosphériques	Risque sanitaire lié aux émissions atmosphériques en phase travaux	• Indirect • Temporaire	• Trafic induit par la réalisation des travaux variables • Contexte favorable à une bonne dispersion des émissions dans l'atmosphère (pas de confinement) • Itinéraires d'accès privilégiant les voies structurantes, notamment lors des traversées urbaines → accumulation des polluants limitée	**FAIBLE**
	Emissions de poussières lors des terrassements	• Indirect • Temporaire	• Camions évacuant les déblais bâchés pour éviter l'envol de poussières • Terrassements évités si possible par temps sec et venteux	**FAIBLE**

Compartiment impacté	Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Rejets atmosphériques (suite)	Risque sanitaire lié aux émissions atmosphériques en phase exploitation	• Indirect • Permanent	• Emissions atmosphériques induites par un trafic VL/PL très limité en phase d'exploitation	**NÉGLIGEABLE**
	Emissions du séparateur liquide / gaz	• Direct • Permanent	• Emissions du séparateur liquide / gaz sont **ponctuelles** et composées majoritairement de vapeur d'eau	**NÉGLIGEABLE**
Produits stockés	Risque lié au déversement et à la manipulation des produits dangereux	• Indirect • Permanent	• Stockage sur rétention des produits dangereux • Faible quantité sur site • Formation du personnel amené à manipuler les produits	**NÉGLIGEABLE**
Emissions radon / accumulation de radioéléments	Risque d'exposition au radon	• Indirect • Permanent	• Mise en œuvre d'un plan de surveillance du radon • Mesures 2020 et 2021 : pas d'impact des activités géothermiques	**NÉGLIGEABLE**
	Risque d'exposition du personnel aux rayons ionisants	• Indirect • Permanent	• Mise en œuvre d'un plan de surveillance du radon • Rayonnements de types Alpha et Beta : propagation de quelques centimètres à quelques mètres dans l'air • Mesures 2020 et 2021 : pas d'impact des activités géothermiques, dosimètre individuel • Zonage du site • Population environnante : pose de dosimètres d'ambiance permettant de vérifier les émissions du site	**FAIBLE**
	Risque d'exposition de la population aux rayons ionisants	• Indirect • Permanent	• Propagation des rayonnements Alpha et Beta limitée à quelques centimètres / mètres dans l'air • Surveillance des émissions par un dosimètre d'ambiance fixe installé au milieu des équipements de la future centrale géothermique	**NÉGLIGEABLE**
Gestion des déchets	Risque de contamination lié à la production de déchets divers (DIB, dangereux, contenant des RNR)	• Direct • Temporaire	• Les DIB et déchets dangereux produits sur GPK2 seront stockés et évacués vers une filière de traitement adaptée • Les déchets contenant des RNR feront l'objet d'un stockage sécurisé et réglementé • Un plan de gestion des déchets contenant des RNR sera établi	**FAIBLE**
Emissions lumineuses	Pollution lumineuse due à la présence de l'éclairage LED de nuit sur OPS4 et GPK2 (sécurité)	• Direct • Permanent	• Eclairage LED de nuit minimal • Mobilier d'éclairage permettant d'orienter le flux vers le sol • Eloignement des habitations de GPK2 et absence de covisibilité d'OPS4	**NÉGLIGEABLE**
Patrimoine et paysage				
Intégration paysagère	Impact paysager de la machine de forage	• Direct • Temporaire	• Faible visibilité du site OPS4 • Travaux de canalisations en contexte agricole • Nouvelle centrale de GPK2 visible depuis les habitations situées à 300 m minimum	**FAIBLE**
	Site de production OPS4	• Direct • Permanent	• Faible visibilité du site OPS4 • Installations en phase exploitation de faible hauteur, non visibles • Mise en place d'une haie mixte de 300 m dans le cadre des OAP	**NÉGLIGEABLE** pour le site OPS4
	Tracé des réseaux	• Direct • Permanent	• Au terme des travaux, aucune visibilité des réseaux	**NUL** pour les réseaux

Compartiment impacté	Impact potentiel	Type d'impact	Incidences du projet et mesures mises en œuvre	Niveau d'impact
Intégration paysagère (suite)	Nouvelle plateforme GPK2	• Direct • Permanent	• Visibilité depuis les habitations les plus proches situées à 300 m minimum à l'Est • Habillage des installations avec un bardage bois et/ou un écran végétal sur le côté Est Mise en œuvre d'une haie arbustive côtés Sud et Ouest dans le cadre des mesures biodiversité	**FAIBLE** pour le site GPK2
Patrimoine culturel et archéologique	Risque de destruction de vestiges archéologiques	• Direct • Temporaire	• Pas de site archéologique identifié à proximité du projet • Réalisation d'un diagnostic archéologique réalisé préalablement aux travaux, puis fouilles le cas échéant	**NUL**
	Impact visuel en périmètre de monument historique	• Direct • Temporaire	• Monuments historiques situés à plus de 500 m du projet	
	Impact visuel en périmètre de monument historique	• Direct • Temporaire	• Monuments historiques situés à plus de 500 m du projet • Pas de visibilité avec le projet	**NUL**

5.3. EVALUATION DES INCIDENCES NATURA 2000

Le projet étant soumis à évaluation environnementale systématique, il est soumis à évaluation des incidences Natura 2000.

Conformément à l'article R 414-22, la présente étude d'impact tient lieu de dossier d'évaluation des incidences Natura 2000, et comporte une évaluation répondant aux prescriptions de l'article R 414-23 du code de l'environnement.

5.3.1. En phase travaux de forage

5.3.1.1. RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DU PROJET

Le GEIE EMC souhaite réaliser de nouveaux forages et implanter une centrale géothermique sur le ban communal de SOULTZ-SOUS-FORÊTS (67).

Le projet se divisera en plusieurs phases : une phase d'exploration, puis une phase d'exploitation en cas de succès de la première. La centrale géothermique aura pour fonction de produire de la chaleur et de l'électricité.

5.3.1.2. PRESENTATION DU RESEAU NATURA 2000

Le réseau Natura 2000 regroupe les sites désignés en application de deux directives européennes :

- la directive 2009/147/CE, dite directive « Oiseaux » qui prévoit la création de zones de protection spéciale (ZPS) ayant pour objectif de protéger les habitats nécessaires à la reproduction et à la survie d'oiseaux considérés comme rares ou menacées à l'échelle de l'Europe,
- la directive 92/43/CEE dite directive « Habitats » qui prévoit la création de zones spéciales de conservation (ZSC) ayant pour objectif d'établir un réseau écologique.

Lorsqu'ils ne sont pas encore validés par la Commission Européenne, ces périmètres sont dénommés « sites d'intérêt communautaire ».

Pour chaque site Natura 2000, le document d'objectifs (DOCOB) définit les mesures de gestion à mettre en œuvre. C'est à la fois un document de diagnostic et un document d'orientation pour la gestion des sites Natura 2000.

Il contient :

- une analyse décrivant l'état initial de conservation des habitats naturels et des espèces ;
- les objectifs de développement durable destinés à assurer leur conservation ainsi que la sauvegarde des activités économiques, sociales et culturelles ;
- des propositions de mesures de toute nature permettant d'atteindre ces objectifs ;
- des cahiers des charges types applicables aux contrats Natura 2000 ;
- l'indication des dispositions financières pour la réalisation des objectifs ;
- les procédures de suivi et d'évaluation des mesures proposées.

5.3.1.3. LA ZPS « FORET DE HAGUENAU » (FR 4211790)

A. Descriptif du site

D'une superficie de 19 220 ha, la Forêt indivise de Haguenau constitue l'un des plus grands massifs forestiers de plaine. En effet, le Forêt de Haguenau est la première forêt d'Alsace et la sixième de France en superficie et reste préservée des infrastructures. Elle couvre une superficie très importante du ban communal de Haguenau.

Situé à une altitude comprise entre 139 et 186 m NGF, ce massif forestier est composé principalement de :

- forêts mixtes (30%),
- forêts caducifoliées (25%),
- forêts artificielles en monoculture (25%, avec plantations de peupliers ou d'arbres exotiques par exemple).

La forêt de Haguenau abrite de nombreuses espèces forestières et notamment des Pics. Ce massif a été désigné en ZICO car il accueille 11 espèces d'intérêt communautaire (inscrites dans l'annexe I de la directive Oiseaux) et notamment : Pic mar, Pic noir, Pic cendré, Bondrée apivore, Milan noir, Milan royal et Pie-grièche écorcheur.

La forêt indivise de Haguenau bénéficie d'une gestion durable et multifonctionnelle en vertu d'un plan d'aménagement forestier (1993) qui intègre la protection des espèces et des habitats. Cet aménagement définit des interventions et des objectifs prévus pour toutes les unités de peuplements. Il délimite aussi une série d'intérêts écologiques particuliers sur les sites les plus remarquables.

Rappelons que toute la forêt indivise a été inventoriée au titre des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (Z.N.I.E.F.F.) de type II (grands ensembles naturels peu modifiés et riches de potentialités biologiques).

Enjeux et objectifs liés aux habitats naturels, aux espèces et aux activités humaines La définition de ces enjeux et objectifs est issue du DOCOB (PIERRAT & OGER, 2010/2011) :

« Quatre grands enjeux principaux peuvent être déterminés :

- ***Enjeu A : Favoriser la biodiversité à travers la gestion des milieux forestiers***

  La gestion forestière, activité majoritaire sur le site de la ZPS, doit permettre de maintenir et de favoriser la diversité des espèces présentes, qui trouvent dans le site des bonnes conditions d'accueil. Elle doit aussi garantir le maintien d'espèces plus sensibles par une gestion et des mesures adaptées ;

- ***Enjeu B : Favoriser la biodiversité à travers la gestion des milieux ouverts agricoles ou non***

  Les pratiques agricoles respectueuses de l'environnement, l'entretien voire l'amélioration des milieux ouverts et originaux doit permettre de conserver la diversité des espèces présentes et de favoriser un bon état de conservation des espèces et des habitats d'espèces ;

- ***Enjeu C : Favoriser la biodiversité à travers la gestion des milieux humides***

La prise en compte de la dynamique des milieux humides par une gestion adaptée doit permettre de favoriser l'accueil d'espèces de cours d'eau, d'étangs et des milieux riverains ;

- ***Enjeu D : Favoriser la quiétude des espèces***

Un enjeu important sur le site est également de respecter une période de quiétude et de préserver les zones de nidification du dérangement, pour permettre aux espèces nicheuses de réaliser leur cycle biologique complet et donc de continuer à trouver des conditions favorables à leur développement ».

B. Espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la Zone de Protection Spéciale (ZPS)

Les espèces d'intérêt communautaire, au titre de la directive « Oiseaux », ayant fait l'objet de la désignation de la Zone de Protection Spéciale de la Forêt de Haguenau sont listées dans le Tableau 127 en page 295.

5.3.1.4. LA ZSC « MASSIF FORESTIER DE HAGUENAU » (FR 4201798)

A. Descriptif du site

Le massif forestier de Haguenau est l'unique représentant français des forêts mixtes de type méridioeuropéen à résineux et feuillus naturels. La forêt indivise de Haguenau est la sixième forêt de France en superficie et reste préservée des grandes infrastructures. Elle croît sur des sols hydromorphes et présente une grande diversité de peuplements forestiers.

A cet ensemble forestier s'adjoint un ensemble de dunes sableuses continentales situées dans le terrain militaire d'Oberhoffen, présentant des complexes de pelouses psammophiles, des landes sèches et une végétation paratourbeuse.

Les rieds, où abondent les prairies à grande Sanguisorbe, inféodés aux nombreuses rivières vosgiennes qui traversent la plaine de part en part à la hauteur de Haguenau (Sauer, Moder, Brumbach, Bieberbach et Zinsel du Nord) par leur dimension et leur qualité (dynamique des rivières encore actives, bon état de conservation du milieu particulier de l'espèce *Phengaris teleius*, populations de lépidoptères - en particulier de *Phengaris teleius* - encore significatives) constituent un troisième centre d'intérêt. Ensemble les rieds occupent plus de 300 ha. A noter la présence de prairies hydromorphes qui abritent les dernières stations d'Iris de Sibérie.

Quelques roselières et cariçaies abritent encore le très rare mollusque *Vertigo angustior* (Mietesheim et Oberhoffen-sur-Moder).

Ce sont ainsi 19 habitats naturels de l'Annexe I de la Directive, dont 3 prioritaires, et 12 espèces animales et végétales de la faune et de la flore de l'Annexe II de la Directive qui motivent la proposition du Massif de Haguenau en tant que site d'importance communautaire.

D'autres espèces remarquables y sont présentes et notamment la mousse *Dicranum viride*, qui trouve à Haguenau ses meilleures stations bas-rhinoises et le Murin à oreilles échancrées. Notons également la présence d'une des seules stations françaises de pelouses sur sable à Armérie à feuilles allongées et Œillet couché.

Ce site se superpose pour sa grande partie avec la ZPS de la Forêt de Haguenau.

B. Objectifs de développement durable associés aux enjeux définis

La définition de ces objectifs est issue du DOCOB (ONF, 2012) :

« Dans la perspective d'atteindre les enjeux qui ont été précédemment définis, des objectifs de développement durable sont fixés à l'échelle du site, déclinés par entité ou commun à l'ensemble des grands milieux naturels (objectifs transversaux).

La préservation de chaque habitat et de chaque espèce ayant justifié la désignation de la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) est prise en considération au travers d'un rattachement à ces grands objectifs ».

Pour des questions de lisibilité, les objectifs sont listés par entité :

Tableau 126 Objectifs globaux de développement durable au sein de la ZSC « Massif forestier de Haguenau » (source : ONF, 2012)

N° Objectif	Entité concernée	Objectifs globaux de développement durable
A	Milieux ouverts, agricoles ou non	Préserver la richesse biologique du complexe de milieux ouverts autour du massif forestier de Haguenau
B	Milieux humides (ruisseaux, fossés, étangs, mares, zones marécageuses, habitats ouverts ou forestiers humides…)	Préserver les zones humides et leur fonctionnalité
C	Milieux forestiers	Maintenir la biodiversité naturelle des habitats forestiers
D	Espèces d'intérêt communautaire	Préserver les populations d'espèces protégées et/ou d'intérêt communautaire
E	Camp militaire de Haguenau-Oberhoffen	Conserver le patrimoine biologique du Camp Militaire de Haguenau-Oberhoffen, en accord avec les usages militaires

Source : ONF, 2012

C. Espèces d'intérêt communautaire ayant permis la désignation de la Zone Spéciale de Conservation (ZSC)

Les espèces ayant justifié sa désignation en site Natura 2000 figurent dans le Tableau 128 en page 296.

Tableau 127 Oiseaux d'intérêt communautaire (Annexe I) ayant fait l'objet de la désignation de la ZPS Forêt de Haguenau

ESPECES visées à l'Annexe I					EVALUATION			
Nom commun	Nom scientifique	Statut	Taille	Abondance	Population	Conservation	Isolement	Globale
Alouette lulu	*Lullula arborea*	Reproduction	-	Rare	Non significative	-	-	-
Bondrée apivore	*Pernis apivorus*	Reproduction	40-60 couples	Présente	2%≥p>0%	Excellente	Non-isolée	Excellente
Chouette de Tengmalm	*Aegolius funereus*	Résidence	1 couple	Présente	2%≥p>0%	Moyenne	Isolée	Bonne
Engoulevent d'Europe	*Caprimulgus europaeus*	Reproduction	50 couples	Présente	Non significative	-	-	-
Martin pêcheur d'Europe	*Alcedo atthis*	Résidence	10-20 couples	Présente	2%≥p>0%	Bonne	Non-isolée	Bonne
Milan noir	*Milvus migrans*	Reproduction	-	Rare	Non significative	-	-	-
Milan royal	*Milvus milvus*	Reproduction	-	Rare	2%≥p>0%	Bonne	Non-isolée	Bonne
Pic cendré	*Picus canus*	Résidence	10-50 couples	Présente	2%≥p>0%	Excellente	Non-isolée	Excellente
Pic mar	*Dendrocops medius*	Résidence	100 couples	Présente	15%≥p>2%	Excellente	Non-isolée	Excellente
Pic noir	*Dryocopus martius*	Résidence	50-100 couples	Présente	2%≥p>0%	Excellente	Non-isolée	Excellente
Pie-grièche écorcheur	*Lanius collurio*	Résidence	6-10 couples	Présente	Non significative	-	-	-
Canard colvert	*Anas platyrhynchos*	Résidence	-	Commune	Non significative	-	-	-
Poule d'eau	*Gallinula chloropus*	Résidence	-	Commune	Non significative	-	-	-

Source : Formulaire Standard de Données FR 4211790 (INPN, juin 2021)

Tableau 128 Espèces d'intérêt communautaire ayant contribué à la désignation de la ZSC Massif forestier de Haguenau

ESPECES visées à l'Annexe I					EVALUATION			
Nom commun	Nom scientifique	Statut	Taille	Abondance	Population	Conservation	Isolement	Globale
Mammifères (3 espèces)								
Grand Murin	*Myotis myotis*	Résidence	-	Rare	2%≥p>0%	Bonne	Non-isolée	Bonne
Vespertilion à oreilles échancrées	*Myotis emarginatus*	Hivernage	80 femelles reproductrices	Présente	2%≥p>0%	Bonne	Marginale	Bonne
Vespertilion de Bechstein	*Myotis bechsteinii*	Résidence	-	Rare	2%≥p>0%	Bonne	Non-isolée	Bonne
Amphibiens (2 espèces)								
Sonneur à ventre jaune	*Bombina variegata*	Résidence	-	Rare	2%≥p>0%	Bonne	Non-isolée	Bonne
Triton crêté	*Triturus cristatus*	Résidence	-	Rare	2%≥p>0%	Moyenne	Isolée	Moyenne
Poissons (3 espèces)								
Bouvière	*Rhodeus amarus*	Résidence	-	Rare	2%≥p>0%	Bonne	Marginale	Bonne
Chabot	*Cottus gobio*	Résidence	-	Rare	2%≥p>0%	Moyenne	Non-isolée	Moyenne
Lamproie de Planer	*Lampetra planeri*	Reproduction	-	Rare	2%≥p>0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne
Invertébrés (6 espèces)								
Azuré de la sanguisorbe	*Phengaris teleius*	Résidence	-	Rare	15%≥p>2%	Bonne	Non-isolée	Bonne
Azuré des paluds	*Phengaris nausithous*	Résidence	-	Rare	2%≥p>0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne
Lucane cerf-volant	*Lucanus cervus*	Résidence	-	Commune	2%≥p>0%	Bonne	Non-isolée	Bonne
Vertigo angustior	*Vertigo angustior*	Résidence	-	Rare	2%≥p>0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne
Gomphe serpentin	*Ophiogomphus cecilia*	Migratrice	-	Rare	Non significative	-	-	-
Cuivré des marais	*Lyacaena dispar*	Migratrice	-	Rare	Non significative	-	-	-
Plantes (1 espèce)								
Dicrâne vert	*Dicranum viride*	Résidence	-	Rare	15%≥p>2%	Bonne	Non-isolée	Bonne

5.3.1.5. ANALYSE PRELIMINAIRE DES INCIDENCES SUR LE SITE NATURA 2000

Considérant :

- la distance importante qui sépare le site d'étude et les sites Natura 2000, à savoir plus de 2,9 km pour la zone Natura 2000 « forêt de Haguenau » ;
- que les enjeux associés à la ZPS-FR4211790 et ZSC-FR4201798 sont surtout liés aux milieux forestiers, aux clairières herbeuses (sèches ou humides) et aux cours d'eau qui traversent la forêt de Haguenau ;
- que les espèces et les milieux naturels d'intérêt communautaire de la Zone Spéciale de Conservation et de la Zone de Protection Spéciale sont absents du site de projet, qui est urbanisé et en fonctionnement ;
- que les activités qui seront mises en œuvre sur le site ne seront pas susceptible d'être à l'origine de rejets ou d'émissions vers ces zones Natura 2000 ;

Il apparait que les activités projetées par le GEIE EMC, sur son site dit « OPS4 » de Soultz-sous-Forêts, ne seront pas de nature à causer une incidence sur les sites Natura 2000 environnants, ainsi que sur le bon état de conservation des habitats et espèces ayant contribué à leur désignation.

5.3.1.6. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE

Au regard de l'analyse réalisée, il apparaît que le projet n'aura aucune incidence sur les espèces et les habitats du réseau Natura 2000. Aussi, en l'absence d'incidences prévisibles, **il n'apparait pas nécessaire de réaliser une analyse des incidences approfondie.**

5.3.2. En phase d'exploitation

Le site d'étude est à plus de 2 km des zones Natura 2000 les plus proches qui sont la ZPS «FR4211790 Forêt de Haguenau », désignée au titre de la Directive Oiseaux et la ZSC « FR4201798 Massif forestier de Haguenau » au titre de la Directive Habitats. La directive « Oiseaux » (1979) propose la conservation à long terme des espèces d'oiseaux sauvages de l'Union Européenne en ciblant 181 espèces et sous-espèces menacées qui nécessitent une attention particulière. Plus de 3 000 sites ont été classés par les Etats de l'Union en tant que Zones de Protection Spéciales (ZPS). La directive « Habitats-faune-flore » (1992) quant à elle établit un cadre pour les actions communautaires de conservation d'espèces de faune et de flore sauvages ainsi que de leur habitat. Cette directive répertorie plus de 200 types d'habitats naturels, 200 espèces animales et 500 espèces végétales présentant un intérêt communautaire et nécessitant une protection. Les Zones Spéciales de Conservation (ZSC), actuellement plus de 20 000 pour 12% du territoire européen, permettent une protection de ces habitats et espèces menacées.

Etant donné la nature des travaux prévus et la distance qui sépare les deux zones, on considère que les impacts directs du projet seront négligeables pour ces zones. Par ailleurs, on ne retrouve aucun habitat d'intérêt communautaire sur le site.

5.3.2.1. DESTRUCTION ET/OU ALTERATION D'HABITATS D'ESPECES D'INTERET COMMUNAUTAIRE

Comme décrit précédemment, la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio*, espèce déterminante ZNIEFF inscrite à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux niche sur le site d'étude. Les emplacements présumés des nids sont à proximité immédiate des futures zones de travaux. Le projet semble donc avoir des impacts sur cette espèce, que cela soit par dérangement ou par destruction directe du milieu. Toutefois, les impacts sur la population de Pie-grièche écorcheur des zones de protection Natura 2000 les plus proches seront négligeables.

D'autres espèces comprises dans la liste des espèces déterminantes pour les ZPS et ZSC les plus proches des milieux semi-ouverts pourraient subir ce dérangement en phase travaux. Toutefois si jamais la période de travaux venait à être adaptée, avec une conservation de ces haies, l'impact du projet serait minime.

D'autres espèces figurant à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux fréquentent le site mais n'y nichent pas (Milan royal, Cigogne blanche). Les impacts sur celles-ci seront donc négligeables.

5.3.2.2. ANALYSE DES EFFETS ET CONCLUSION

Du fait de la distance qui sépare la zone d'étude et les zones Natura 2000 les plus proches, on considère les impacts directs du projet sur ces zones comme négligeables. Ainsi, la nature des travaux réalisés additionnée à cette distance fait que les impacts sur les espèces et les habitats de ces zones Natura 2000 sont aussi négligeables. En revanche, le projet pourrait porter atteinte à certaines espèces déterminantes inscrites à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux, sans pour autant affecter significativement les populations qui y vivent et remettre en cause l'état de conservation des espèces ayant justifié la désignation des sites. Les mesures prévues permettront de réduire et compenser ces impacts.

Le projet en phase d'exploitation n'aura **pas d'incidence** sur la thématique NATURA 2000.

5.4. INCIDENCES CUMULEES AVEC LES PROJETS CONNUS

5.4.1. Définition

Conformément au décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements, cette partie consiste à tenir compte « *du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :*

- *Ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;*
- *Ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.*

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage. »

Sur la base de la nature, de la localisation et des impacts potentiels de ces projets, les impacts cumulés potentiels sont déterminés (possibilité d'impacts cumulés en cas de même nature d'impact pouvant concerner une cible commune).

En cas de possibilité d'impacts cumulés, une analyse plus précise des impacts permettra de conclure à l'existence ou non d'effets cumulés.

5.4.2. Identification des projets connus

Les avis de l'Autorité Environnemental ont été consultés le 1er juin 2023 pour la période de 2018 à 2023 sur le site des Missions Régionales d'Autorité environnementales (MRAe). Les avis consultés concernent les projets situés dans un rayon de 5 km autour de la zone d'étude soit pour les communes de : Retschwiller, Schoenenbourg, Hoffen, Rittershoffen, Betschdorf, Surbourg, Reimerswiller, Kuhlendorf, Memmelshoffe, Lobsann, Merkwiller-Pechelbronn, Hoelschloch, Mattenmuehle, Meisenthal, Keffenach, Drachenbronn-Birlenbach, Keffenach, Hunspach, Hermerswiller, Hohwiller, Kohlendorf, Hohwiller, Reimerswiller, Schwabwiller Lampertsloch.

Un seul projet soumis à étude d'impact a reçu l'avis de la Mission Régionale d'Autorité Environnementale (MRAe) entre 2018 et 2023 :

- **Le projet de construction d'un entrepôt de stockage « Hatten 2 » porté par Striebig Logistique, ayant fait l'objet d'un avis le 09 juin 2022.**

5.4.3. Analyse des effets cumulés

Le projet de construction d'un nouvel entrepôt « H2 » par la société STRIEBIG LOGISTIQUE, s'implantant sur un terrain industriel d'une superficie totale de 45 ha comprenant déjà d'autres entrepôts, se situe à environ 5 km du projet.

Le projet est soumis à évaluation environnementale car il s'agit d'une ICPE.

Compte-tenu de la distance entre les deux sites et de l'absence de lien direct entre les projets, les deux projets ne sont pas susceptibles de présenter des incidences cumulées.

Le projet n'est pas susceptible de voir ses effets aggravés ou amplifiés par le cumul de ses incidences avec celles d'autres projets.

5.4.4. Autres projets portés par ÉS

D'autres projets de géothermie portés par ÉS sont en cours sur le territoire du Nord Alsace ; il s'agit notamment :

- Du projet de doublet de géothermie à **Rittershoffen** ;
- Du projet de doublet de géothermie à **Wissembourg**.

Ces deux projets ont fait l'objet d'une étude d'impact dans le cadre de la DAOTM pour la phase « forage ».

A ce jour, l'Autorité environnementale n'a pas encore rendu d'avis sur le projet de Rittershoffen ; il ne s'agit pas d'un projet connu au sens de la réglementation.

L'avis sur l'étude d'impact de la DAOTM de Wissembourg-Riedseltz[33] a été rendu le 23/11/2023 ; ce projet étant postérieur au projet de Soultz-sous-Forêts, son étude d'impact intégrera le cumul avec les incidences définies au sein du présent dossier.

Les futures études d'impacts globales établies dans le cadre de ces deux projets devront intégrer l'évaluation des effets cumulés avec le présent projet.

[33] n°MRAe 2023APGE120 ; lien : https://www.mrae.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2023apge120.pdf

5.5. CLIMAT ET VULNERABILITE DU PROJET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

5.5.1. Climat passé et climat futur en Alsace [34]

5.5.1.1. L'EVOLUTION CONSTATEE DU CLIMAT

5.5.1.1.1. **Températures**

L'évolution des températures moyennes annuelles en Alsace montre un **net réchauffement depuis 1959**. Sur la période 1959-2009, la tendance observée sur les températures moyennes annuelles se situe entre **+0,3 °C** et **+0,4 °C par décennie**.

Les trois années les plus chaudes constatées depuis 1959 en Alsace sont les années : **2014**, **2018** et **2020**.

Cette tendance au réchauffement climatique est confirmée au fil des saisons à des amplitudes différentes :

- En **hiver** et au **printemps**, avec une moyenne de **+0,4°C** par décennie ;
- En **été**, avec une moyenne de **+0,4** à **0,5°C** par décennie ;
- Et en **automne**, avec une moyenne moins marquée de **+0,2°C** par décennie.

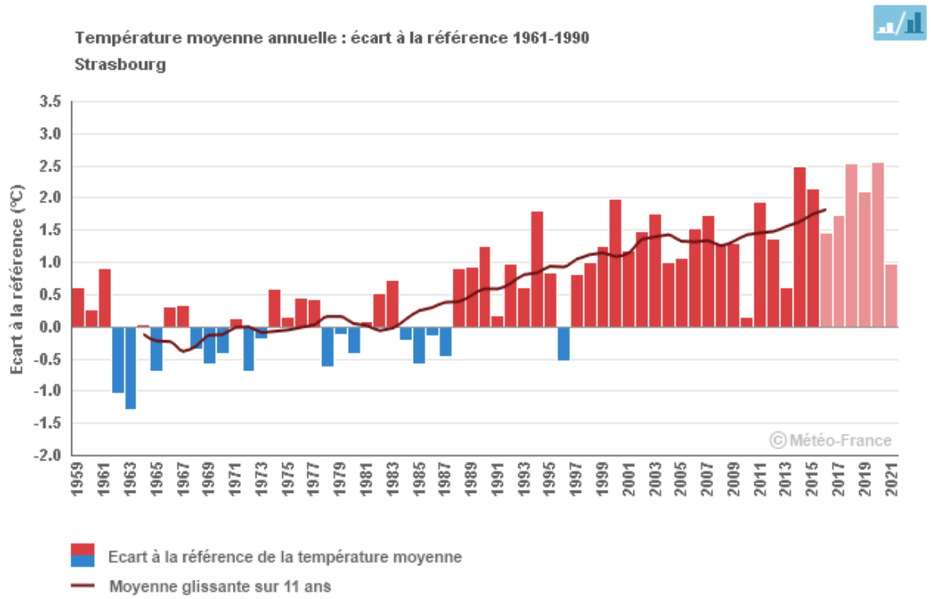


Figure 207 Température moyenne annuelle à la station de Strasbourg - Source : Météo France – Climat HD

5.5.1.1.2. **Précipitations**

En Alsace, les précipitations annuelles sont en **légère augmentation** depuis 1961. Elles sont caractérisées par une **très forte variabilité d'une année sur l'autre**.

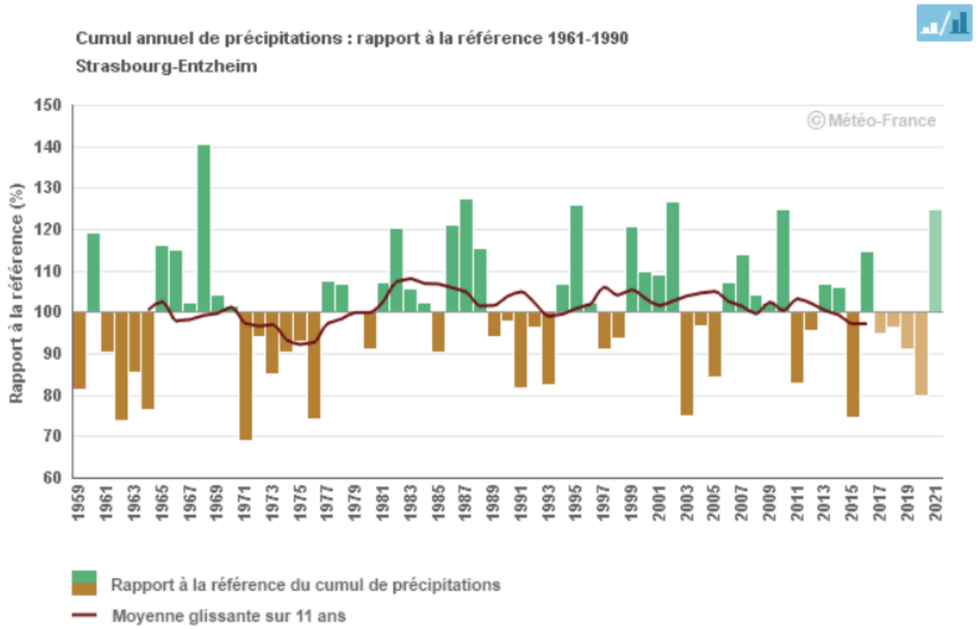


Figure 208 Cumul annuel des précipitations à la station Strasbourg-Entzheim - Source : Météo France – Climat HD

5.5.1.1.3. **Journées chaudes, jours de gels**

En Alsace, le nombre annuel de journées chaudes (températures maximales supérieures à 25°C) est **très variable d'une année sur l'autre**. Sur la période 1961-2010, on observe une augmentation du nombre de journées chaudes, de l'ordre de **5 jours par décennie**.

2003 et 2018 sont les années record pour le nombre de journées chaudes avec un peu plus de 100 jours observés dans la région.

En Alsace, le nombre annuel de **jours de gel** est **très variable d'une année sur l'autre**. En cohérence avec l'augmentation des températures moyennes, le **nombre annuel de jours de gel diminue**. Sur la période 1961-2010, la tendance observée en Alsace est de l'ordre de **-2 à -5 jours par décennie**.

2000 et 2014 sont les années les moins gélives observées depuis 1959.

[34] Météo France – Climat HD

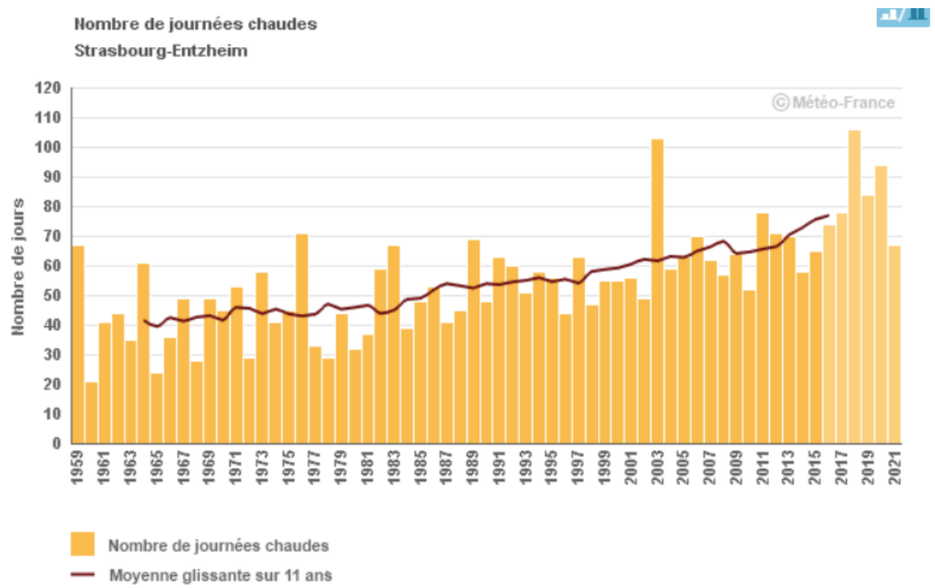


Figure 209 Nombre de journées chaudes à la station de Strasbourg-Entzheim- Source : Météo France – Climat HD

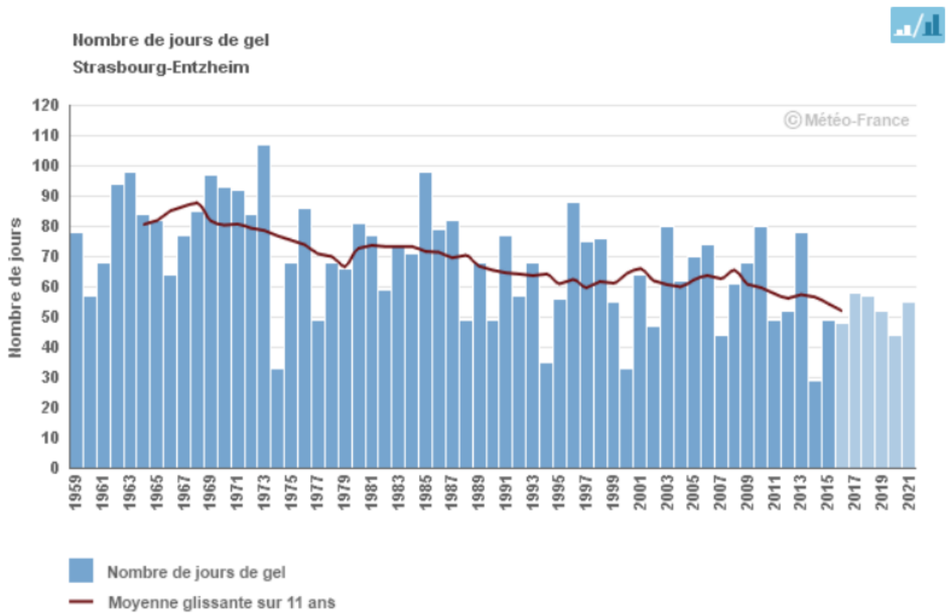


Figure 210 Nombre de jours de gel à la station Strasbourg-Entzheim - Source : Météo France – Climat HD

5.5.1.1.4. **Vagues de chaleur, vagues de froid**

- Les vagues de chaleur recensées depuis 1947 en Alsace ont été sensiblement plus nombreuses au cours des dernières décennies.

  Cette évolution se matérialise aussi par l'**occurrence d'événements plus sévères** (taille des bulles) **ces dernières années**. Ainsi, quatre des cinq vagues de chaleur les plus sévères se sont produites après 2000.

  La canicule observée en Alsace du 2 au 14 août 2003 est la plus sévère survenue sur la région. Mais c'est durant l'épisode du 1er au 7 juillet 2015 qu'a été observée la journée la plus chaude depuis 1947.

- Les vagues de froid recensées depuis 1947 en Alsace ont été moins nombreuses au cours des dernières décennies.

  Cette évolution est encore plus marquée depuis le début du XXIe siècle, les épisodes devenant **progressivement moins intenses** (indicateur de température) et **moins sévères** (taille des bulles). Ainsi, les neuf vagues de froid les plus longues, les cinq les plus intenses et les trois les plus sévères se sont produites avant 2000.

  La vague de froid observée du 31 janvier au 28 février 1956 est de loin la plus sévère survenue sur la région. C'est aussi durant cet épisode qu'a été observée la journée la plus froide depuis 1947.

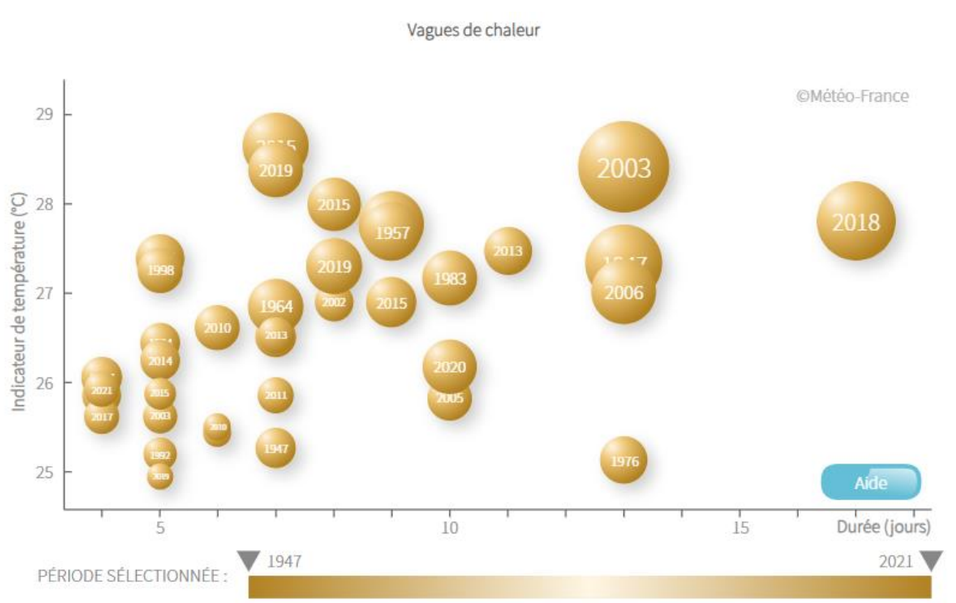


Figure 211 Vagues de chaleur (1947-2021) en Alsace - Source : Météo France – Climat HD

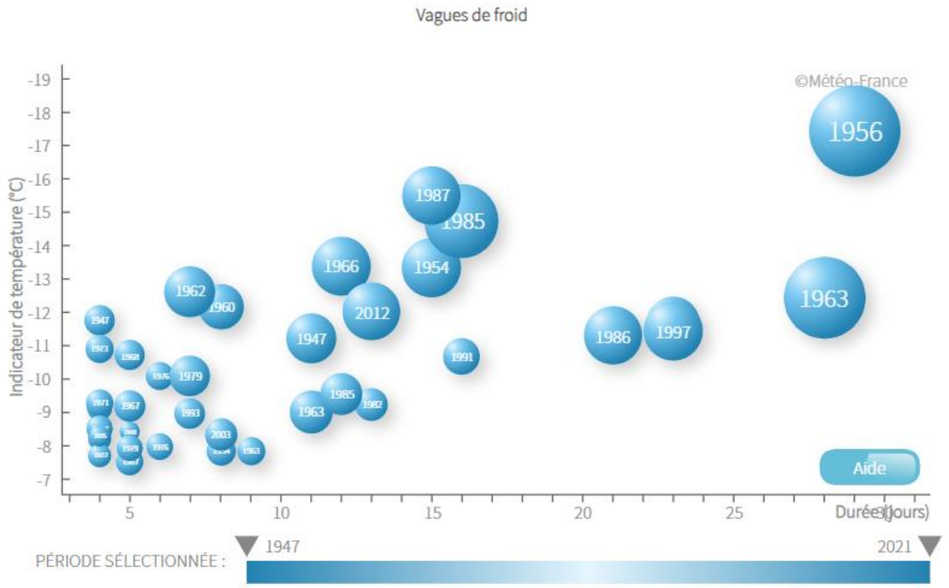


***Figure 212* Vagues de froid (1947-2021) en Alsace - Source : Météo France – Climat HD**

5.5.1.1.5. **Synthèse et conclusion**

Les tendances d'évolution du climat constatées démontrent :

- Une **hausse des températures** moyennes en Alsace d'environ **+0,3°C par décennie**, sur la période 1959-2009 ;
- Une **accentuation du réchauffement climatique depuis les années 1980** ;
- Un **réchauffement marqué en hiver**, au **printemps** et en **été** ;
- Une **augmentation des précipitations sur la période 1959-2009** ;
- Mais **pas de tendance marquée pour les sècheresses**.

5.5.1.2. LES TENDANCES D'EVOLUTIONS DU CLIMAT AU XXIEME SIECLE

5.5.1.2.1. **Scénarios de changement climatique**

Les trajectoires RCP (Representative Concentration Pathway) sont exprimées en forçage radiatif (en Watts par mètre carré), c'est à dire la différence entre l'énergie radiative reçue et l'énergie radiative émise par le système climatique. Elles sont au nombre de quatre, et nommées en fonction de l'augmentation du forçage radiatif en 2100 par rapport à l'année 2000 :

- + 2,6 W.m² pour RCP 2.6,
- + 4,5 W.m² pour RCP 4.5,
- + 6,0 W.m² pour RCP 6.0,
- + 8,5 W.m² pour RCP 8.5.

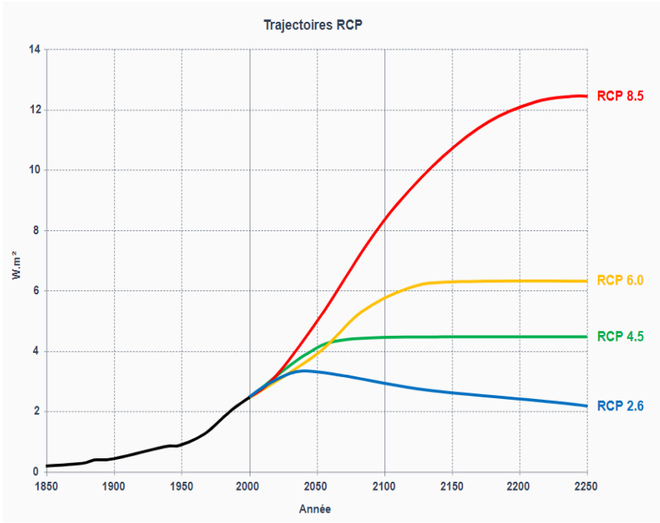


Tableau 129 Résumé des profils d'évolution, concentrations en gaz à effet de serre, et augmentation de la température moyenne mondiale par rapport à 2000, pour les quatre trajectoires RCP pour l'année 2100 (réalisé à partir de Ouzeau, et al. 2014)

Trajectoire	Profil d'évolution	Concentration en gaz à effet de serre en 2100 ($éqCO_2$ ppm)	Augmentation de la température moyenne mondiale en 2100
RCP 2,6	Pic puis déclin (mise en place d'une politique climatique forte)	475 ppm	≈ + 1°C
RCP 4,5	Stabilisation avant 2100	630 ppm	≈ + 2°C
RCP 6,0	Stabilisation après 2100	800 ppm	≈ + 2,5°C
RCP 8,5	Croissant (sans politique climatique)	1 313 ppm	≈ + 4°C

Les 3 scénarios envisagés dans les prévisions climatiques de Météo France peuvent ainsi être synthétisés :

- RCP 2,6 : scénario optimiste (politique climatique forte)
- RCP 4,5 : scénario intermédiaire
- RCP 8,5 : scénario pessimiste (sans politique climatique)

5.5.1.2.2. **Températures**

En Alsace, les projections climatiques montrent une **poursuite du réchauffement jusqu'aux années 2050**, **quel que soit le scénario**.

Sur la seconde moitié du XXIe siècle, l'**évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario considéré**. Le **seul qui stabilise** le réchauffement est le **scénario de faibles émissions (RCP2.6)**.

Selon le scénario de fortes émissions (RCP8.5), le **réchauffement pourrait :**

- Température moyenne annuelle : dépasser 4,6°C en fin de siècle ;
- Température moyenne hivernale : dépasser 5,1°C en fin de siècle ;
- Température moyenne estivale : dépasser 4,7°C en fin de siècle.

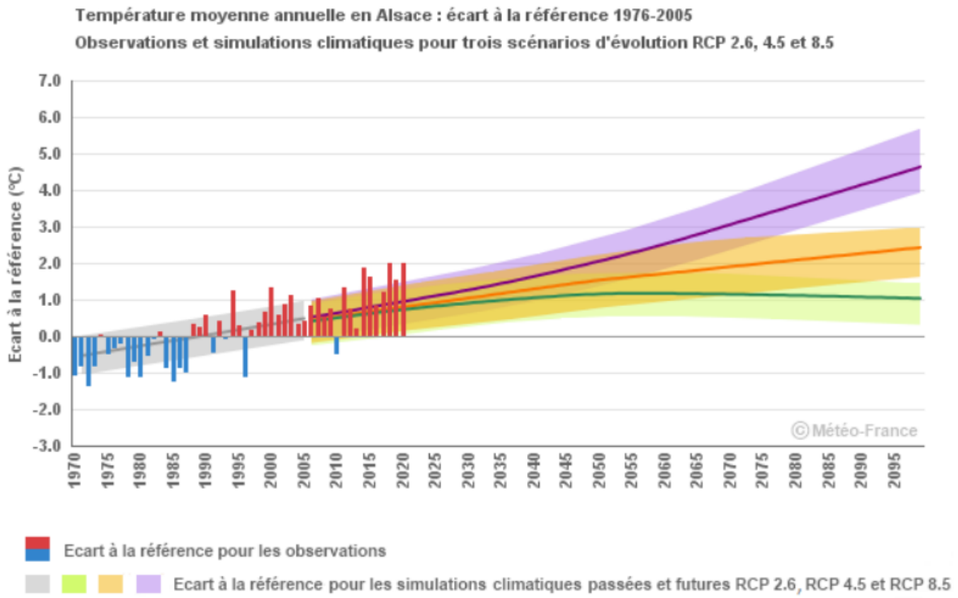


Figure 213 Température moyenne annuelle en Alsace – prévisions 2100 - Source : Météo France – Climat HD

5.5.1.2.3. **Précipitations**

Le **cumul annuel des précipitations** en Alsace varie largement d'une année à l'autre, **variabilité qui persistera au cours du XXIe siècle**.

Indépendamment de cette variabilité, les projections climatiques indiquent :

- Une légère hausse des cumuls annuels d'ici la fin du XXIe siècle, et ce, quel que soit le scénario d'émissions considéré ;
- Une augmentation des cumuls hivernaux, augmentation plus marquée dans le scénario de fortes émission (RCP8.5) ;
- Peu d'évolution des cumuls estivaux, avec toutefois une légère baisse d'ici la fin du siècle dans le scénario de fortes émissions (RCP8.5).

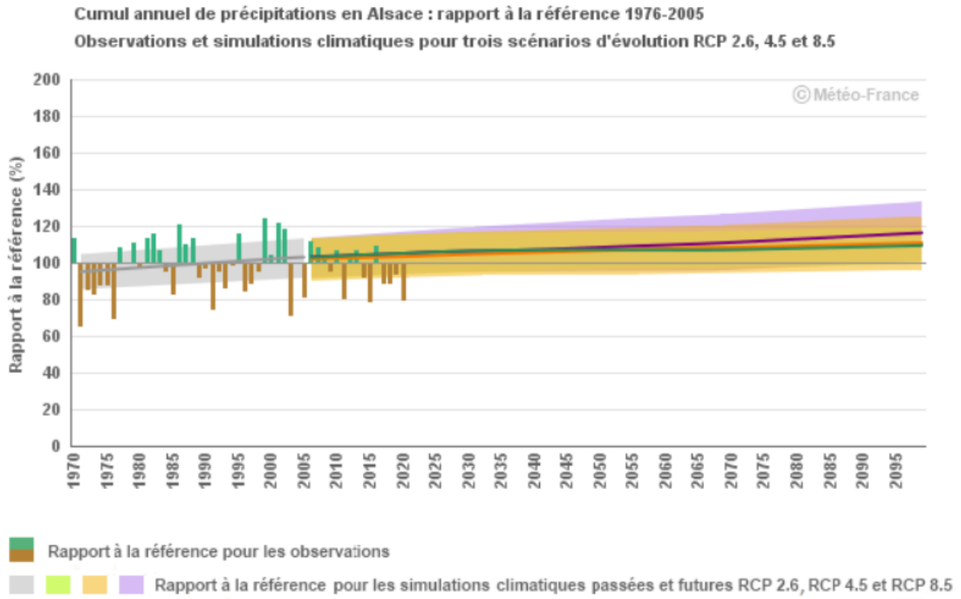


Figure 214 Cumul annuel des précipitations en Alsace – prévisions 2100 - Source : Météo France – Climat HD

5.5.1.2.4. **Phénomènes**

En Alsace, les projections climatiques montrent une **augmentation du nombre de jours chauds** et une **diminution du nombre de jours de gel en lien avec la poursuite du réchauffement**.

Sur la seconde moitié du XXIe siècle, les évolutions diffèrent selon le scénario considéré :

Tableau 130 Evolution en plaine à l'horizon 2071-2100, en comparaison de la période 1976-2005

	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Nombre de journées chaudes	**Stabilisation**	**+ 23 jours**	**+ 46 jours**
Nombre de jours de gel	**Stabilisation**	**- 27 jours**	**- 43 jours**

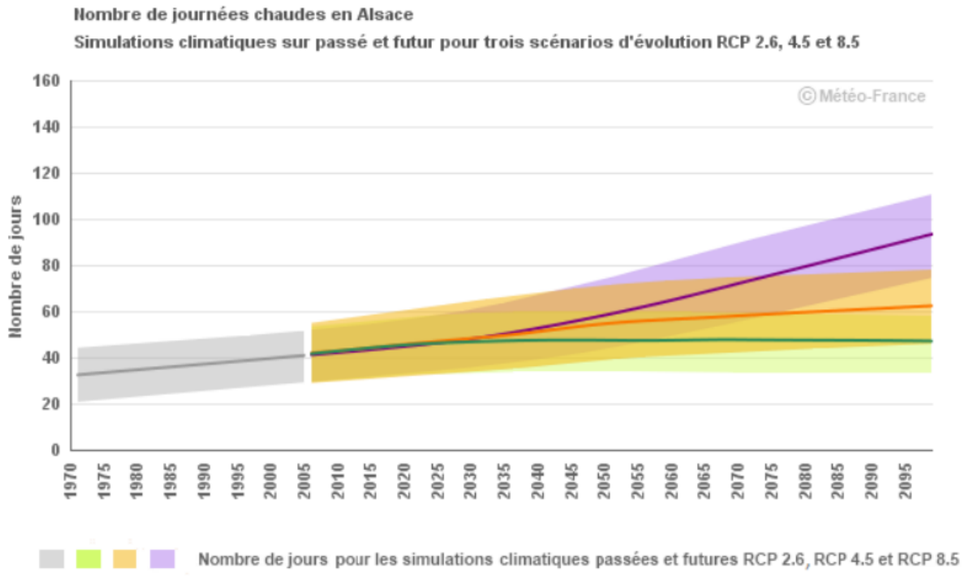


Figure 215 Nombre de journées chaude en Alsace – prévisions 2100 - Source : Météo France – Climat HD

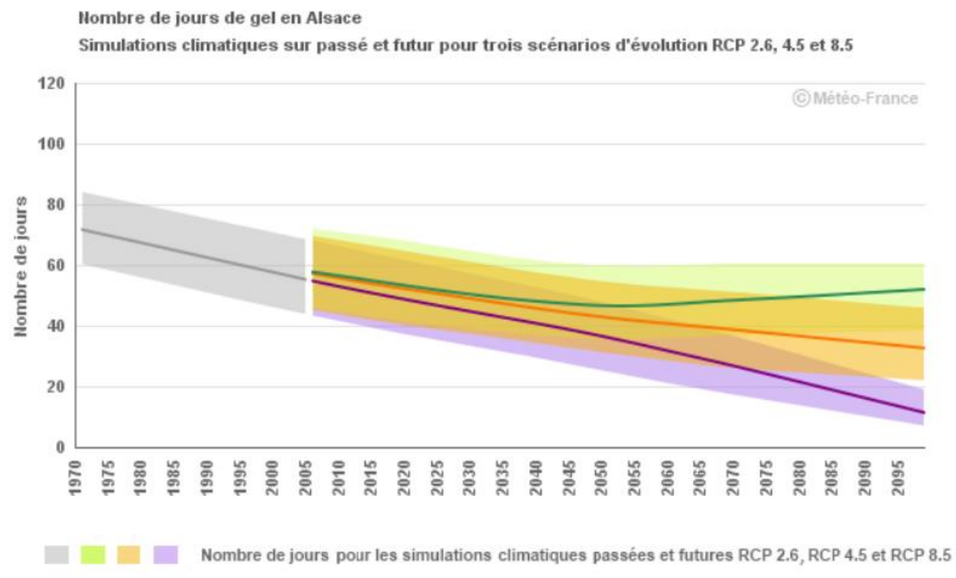


Figure 216 Nombre de jours de gel en Alsace – prévisions 2100 - Source : Météo France – Climat HD

5.5.1.2.5. **Impacts**

A. Humidité des sols

La comparaison du cycle annuel d'humidité du sol sur l'Alsace entre la période de référence climatique 1961-1990 et les horizons temporels proches (2021-2050) ou lointains (2071-2100) sur le XXIe siècle (selon un scénario SRES A2) montre un assèchement important en toute saison.

En termes d'impact potentiel pour la végétation et les cultures non irriguées, cette évolution se traduit par un allongement moyen de la période de sol sec (SWI inférieur à 0,5) de l'ordre de 1 à 3 mois tandis que la période humide (SWI supérieur à 0,9) se réduit dans les mêmes proportions.

On note que l'humidité moyenne du sol en été en fin de siècle pourrait correspondre aux situations sèches extrêmes d'aujourd'hui.

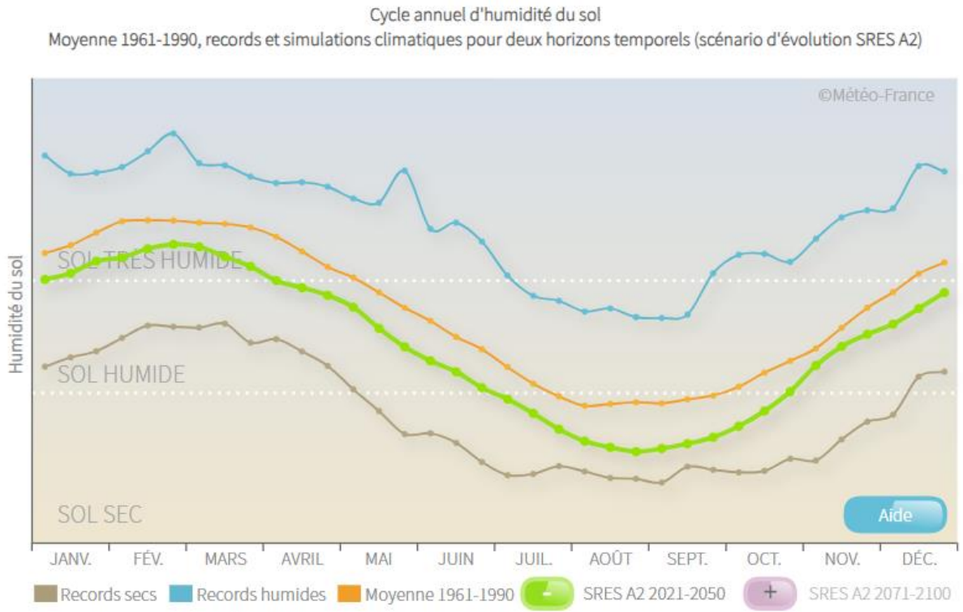


Figure 217 Cycle annuel d'humidité du sol – prévisions 2050 – 2100 - Source : Météo France – Climat HD

B. Chauffage et climatisation

En Alsace, les projections climatiques montrent jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario :

- Une diminution des besoins en chauffage ;
- Une augmentation des besoins en climatisation.

Sur la seconde moitié du XXIe siècle, l'évolution de ces besoins diffère significativement selon le scénario considéré.

Selon le scénario de fortes émissions RCP8.5 à la fin du siècle et en comparaison de la période 1976-2005 :

- Les besoins de chauffage diminueraient de plus d'un tiers ;
- Et les besoins en climatisation pourraient être triplés.

Seul le scénario de faibles émissions (RCP2.6) stabilise les besoins en chauffage et en climatisation.

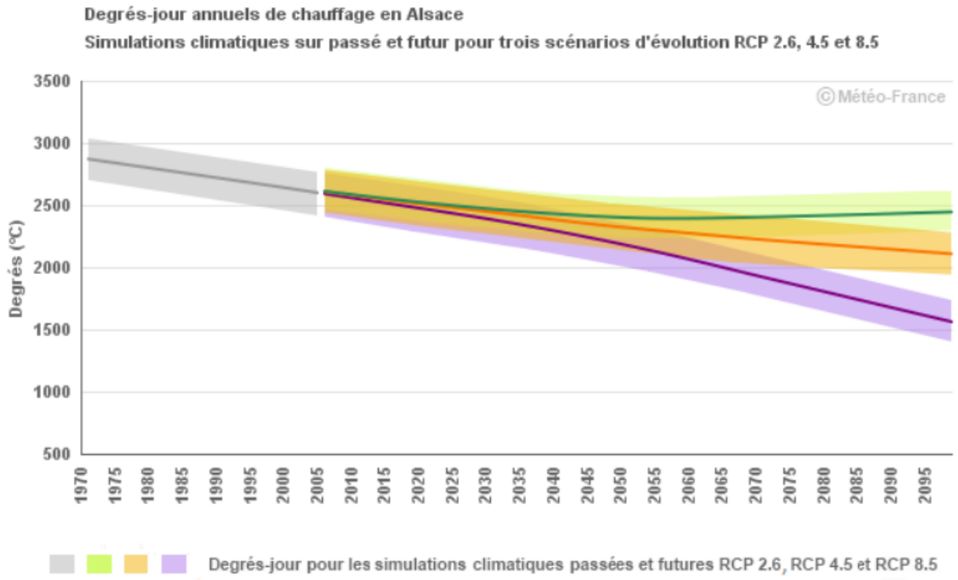


***Figure 219** Prévisions à l'horizon 2100 en besoin de chauffage - Source : Météo France – Climat HD*

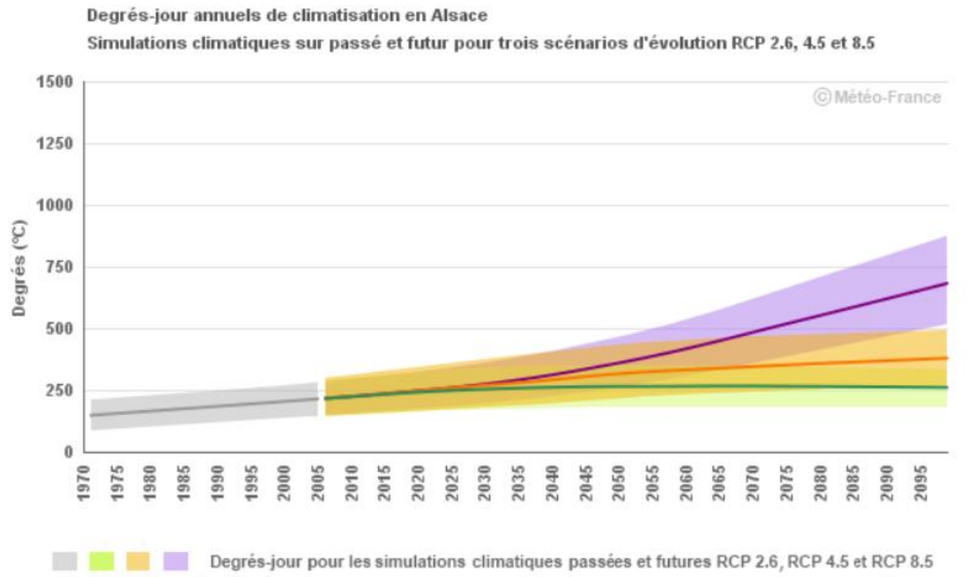


***Figure 219** Prévisions à l'horizon 2100 en besoin de climatisation - Source : Météo France – Climat HD*

5.5.1.2.6. **Synthèse et conclusion**

Les tendances d'évolutions du climat à horizon 2100 démontrent :

- **Poursuite du réchauffement** au cours du XXIe siècle en Alsace, quel que soit le scénario ;
- Selon le scénario de fortes émissions, le **réchauffement en température moyenne annuelle pourrait dépasser 4,6°C** en fin de siècle par rapport à la période 1976-2005 ;
- **Peu d'évolution des précipitations annuelles** au XXIe siècle, **mais des contrastes saisonniers** ;
- **Poursuite de la diminution du nombre de jours de ge**l et de l'**augmentation du nombre de journées chaudes**, quel que soit le scénario ;
- **Assèchement des sols de plus en plus marqué** au cours du XXIe siècle en toute saison.

Remarquons également que le changement climatique nous permet d'observer des épisodes venteux de plus en plus fréquents et intenses.

5.5.2. Incidences sur le climat et la vulnérabilité du projet au changement climatique

5.5.2.1. INCIDENCE SUR LE CLIMAT

5.5.2.1.1. Impact potentiel

La réalisation de travaux peut participer au réchauffement climatique via l'émissions de gaz à effet de serre provenant :

- De l'extraction des matériaux d'apport,
- De la circulation des véhicules pour approvisionner le chantier.

En phase exploitation, les incidences potentielles d'un projet sur le climat sont principalement liées aux émissions de gaz à effet de serre induites :

- Par une augmentation de la fréquentation du site (trafic routier) nécessaire à la desserte du projet,
- Par l'activité même du projet dans sa phase d'exploitation, via la consommation d'énergie et/ou les rejets atmosphériques qu'il entraine.

A l'échelle locale, les incidences potentielles d'un projet sur le climat sont également liées à une modification de l'utilisation des sols :

- Artificialisation et augmentation de l'albédo → augmentation de la température (effet « ilot de chaleur » entrainant très localement une augmentation des températures),
- Suppression des surfaces végétalisées → réduction de l'effet rafraichissant de l'évapotranspiration,
- Imperméabilisation des sols → augmentation des débits de ruissellement.

5.5.2.1.2. Incidences du projet sur le climat

Le projet sera à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre émis par le trafic routier et à la consommation énergétique nécessaire au projet.

Toutefois il permettra également la production d'une énergie avec une emprunte carbone inférieure à d'autres sources d'énergie classiques.

En effet, le projet s'inscrit dans la démarche de transition énergétique impulsée par la loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte de 2015 et la loi Energie-Climat adoptée en 2019, dont l'objectif est de **permettre la décarbonation de l'économie** et **l'atteinte de la neutralité carbone à 2050**, ainsi que la réduction de nos impacts sur l'environnement.

Ainsi, comme démontré dans le ***VOLET 2. Présentation du projet / 3.2. Emissions de gaz à effet de serre et bilan carbone***, à partir de la page 134, le projet permettra de substituer des sources d'énergie classique par l'énergie géothermique, moins émettrice de gaz à effet de serre.

La figure suivante présente les empreintes carbone par kWh produit selon les sources d'énergie ; elle met en évidence la faible empreinte carbone de la géothermie par rapport aux autres énergies et notamment les mix classiques FR et EU, selon le scénario considéré :

7. **Scénario 1** : Un **doublet produisant uniquement de l'électricité** (3,5 MW_e, 26 GWh_e/an) ;
8. **Scénario 2** : Un **doublet produisant de l'électricité** (3,5 MW_e, 26 GWh_e/an) **et de la chaleur moyenne température** (10 MW_{th}, 40 GWh_{th}/an) ;
9. **Scénario 3** : Un **doublet produisant uniquement de la chaleur haute température** (26 MW_{th}, 220 GWh_{th}/an).

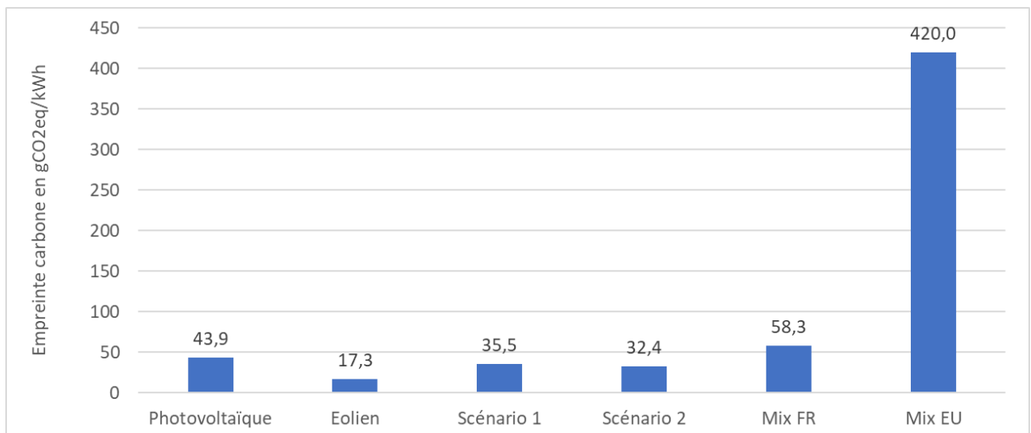


Figure 220 Empreinte carbone en gCO_{2eq}/kWh de l'électricité issue du photovoltaïque, de l'éolien terrestre, du projet et du mix électrique français

Ainsi, le recours à l'énergie géothermique permettra, sur la durée de vie du projet, d'éviter l'émission de **15 à 1 290 Mt/CO_{2eq}**, selon le scénario et le mix énergétique considérés :

Tableau 131 Estimation des émissions de gaz à effet de serre évitées durant la durée de vie du projet – Source : ÉS

		Scénario 1 100 % électricité	**Scénario 2** 50% électricité 50% chaleur	**Scénario 3** 100 % chaleur
Emissions de carbone évitées par la **chaleur**		-	236 Mt/CO_{2eq}	1 290 Mt/CO_{2eq}
Emissions de carbone évitées par **l'électricité**	mix FR	15 Mt/CO_{2eq}	17 Mt/CO_{2eq}	-
	mix EU	250 Mt/CO_{2eq}	252 Mt/CO_{2eq}	-
Total des émissions de carbone évitées par le projet	**mix FR**	15 Mt/CO_{2eq}	253 Mt/CO_{2eq}	1 290 Mt/CO_{2eq}
	mix EU	250 Mt/CO_{2eq}	488 Mt/CO_{2eq}	1 290 Mt/CO_{2eq}

Les incidences à l'échelle locales induites par les modifications d'occupations du sol seront imperceptible compte-rendu des emprises réduites du projet et de son contexte largement agricole.

Au global, le projet aura une incidence **largement positive** sur le changement climatique.

5.5.2.2. VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

5.5.2.2.1. Vulnérabilité potentielle du projet

Pour rappel, les tendances d'évolution future du climat en Alsace sont les suivantes :

- **Poursuite du réchauffement** au cours du XXIe siècle en Alsace, quel que soit le scénario ;
- Selon le scénario de fortes émissions, le **réchauffement en température moyenne annuelle pourrait dépasser 4,6°C** en fin de siècle par rapport à la période 1976-2005 ;
- **Peu d'évolution des précipitations annuelles** au XXIe siècle, **mais des contrastes saisonniers** ;
- **Poursuite de la diminution du nombre de jours de ge**l et de l'**augmentation du nombre de journées chaudes**, quel que soit le scénario ;
- **Assèchement des sols de plus en plus marqué** au cours du XXIe siècle en toute saison.

Les conséquences potentielles pour les projets d'aménagement divers peuvent être les suivants :

- Aggravation de l'exposition au risque d'inondation et de coulées de boues
- Aggravation des risques de mouvements des sols (gonflement-retrait des argiles…) et risque structurel pour les bâtiments et ouvrages
- Aggravation du risque de feu de forêt
- Aggravation de l'exposition aux vents violents
- Sous-dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales face à l'intensification des évènements pluvieux
- Sous-dimensionnement des besoins énergétiques (augmentation des besoins en climatisation)
- Dépérissement des aménagements paysagers et plantations diverses face aux fortes chaleurs et aux sécheresses
- … etc.

5.5.2.2.2. Vulnérabilité du projet

Le projet est peu dépendant du climat et peu vulnérable au changement climatique.

Le projet n'est pas exposé au risque d'inondation ; situé 30 m au-dessus du lit du Seltzbach, il n'est pas susceptible d'être exposé au débordement de ce dernier, même en cas de crue exceptionnelle.

Le risque de coulées de boue est quant à lui limité :

- Par l'implantation de la plateforme OPS4, en aval d'un boisement permettant de faire obstacle aux éventuels écoulements boueux ;
- Par la situation topographique « en crête » de la nouvelle plateforme GPK2.

Le projet étant implanté en secteur agricole, il n'est pas exposé au risque de feu de forêts.

Le projet, conçu selon l'Eurocode « Vent zone 2 », est peu vulnérable aux vents violents.

Le projet nécessite peu d'aménagements en surface, et est donc peu exposé aux risques de mouvements de sol. Au droit des puits, les incidences seront limitées puisque les mouvements de sol concernent les premiers horizons soumis aux aléas climatiques. Les réseaux de transport du fluide géothermal, potentiellement exposés au risque de mouvement de sol, seront suivis via le système de détection de fuite évoqué en partie ***VOLET 3. Etude d'impact / 7.4.5. Système de détection de fuites sur les conduites de transport du fluide géothermal***, page 341.

Les dispositifs de gestion des eaux pluviales du projet prévoient un fonctionnement exceptionnel en cas de débordement des canalisations et ouvrages, sans déversement vers l'extérieur des sites.

Les aménagements paysagers mis en œuvre en périphérie des plateformes seront constituées d'essences locales, permettant d'apporter une plus-value environnementale ; ces plants seront adaptés au climat alsacien et ses fortes amplitudes thermiques.

La vulnérabilité du projet face au changement climatique sera donc **faible**.

5.6. MESURES ENVISAGEES POUR EVITER, REDUIRE ET/OU COMPENSER LES EFFETS NEGATIFS DU PROJET

5.6.1. Phase travaux de forage

5.6.1.1. DESCRIPTIF DES MESURES PREVUES POUR EVITER LES EFFETS NEGATIFS

5.6.1.1.1. **Prise en compte des milieux naturels remarquables**

Dans le cadre des études réalisées pour la recherche d'un périmètre adapté au projet, plusieurs ont été exclus au regard des enjeux environnementaux, notamment :

- Natura 2000,
- Plans nationaux d'action en faveur des espèces protégées : zones à enjeux forts et moyens
- ZNIEFF.

5.6.1.2. DESCRIPTION DES MESURES PREVUES POUR REDUIRE LES EFFETS

A. R1 - Mesures de réduction des effets sur les eaux souterraines

Les techniques mises en œuvre sur le site notamment le triple cuvelage du puit et la technique BENOTO ou par havage, permettront d'éviter toute pollution des éventuelles eaux souterraines ou superficielles par l'eau géothermale et les boues de forage et la mise en contact des aquifères de caractéristiques différentes.

Durant le forage et les phases de développement des puits, l'utilisation de produits non toxiques et biodégradables sera favorisée.

Le GEIE EMC réalisera des campagnes de diagraphies permettant de vérifier l'état des cuvelages et de la cimentation du puits après chaque section, puis ensuite à intervalle réguliers pendant toute la vie des puits.

Une entreprise spécialisée dans les boues de forage sera mandatée lors des phases de forage. Cette entreprise s'assurera en continu que les caractéristiques de la boue de forage soient adaptées à la géologie des formations traversées et à assurer une bonne remontée des déblais de forage. A la fin de la réalisation de l'ouvrage, les boues de forage seront déshydratées et évacuées vers une filière spécialisée.

B. R2 - Mesures de réduction des effets liés aux émissions sonores

Les engins employés sur le site respecteront les normes en vigueur.

Pour ce projet de Soultz-Sous-Forêts, le GEIE EMC étudie la possibilité de raccorder la machine de forage au réseau électrique de distribution et de n'utiliser les groupes diesel qu'en cas de secours. Dans tous les cas, les équipements utilisés seront insonorisés si nécessaire, notamment les groupes électrogènes et les pompes électriques centrifuges.

Enfin, une campagne de mesures sera réalisée par un organisme agréé lors des différentes phases du projet permettant une surveillance des niveaux sonores induits par le projet.

C. R3 - Mesures de réduction des ondes micro sismiques

Le suivi des recommandations du « *guide des bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite par les opérations de géothermie profondes* »[35] permettra la réduction des impacts et de la probabilité d'occurrence des phénomènes micro sismiques engendrés par le projet.

Notamment, le réseau de surveillance de l'activité sismique mis en place permettra d'assurer une surveillance permanente de la sismicité naturelle ou induite par les opérations de géothermie.

D. R4 - Mesures de réduction des effets sur les eaux superficielles

Le projet prévoit la collecte des eaux pluviales issues du ruissellement sur la plateforme imperméabilisée, leur stockage dans des conduites enterrées de grand diamètre et leur rejet à débit limité après traitement par séparateur d'hydrocarbures.

Le débit de rejet sera limité au débit engendré par le ruissellement des eaux pluviales avant aménagement du terrain pour une pluie de fréquence biennale.

Le stockage sans débordement est assuré pour les eaux générées par une pluie de fréquence décennale.

La qualité des eaux pluviales rejetées est assurée par un traitement par séparateur d'hydrocarbures avant rejet.

5.6.1.3. DESCRIPTION DES MESURES COMPENSATOIRES

Aucune mesure compensatoire n'est requise dans le cadre du projet.

[35] https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide-geothermie.pdf

5.6.2. Phase d'exploitation

5.6.2.1. TERRE, EAU, SOLS, AIR, CLIMAT

Les mesures mises en œuvre dans le cadre du projet pour éviter, réduire ou compenser les effets sur les terres, l'eau, les sols, l'air et le climat sont les suivantes :

- Imperméabilisation des surfaces limitée aux surfaces d'activités à risque de pollution ;
- Aménagement d'un dispositif de gestion des eaux permettant une collecte intégrale des eaux de ruissellement potentiellement polluées des plateformes d'activité ; aucun rejet d'eaux potentiellement polluées non traitées vers le milieu naturel superficiel ou souterrain n'est rendu possible par le projet.
- Gestion des eaux collectées suivant la qualité des eaux mesurée par conductimétrie : pas d'infiltration (après traitement) d'eaux contaminées par les saumures géothermales (réinjectées).
- Puits équipés d'une triple enveloppe en cas de présence de terrains superficiels : étanchéité du puits avec les formations superficielles ;
- Contrôle de l'état et de la cimentation des tubages par diagraphie ;
- Dispositif de détection de fuites sur les conduites de transport du fluide géothermal avec actions correctives ;
- Stockage des produits dangereux sur rétention.

5.6.2.2. BIODIVERSITE

Les mesures mises en œuvre dans le cadre du projet pour éviter, réduire ou compenser les effets sur la biodiversité sont les suivantes :

- MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année
- MR2 : Limiter la prolifération d'espèces exotiques envahissantes
- MC1 : Plantation de haies bocagères

Ces mesures sont détaillées en partie ***5.2.2.4. Mesures d'évitement et de réduction***, à partir de la page 265.

Par ailleurs, le suivi du chantier par un écologue, pendant et après les travaux, permettra d'assurer la bonne mise en œuvre de ces mesures.

5.6.2.3. POPULATION ET SANTE HUMAINE

Les mesures mises en œuvre dans le cadre du projet pour éviter, réduire ou compenser les effets sur la population et la santé humaine sont les suivantes :

- Raccordements aux réseaux divers effectués en concertation avec les concessionnaires afin de ne pas affecter la continuité de service public pour les abonnés ;
- Définition d'itinéraires d'accès des poids lourds afin de limiter les nuisances liées au trafic routier ;
- Mise en œuvre de mobiliers d'éclairage avec orientation du flux vers le sol ; éclairage LED de nuit minimal, limitant la pollution lumineuse ;
- Mise en place de caissons acoustiques sur certains équipements sur le nouveau site GPK2 pour respecter les seuils réglementaires de nuit ;
- Gestion des déchets adaptée et plan de gestion des déchets RNR ;
- Déploiement d'un réseau de surveillance micro-sismique avec actions correctives ;
- Mise en œuvre d'un plan de surveillance du radon permettant la surveillance des rayons ionisants et des émissions de radon ;
- Mesures d'insertion paysagère conjointes aux mesures biodiversité (MC1 : Plantation de haies bocagères).

5.6.2.4. PATRIMOINE ET PAYSAGE

Les mesures mises en œuvre dans le cadre du projet pour éviter, réduire ou compenser les effets sur le patrimoine et le paysage sont les suivantes :

- Réalisation de diagnostics archéologiques préalables aux travaux.
- Réflexion architecturale pour bonne intégration paysagère

5.6.3. Estimation des investissements liés à la protection de l'environnement

L'estimation des investissements liés à la protection de l'environnement est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 132 Estimation des investissements liés à la protection de l'environnement – phase travaux de forage (OPS4)

Moyens prévus	Coût
Diagnostic archéologique préventif	20 000 €
Géo membranes des bassins	60 000 €
Imperméabilisation autour de la dalle de forage	90 000 €
Fossé périphérique et fil d'eau	10 000 €
Réseau de collecte des eaux	40 000 €
Caniveaux eau de pluie	18 000 €
Stockage des eaux pluviales	45 000 €
Séparateur d'hydrocarbures	9 000 €
Fosse septique 8000 L et filtres	4 000 €
Bacs et bâches de rétention produits chimiques	20 000 €
Tubes guides	80 000 €
Diagraphies de contrôle des cimentations	160 000 €
Station géodésique	30 000 €
Réseau sismologique	200 000 €
Densification du réseau sismologique	50 000 €
Suivi sismologique pendant 2 ans	150 000 €
Suivis bruit pendant forage	8 000 €
Etat 0 des émissions de radons et poussières	10 000 €
Suivi radon/poussières pendant le forage	15 000 €
Transport et traitement des solides et liquides	760 000 €
TOTAL	1 554 000 €

Tableau 133 Estimation des investissements liés à la protection de l'environnement – phase exploitation (OPS4 et nouvelle centrale GPK2)

Moyens prévus	Coût
Diagnostic archéologique préventif (GPK2 seulement)	20 000 €
Ouvrages et équipements pour la gestion des eaux pluviales	300 000 €
Bacs et bâches de rétention produits chimiques	30 000 €
Suivi des travaux par un écologue	30 000 €
Aérocondenseur à faible émission acoustique	1 000 000 €
Caisson de protection acoustique	50 000 €
Plantation de haies bocagères sur 480 ml	60 000 €
Station géodésique	30 000 €
Suivis Exploitations (pendant 25 ans) : • Suivi sismologique et géodésique • Suivi géochimique du fluide et des dépôts • Suivi acoustique • Suivi rayonnements ionisants • Suivi radon/poussières • Suivi des effluents • Inhibiteurs de dépôts • Diagraphies de contrôle des cimentations	4 020 000 €
Transport et traitement des solides et liquides	1 500 000 €
TOTAL	7 040 000 €

6. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION / REGLEMENTAIRES

6.1. DOCUMENTS RELATIFS A LA GESTION DES EAUX ET A LA BIODIVERSITE

6.1.1. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Rhin-Meuse

6.1.1.1. PRESENTATION DU SDAGE RHIN-MEUSE

Défini par les articles L.212-1 à 2 du Code de l'Environnement, le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhin-Meuse (SDAGE) a été institué par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992. Il a pour objet de définir ce que doit être la gestion équilibrée de la ressource en eau sur le bassin.

Le SDAGE préconise la mise en œuvre d'une gestion patrimoniale de l'eau et des milieux aquatiques en donnant la priorité à l'intérêt collectif. Il recommande en particulier la prise en compte systématique des zones humides et de la dynamique des cours d'eau dans les projets d'aménagement, afin d'assurer la préservation globale des hydrosystèmes et milieux associés.

Le projet s'inscrit dans le périmètre du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Bassin Rhin-Meuse (district Rhin).

Le SDAGE Rhin-Meuse 2022-2027 a été adopté à l'unanimité le 18 mars 2022 et est entré en vigueur le 15 avril 2022.

Les orientations fondamentales et dispositions du SDAGE sont décomposées à travers six grands thèmes que le projet s'attache à respecter :

- **Thème 1 : Eau et santé**

  Améliorer la qualité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine et à la baignade

- **Thème 2 : Eau et pollution**

  Garantir la bonne qualité de toutes les eaux, tant superficielles que souterraines

- **Thème 3 : Eau, nature et biodiversité**

  Retrouver les équilibres écologiques fondamentaux des milieux aquatiques

- **Thème 4 : Eau et rareté**

  Encourager une utilisation raisonnable de la ressource en eau sur l'ensemble des bassins du Rhin et de la Meuse

- **Thème 5 : Eau et aménagement du territoire**

  Intégrer les principes de gestion équilibrée de la ressource en eau dans le développement et l'aménagement des territoires

- **Thème 6 : Eau et gouvernance**

  Développer, dans une démarche intégrée à l'échelle des bassins versants du Rhin, une gestion de l'eau participative, solidaire et transfrontalière

6.1.1.2. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LE SDAGE 2022-2027

Le Tableau 134 en page suivante présente les thèmes et objectifs du SDAGE Rhin-Meuse, ainsi que les caractéristiques du projet vis-à-vis de ces objectifs.

Tableau 134 Compatibilité avec le SDAGE Rhin-Meuse

Référence SDAGE	Orientation	Phase travaux de forage	Phase d'exploitation
Thème 1	**Eau et santé** Améliorer la qualité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine et à la baignade.		
Orientation T1 - O1	Assurer à la population, de façon continue, la distribution d'une eau potable de qualité. ▪ Orientation T1 - O1.1 : Prendre, en amont des captages d'eau destinée à la consommation humaine, des mesures préventives permettant de limiter et de réduire les traitements ainsi que les substitutions de ressources. ▪ Orientation T1 - O1.2 : Sécuriser les installations de production et de distribution d'eau potable. ▪ Orientation T1 - O1.3 : Informer les consommateurs sur les enjeux sanitaires liés à l'eau.	Projet situé en dehors de tout périmètre de protection de captage AEP. Pas de pompage d'eau souterraine en nappe superficielle utilisée pour l'alimentation en eau potable. Sécurisation des forages et contrôle par diagraphie de l'intégrité des tubages pour garantir l'absence de risque de mise en communication d'aquifères de profondeur et de qualité différente	Projet situé en dehors de tout périmètre de protection de captage AEP. Pas de pompage d'eau souterraine en nappe superficielle utilisée pour l'alimentation en eau potable. Sécurisation des forages et contrôle par diagraphie de l'intégrité des tubages pour garantir l'absence de risque de mise en communication d'aquifères de profondeur et de qualité différente
Orientation T1 - O2	Favoriser la baignade en toute sécurité sanitaire, notamment en fiabilisant prioritairement les sites de baignade aménagés et en encourageant leur fréquentation.	Non concerné	Non concerné
Thème 2	**Eau et pollution** Garantir la bonne qualité de toutes les eaux, tant superficielles que souterraines.		
Orientation T2 - O1	Réduire les pollutions responsables de la non-atteinte du bon état des eaux. ▪ Orientation T2 - O1.2 : Limiter les dégradations des masses d'eau par les pollutions intermittentes et accidentelles. ▪ Orientation T2 - O1.3 : Adapter les concentrations en sels minéraux dans le milieu pour atteindre le meilleur état possible des eaux superficielles et souterraines en préservant le développement économique et social de la région et en confortant les usages en aval.	Les eaux pluviales rejetées par le site seront gérées de manière séparative. L'ensemble des eaux pluviales susceptibles d'être polluées est géré sur le site : ● collecte séparative, ● traitement des eaux par séparateur d'hydrocarbures, ● possibilité de confiner les réseaux d'eaux pluviales par fermeture d'une vanne placée en partie aval, ● milieu récepteur = infiltration.	Les eaux pluviales rejetées par le site seront gérées de manière séparative. L'ensemble des eaux pluviales susceptibles d'être polluées est géré sur le site : ● collecte séparative vers un dispositif de stockage, ● contrôle de pollution (conductivité) avant rejet (vanne manuelle) ● traitement des eaux par séparateur d'hydrocarbures, ● milieu récepteur = infiltration.
Orientation T2 - O2	Connaître et réduire les émissions de substances toxiques.	Aucun rejet de substances toxiques	Aucun rejet de substances toxiques
Orientation T2 - O3	Veiller à une bonne gestion des systèmes d'assainissement publics et privés, et des boues d'épuration.	Le projet n'engendre aucun rejet vers le réseau d'assainissement communal connecté à la station de traitement des eaux usées	Le projet est raccordé à un dispositif d'assainissement autonome ; il n'engendre aucun rejet vers le réseau d'assainissement communal connecté à la station de traitement des eaux usées
Orientation T2 - O4	Réduire la pollution par les nitrates et les produits phytosanitaires d'origine agricole.	Non concerné	Non concerné

Référence SDAGE	Orientation	Phase travaux de forage	Phase d'exploitation
Orientation T2 - O5	Réduire la pollution par les produits phytosanitaires d'origine non agricole.	Pas de rejet d'effluents industriels vers le milieu naturel : l'eau géothermale produite lors de tests par les puits forés sera stockée dans un bassin étanche prévu à cet effet avant réinjection	Pas de rejet d'effluents industriels vers le milieu naturel : l'eau géothermale est réinjectée et, le cas échéant, stockée dans un ouvrage dédié avant réinjection
Orientation T2 - O6	Réduire la pollution de la ressource en eau afin d'assurer à la population la distribution d'une eau de qualité. ▪ Orientation T2 - O6.1 : Les SAGE pourront identifier des zones de protection qualitative des aires d'alimentation des captages d'eau potable d'une importance particulière pour l'approvisionnement. ▪ Orientation T2 - O6.2 : Reconquérir et préserver la qualité de la ressource en eau utilisée pour l'alimentation en eau potable ▪ Orientation T2 - O6.3 : Encourager les actions préventives permettant de limiter les traitements ainsi que les substitutions de ressources.	Le projet est situé en dehors de tout périmètre de protection de captage AEP. Il ne prévoit pas de pompage d'eau souterraine en nappe superficielle dédiée à l'alimentation en eau potable.	Le projet est situé en dehors de tout périmètre de protection de captage AEP. Il ne prévoit pas de pompage d'eau souterraine en nappe superficielle dédiée à l'alimentation en eau potable.
Orientation T2 - O7	Protéger le milieu marin en agissant à la source sur les eaux continentales	Non concerné	Non concerné
Thème 3	**Eau, nature et biodiversité** Retrouver les équilibres écologiques fondamentaux des milieux aquatiques.	**Non concerné**	**Non concerné**
Thème 4	**Eau et rareté**		
Orientation T4 - O1	Prévenir les situations de surexploitation et de déséquilibre quantitatif de la ressource en eau.	Aucun pompage d'eau souterraine en nappe superficielle dédiée à l'alimentation en eau potable.	Aucun pompage d'eau souterraine en nappe superficielle dédiée à l'alimentation en eau potable.
Orientation T4 - O2	Favoriser la surveillance de l'impact du climat sur les eaux.		
Thème 5	**Eau et aménagement du territoire**		
Partie 5A	**Inondations**		
Orientation T5A - O4 (Objectif 4.1 du PGRI)	Préserver et reconstituer les capacités d'écoulement et d'expansion des crues.	Le projet ne se situe pas dans une zone d'expansion des crues.	Le projet ne se situe pas dans une zone d'expansion des crues.
Orientation T5A - O5 (Objectif 4.2 du PGRI)	Maîtriser le ruissellement pluvial sur les bassins versants en favorisant, selon une gestion intégrée des eaux pluviales, la préservation des zones humides, des prairies et le développement d'infrastructures agro-écologiques.	Le projet ne prévoit pas de ruissellement en dehors du site du projet ; l'intégralité des eaux sera infiltrée ou réutilisée. Il n'est pas concerné par des zones humides, des prairies ou des infrastructures agro-écologiques.	Le projet ne prévoit pas de ruissellement en dehors du site du projet ; l'intégralité des eaux sera infiltrée. Il n'est pas concerné par des zones humides, des prairies ou des infrastructures agro-écologiques.
Orientation T5A - O7 (Objectif 4.4 du PGRI)	Prévenir le risque de coulées d'eau boueuse.	Le projet n'est pas susceptible d'aggraver le risque de coulées d'eau boueuse.	Le projet n'est pas susceptible d'aggraver le risque de coulées d'eau boueuse.

Référence SDAGE	Orientation	Phase travaux de forage	Phase d'exploitation
Partie 5B	**Préservation des ressources naturelles**		
Orientation T5B - O1	Limiter l'impact des urbanisations nouvelles et des projets nouveaux pour préserver les ressources en eau et les milieux et limiter les rejets.	Le projet ne concerne pas une urbanisation nouvelle.	Le projet ne concerne pas une urbanisation nouvelle. Il nécessitera des raccordements en eau potable et des rejets d'eaux usées ; toutefois, ces besoins sont limités au personnel sur site et les eaux usées sont gérées par des dispositifs autonomes (pas de raccordement au réseau d'assainissement)
Orientation T5B - O2	Préserver de toute urbanisation les parties de territoire à fort intérêt naturel notamment ceux constituant des éléments essentiels de la Trame verte et bleue (TVB).	Le projet s'implante dans un secteur agricole, sur un site déjà partiellement artificialisé.	Le projet s'implante dans un secteur agricole, sur des terrains en partie artificialisés. Il n'est pas concerné par une trame verte et bleue.
Partie 5C	**Alimentation en eau potable et assainissement des zones ouvertes à l'urbanisation**		
Orientation T5C - O1	L'ouverture à l'urbanisation d'un nouveau secteur ne peut pas être envisagée si la collecte et le traitement des eaux usées (assainissement collectif ou non collectif) qui en seraient issus ne peuvent pas être assurés dans des conditions conformes à la réglementation en vigueur et si l'urbanisation n'est pas accompagnée par la programmation des travaux et actions nécessaires à la réalisation ou à la mise en conformité des équipements.	Le projet ne concerne pas une ouverture à l'urbanisation mais l'aménagement de plateformes destinées à l'exploitation géothermique. Les eaux usées seront gérées par un système d'assainissement autonome (fosse septique) conformément au règlement du PLU.	Le projet ne concerne pas une ouverture à l'urbanisation mais l'aménagement de plateformes destinées à l'exploitation géothermique. Les eaux usées seront gérées par un système d'assainissement autonome (fosse septique) conformément au règlement du PLU.
Orientation T5C - O2	L'ouverture à l'urbanisation d'un nouveau secteur ne peut pas être envisagée si l'alimentation en eau potable de ce secteur ne peut pas être effectuée dans des conditions conformes à la réglementation en vigueur et si l'urbanisation n'est pas accompagnée par la programmation des travaux et actions nécessaires à la réalisation ou à la mise en conformité des équipements de distribution et de traitement.	Le projet ne concerne pas une ouverture à l'urbanisation mais l'aménagement de plateformes destinées à l'exploitation géothermique. Le projet prévoit un raccordement au réseau AEP.	Le projet ne concerne pas une ouverture à l'urbanisation mais l'aménagement de plateformes destinées à l'exploitation géothermique. Le projet prévoit un raccordement au réseau AEP.
Thème 6	**Eau et gouvernance** Développer, dans une démarche intégrée à l'échelle des bassins versants du Rhin et de la Meuse, une gestion de l'eau participative, solidaire et transfrontalière.		
Orientation T6 - O1	Développer, dans une démarche intégrée à l'échelle des bassins versants du Rhin et de la Meuse, une gestion de l'eau participative, solidaire, transfrontalière et résiliente aux impacts du changement climatique	L'exploitation de la ressource géothermique profonde s'intègre parfaitement dans la démarche de transition écologique, constituant une source d'énergie renouvelable pour la production de chaleur et d'électricité.	L'exploitation de la ressource géothermique profonde s'intègre parfaitement dans la démarche de transition écologique, constituant une source d'énergie renouvelable pour la production de chaleur et d'électricité.
Orientation T6 - O2	Assurer la prise en compte des enjeux de l'eau et du changement climatique dans les projets des territoires.		
Orientation T6 - O3	Renforcer la participation du public et de l'ensemble des acteurs intéressés pour les questions liées à l'eau, aux milieux naturels et au changement climatique.		

6.1.2. Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE)

La commune de Soultz-Sous-Forêts ne s'inscrit pas dans le périmètre d'un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

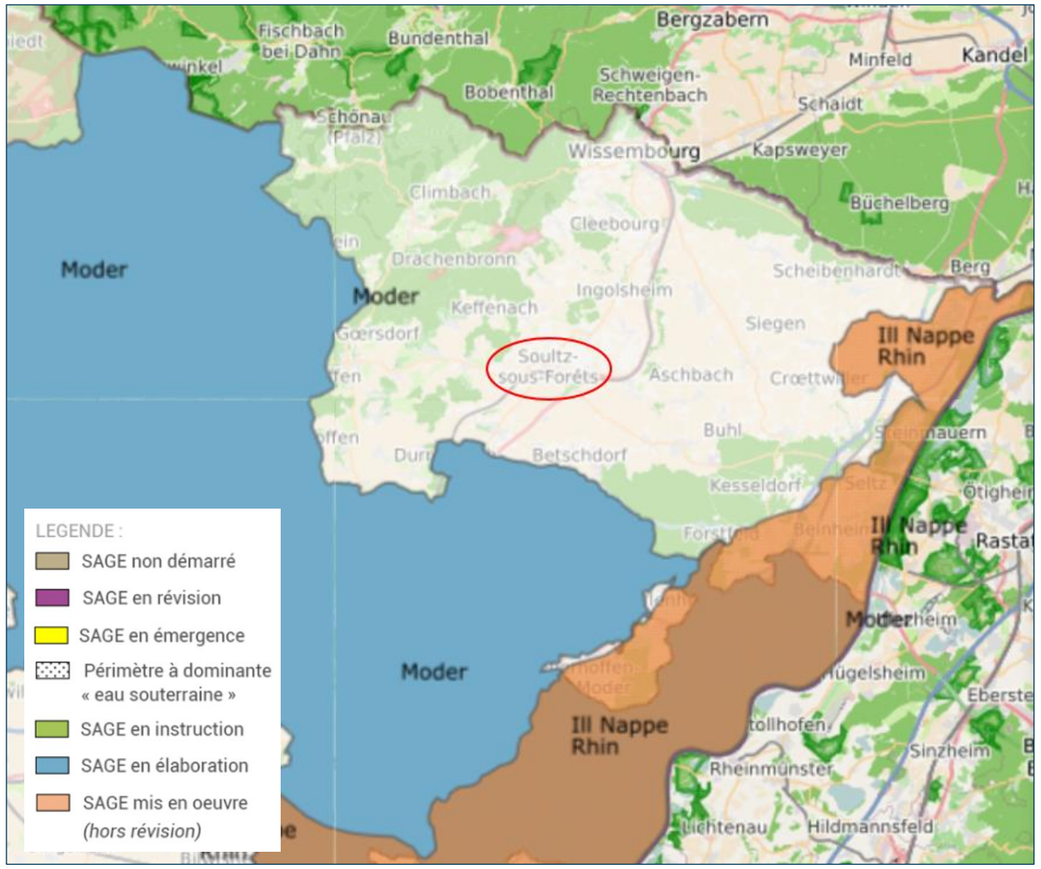


Figure 221 Carte de situation des SAGE

6.1.3. Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE)

6.1.3.1. PRESENTATION DU SRCE D'ALSACE

Le schéma régional de cohérence écologique (SRCE) est l'outil de mise en œuvre de la trame verte et bleue (TVB) régionale. Cette politique a pour ambition de concilier la préservation de la nature et le développement des activités humaines, en améliorant le fonctionnement écologique des territoires. Elle identifie les continuités écologiques (**réservoirs de biodiversité et corridors écologiques**) à préserver ou remettre en bon état, qu'elles soient terrestres (trame verte) ou aquatiques et humides (trame bleue), pour :

- favoriser le déplacement des espèces et réduire la fragmentation des habitats ;
- préserver les services rendus par la biodiversité et préparer l'adaptation au changement climatique.

Le schéma régional de cohérence écologique d'Alsace a été adopté suite à la délibération du Conseil Régional du 21 novembre 2014 et par arrêté préfectoral n°2014/92 du 22 décembre 2014.

L'arrêté préfectoral vise le SRCE et la déclaration environnementale qui répond aux observations de l'enquête publique au titre de l'article L.122-10 du code de l'environnement. L'Alsace est devenue la septième région à adopter son SRCE.

Le SRCE d'Alsace est le fruit d'une réflexion collective et d'une concertation au long cours, engagées depuis 2010 avec les différents acteurs, à travers les travaux du Comité Alsacien de la Biodiversité (CAB) et près de 70 réunions d'échanges et de travail.

6.1.3.2. COMPATIBILITE AVEC LE SRCE D'ALSACE

L'analyse de l'incidence du projet sur les continuités écologiques présentée en partie 5.2.2.3.3, page 265, met en évidence l'absence d'incidence du projet sur les trames verte et bleue :

- Le projet n'est pas concerné par un corridor écologique terrestre d'importance nationale
- Le projet se situe à proximité d'un corridor écologique d'importance régionale CR0034 ; toutefois, celui-ci concerne un corridor de type cours d'eau (le Seltzbach), qui n'est pas impacté par le projet ;
- Le projet n'est pas concerné par un élément de la trame bleue, malgré des proximités avec le réseau hydrographique alentours.

Par conséquent, le projet est compatible avec le SRCE d'Alsace.

6.1.4. Doctrine de gestion des eaux pluviales de la Région Grand Est

6.1.4.1. OBJECTIFS DE LA NOTE DE DOCTRINE

En février 2020, la région Grand Est a élaboré, en partenariat avec les Agences de l'Eau, une note de doctrine de gestion des eaux pluviales. Cette note de doctrine encourage, dès lors qu'il n'existe pas de contre-indication, la méthodologie de gestion des eaux suivante :

1) Pour les pluies courantes, il s'agit de systématiser la gestion à la source des eaux pluviales, en les **infiltrant ou en les réutilisant**.

2) Pour les pluies plus intenses, si l'infiltration ou la réutilisation n'est plus possible, autoriser le débordement ponctuel des eaux dans les espaces aménagés, ou mettre en œuvre un rejet des eaux excédentaires vers le réseau hydraulique superficiel plutôt que vers le réseau pluvial ; en effet, la note de doctrine vise l'objectif « **zéro rejet au réseau** ».

6.1.4.2. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LA NOTE DE DOCTRINE

6.1.4.2.1. **En phase travaux de forage**

Le projet limite l'imperméabilisation des surfaces, via la mise en œuvre de surfaces en concassé au droit des zones ne présentant pas de risque significatif de pollution (stationnements VL et installations de chantier), permettant ainsi **l'infiltration** des pluies courantes.

En phase hors forage, les eaux pluviales de ruissellement de la plateforme de forage sont rejetées à débit limité (après traitement) dans un dispositif d'infiltration. Pour les pluies d'intensité supérieure à la pluie décennale, le surplus d'eau sera stocké dans le bassin de 5 500 m³, puis **réutilisé** en fabrication de boues ou pour les essais de pompage.

En phase forage, l'intégralité des eaux collectées est stockée dans ce bassin et **réutilisée**.

Aucun rejet vers le réseau d'assainissement n'est prévu.

Par conséquent, le projet :

- **Permet l'infiltration** des eaux pluviales traitées dès que le risque de contamination du sous-sol est jugé acceptable (soit en phase hors forage : surfaces hors plateforme ou eaux de la plateforme après traitement) ;
- **Favorise la réutilisation** des eaux pluviales (pluies intenses en phase hors forage, toutes pluies en phase forage).
- **Exclut tout rejet** vers le réseau d'assainissement.

Ces dispositions sont compatibles avec les préconisations de la doctrine de gestion des eaux pluviales de la région Grand Est.

6.1.4.2.2. **En phase d'exploitation**

Les modalités de gestion des eaux en phase exploitation sont les suivantes :

- Infiltration des surfaces à risques limités de pollution
- Collecte des eaux de ruissellement potentiellement polluées et stockage pour P10
- Contrôle de la qualité avant rejet par ouverture d'une vanne manuelle
- En l'absence de pollution, traitement des eaux par séparateur hydrocarbures avant rejet
- Exutoire = infiltration (dispositif à définir)
- En cas de pluie exceptionnelle = débordement ou pompage vers les bassins de rétention.

Le projet s'applique à respecter les dispositions de la doctrine dans la limite de la gestion des risques propres aux activités du site. Ainsi, les préconisations suivantes seront respectées :

- Infiltration des eaux pluviales dès que cela est possible : eaux pluviales non polluées ou eaux de ruissellement des surfaces d'activités après contrôle et traitement qualitatif ;
- Gestion sur site des eaux pluviales ;
- Anticipation d'un fonctionnement en cas d'évènement pluvieux exceptionnel entrainant el débordement des ouvrages de collecte et de stockage ;
- Aucun rejet d'eau pluviale vers le réseau d'assainissement.

Ces dispositions sont compatibles avec les préconisations de la doctrine de gestion des eaux pluviales de la région Grand Est.

Le projet est donc compatible avec les prescriptions de la doctrine de gestion des eaux pluviales de la région Grand Est.

6.1.5. Compatibilité réglementaire du projet

6.1.5.1. COMPATIBILITE AVEC LES OBJECTIFS VISES A L'ARTICLE L.211-1 ET D.211-10 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Les objectifs sont les suivants :

- 1° La prévention des inondations et la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides ; on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ;
- 2° La protection des eaux et la lutte contre toute pollution par déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et plus généralement par tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu'il s'agisse des eaux superficielles, souterraines ou des eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales ;
- 3° La restauration de la qualité de ces eaux et leur régénération ;
- 4° Le développement, la mobilisation, la création et la protection de la ressource en eau ;
- 5° La valorisation de l'eau comme ressource économique et, en particulier, pour le développement de la production d'électricité d'origine renouvelable ainsi que la répartition de cette ressource ;
- 6° La promotion d'une utilisation efficace, économe et durable de la ressource en eau.

6.1.5.1.1. **En phase travaux de forage**

Le projet est concerné par les **alinéas 2°, 4°, 5° et 6°** :

- Il prévoit la **collecte intégrale des eaux potentiellement polluées** par les activités de forage (eaux géothermales, boues de forage) et permet ainsi la protection des milieux aquatiques (alinéa 2° et 4°).
- Il prévoit la **réutilisation** de ces eaux pluviales en essai de forage ou en fabrication des boues de forage, dans un objectif à terme de production d'énergie renouvelable (alinéa 5°).
- L'ensemble des **eaux pompées lors des tests de puits seront réinjectées** dans le réservoir profond d'où elles proviennent (alinéa 6°).

6.1.5.1.2. **En phase d'exploitation**

Le projet est concerné par les **alinéas 2°, 4°, 5° et 6°** :

- Il prévoit la **collecte intégrale des eaux potentiellement polluées** par les activités de géothermie (eaux géothermales) et permet ainsi la protection des milieux aquatiques (alinéa 2° et 4°).
- Il prévoit la valorisation des eaux géothermales pour la production d'énergie : électricité et/ou chaleur (alinéa 5°).
- L'ensemble des **eaux pompées seront réinjectées** dans la nappe (alinéa 6°).

Le présent projet est donc compatible avec les objectifs 1 et 2 visés à l'article L.211-1 et D.211-10.

6.1.5.2. COMPATIBILITE AVEC L'ARRETE DU 21 JUILLET 2015

L'arrêté du 21 juillet 2021, relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif, précise dans son article 5, alinéa 4 :

> *« Le système de collecte est conçu, réalisé, réhabilité, exploité et entretenu, sans entraîner de coût excessif, conformément aux règles de l'art et de manière à : (…)*
>
> *4° Ne pas provoquer, dans le cas d'une collecte en tout ou partie unitaire, de rejets d'eaux usées au milieu récepteur, hors situation inhabituelle de forte pluie. (…) »*

Afin de limiter les déversements d'eaux usées du réseau unitaire vers le milieu récepteur, il est donc préconisé d'éviter les apports d'eaux pluviales dans le système de collecte, ou d'en limiter les débits.

Le projet ne prévoit **aucun raccordement ni aucun rejet d'eaux pluviales vers le réseau d'assainissement, ni en phase travaux de forage, ni en phase d'exploitation, et ce pour aucun des 2 sites aménagés (OPS4 et GPK2)** ; il est donc compatible avec l'article 5 de l'arrêté du 21 juillet 2021.

6.2. DOCUMENTS RELATIFS A L'ENERGIE ET AU CLIMAT

6.2.1. Plan National d'Adaptation au Changement Climatique 2018-2022 (PNACC-2)

NB : Le PNACC est en cours de révision (consultation du 23 mai 2023 au 15 septembre 2023)

6.2.1.1. PRESENTATION DU PNACC-2

La transition écologique et solidaire intègre les questions climatiques dans leurs deux composantes : l'atténuation par la réduction des émissions de gaz à effet de serre, pour limiter l'impact des activités humaines sur le climat et l'environnement, et l'adaptation aux effets du changement climatique, pour limiter les impacts négatifs de cette évolution du climat sur les sociétés humaines et l'environnement.

L'objectif général du Plan national d'adaptation au changement climatique 2018-2022 (PNACC-2) est de mettre en œuvre les actions nécessaires pour adapter, d'ici 2050, les territoires de la France métropolitaine et outre-mer aux changements climatiques régionaux attendus. En cohérence avec les objectifs de long terme de l'Accord de Paris et avec les objectifs pertinents des autres conventions internationales, la France devra s'adapter à la part de changement climatique que les émissions passées de gaz à effet de serre accumulées dans l'atmosphère rendent désormais inéluctable. L'hypothèse retenue est une hausse de la température moyenne mondiale de 2°C par rapport à l'ère pré-industrielle même si la France agit sur le plan national et international pour limiter cette hausse à 1,5°C.

La politique nationale d'adaptation constitue donc le complément essentiel de notre politique d'atténuation du changement climatique qui vise à atteindre la neutralité carbone. Elle vise également à éviter les contradictions des différentes actions d'adaptation entre elles et avec les actions de protection de l'environnement. Elle reconnaît la valeur de la biodiversité et des services écosystémiques pour l'adaptation et recherche, partout où cela est possible, des synergies en privilégiant les solutions fondées sur la nature. Elle s'inscrit également dans le principe de la transition écologique et solidaire.

6.2.1.2. OBJECTIFS DU PNACC-2

Le PNACC 2 comprend plusieurs actions réparties selon six domaines d'action : gouvernance et pilotage, connaissance et information, prévention et résilience, adaptation et préservation des milieux, vulnérabilité de filières économiques, et renforcement de l'action internationale :

- **Gouvernance et pilotage** : on trouve notamment une « articulation territoriale de la politique d'adaptation en métropole et outre-mer », pour l'élaboration ou la révision des Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), les schémas régionaux du climat de l'air et de l'énergie (SRCAE) ou les schémas d'aménagement régional (SAR).
- **Prévention et résilience** : une série de mesures visent à « protéger les Français des risques liés aux catastrophes dépendant des conditions climatiques ». Ces actions concernent en particulier les feux de forêt et de broussailles : détermination des zones sensibles, évaluation de l'intensité des incendies, augmentation de moyens de surveillance ou encore acquisition de 6 avions bombardiers d'eau supplémentaires à l'horizon 2021. Par ailleurs, le plan prévoit que le bâti soit progressivement adapté au changement climatique pour favoriser la résilience, ou encore que la consommation d'espaces naturels soit limitée en vue de l'objectif de zéro artificialisation nette du plan biodiversité annoncé en juillet 2018.
- **Nature et milieux** : Le bon fonctionnement des écosystèmes est à l'origine d'une multitude de services écosystémiques, constituant ainsi une des clés pour une meilleure atténuation et adaptation. Il faut donc veiller à renforcer la résilience des écosystèmes face au changement climatique, dans une logique de maximisation des synergies entre préservation des écosystèmes et usages humains, en anticipant les transformations à venir. Les mesures proposées privilégieront les solutions fondées sur la nature partout où cela est pertinent et s'appuieront sur la loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, les stratégies nationale et régionales pour la biodiversité et les outils tels que la trame verte et bleue.
- **Filières économiques** : le ministère conduira « une étude prospective pour identifier les filières qui doivent être mobilisées en priorité à partir d'une analyse de leurs vulnérabilités actuelles et futures ». Un cadre pour l'évaluation de la pertinence économique et des impacts environnementaux des projets d'investissement sera également mis en place. Par ailleurs, le tourisme littoral, en outre-mer et en montagne, fera l'objet de réflexions et de mise en place de plans d'actions pour l'adaptation des activités au changement climatique. L'agro-écologie et la bio-économie feront l'objet de débats, afin qu'elles soient facilitées et accompagnées.
- **Connaissance et information** : le PNACC 2 prévoit un soutien renforcé aux projets de recherche sur l'adaptation, la publication d'un ouvrage de référence « rassemblant les connaissances les plus récentes sur les impacts actuels et futurs du changement climatique », ou encore l'intégration de la thématique du changement climatique et de l'adaptation dans les cursus scolaires, de l'école à l'enseignement supérieur.
- **Action internationale** : le plan prévoit l'établissement d'une étude sur les freins à la mobilisation locale des fonds européens, ou le renforcement des initiatives prises sous l'agenda mondial de l'action pour le climat.

Tableau 135 Domaines d'action et objectifs du PNACC-2

Domaine d'action	Objectif
Gouvernance	Structurer et renforcer le pilotage et le cadre de suivi
Prévention et résilience	Protéger les Français des risques liés aux catastrophes dépendant des conditions climatiques
Nature et milieux	Renforcer la résilience des écosystèmes pour leur permettre de s'adapter au changement climatique et s'appuyer sur les capacités des écosystèmes pour aider notre société à s'adapter au changement climatique
Filières économiques	Renforcer la résilience des activités économiques aux évolutions du climat
Connaissance et information	Améliorer la connaissance des impacts du changement climatique et diffuser largement l'information pertinente
International	Renforcer l'action internationale de la France en matière d'adaptation au changement climatique

6.2.1.3. COMPATIBILITE AVEC LE PNACC

Le projet s'inscrit dans la démarche de transition énergétique impulsée par la loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte de 2015 et la loi Energie-Climat adoptée en 2019, dont l'objectif est de **permettre la décarbonation de l'économie** et **l'atteinte de la neutralité carbone à 2050**, ainsi que la réduction de nos impacts sur l'environnement. Ses objectifs visent une réduction des causes du changement climatique plutôt qu'une adaptation au changement climatique.

Toutefois, en proposant une source d'énergie propre, stable, non dépendante des conditions climatiques, et peu dépendante du contexte économique, le projet permettra de s'inscrire dans les objectifs du PNACC-2.

Le projet est donc compatible avec les objectifs du PNACC-2.

6.2.2. Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCAET)

6.2.2.1. PRESENTATION DU PCAET

Le PCAET est un outil de planification, à la fois stratégique et opérationnel, qui permet aux collectivités d'aborder l'ensemble de la problématique air-énergie-climat sur leur territoire.

Obligatoire pour certaines métropoles et intercommunalités, le plan climat-air-énergie territorial (PCAET) définit, sur le territoire de l'intercommunalité ou de la métropole :

- les objectifs stratégiques et opérationnels de cette collectivité en vue d'atténuer le changement climatique, de le combattre efficacement et de s'y adapter ;
- le programme d'actions à réaliser afin d'améliorer l'efficacité énergétique, d'augmenter la production d'énergie renouvelable, de valoriser le potentiel en énergie de récupération, de favoriser la biodiversité pour adapter le territoire au changement climatique, de limiter les émissions de gaz à effet de serre, d'anticiper les impacts du changement climatique…

Suivant les compétences de la collectivité qui l'élabore et le contexte local (collectivité concernée ou non par un plan de protection de l'atmosphère…), le programme d'action du PCAET peut aussi, selon les cas :

- concerner la prévention et la réduction des émissions de polluants atmosphériques, un volet spécifique à la maîtrise de la consommation énergétique de l'éclairage public et de ses nuisances lumineuses ;
- comporter un volet spécifique à la maîtrise de la consommation énergétique de l'éclairage public et de ses nuisances lumineuses, etc.

Élaboré par la collectivité à l'échelle intercommunale ou de la métropole, il peut par exemple aussi être élaboré par le porteur d'un schéma de cohérence territorial (SCoT) : lorsque les établissements publics qui sont membres du SCoT et qui doivent élaborer un PCAET transfèrent leur compétence PCAET au porteur du SCoT.

Le PCAET s'impose notamment à certains documents de planification : plans locaux d'urbanisme (PLU, PLUi), documents tenant lieu de PLU…

6.2.2.2. LE PCAET D'ALSACE DU NORD (2021-2026)

Le Plan Climat-Air-Énergie Territorial (PCAET) mis en place par le PETR (Pôle d'Equilibre Territorial et Rural) de l'Alsace du Nord est un projet territorial de développement durable. Cette démarche collective entreprise par les territoires membres revêt un caractère à la fois stratégique et opérationnel, en définissant et mettant en œuvre un programme d'actions locales concrètes pour :

- réduire les gaz à effet de serre émis sur un territoire
- développer la sobriété énergétique
- faciliter le développement des énergies renouvelables
- améliorer la qualité de l'air
- adapter le territoire aux changements climatiques pour le rendre résilient, en préserver la qualité de vie et renforcer son attractivité.

Afin d'atteindre ces objectifs, il prévoit un plan d'actions en 5 axes stratégiques :

- Axe 1 : Vers un territoire plus sobre
  - Orientation 1 : Etre collectivités exemplaires
  - Orientation 2 : Accélérer l'amélioration de la performance énergétique du bâti privé
  - Orientation 3 : Se déplacer autrement
- Axe 2 : Vers un territoire plus autonome
  - Orientation 1 : Développer les énergies renouvelables
  - Orientation 2 : Soutenir une alimentation locale et responsable
  - Orientation 3 : Economiser les ressources dans les entreprises
- Axe 3 : Vers un territoire plus attractif
  - Orientation 1 : Conforter les conditions de vie dans la proximité
  - Orientation 2 : Soutenir et faire émerger des filières en transition
  - Orientation 3 : Améliorer la qualité de l'air
  - Orientation 4 : Réduire et valoriser les déchets
- Axe 4 : Vers un territoire plus résilient
  - Orientation 1 : Réduire la vulnérabilité et l'exposition aux risques liés à l'eau
  - Orientation 2 : Adapter les pratiques forestières et agricoles au changement climatique
  - Orientation 3 : Développer et combiner les solutions fondées sur la nature
  - Objectif 4 : Préserver notre santé et notre bien-être
- Axe 5 : Vers un territoire plus mobilisateur

L'élaboration du plan climat a débuté mi 2019. Ce premier plan d'actions portera sur une période de 6 ans (2021-2026).

6.2.2.3. COMPATIBILITE AVEC LE PCAET

Le projet permet de contribuer aux axes et objectifs suivants :

- **AXE 2 : Vers un territoire plus autonome** - **Orientation 1 : Développer les énergies renouvelables**
- **AXE 3 : Vers un territoire plus attractif** - **Orientation 3 : Améliorer la qualité de l'air**

AXE 2 : Vers un territoire plus autonome

Orientation 1 : Développer les énergies renouvelables

En 2018, grâce aux énergies renouvelables, le territoire a produit environ 1108 GWh soit l'équivalent de 23% de sa consommation finale d'énergie.

Le développement des énergies renouvelables locales, à la fois produites et consommées, est une condition indispensable à l'autonomisation du territoire.

Les potentiels de production d'énergies renouvelables les plus prometteurs à l'échelle de l'Alsace du Nord sont l'énergie solaire et la géothermie. Deux nouveaux gisements représentent également un potentiel important : le biogaz et la récupération de chaleur fatale.

Les dispositifs de pompes à chaleur, même si ce ne sont pas les systèmes de chauffage les plus performants pour notre région, continueront probablement à se développer en raison du contexte économique favorable (coûts et aides).

Nous considérons également que certains secteurs ne recèlent pas ou peu de potentiel supplémentaire à l'horizon 2030. C'est le cas du bois énergie et de la valorisation énergétique des déchets (voir ci-dessous), ainsi que de l'hydroélectricité (très faible potentiel de production en valeur absolue).

Par ailleurs, les caractéristiques et volontés du territoire (potentiels et contraintes environnementales et sociales) n'étant pas tournées vers l'éolien, cette source d'énergie ne sera pas mobilisée dans la stratégie d'augmentation de production d'énergies renouvelables.

La géothermie très haute énergie (THE)

En raison d'une géologie favorable, le territoire présente un potentiel spécifique en géothermie très haute énergie. Plusieurs sites sont déjà exploités, à la fois pour de la production d'électricité (site pilote à Soultz-sous-Forêts) et pour de la production de chaleur (plateforme de Rittershoffen). Le territoire offre encore de nombreux potentiels avérés, avec un potentiel additionnel de production de carbonate de lithium (entrant dans la fabrication de batteries pour véhicules électriques). Différents scénarios sont envisageables, en fonction du type de production retenue : électricité, chaleur ou un mix des deux. Cependant, l'évolution du modèle économique repose plutôt sur une production de chaleur consommée à proximité.

Dans le cadre de ce PCAET, l'hypothèse retenue porte sur l'installation d'une nouvelle centrale chaleur en combinaison avec la création d'une zone d'activités économiques. En cohérence avec le SCoT, ce projet permettrait à la fois de relocaliser de l'activité industrielle et, avec l'optimisation des installations existantes, d'augmenter la production de 85%. Il faut toutefois noter que, si l'acceptabilité sociale des projets de géothermie profonde a jusqu'ici été bonne en Alsace du Nord, les récents évènements sismiques possiblement induits par un forage de géothermie très profonde sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg (EMS) et les mesures de précautions préfectorales prises ont influencé le regard porté sur ces projets.

Toutefois, considérant la géologie du terrain et l'expérience du forage de Rittershoffen, la nouvelle centrale envisagée dans le scénario pour l'Alsace du Nord nécessitera un forage moins profond que celui de l'EMS.

AXE 3 : Vers un territoire plus attractif

Orientation 3 : Améliorer la qualité de l'air

Si la qualité de l'air du territoire n'est pas critique, la préserver et améliorer les points sensibles est un sujet important de préoccupation pour l'Alsace du Nord en raison de ses impacts sur la santé, l'environnement et l'attractivité du territoire.

De la même manière que pour les gains sur les gaz à effet de serre, chaque action de sobriété, de baisse des consommations énergétiques et de **production d'énergie renouvelables** a globalement un impact positif sur les émissions de polluants atmosphériques.

Il convient toutefois de signaler que cet impact peut être ponctuellement négatif avec par exemple le développement du bois énergie qui, selon les conditions dans lesquelles il s'inscrit, peut réduire notablement les émissions de GES et de dioxydes d'azote et de soufre, mais peut augmenter la pollution aux particules fines. Il faut néanmoins signaler que le renouvellement des équipements au bois (cheminées, poêles, etc.) par de nouveaux équipements réduit de manière très significative les émissions de particules fines, au point de compenser largement le développement de nouveaux projets de chaudières et de réseaux de chaleur au bois énergie sur le territoire.

Résidentiel

En 2018, le secteur résidentiel est responsable d'1/3 des émissions des polluants du territoire (66% des PM2,5, 56% des COVNM, 46% des PM10 et 40% des SO2). Les principales sources de ces émissions sont le chauffage et plus particulièrement l'usage croissant du bois énergie.

Les leviers pour réduire les émissions de ce secteur vont de pair avec ceux visant à diminuer les consommations énergétiques. De manière complémentaire, le PETR entend mener un travail de sensibilisation sur les performances des équipements de chauffage au bois et à la bonne utilisation du combustible bois.

Le projet permettra le développement de l'exploitation géothermique conformément à l'axe 2 / orientation 1 du PCAET d'Alsace du Nord.

Il permettra ainsi de se substituer à des sources d'énergie émettrices de polluants atmosphériques, notamment dans le secteur résidentiel, et améliorer la qualité de l'air conformément à l'axe 3 / orientation 3 du PCAET d'Alsace du Nord.

Le projet s'inscrit donc pleinement dans les objectifs du PCAET d'Alsace du Nord.

6.3. DOCUMENTS RELATIFS AU DEVELOPPEMENT TERRITORIAL

6.3.1. Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET)

6.3.1.1. OBJECTIFS DU SRADDET

Le SRADDET ou Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable et d'Egalité des Territoires, **arrêté le 22 novembre 2019**, est un document qui définit la **stratégie à horizon 2050 pour l'aménagement et le développement durable du Grand Est**.

Il fixe des **objectifs** et **30 règles** pour les atteindre, auxquelles doivent se conformer notamment les documents d'urbanisme (SCoT, PLU(i), carte communale...).

Les **30 objectifs** sont répartis en **2 axes thématiques** et **6 axes sous-thématiques**, permettant une mise en contexte globale du territoire régional.

En cours de révision pour une livraison horizon 2024, le SRADDET intègre dans sa version 2019 ainsi, des **éléments de contextes et directives en lien avec la géothermie** :

AXE 1 : CHANGER DE MODELE POUR UN DEVELOPPEMENT VERTUEUX DE NOS TERRITOIRES

- **Choisir un modèle énergétique durable**

Objectif 4. Développer les énergies renouvelables pour diversifier le mix énergétique

« La région Grand Est dispose d'un fort potentiel de développement dans les filières d'énergies renouvelables et de récupération : […] [elle] dispose d'un potentiel dans les différentes formes de géothermie, **et plus particulièrement pour la géothermie profonde**. »

Les 30 règles générales réparties en 5 chapitres thématiques constituent un des outils de déclinaison de ces objectifs.

CHAPITRE I. - CLIMAT, AIR ET ENERGIE

Règle n°5 : Développer les énergies renouvelables et de récupération

« Géothermie : […] Développer les opportunités de géothermie « profonde » en bassin d'effondrement rhénan : pour la production d'électricité injectée sur le réseau et/ou de chaleur à destination d'industriels et de réseaux de chaleur, selon les températures d'eau géothermale atteignables »

6.3.1.2. COMPATIBILITE AVEC LE SRADDET

Le projet permet le développement d'une source d'énergie propre et durable, indépendante des conditions climatiques et peu dépendante du contexte économique.

La géothermie profonde est par ailleurs mentionnée spécifiquement par l'axe 1 / objectif 4 du SRADDET, ainsi eu par la règle n°5 du chapitre I.

Le projet s'inscrit pleinement dans l'objectif 4 de l'axe 1 du SRADDET.

6.3.2. Le Schéma Régional de Développement Economique, d'Innovation et d'Internationalisation (SRDEII)

6.3.2.1. PRESENTATION DU SDREII

Le SRDEII est un plan stratégique élaboré au niveau régional en France, dans le but de promouvoir le développement économique, l'innovation et l'internationalisation des entreprises et des acteurs économiques locaux.

Arrêté le 2 juin 2017, le document se définit comme un **axe majeur de la politique de développement des territoires** et **de l'emploi**. La révision du schéma est pour l'heure toujours en cours.

Le schéma se repose sur 7 principes / orientations stratégiques, déclinés en actions opérationnelles :

1. Accélérer l'innovation et les transitions économiques
2. Créer un choc du financement de l'économie
3. Impulser un souffle d'entreprenariat et d'innovation
4. Démultiplier notre action à l'international
5. Organiser la puissance publique en réseau au plus près des territoires
6. Inventer une gouvernance économique partagée et innovante
7. Expérimenter de nouveaux leviers économiques et d'innovation

Le document se déroule en plusieurs livrets distincts, au sein desquels sont mentionnés les **éléments de contextes et directives en lien avec la géothermie** :

LIVRET 2 – DECLINAISON OPERATIONNELLE DU SRDEII GRAND EST : FICHES-ACTIONS, MODALITES DE MISE EN ŒUVRE ET LOGIQUE D'INTERVENTION AUPRES DES ENTREPRISES

Ce livret contient la description des 26 actions les plus structurantes, qui seront prioritairement engagées en application du SRDEII, et leurs modalités de mise en œuvre. Il expose également la logique d'intervention financière présidant à l'adoption des nouveaux régimes d'aide.

> **Orientation 1** : Faire du Grand Est un des leaders européens de l'industrie du futur et de la bioéconomie
>
> **Objectif 1.3.** : Faire de la transition écologique et énergétique un levier de compétitivité et d'attractivité du territoire
>
> **Fiche action** : Soutenir les démarches de production et de consommation d'énergies renouvelables dans le cadre de la transition énergétique
>
> Description de l'action : La mise en œuvre de cette action sera la suivant : […] Soutenir les projets utilisant les énergies renouvelables (y compris extension, création de réseaux de chaleur à base d'énergies renouvelables et de récupération) dans les domaines du bois-énergie et des autres biomasses, de la **géothermie**, du solaire thermique et photovoltaïque, de l'hydroélectricité et de l'éolien, et l'émergence de démonstrateurs notamment en lien avec les pôles de compétitivité […]

LIVRET 5 – DIAGNOSTIC REGIONAUX ET ENJEUX

Ce livret restitue d'une part le diagnostic synthétisant les données collectées et les remontées des acteurs concertés par le Bureau d'Etude Technolopolis / Katalyse. D'autre part, les enjeux identifiés ont également été alimentés par la contribution réalisée par les sept agences du Grand Est.

> 5. Dynamique et structuration du tissu économique – 5.2. Les enjeux identifiés
>
> « L'accompagnement des entreprises face aux mutations de l'économie […] La poursuite du développement des énergies renouvelables dans le mix énergétique, notamment concernant les énergies issues de la biomasse de la méthanisation et de la **géothermie** profonde […] »

6.3.2.2. COMPATIBILITE AVEC LE SDREII

La déclinaison opérationnelle du SRDEII vise le soutien aux projets utilisant les énergies renouvelables, et notamment la géothermie (orientation 1 : objectif 1.1).

L'enjeu relatif à l'exploitation de l'énergie géothermique est également identifié dans le livret 5 / partie 5.2.

Le projet constitue un enjeu identifié du SRDEII et sa mise en œuvre répond à son objectif 1.3.

6.3.3. Schéma de cohérence territorial d'Alsace du Nord – SCoTAN

Document de **planification fixant les grandes orientations** des territoires membres, le SCoTAN compte 6 intercommunalités, dont la **Communauté de Communes de l'Outre Forêt**.

Le document s'articule autour des thématiques globales de **développement durable** et **d'aménagement** pour une durée de 20 ans, ayant en filigrane, l'objectif d'une harmonisation des politiques dans différentes sous-thématiques : habitat, déplacements, équipements, développement économique et commercial, agriculture et environnement.

En cours de finalisation d'une révision opérée depuis septembre 2018, le SCoTAN intègre dans sa version 2015 ainsi que dans sa version de travail 2019, des **éléments de contextes et directives en lien avec la géothermie** :

6.3.3.1. RAPPORT DE PRESENTATION – VERSION DE TRAVAIL 2019

Le **rapport de présentation** confirme la longue histoire de la géothermie sur le territoire de l'Alsace du Nord, avec notamment l'affirmation que :

> *« Les premières réflexions sur la géothermie profonde ont débuté à la fin des années 1980 au sein du site pilote de Soultz-sous-Forêts, où ont été explorées durant près de 30 ans les possibilités de valorisation de cette énergie souterraine. La mise en service de la centrale pilote de production d'électricité en juin 2008 en a fait le programme scientifique le plus avancé au monde dans le domaine de la géothermie profonde. »*

Il poursuit son propos en **affirmant le positionnement du territoire d'Alsace du nord en matière de géothermie**, assurant que :

> *« Le gisement d'énergies renouvelables le plus prometteur sur le territoire, selon ce modèle, est la géothermie profonde. »*

6.3.3.2. PROJET D'AMENAGEMENT ET DE DEVELOPPEMENT DURABLES – VERSION APPROUVEE EN DECEMBRE 2015

Dans le déroulé du **PADD**, adjacent au rapport de présentation, la géothermie est impliquée dans l'organisation et le développement de différentes thématiques :

- **Développer l'attractivité économique de l'Alsace du Nord** :

  > *« Le développement de l'attractivité économique s'appuiera en premier lieu sur les ressources propres au territoire. Parmi celles-ci, on relève aussi bien la présence de ressources humaines que de ressources géographiques (sites, paysages...) ou naturelles (terroirs, **géothermie**...). »*

- **Diversification de l'économie et nouvelles filières** :

  > *« La diversification du tissu économique s'appuiera également sur la géothermie, sur la présence d'industries mécaniques fortement implantées dans la région, sur la plate-forme d'usinage à grande vitesse (UGV), mais aussi sur le développement des activités tertiaires. »*

- Concilier développement et préservation de la qualité des ressources / Améliorer globalement la qualité de l'air et lutter contre les nuisances sonores :

  > *« On favorisera, dans les choix de localisation des activités et des formes urbaines, ceux qui pourront répondre aux préoccupations de qualité de l'air (densité permettant l'implantation de réseaux de chaleur urbains ou la cogénération d'énergie entre entreprises, valorisation de la géothermie, du solaire, de l'éolien...). L'utilisation des énergies renouvelables et non polluantes sera favorisée. »*

- Lutter contre le changement climatique / Préparer la transition énergétique et réduire la vulnérabilité du territoire aux aléas climatiques :

  > *« Les politiques publiques veilleront également à encourager et favoriser le développement des énergies renouvelables en tirant profit des spécificités du territoire au côté des actions locales telles que le Plan Climat d'Alsace du Nord. Elles faciliteront, lorsque le contexte le permet, l'exploitation et le développement de la géothermie profonde, du potentiel éolien, du potentiel de méthanisation, du potentiel solaire, etc. »*

6.3.3.3. DOCUMENT D'ORIENTATION ET D'OBJECTIFS – VERSION APPROUVEE EN DECEMBRE 2015

Sur la feuille de route du DOO, la géothermie est décrite comme une ressource spécifique du territoire, étant invitée à se développée et à être valorisée :

> *« Les prolongements économiques de cette ressource géothermique, en particulier en direction du chauffage urbain, de l'industrie et de l'agriculture (serres...) sont encouragés et facilités. […] Les politiques locales de planification et de développement économique intègrent à leur choix de développement et de localisation, dans la mesure du possible, le rapprochement entre les sources d'énergie (existantes ou potentielles) et les potentiels de consommation, notamment par les grands acteurs économiques ou industriels, dans l'optique de favoriser, entre autres, le développement des réseaux de chaleur. Et ce, en particulier au niveau « agglomération » de l'armature urbaine du SCoTAN. »*

La géothermie correspond de fait à un **objectif de développement et de valorisation majeur**, que ce soit à **l'échelle locale** (commune/intercommunalité), mais aussi et surtout à **l'échelle territoriale** (territoire de l'Alsace du Nord).

6.4. REVISION ALLEGEE DU PLAN LOCAL D'URBANISME (PLU) DE SOULTZ-SOUS-FORETS

6.4.1. Présentation du Plan Local d'Urbanisme - PLU

Document d'urbanisme régissant l'aménagement du territoire au niveau communal ou intercommunal, le Plan Local d'Urbanisme - PLU est un outil de planification et de gestion de l'urbanisme qui permet de définir les orientations d'aménagement, de développement et d'utilisation des sols sur un territoire donnée.

Le PLU se compose de 5 pièces distinctes :

- Le **rapport de présentation** qui comprend une approche globale du territoire concerné par le PLU via un état initial de l'environnement accompagné d'un diagnostic territorial ; permettant ainsi une meilleure compréhension du contexte et des dynamiques territoriales ;
- Le **PADD** (Projet d'Aménagement et de Développement Durables) qui agit comme un document clé, puisqu'il révèle les orientations politiques de la commune en matière de projet urbain et d'aménagement du territoire sur plusieurs années ;
- Les **OAP** (Orientations d'Aménagements et Programmation) qui sont une traduction schématisée des principes d'aménagement et espaces à urbaniser ;
- Le **règlement**, qui définit les différentes règles de constructions, d'occupation des sols, etc. accompagné d'un **zonage** qui constitue la traduction graphique du règlement ;
- Ainsi que des **annexes** qui joignent des éléments d'importances, nécessitant d'être pris en compte : ZAC, SUP (Servitude d'Utilité Publique), l'inventaire des zones humides, etc.

Le caractère opposable du PLU lui confère une force règlementaire pour encadrer l'aménagement du territoire, ce qui équivaut à dire que ses dispositions sont **juridiquement contraignantes** et **doivent être respectées** par les **administrées**, les **particuliers**, les **entreprises** et les **autorités publiques**.

De manière générale, les documents opposables jouent un rôle essentiel dans la planification et la gestion du territoire, car ils garantissent la cohérence des projets avec les politiques publiques, la préservation de l'environnement, et la protection des droits des citoyens en matière d'aménagement du territoire.

Selon le règlement écrit du Plan Local d'Urbanisme de la commune de Soultz-sous-Forêts, modification n°4, approuvé le 1 décembre 2020 **et les Orientations d'Aménagement et de Programmation**, modification n°3, approuvé le 20 mars 2019, la classification des parcelles concernant le projet, ou étant adjacentes à ce dernier, sont classifiées comme représenté sur la Figure 222.

La synthèse présentée dans le Tableau 136 présente les **éléments de validations et de contraintes imposés aux parcelles directement concernées par le projet**.

Tableau 136 Synthèse des validations et contraintes imposées par le Plan Local d'Urbanisme de la commune de Soultz-sous-Forêts

PARCELLES	ETAT	DEFINITION	LIEN AU PROJET
PARCELLES DIRECTEMENT CONCERNEES PAR LE PROJET			
Parcelles UT	Zones urbanisées	Elle accueille principalement les constructions et installations liées à des activités utilisant les ressources géothermiques pour leur processus ou produisant de l'énergie utile aux bâtiments.	La parcelles UT correspond à la classification au sein de laquelle est installée la plateforme géothermique existante : GPK2. Elle correspond également à la classification dans laquelle s'inscrit la parcelle nécessaire au développement du projet destinée à accueillir la nouvelle centrale GPK2.
Parcelles AA	Zones agricoles	Secteurs protégés en raison du potentiel agronomique, biologique ou économique des terres agricoles	La classification AA concerne les parcelles nécessaires au projet OPS4.
PARCELLES INDIRECTEMENT CONCERNEES PAR LE PROJET			
Parcelle IAUT	Zones à urbaniser *Sous-catégorie zones AU*	Elle correspond aux secteurs naturels à vocation d'urbanisation dans le cadre d'opérations d'aménagement groupé […] Elle est destinée à permettre le desserrement et l'implantation des activités liées à la géothermie ou qui valorise ce type d'énergie.	Les parcelles IAUT adjacentes au Sud du site de projet, sur la localisation GPK2, ne sont pas comprises dans le périmètre projet global.
Parcelles AUH		Correspond à des secteurs naturels à vocation d'urbanisation dans le cadre d'aménagement groupé. […] Elle est destinée à accueillir principalement des constructions à usage d'habitat, ainsi que les constructions, les installations, les équipements collectifs et les activités qui sont compatibles avec le caractère de la zone.	Même si les parcelles classifiées IAUH et IIAUH ne sont pas en proximité directes avec le site, leur composition et leur implantation topographique, implique une **prise en compte amont et prospective** quant à l'implantation et le développement de la parcelle de projet associée à la centraleGPK2 existante.

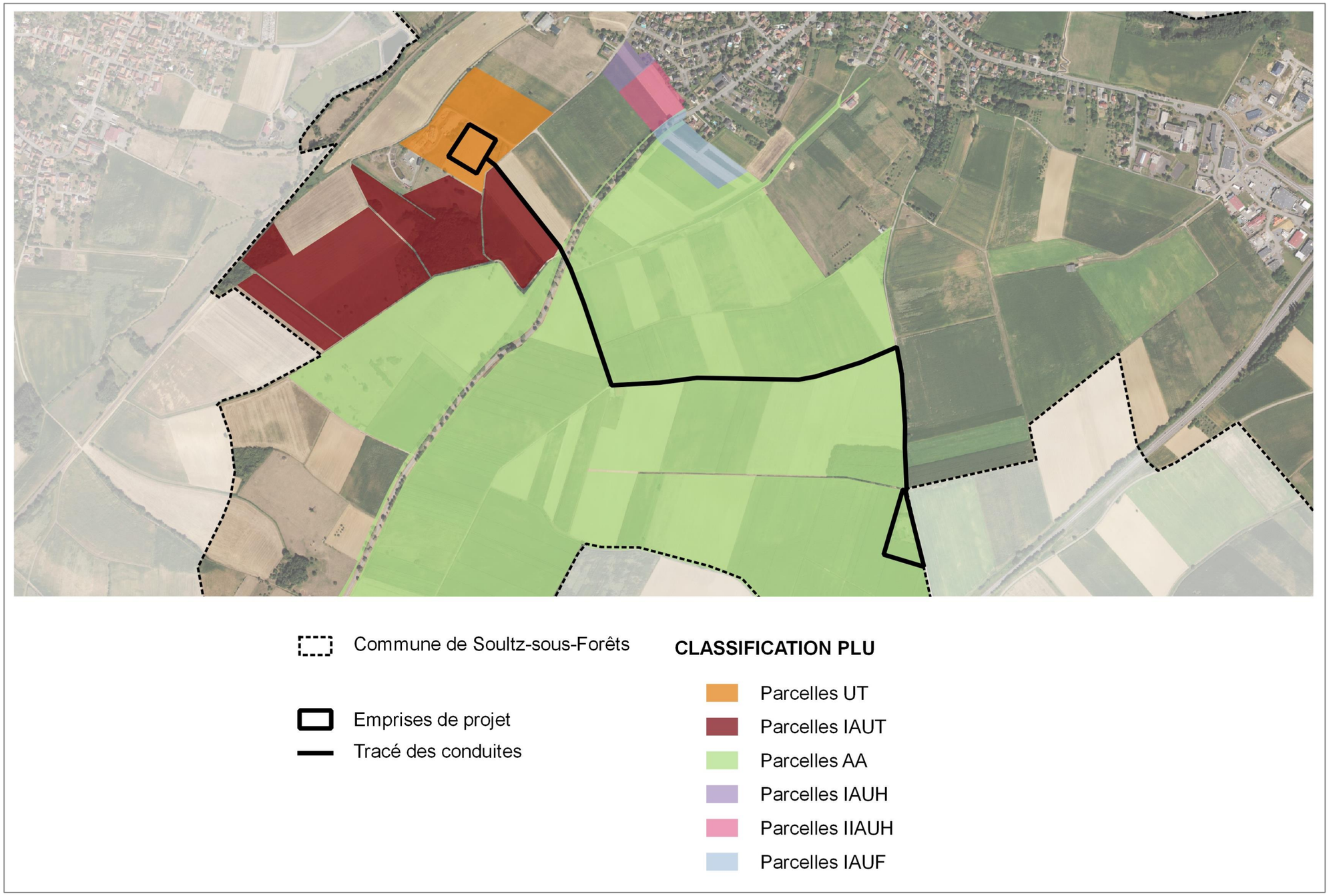


Figure 222 Classification des parcelles à proximité des sites du projet – Source des données : PLU de la commune de Soultz-sous-Forêts

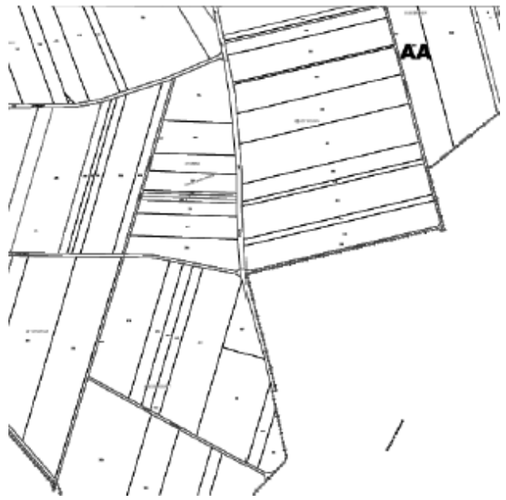
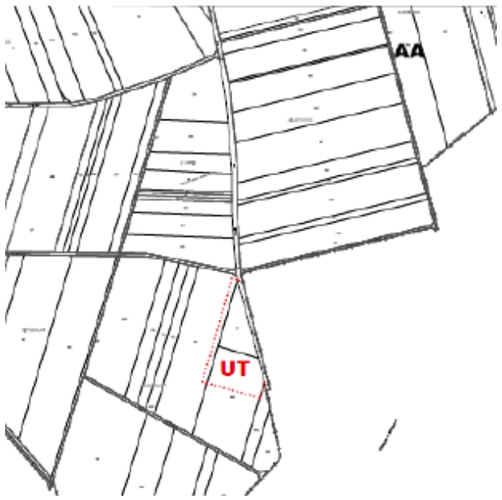
6.4.2. Révision du règlement écrit et du zonage inscrit au PLU

Selon la prescription émise par la Communauté de Communes de l'Outre-Forêts le 14 décembre 2022 (article L.153-32 du Code de l'Urbanisme), la Communauté de communes de l'Outre Forêt va adapter le PLU de Soultz-sous-Forêts sur plusieurs points :

- Reclasser 1,18 ha de la zone AA en zone UT ;
- Adapter le règlement de la zone AA afin de permettre la réalisation d'un réseau de chaleur enterré ;
- Mettre en place une orientation d'aménagement et de programmation sur le futur secteur UT afin de garantir l'intégration paysagère du site et de préserver l'environnement.

6.4.2.1. PLAN DE REGLEMENT

Le plan de règlement n°2 au 1/5000ème est modifié comme suit :

Extrait du règlement en vigueur	Extrait du règlement après révision du PLU
	

6.4.2.2. REGLEMENT DE LA ZONE AA

Le réseau de chaleur relevant d'un intérêt collectif, il est par conséquent nécessaire d'ajuster l'article 2 AA en ce sens.

Par ailleurs, ce réseau de chaleur projeté traverse un élément remarquable du paysage identifié au plan de règlement le long de la RD 263 : les écrans végétaux existants de long du tracé de part et d'autre de celui-ci.

Il convient donc, comme pour la partie de cet élément remarquable présent en zone IAUf, contraindre l'atteinte à cet élément par un projet de restauration ou de replantation afin de garantir l'objectif visé par la préservation de cet élément paysager, à savoir de « préserver la qualité de vie des habitants et une diversité d'occupation végétale du sol » (rapport de présentation, p. 192).

Les articles 2 et 13 du règlement de la zone AA sont modifiés comme suit :

Extrait du règlement en vigueur	Extrait du règlement après révision du PLU
Article 2 AA – Occupations et utilisations du sol soumises à des conditions particulières : « Les occupations et utilisation du sol suivantes sont soumises à des conditions particulières : • Les ouvrages techniques à condition qu'ils soient nécessaires au fonctionnement des services publics ou concourant aux missions des services publics » ; • […]	**Article 2 AA – Occupations et utilisations du sol soumises à des conditions particulières :** « Les occupations et utilisation du sol suivantes sont soumises à des conditions particulières : • Les ouvrages techniques à condition qu'ils soient nécessaires au fonctionnement des services publics ou concourant aux missions des services publics **ou relevant d'un intérêt collectif** » ; • […]
Article 13 AA – Espaces libres et plantations : « Les éléments remarquables identifiés au plan de zonage doivent être préservés. »	**Article 13 AA – Espaces libres et plantations :** « Les éléments remarquables identifiés au plan de zonage doivent être préservés. **Toute atteinte à ces éléments devra s'accompagner d'un projet de restauration ou de replantation.** »

6.4.2.3. CREATION D'UNE OAP

La révision s'accompagne également de la création d'une OAP (Orientation d'Aménagement et de Programmation) visant à garantir l'intégration paysagère du site et la préservation de l'environnement.

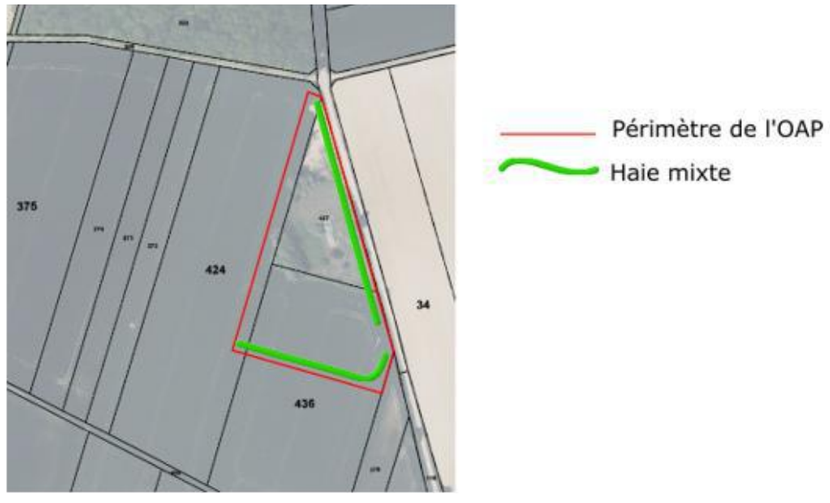
L'OAP de la zone UT (*lieu-dit Langenacker*) préconise pour ce faire, l'aménagement de la zone selon les principes d'aménagements suivants :

Orientation d'aménagement de la zone UT – lieu-dit Langenacker

La zone UT est une zone destinée aux constructions et installations liées à des activités utilisant les ressources géothermiques pour leur processus ou produisant de l'énergie utile aux bâtiments.

Afin de garantir l'intégration paysagère du site et de préserver l'environnement, l'aménagement de la zone devra respecter les principes d'aménagement suivants :

- Une haie mixte composée d'essences adaptées au contexte locale, comprenant des arbustes et des sujets haute tige, devront être implantées sur la frange Est et Sud du site afin d'une part de servir d'écran paysager pour limiter les vues sur le site, et d'autre part de limiter le risque de coulées d'eaux boueuses ;
- L'aménagement devra également prévenir tout risque de pollution afin de préserver la qualité de l'eau, du sol et du sous-sol.



7. MOYENS DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI

7.1. POLITIQUE INTERNE ÉS

7.1.1. Politique environnementale du groupe ÉS

En cohérence avec les ambitions de la COP21, ÉS a mis en place un système de management environnemental ISO 14001 se traduisant par plusieurs lignes directrices en faveur de l'environnement.

Les lignes directrices de la politique, associées à l'impact sur l'environnement des activités d'ÉS, ont permis de dégager 6 grands enjeux environnementaux :

Nos lignes directrices	Nos enjeux environnementaux
→ Garantir la conformité de nos activités à la réglementation environnementale ainsi qu'à nos propres exigences → Prévenir la pollution en maitrisant les aspects environnementaux de nos activités → Sensibiliser et impliquer notre personnel aux bonnes pratiques environnementales → Assurer la communication autour des enjeux environnementaux → Être à l'écoute des attentes de l'ensemble des parties intéressées à la protection de l'environnement et en particulier les collectivités locales alsaciennes → Contribuer à la maitrise de l'énergie et au développement des énergies renouvelables → Accompagner le territoire dans sa transition énergétique.	→ La maitrise des ressources naturelles → La gestion des déchets et des polluants → L'intégration environnementale des réseaux et la biodiversité pour Strasbourg Electricité Réseaux et ÉS Géothermie → La promotion de l'éco-efficacité énergétique pour le fournisseur d'énergie ÉS Énergies Strasbourg → L'intégration environnementale, dès l'exploitation des gisements, pour ÉS Géothermie → La mobilité douce pour notre parc de véhicules légers et le territoire alsacien.

7.1.2. Politique RSE du groupe ÉS

La RSE au sein du groupe ÉS s'inscrit dans la politique approuvée par l'ONU autour des "17 objectifs de Développement Durable" (ODD) et s'appuie principalement sur 6 objectifs de responsabilité d'entreprise :

- Le climat
- Le développement humain
- La précarité
- L'efficacité énergétique
- La concertation
- La biodiversité

Les exigences de cette politique répondent à la mise en œuvre des 6 Objectifs de Responsabilité d'Entreprise (ORE) ainsi qu'à la maîtrise et la couverture des autres risques Développement Durable.

La politique RSE d'ÉS définit les priorités à l'horizon 2030, en lien avec ses enjeux majeurs découlant de son analyse de matérialité et de la cartographie des risques du groupe. Elle s'applique aux différentes activités du Groupe, en respectant l'indépendance de gestionnaire d'infrastructures régulées.

Cette politique répond à quatre orientations principales :

- **Répondre aux défis du changement climatique**
- **Optimiser l'utilisation des ressources naturelles et préserver l'environnement**
- **Porter une attention particulière aux personnes**
- **Dialoguer avec les parties prenantes et rendre compte de nos activités**

→ **Répondre aux défis du changement climatique**

1. Réduire nos émissions de CO_2 (**ORE 1**) en se basant sur les exigences de la trajectoire -2°C fixée par la COP21, et en cohérence avec le plan Climat de l'Eurométropole de Strasbourg
2. Innover par des solutions numériques d'efficacité énergétique pour que chaque client puisse consommer mieux (**ORE 4**)
3. Mettre en œuvre un plan d'adaptation au changement climatique
4. Définir, valider et utiliser une méthodologie pour le Groupe pour le calcul des émissions évitées

→ **Optimiser l'utilisation des ressources naturelles et préserver l'environnement**

1. Intégrer les dimensions écologiques et sociétales dans la conception des nouveaux projets et penser une approche territoriale
2. Éliminer ou substituer les substances à risque pour l'environnement et la santé par des produits plus respectueux
3. Exercer notre responsabilité sur la gestion des déchets
4. Gérer pour chaque activité les eaux souterraines présentant un risque de pollution

➔ **Porter une attention particulière aux personnes**

1. Intégrer les meilleures pratiques en matière de développement humain : santé/sécurité, égalité hommes/femmes et promotion sociale interne (**ORE 2**)
2. Proposer à 100% des populations en précarité énergétique de l'information et des solutions d'accompagnement en matière de consommation d'énergie et d'accès aux droits (**ORE 3**)
3. Favoriser l'inclusion sociale dans les quartiers prioritaires de la ville (QPV)
4. Être respectueux de l'éthique et de l'intégrité des affaires
5. Créer de la valeur (économique, environnementale, sociétale) pour le groupe et la société, et la partager de manière équilibrée au sein du territoire

➔ **Dialoguer avec les parties prenantes et rendre compte de nos activités**

1. Organiser de façon systématique une démarche de dialogue et de concertation, transparente avec les parties prenantes du territoire (**ORE 5**)
2. Travailler en collaboration avec des parties prenantes externes sur le sujet de la RSE
3. Favoriser le développement de la culture, de l'innovation et du sport sur le territoire
4. Sensibiliser et former aux enjeux du développement durable.

Les objectifs à l'horizon 2030 sont les suivants :





L'acceptabilité des projets de géothermie est un point essentiel pour Électricité de Strasbourg (ÉS). Ainsi, comme pour son dernier projet de géothermie à Illkirch, ÉS sollicitera auprès du préfet la création d'une commission de suivi de site dès les premières phases du projet.

7.2. EN PHASE TRAVAUX DE FORAGE

7.2.1. Synthèse des mesures de suivi en phase travaux de forage

Les modalités de suivi des mesures de réduction durant la phase d'exploration sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 137 Modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation

Types d'effets	Mesures		Modalité de suivi
Effets sur les eaux souterraines	R1	Techniques de forage	Tube guide mis en place en amont des forages, triple tubages cimentés, surveillance piézo en cas de présence avéré d'une nappe Modes opératoires Réalisation de campagne de diagraphie après chaque étape de forage
		Utilisation privilégiée de produits non toxiques	Fiches de données de sécurité Modes opératoires Contrôle des boues de forage plusieurs fois par jour
Effets liés aux émissions sonores	R2	Utilisation de matériels respectant les normes en vigueur	Réalisation d'une campagne de mesures des niveaux sonores avant et pendant les travaux de forage
		Insonorisation des pompes électriques et de forage si nécessaire	
		Étude de la possibilité de raccorder la machine de forage au réseau de distribution électrique	
Effets liés aux ondes micro-sismiques	R3	Suivi du guide de bonnes pratiques	Enregistrement permanent de l'activité sismique par le réseau de surveillance
Effets sur les eaux superficielles	R4	Gestion quantitative des eaux pluviales (rejet à débit limité et stockage sans débordement pour une pluie de fréquence décennale) Contrôle de la conductivité avant rejet Traitement par séparateur d'hydrocarbures avant rejet	Entretien des ouvrages (sonde de mesure de la conductivité et séparateur d'hydrocarbures)

7.2.2. Suivi de la sismicité induite

7.2.2.1. MESURES DE REDUCTION DES ONDES MICRO SISMIQUES

Le suivi des recommandations du « *guide des bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite par les opérations de géothermie profondes* »[36] permettra la réduction des impacts et de la probabilité d'occurrence des phénomènes micro sismiques engendrés par le projet.

Notamment, le réseau de surveillance de l'activité sismique mis en place permettra d'assurer une surveillance permanente de la sismicité naturelle ou induite par les opérations de géothermie.

Il est rappelé par ailleurs qu'ÉS dispose de l'expertise nécessaire pour la gestion du risque sismologique comme en témoigne l'exploitation de ses 2 centrales de géothermie depuis 7 ans, centrales qui n'ont généré aucune sismicité ressentie par la population.

Les mesures mises en œuvre dans le but de surveiller et de se prémunir contre le risque sismique et leurs justifications se décomposent en plusieurs volets sur toutes les étapes du projet :

- Mesures prises **avant le début du projet** afin de prévoir et minimiser la sismicité induite ;
- Mesures prises afin de surveiller au mieux la **sismicité potentiellement induite pendant les opérations de forage** ;
- Mesures prises afin de **contrôler et prévenir la sismicité induite pendant les opérations clés** du projet, notamment les phases de développement des puits.

7.2.2.2. PROFONDEUR DES FORAGES

L**a profondeur verticale des forages sera limitée à 3'500 m**. Les puits prévus auront la profondeur verticale minimale permettant d'atteindre le réservoir géothermique connu. Cette profondeur est **suffisante pour atteindre des températures permettant la fourniture de chaleur** et **également la production d'électricité**.

La **limitation de profondeur des ouvrages permet de ne pas pénétrer dans la 'zone sismogénique'** de la croûte terrestre (*zone dans laquelle se produisent la majorité des séismes naturels en domaine continental*), **profondeur à partir de laquelle le risque d'induire de la microsismicité ressentie augmente**.

7.2.2.3. CIBLES DES FORAGES

Les puits prévus viseront spécifiquement des zones perméables, afin de diminuer les pressions d'injection dans le but de limiter au maximum la génération de sismicité induite. La connaissance du réservoir résulte de 7 campagnes d'exploration géophysique réalisées afin d'identifier les zones les plus perméables à proximité de la plateforme.

Ces zones pourront alors être ciblées par les puits déviés et l'orientation des puits sera optimisée afin de croiser ces zones de façon optimale. Le fait de viser les zones les plus perméables permettra ainsi :

[36] https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide-geothermie.pdf

- De **limiter la pression d'injection lors de l'exploitation**, grâce à une perméabilité importante du réservoir ;
- De **maximiser l'interaction entre les puits**, ce qui permet de limiter le volume de roche mis en pression autour du puit d'injection ;
- De **limiter au maximum les mesures de stimulation et de développement de réservoir**. Cela a par exemple été le cas sur le puits GRT-2 de Rittershoffen, pour lequel une stimulation avait été planifiée mais n'a finalement pas été réalisée. En effet, les propriétés hydrauliques naturelles de ce puit n'ont pas nécessité la réalisation d'opérations de stimulation et de développement. C'est ce même procédé qui est visé dans le cas des puits du projet.

7.2.2.4. ETUDE GEOMECANIQUE DETAILLEE DU RESERVOIR

Enfin, afin **d'identifier les zones perméables** et **d'offrir la meilleure prévision de la sismicité possible**, une étude géomécanique de réservoir détaillée est menée afin de valider le comportement géomécanique du réservoir :

- **Création d'un modèle structural 3D**, qui sera calibré avec précision grâce aux nombreuses données géophysiques disponibles sur le secteur de l'Alsace du Nord (Sismique 3D, gravimétrie, MT/CSEM, etc.)
- **Analyse de la fracturation naturelle et calcul du champ de contrainte** sur la base des données préexistantes. Cette approche est particulièrement pertinente dans la mesure où de nombreux puits avec des données de qualité sont disponibles sur la zone Nord Alsace (Soultz, Rittershoffen, anciens puits pétroliers)
- **Modélisation géomécanique 3D**, sur la **base de la fracturation** connue et des paramètres géomécaniques, permettant le calcul de la pression de réactivation et de la tendance au cisaillement des fractures naturelles et structures régionales en fonction du champ de contrainte local (modèle prédictif).
- **Simulations numériques hydromécaniques** permettant d'obtenir la géométrie des fractures induites et des fractures naturelles stimulées, le changement d'état de contrainte à la suite des injections, une prédiction de la production pour les puits et l'évolution des contraintes et la sismicité induite par la stimulation et la production.

7.2.2.5. ACQUISITION ET TRAITEMENT DES DONNEES

Une fois le réseau opérationnel, il est nécessaire d'assurer un ensemble d'opérations **pendant toute la durée du forage**, **des tests** et en **exploitation** :

- Acquisition des **données en temps réel**, **archivage** sur serveur ES sécurisé et dupliqué ;
- **Traitement automatique en temps réel** pour identification de la sismicité, calcul de localisation, de magnitude et de vitesse de déplacement du sol en temps réel ;
- Amélioration du processus de traitement au cours du projet par acquisition dans le premier puit foré d'une mesure permettant **d'obtenir un profil des vitesses des ondes sismologiques P et S** dans le sol (type sonique ou VSP) ;
- **Envoi d'alertes automatiques** par email, SMS et appel vocal en temps réel auprès du personnel d'astreinte et/ou d'un sismologue au sein d'ES-Géothermie ;
- Le personnel d'ES-Géothermie **a toute l'expertise requise** pour l'utilisation du logiciel de traitement et de localisation automatique des événements microsismique.

7.2.2.6. MESURES OPERATIONNELLES

Les mesures opérationnelles correspondant aux mesures prises afin de contrôler au mieux la sismicité induite pendant les phases de test, de mise en production et d'injection dans un puit.

Lors des opérations spécifiques (tests d'injection, circulation, mise en opération de la centrale), un suivi opérationnel particulier est réalisé afin de permettre la mise en œuvre immédiate de mesures de réduction de la sismicité.

Le dispositif de suivi opérationnel, les seuils et la chaine de réaction sont détaillés ci-dessous :

- **Suivi continu 24h/24 7j/7 par des sismologues expérimentés**. Un tel système a été mis en place pendant toutes les phases d'injection à Soultz-sous-Forêts, à Rittershoffen et à Illkirch.
- Un **strict respect des seuils réglementaires** tant en termes de **pression d'injection** que de **seuils de magnitude** ou de **PGV** (*peak ground velocity = vitesse de déplacement du sol à ne pas dépasser*) :
- Un **strict respect du seuil règlementaire de pression**, en cours dans les arrêtés préfectoraux. ES s'engage à ne pas dépasser la limite supérieure de pression lors des injections fixée dans l'arrêté préfectoral en lien avec la présente Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers. La **pression de référence sera celle mesurée directement en tête de puit**, sans tenir compte des pertes de charge dans le puit.
- **Mise en œuvre d'un système de réduction des risques amélioré** sur la base de la prise en compte de l'ensemble des données observées. Nous proposons un diagramme décisionnel permettant de prendre des décisions sur la poursuite ou l'arrêt des opérations en continu, prenant en compte :
  - La magnitude maximale détectée ;
  - La migration de la sismicité ;
  - L'évolution du taux de sismicité (rate) ;
  - La réaction du puit en pression.

Tableau 138 Seuils d'alerte et actions associées dans le cadre du suivi sismologique

Seuil	PGV mesure sur 2 stations	Impact	Réaction
Seuil 0	PGV < 0,5 mm/s	Pas de perception par l'être humain, pas de dommage sur les bâtiments	Situation normale
Seuil 1	0,5 mm/s ≥ PGV > 1 mm/s		Seuil de **vigilance** à partir duquel l'exploitant surveillera en continu l'évolution de la sismicité et veillera à adapter la conduite de l'exploitation afin de la contenir sous ce seuil.
Seuil 2	1 mm/s ≥ PGV > 1,5 mm/s	Faible perception par l'être humain, pas de dommage sur les bâtiments	Seuil de **vigilance renforcée** à partir duquel la DREAL demande au pétitionnaire de fournir à l'EOST l'ensemble des données des 4 stations courte période présentes sur le site, afin de caractériser précisément l'événement et porteront sur les 7 jours précédents l'événement. Dans le même temps, l'exploitant prendra les mesures nécessaires visant à revenir en deçà du seuil antérieur, soit le seuil de vigilance.
Seuil 3	PGV ≥ 1,5 mm/s	Forte perception par l'être humain, dommages non structurels sur les bâtiments à PGV > 10 mm/s	**Seuil d'arrêt progressif et obligatoire des installations.** A partir de ce seuil la DREAL demandera à l'exploitant de fournir à l'EOST l'ensemble des données des 4 stations courte période présentes sur le site, afin de caractériser précisément l'événement. Ces données seront fournies dans un délai de 24 heures suivant l'occurrence de l'événement et porteront sur les 7 jours précédents l'événement. Dans le même temps, l'exploitant déclenchera l'arrêt progressif des installations. Cet arrêt fera l'objet d'une information immédiate de la DREAL et la reprise des activités ne pourra avoir lieu qu'après accord de la DREAL, sur la base des analyses de l'événement par le service ObsNef de l'EOST.

D'autre part, des **mesures opérationnelles préventives** sont mises en œuvre afin de limiter la probabilité d'occurrence d'événements sismologiques susceptibles d'être ressentis en surface, notamment lors des **phases de test d'injection/stimulation/circulation** avec la **mise en œuvre d'un protocole de test de puit adapté**, établi sur la base du retour d'expérience des projets passés. Les mesures sont les suivantes :

- Injection d'un volume de fluide limité afin de maintenir le plus faible écart entre le volume produit et le volume injecté lors des phases de test ;
- Limitation des changements brusques de pression lors des opérations ;
- La réalisation avant toute opération de tests de production ;
- Une analyse du type et des limites du réservoir permettant de confirmer les seuils de volume et pression préalablement définis ;
- La réalisation préliminaire de tests d'injection permettant de quantifier la réponse sismologique du réservoir ;
- Le respect des seuils fixés ;
- L'arrêt des opérations en cas d'identification d'un risque.

* *A noter que **ces mesures sont également appliquées tout au long de l'exploitation des installations** ; ainsi les sites de Rittershoffen et Soultz-sous-Forêts sont **suivis en continu** et des décisions de réduction des débits exploités sont ponctuellement prises sur la base des observations réalisées même sans atteindre les seuils.*

7.2.2.7. INFORMATIONS ACQUISES AU COURS ET APRES LE FORAGE

Les **informations acquises au cours du forage** et **les diagraphies** (mesures dans le puits) **qui seront effectuées après le forage serviront** à **affiner les modélisations** et à **ajuster les mesures à prendre pendant les phases de test, de mise en production et d'injection** :

- Grâce au forage, plusieurs **informations géomécaniques clés** permettant de **quantifier** et donc de **limiter le risque sismologique** seront acquises. La combinaison de ces informations permettra de mieux connaître la réaction du sous-sol. Ces informations permettront ainsi de **mieux appréhender le risque sismologique** associé **pour différentes valeurs de pression d'injection**, et ainsi de **valider ou mettre à jour les conclusions et préconisations** issues de l'étude géomécanique de réservoir.
- Un test pour déterminer les **propriétés mécaniques** et la **valeur minimale du champ de contrainte** (*Formation Integrity Test*) sera **effectué immédiatement après le forage** sous le sabot de la dernière section, juste avant de forer le trou ouvert. Connaître cette pression est une **information importante pour connaitre la valeur des contraintes mécaniques** dans le sous-sol, **calculer les pressions de rupture des fractures** en fonction de leur orientation et ainsi **concevoir les tests d'injection** permettant de minimiser la microsismicité induite attendue.
- L'acquisition des imageries de paroi dans les puits géothermiques du Fossé rhénan est devenue une méthode classique et pertinente. Ces mesures permettent une **cartographie orientée de la paroi du puit**. De ce fait, une analyse de ces données permet d'identifier dans le puit la **position**, **l'orientation** et le **pendage de toutes les structures** qui recoupent le puit. Les données structurales sont **utilisées pour ajuster les modélisations géomécaniques** (état de contraintes versus orientation des fractures) et **hydrothermiques** (distribution des perméabilités).
- Afin **d'établir un modèle de vitesse local** utilisé pour **localiser le plus précisément possible les événements sismiques**, des données issues des diagraphies réalisées après la foration du premier puit sont utilisées. Typiquement les données des diagraphies soniques et des VSP *(Vertical Seismic Profile*) sont associées aux informations afin d'obtenir un modèle de vitesse plus précis.

Il est prévu de **mettre à jour les études et modèles disponibles en cours de projet**, afin de prendre en compte les **observations et mesures en forage** dans le but de **maximiser la perméabilité naturelle du réservoir** à la cible et **d'adapter les opérations de test** du puits.

7.2.3. Surveillance des eaux souterraines superficielles

Un suivi piézométrique est assuré sur les projets où une nappe phréatique est présente. Or aucune nappe n'est présente au droit de ce site ; en effet, les rapports issus des opérations de forage du puits existant OPS4 (notamment la mise en place du tube guide jusqu'à une profondeur de 20 m, soit la base du plio-quaternaire) ont conclu à l'absence de nappe au droit du site. C'est également le même cas de figure pour les sites de Soultz-sous-Forêts et de Rittershoffen. La présence ou l'absence d'une nappe superficielle sera également confirmée ou infirmée par le forage de reconnaissance, préalable à tout travaux de terrassement.

Toutefois, par précaution, il est prévu de confirmer l'absence de nappe au droit du projet à l'occasion des investigations géotechniques préalables à l'aménagement de la plateforme. Si la présence d'une nappe est mise en évidence, des piézomètres permettant de surveiller l'évolution de la nappe seront installés selon les recommandations d'un bureau d'hydrogéologie indépendant, comme c'est le cas par exemple sur le site de géothermie d'Illkirch pour la nappe du Rhin, avec un piézomètre amont et deux piézomètres en aval du site.

La surveillance est réalisée sur différents paramètres, avec différentes fréquences :

- Suivi en continu du niveau et de la température de la nappe (échantillonnage à la minute) ;
- Prélèvements mensuels lors des opérations de forage, avec analyse des paramètres physicochimiques (pH, conductivité, potentiel redox) ;
- Prélèvement annuel avec analyses chimiques détaillées (éléments majeurs et mineurs).

Le suivi de la conductivité permet dans ce cas de s'assurer de l'absence de contamination de la nappe par les fluides de forage (chargés en argiles - conducteurs) ou de la saumure géothermale (salée - conductrice).

Il est précisé que la structure du puits et la mise en œuvre des opérations de forage sont conçues afin de limiter au maximum le risque d'une contamination des eaux superficielles et souterraines des aquifères traversés, avec :

- Mise en place d'un tube guide cimenté par havage préalablement aux opérations de forage, sans utilisation de fluides de forage (méthode similaire à celle utilisée pour la réalisation de puits d'eau potable), afin de protéger une éventuelle nappe superficielle ;
- Architecture du forage en différentes sections, les sections étant tubées et cimentées à chaque fois sous les horizons dans laquelle une venue d'eau ou une perte de fluide de forage pourrait intervenir ;
- Lors de opérations de forage, en cas de rencontre avec un aquifère, maitrise des pertes de fluide par utilisation de colmatant naturel (type coquilles de noix, couramment utilisées dans ce type de travaux) et contrôle de la densité du fluide de forage afin de rester à l'équilibre en pression avec ces formations.

A plus longue échéance, lors de l'exploitation, les dispositifs suivants sont prévus afin d'assurer l'isolation des ouvrages prévus :

- Contrôles réguliers de l'intégrité du tubage et de la cimentation par diagraphie (tous les 6 ans pour les puits de production et tous les 3 ans pour les puits d'injection) ; ces contrôles règlementaires permettent de s'assurer de l'absence de « fuites » du puits vers les formations traversées ;
- Poursuite de la surveillance d'une nappe superficielle éventuelle selon le dispositif exposé ci-dessus.

Il est précisé qu'aucun rejet aqueux n'est induit par la production d'énergie géothermique. Les seuls rejets aqueux pouvant intervenir lors de la construction ou de l'exploitation sont liés à la déshydratation des fluides de forage, et aux eaux de pluie et de nettoyage ponctuel, qui sont collectées dans le bassin et réinjectées dans le réservoir. Une exploitation éventuelle de lithium, qui pourrait engendrer des rejets aqueux, n'est pas prévue dans le cadre de la demande actuelle ; une telle exploitation fera l'objet d'une demande et d'une étude d'impact spécifique si elle devait être réalisée sur le site de Soultz-sous-Forêts.

Enfin, la réinjection de saumure refroidie dans le réservoir est suivie en continu, tant lors des phases de tests de puits (éventuellement réalisés en injection) qu'en phase d'exploitation, avec enregistrement des données de pression, température et débit de réinjection. L'extension du refroidissement (ou « bulle froide ») est calculée par des simulations numériques prenant en compte la géologie locale, les propriétés géologiques, hydrauliques et thermiques du réservoir (basées sur les diagraphies et les différents tests réalisés, notamment tests de puits et tests de traceurs), ainsi que les données d'opération. Ces calculs montrent pour un doublet type que le refroidissement de la roche hôte du réservoir est significatif dans un rayon autour du puits de l'ordre de 500 m pour une durée d'exploitation de 25 ans. Le retour d'expérience sur les sites de Soultz-sous-Forêts et Rittershoffen montre que ce refroidissement n'engendre pas d'incidence notable sur l'aquifère constituant ce réservoir profond et son fonctionnement hydrogéologique.

7.2.4. Suivi acoustique

Une étude acoustique a été menée dans le cadre de l'étude d'impact de la phase forage. Cette étude intègre également les mesures acoustiques pour l'état actuel du site.

Le comparatif règlementaire montre que les activités de forage seront imperceptibles pour les zones à émergences règlementées (ZER) d'habitations les plus proches. La future plateforme de forage est donc conforme aux exigences règlementaires.

Comme pour les autres projets déjà réalisés, un prestataire sera mandaté au démarrage du forage pour réaliser de nouvelles mesures acoustiques autour du site et confirmer la conformité réglementaire. En cas de non-conformité avérée, des mesures de réduction du niveau sonore seront prises en intégrant par exemple des capotages acoustiques aux équipements ayant l'impact sonore le plus important.

7.3. EN PHASE TRAVAUX D'AMENAGEMENT : SURVEILLANCE DU CHANTIER

La surveillance des travaux, ouvrages et équipements, objets de la présente procédure, seront assurés par la société **ÉS**, maître d'ouvrage du projet.

7.3.1. Période d'intervention

Les travaux d'aménagement respecteront les préconisations de la mesure **MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année** a minima pour les travaux de mise en œuvre de la conduite au droit des zones à enjeu (boisement au nord d'OPS4).

Pour le reste du linéaire de réseau, cette période sera respectée autant que possible, en fonction des contraintes chantier.

Groupes	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Aout
Flore												
Mammifères terrestres												
Chiroptères												
Avifaune												
Amphibiens & Reptiles												
Insectes												
Synthèse												

Période optimale pour la réalisation de travaux

Période faiblement sensible pour le groupe concerné (des contraintes peuvent exister, exemple : oiseaux hivernants, reproduction précoce d'amphibiens, etc.).
Des travaux, **hors défrichement**, peuvent être menés sous certaines conditions (climatologie favorable, travaux légers, etc.), mais **après validation auprès d'un écologue**

Période durant laquelle les travaux ne doivent pas débuter

Figure 223 Mesure MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année : calendrier des périodes favorables à la réalisation des travaux

7.3.2. Prévention des pollutions

D'une manière générale, les précautions prises pour la protection du milieu aquatique sont :

- Absence de circulation d'engins dans le cours d'eau,
- Absence de stockage de réservoir d'huiles ou de carburant sans dispositif de rétention ; en cas de stockage d'hydrocarbures sur le chantier, celui-ci sera réalisé en cuves double-parois.
- Absence d'opérations de vidange ou de remplissage des réservoirs des engins dans ce périmètre,
- Vérification journalière du matériel (détection fuite de liquide hydraulique, fuel, huiles).

Le chantier sera approvisionné en produits absorbants pour remédier rapidement à une pollution accidentelle, type carter ou réservoir percé, rupture de durite, etc.

7.3.3. Intervention en cas de pollution accidentelle

En cas d'incident et de souillure des sols (hydrocarbures, bitume, huiles...), les précautions suivantes s'appliquent :

- Arrêter la fuite et évacuer l'engin objet de la fuite,
- Epandre du produit absorbant ou de l'argile absorbante du type montmorillonite sur la surface souillée et décaper le plus rapidement possible toute la surface sur une profondeur de 40 cm minimum,
- Placer les matériaux décapés dans des récipients étanches (fût ou benne selon le volume),
- Evacuer vers des sites de décharge appropriés les produits recueillis.

Des **kits anti-pollution** seront présents sur le chantier pour intervenir en cas d'urgence.

7.3.4. Suivi du chantier par un écologue

Un prestataire écologue sera désigné par ÉS afin d'assurer le suivi écologique du chantier conformément aux préconisations formulées dans le cadre du présent dossier.

Les tâches accomplies seront les suivantes :

Tableau 139 Liste des tâches assurées par l'écologue dans le cadre du suivi des travaux

Phase concernée	Tâche réalisée	Mesure correspondante
Avant les travaux	Vérification du respect du calendrier de travaux	MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année
	Passage sur site quelques jours avant le début des travaux pour définir les sensibilités écologiques. En cas de découverte d'individus, une procédure spécifique sera proposée par l'écologue selon les enjeux et statuts du site (transit, reproduction, hivernage).	MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année
	Visite des zones d'accès au chantier et des zones de stockage des matériaux et des engins afin de mettre en évidence les foyers d'espèces invasives	MR2 : Limiter la prolifération des espèces végétales exotiques envahissantes
Pendant les travaux	Vérification du respect du calendrier de travaux	MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année
	Vérification du respect des prescriptions concernant les haies bocagères	MC1 : Plantation de haies bocagères
	En cas d'arrêt prolongé du chantier, vérification des zones ouvertes avant la reprise des travaux afin de s'assurer de l'absence de colonisation du site par certaines espèces pionnières	MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année
Après les travaux	Surveillance du site jusqu'à la recolonisation complète par les espèces autochtones (risque d'installation d'espèces envahissantes au niveau des sols remaniés lors du terrassement)	MR2 : Limiter la prolifération des espèces végétales exotiques envahissantes
	Suivi de la colonisation des haies par la faune.	MC1 : Plantation de haies bocagères
	Suivi du bon état sanitaire des plantations.	MC1 : Plantation de haies bocagères

7.4. EN PHASE D'EXPLOITATION

7.4.1. Suivi sismologique et prévention de la sismicité induite

7.4.1.1. ORIGINE DE LA SISMICITE INDUITE

L'exploitation de la géothermie dans les réservoirs fracturés génère de la microsismicité induite par la réinjection de l'eau géothermale refroidie dans le sous-sol. Une activité microsismique est donc une caractéristique inhérente à l'exploitation de ce type de réservoir. C'est pourquoi les arrêtés préfectoraux d'exploitation spécifient les règles de la gestion du risque sismologique pour éviter de générer de la sismicité ressentie par les populations (nombre de capteurs, seuils règlementaires, reporting mensuel et annuel aux autorités minières, partage de données sismologiques avec l'observatoire national basé à Strasbourg (ReNaSS)).

7.4.1.2. SURVEILLANCE DE LA SISMICITE INDUITE

Afin de prévenir au mieux l'occurrence de sismicité induite, il est essentiel de disposer d'un réseau de surveillance adéquat. Ainsi, **avant de déployer un réseau de surveillance micro-sismique, différentes mesures et études sont réalisées** :

- **Déploiement d'un réseau de capteurs temporaires de petite taille** (une cinquantaine) avant toute opération afin de mesurer le niveau de bruit sismique pour optimiser les emplacements des stations (des réseaux de surveillance permanent et temporaire) et la qualité des données (meilleure détectabilité du réseau). **Le déploiement d'un tel réseau a déjà été mis en œuvre en novembre 2022 autour du site de forage**.



Figure 224 Capteurs temporaires qui serviront à l'étude du bruit sismique

- Réalisation d'une étude de design de réseau permettant d'assurer la meilleure couverture de la zone par les réseaux de surveillance permanent et temporaire. Une telle étude a déjà été réalisée suite au déploiement du réseau temporaire déployé en novembre 2022 et a permis d'optimiser la localisation du réseau de surveillance afin d'être en mesure de localiser des éventuels événements induits et de permettre d'être en mesure de suivre une éventuelle migration de la sismicité.
- Pendant les opérations de forage, tests de production ou d'injection, tests longs de circulation :
  - **Déploiement d'un réseau permanent spécifique au projet composé de stations courte-période et d'une station multi-capteurs** (large bande et accéléromètre), conformément aux arrêtés préfectoraux réglementant l'exploitation des sites de Rittershoffen et de Soultz-sous-Forêts. Une **station géodésique** (antenne/récepteur GNSS et corner-coin) **sera également installée sur la plateforme de géothermie**. L'ensemble de ce réseau de surveillance permettra ainsi de faire un suivi des mouvements du sol sur toute la gamme de fréquence, depuis les hautes fréquences (accéléromètre) jusqu'aux très basses fréquences (station géodésique). Ce fonctionnement, actuellement en place depuis 2016 sur les centrales en activité de Soultz-sous-Forêts et de Rittershoffen a montré toute sa pertinence en termes de surveillance sismologique : de la microsismicité induite a été détectée sur les projets de Rittershoffen et de Soultz lors des opérations de tests et de développement des puits, mais des actions préventives ont été mises en œuvre, ce qui a permis qu'aucun microséisme ne soit ressenti par la population locale ni qu'aucune déformation de surface ne soit détectée.
  - **Déploiement d'un réseau additionnel**, conformément à l'étude de design, permettant d'augmenter le rayon de détection afin de détecter une éventuelle migration de la sismicité et d'abaisser les seuils de détection.
- Lors des opérations à long terme (exploitation du site)
  - Utilisation du réseau permanent spécifique
  - Utilisation des 12 stations sismologiques déjà en place sur le périmètre Soultz-Rittershoffen afin de garder une couverture large de la zone (voir Figure 226)

Une fois le réseau opérationnel, il est nécessaire d'assurer un ensemble d'opérations pendant toute la durée du forage, des tests et en exploitation :

- Acquisition des données en temps réel, archivage sur serveur ÉS sécurisé et dupliqué ;
- Traitement automatique en temps réel pour identification de la sismicité, calcul de localisation, de magnitude et de vitesse de déplacement du sol en temps réel ;
- Amélioration du processus de traitement au cours du projet par acquisition dans le premier puits foré d'une mesure permettant d'obtenir un profil des vitesses des ondes sismologiques P et S dans le sol (type sonique ou VSP) ;
- Envoi d'alertes automatiques par email, SMS et appel vocal en temps réel auprès du personnel d'astreinte et/ou d'un sismologue au sein d'ES-Géothermie ;
- Le personnel d'ES-Géothermie a toute l'expertise requise pour l'utilisation du logiciel de traitement et de localisation automatique des événements microsismique. Depuis 2012, ES-Géothermie travaille avec cette suite logicielle.

7.4.1.3. SEUILS REGLEMENTAIRES DE PGV EN VIGUEUR

Un **strict respect des seuils réglementaires** sera appliqué tant en termes de pression d'injection que de seuils de magnitude ou de PGV (Peak Ground Velocity = vitesse de déplacement du sol à ne pas dépasser). Pour rappel, les seuils fixés actuellement par les arrêtés préfectoraux encadrant l'exploitation des centrales de Soultz-sous-Forêts et de Rittershoffen (voir Tableau 140) portent sur les événements observés sur a minima 2 stations et situés dans le périmètre de la concession d'exploitation associée à chaque centrale :

Tableau 140 Seuils de vitesse de déplacement du sol fixés actuellement par les arrêtés préfectoraux encadrant l'exploitation des centrales de Soultz-sous-Forêts et de Rittershoffen

Seuil	PGV mesuré sur 2 stations	Impact	Réaction
Seuil 0	PGV < 0,5 mm/s	Pas de perception par l'être humain, pas de dommage sur les bâtiments	Situation normale
Seuil 1	0,5 mm/s ≥ PGV > 1 mm/s	Pas de perception par l'être humain, pas de dommage sur les bâtiments	Seuil de vigilance à partir duquel l'exploitant surveillera en continu l'évolution de la sismicité et veillera à adapter la conduite de l'exploitation afin de la contenir sous ce seuil.
Seuil 2	1 mm/s ≥ PGV > 1,5 mm/s	Faible perception par l'être humain, pas de dommage sur les bâtiments	Seuil de vigilance renforcée à partir duquel la DREAL demande au pétitionnaire de fournir à l'EOST l'ensemble des données des 4 stations courte période présentes sur le site, afin de caractériser précisément l'événement et porteront sur les 7 jours précédents l'événement. Dans le même temps l'exploitant prendra les mesures nécessaires visant à revenir en deçà du seuil antérieur, soit le seuil de vigilance.
Seuil 3	PGV ≥ 1,5 mm/s	Forte perception par l'être humain, dommages non structurels sur les bâtiments à PGV > 10 mm/s	Seuil d'arrêt progressif et obligatoire des installations. A partir de ce seuil la DREAL demandera à l'exploitant de fournir à l'EOST l'ensemble des données des 4 stations courte période présentes sur le site, afin de caractériser précisément l'événement. Ces données seront fournies dans un délai de 24 heures suivant l'occurrence de l'événement et porteront sur les 7 jours précédents l'événement. Dans le même temps, l'exploitant déclenchera l'arrêt progressif des installations. Cet arrêt fera l'objet d'une information immédiate de la DREAL et la reprise des activités ne pourra avoir lieu qu'après accord de la DREAL, sur la base des analyses de l'événement par le service ObsNef de l'EOST.

7.4.1.4. PLAN DE GESTION DU RISQUE SISMOLOGIQUE

ÉS mettra en œuvre un système de réduction des risques amélioré sur la base de la prise en compte de l'ensemble des données observées (voir Figure 225). Nous proposons un diagramme décisionnel permettant de prendre des décisions sur la poursuite ou l'arrêt des opérations en continu, prenant en compte :

- La magnitude maximale détectée
- La migration de la sismicité
- L'évolution du taux de sismicité (rate)
- La réaction du puits en pression

Le diagramme suivant (Figure 225) montre un exemple d'un plan de gestion du risque sismologique appliqué lors du développement du puits GIL-1 à Illkirch.

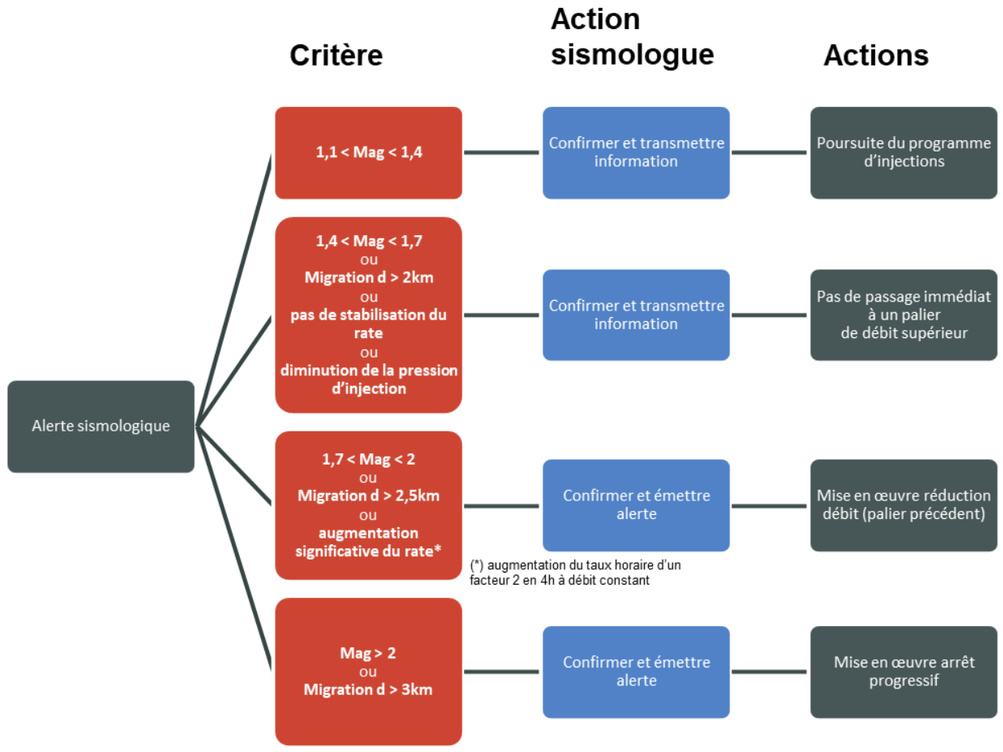


Figure 225 Exemple de logigramme décisionnel en fonction du comportement du puits et de la sismicité observée

A noter que ces mesures sont également appliquées tout au long de l'exploitation des installations ; ainsi les sites de Rittershoffen et Soultz-sous-Forêts sont suivis en continu et des décisions de réduction des débits exploités sont ponctuellement prises sur la base des observations réalisées même sans atteindre les seuils.

7.4.1.5. SEUILS REGLEMENTAIRES HYDRAULIQUES

De même, un strict respect du seuil règlementaire de pression actuellement en cours dans les arrêtés préfectoraux sera appliqué. ÉS s'engage à ne pas dépasser la limite supérieure de pression lors des injections fixée dans l'arrêté préfectoral en lien avec la présente Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers. La pression de référence sera celle mesurée directement en tête de puits, sans tenir compte des pertes de charge dans le puits. Pour rappel, la limite supérieure d'injection fixée dans les arrêtés préfectoraux encadrant l'exploitation des centrales de Soultz-sous-Forêts et de Rittershoffen et l'arrêté préfectoral encadrant les forages à Illkirch a été fixée à 100 bars.

7.4.1.6. RETOUR D'EXPERIENCE SUR LES PROJETS D'ÉS

Pour rappel également, aucun séisme induit n'a été ressenti par les populations locales, ni durant les opérations de développement des puits à Rittershoffen et à Illkirch, ni durant les tests de circulation, lors de la mise en route ou encore en phase d'exploitation de la centrale de Rittershoffen. De même, aucun séisme n'a été ressenti depuis le début de l'exploitation de la centrale de Soultz-sous-Forêts en 2016. Par conséquent, les mesures prises dans les arrêtés préfectoraux encadrant l'exploitation des centrales de Soultz-sous-Forêts et de Rittershoffen semblent adaptées à la construction et à l'exploitation des centrales géothermique dans le Nord de l'Alsace.

7.4.1.7. ACTIONS DEJA REALISEES POUR LA CONSTRUCTION DU RESEAU SISMOLOGIQUE D'OPS4

Conformément au Guide de bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite par les opérations de géothermie profonde co-édité par le BRGM et l'INERIS, une étude de design de réseaux sismologique a été réalisée entre septembre 2022 et avril 2023. Cette étude a permis d'effectuer une étude de bruit en vue d'établir l'architecture du réseau de surveillance sismologique permanent et du réseau sismologique temporaire qui viendra renforcer ce dernier durant les opérations clés du projet (forage, développement des puits et mise en route de la centrale). Cette étude a également permis d'évaluer l'amélioration sur les erreurs de localisation et sur la magnitude de complétude suite à l'installation de ces nouveaux réseaux compte tenu des réseaux de surveillance sismologiques adjacents dédiés aux centrales de Soultz-sous-Forêts et de Rittershoffen. Enfin, cette étude a permis d'établir un modèle de prévision des vibrations en surface en fonction (GMPE), basé sur la sismicité induite et naturelle déjà enregistré dans le secteur.

7.4.1.7.1. **Déploiement de stations temporaires, étude de bruit**

Une campagne de déploiement de 50 capteurs autonomes a eu lieu entre le 7 et le 21 novembre 2022. Cette campagne a permis de définir les emplacements optimaux définitifs des stations permanentes. Cette étude permet également de définir des emplacements possibles afin d'installer des stations temporaires pour accompagner les opérations clés du projet comme les opérations de développement des puits, de tests de circulation ou encore la mise en route de la centrale. Ce déploiement a permis de quantifier le niveau du bruit sismologique pour chaque site et ainsi de choisir les sites qui composeront les futurs réseaux permanents et temporaires en fonction du niveau de bruit de chaque site, de son azimut et de sa distance par rapport à OPS4.

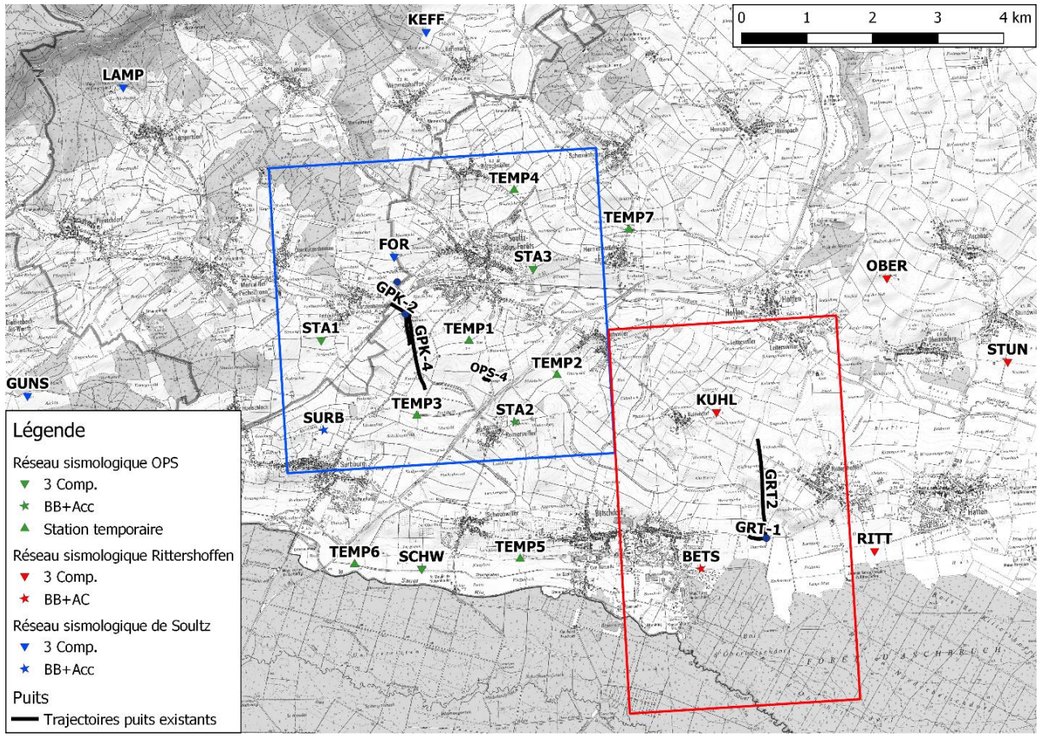


Figure 226 Carte des réseaux sismologiques de Rittershoffen (rouge), Soultz (bleu) et OPS (vert)

7.4.1.7.2. **Construction d'un modèle de vitesse 3D local**

Afin d'analyser les capacités des différents réseaux en termes d'erreur de localisation, un modèle de vitesse a été construit. Ce dernier s'appuie sur le modèle litho-structural issu de la sismique 3D. Cette construction s'effectue à partir des surfaces et des valeurs de vitesses et P et en S données au toit et à la base des couches définies par les horizons de la sismique 3D. C'est une opération de remplissage d'espace 3D entre les surfaces.

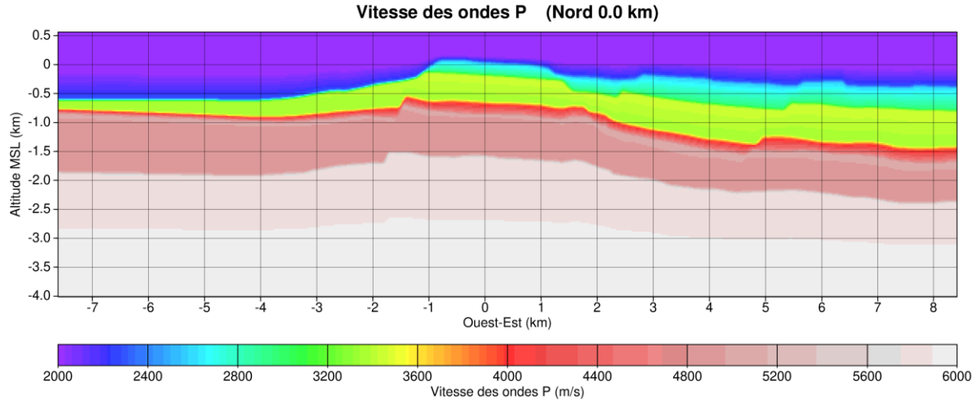


Figure 227 Coupe ouest-est du modèle 3D de vitesse P (haut) et passant par le puit OPS

7.4.1.7.3. **Ground Motion Prediction Equation**

Un modèle Ground Motion Prediction Equation ou GMPE est une équation utilisée pour prédire approximativement le mouvement attendu du sol lors d'un (micro)séisme (par exemple l'accélération maximale horizontal du sol ou sa vitesse verticale). On peut ainsi dresser une carte de mouvement pour des séismes de magnitude donnée (le mécanisme au foyer n'est pas pris en compte par ces équations) ou encore pour la microsismicité induite du fait de la production d'un site géothermique. Le GMPE est utilisée dans l'évaluation des risques sismiques pour estimer la probabilité de différents niveaux de mouvement du sol sur un site. Le GMPE est fondé sur les données de mouvement du sol observées pour des événements sismiques passés et il est élaboré à l'aide de méthodes statistiques.

Dans cette étude un évènement de magnitude 2 situé à 2 km de profondeur a été considéré.

Pour effectuer le calcul en tout point de la carte, et on applique la loi GMPE et ainsi en déduire le PGV.

7.4.1.8. MOUVEMENT DU SOL

Depuis juillet 2013, **3 antennes GNSS ont été installées directement sur les plateformes des sites de géothermie profonde de Soultz-sous-Forêts** et de Rittershoffen : **GPK1 et GPK2 pour la centrale géothermique de Soultz-sous-Forêts**, GRT1 pour la centrale de Rittershoffen (Figure 226, page 337).

Une nouvelle station géodésique (antenne/récepteur GNSS) sera également installée sur la plateforme de géothermie du site OPS4.

Ces antennes **permettent de suivre les déplacements des plateformes, sur les plans horizontaux et verticaux, relativement à d'autre stations géodésiques installées sur les plateformes avoisinantes** (référentiel proche). A noter qu'aucun déplacement significatif n'a été observé en surface depuis le début de l'exploitation sur les sites de Rittershoffen et de Soultz-sous-Forêts.

7.4.1.9. TIERCE EXPERTISE INERIS

Les documents qui ont fait l'objet de la tierce expertise sont les notes techniques suivantes, transmises à l'INERIS par ES-Géothermie : « Compléments techniques relatifs à la maîtrise de la sismicité » et « Annexe à l'étude de danger traitant du risque sismologique ». Le premier document est un document très technique comportant des informations confidentielles et dont un résumé est proposé dans le document autoportant intitulé « Résumé Non Technique ». Le second document « Annexe à l'étude de danger traitant du risque sismologique » est public.

Il est à noter que le guide de bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite par les opérations de géothermie profonde, élaboré par l'INERIS n'était pas publié lors de la rédaction de ces pièces. Toutefois, ce guide a été rédigé par l'INERIS en même temps que cette tierce expertise. Ainsi, les recommandations issues de ce guide sont bien traitées dans les résultats de l'expertise et les compléments apportés.

La tierce expertise a été réalisée sur la base des 6 objectifs fixés dans le cahier défini en accord avec la DREAL Grand Est. Un résumé des précisions demandées par l'INERIS et les réponses apportées par ÉS est exposé ci-dessous pour chaque objectif :

- **Objectif 1 : le degré de connaissance, par des mesures appropriées, de la géologie du sous-sol en amont des travaux**
  - Demandes de précision de l'INERIS :
    - Préciser quelles données seront utilisées à l'échelle locale et quel sera leur poids dans la connaissance du sous-sol profond
    - Pour tout type de modèles, identifier clairement les incertitudes
    - Expliciter la façon selon laquelle les modèles locaux sont conçus, en tous les cas comment et quelles données locales sont utilisées
  - Réponses apportées par ÉS dans les compléments techniques confidentiels :
    - Compléments apportés sur les mesures géophysiques et les données de puits disponibles, notamment les données locales disponibles et leur utilisation
    - Précisions sur le degré d'incertitude des modèles et sur l'existence d'un modèle conceptuel de réservoir
    - Ajout d'études géomécaniques analytiques simples
    - Précisions sur la mise à jour des modèles
- **Objectif 2 : les méthodes mises en œuvre pour accroitre la connaissance du sous-sol au fur et à mesure de l'avancement des travaux**
  - Demandes de précision de l'INERIS :
    - Prendre en compte l'éventualité de l'occurrence d'une sismicité ressentie et/ou inattendue lors du forage et indiquer les mesures qui seront prise en conséquence
    - Indiquer qu'en cas de sismicité enregistrée en phase de forage, elle sera analysée et comparée aux imageries de puits pour renseigner sur des éventuelles structures chargées.
    - Indiquer comment les puits seront instrumentés en phase de test/développement et entre les tests et indiquer où les capteurs seront placés.
    - Fournir un protocole d'essais et de développement des puits détaillés préalablement à la réalisation de ces opérations (par exemple à la remise du programme des essais).
    - Indiquer, en complément du protocole opérationnel de développement, la démarche suivie pour définir les valeurs seuil, notamment en pression et volume.

- Suivre en continu débit, pression et température en phase de test et développement a minima en tête de puits mais aussi en fond de puits notamment en phase de développement.

- Réponses apportées par ÉS dans les compléments techniques confidentiels :
  - Prise en compte de l'éventualité de l'occurrence de sismicité en forage et comparaison avec des données de puits type imagerie
  - Précision des informations relatives aux opérations de tests et développement de puits (durées, volumes, instrumentation, débit, seuils, protocoles, etc.) qui seront apportées dans le programme de forage et de tests qui sera remis aux autorités en amont de la réalisation des travaux de forage.
  - Confirmation de la procédure de suivi en continu du débit, pression et température en phase de test et développement en tête de puits et en fond de puits en phase de développement.

- **Objectif 3 : la qualité de l'analyse du risque de sismicité induite, de la qualification de l'aléa correspondant et de l'estimation du niveau de risque résiduel en regard des mesures proposées**
  - Demandes de précision de l'INERIS :
    - Définir les éléments/facteurs qui peuvent jouer un rôle important dans l'aléa de sismicité induite, en s'appuyant sur les considérations du point précèdent.
    - Prendre en compte les interactions possibles entre sites/puits voisins.
  - Réponses apportées par ÉS dans l'annexe à l'étude de danger :
    - Ajout d'une section relative à l'aléa sismique du projet selon une grille d'analyse générale (section 6.1 « Evaluation de l'aléa sismique en amont du projet »).
  - Réponses apportées par ÉS dans les compléments techniques confidentiels :
    - Ajout d'une section relative à l'interaction entre sites voisins

- **Objectif 4 : les mesures de maîtrise et de prévention du risque lors des différentes phases du projet**
  - Demandes de précision de l'INERIS :
    - Mesures de maitrise à prendre en compte (par exemple et terme de surveillance sismique, stratégie opérationnelle, etc.) en supposant l'existence d'une connexion hydraulique en profondeur (dans le socle) via le réseau de failles/fractures.
    - Donner des ordres de grandeur de la perméabilité envisagée pour les forages avant toute opération de stimulation.
    - Donner des ordres de grandeur des valeurs limites de perméabilité à partir desquels des opérations de stimulations pourraient être envisagées.
    - Prendre en considération la possibilité d'interaction entre les différents sites exploités dans cette région.
  - Réponses apportées par ÉS dans les compléments techniques confidentiels :
    - Prise en compte de la migration éventuelle de la sismicité en profondeur
    - Précision des informations relatives aux opérations de tests et développement de puits (durées, volumes, instrumentation, débit, seuils, protocoles, etc.) qui seront apportées dans le programme de forage et de tests qui sera remis aux autorités en amont de la réalisation des travaux de forage
    - Ajout d'une section relative à l'interaction entre sites voisins

- **Objectif 5 : les mesures de surveillance envisagées et pertinence du réseau de surveillance (nombre de stations, localisation, caractéristiques du matériel) ;**
  - Demandes de précision de l'INERIS :
    - Réaliser une étude de conception de réseau pour les réseaux permanent et temporaire afin de définir le nombre et la position optimum de capteurs sismiques à installer.
    - L'extension de la zone à surveiller doit être évaluée en fonction des connaissance géologiques. Il faut notamment faire attention à l'éventuelle présence de failles majeures à proximité du site.
    - Préciser que toutes les données du réseau permanent et temporaire seront acquises en continu.
  - Réponses apportées par ÉS dans les compléments techniques confidentiels :
    - Précisions sur la méthodologie de design du réseau sismologique (qui concerne les réseaux permanent et temporaire)
    - Précisions concernant la définition de l'extension de la zone à surveiller en fonction de la géologie, l'évaluation de l'incertitude de localisation, l'estimation de la magnitude de complétude et le calcul de lois reliant le PGV à la magnitude
    - Précisions sur l'acquisition en continu et en temps-réel des réseaux permanents et temporaires

- **Objectif 6 : les mesures réactives prévues pour réduire le risque en cas de dépassement de seuils/critères avec évaluation de la pertinence de ces seuils/critères.**
  - Demandes de précision de l'INERIS :
    - A l'exception de la phase de forage, le TLS doit être en place pendant toutes les autres phases du projet et non seulement en phase de stimulation
    - Les seuils des différents niveau TLS doivent être définis en PGV et sur la base des études des GMPE mentionnées à l'objectif 5
    - En phase de stimulation le TLS sera renforcé avec l'application de « lois prédictives » (e.g. McGarr, 2014 ; Shapiro et al., 2010, 2007 ; van der Elst et al., 2016) et en suivant des attributs sismiques et hydrauliques en temps réels (comme les énergies sismique et hydraulique)
  - Réponses apportées par ÉS dans les compléments techniques confidentiels
    - Mise en œuvre d'un logigramme décisionnel opérationnel (TLS) visant à réduire le risque d'occurrence sismologique pendant toutes les phases d'opération sur le puits à l'exception de la phase de forage à proprement parler
    - Confirmation de la définition des seuls du TLS selon les PGV en fonction des GMPE définis dans l'étude de design
    - Intégration de lois prédictives dans le logigramme décisionnel opérationnel (TLS) en cas d'occurrence de sismicité lors des phases d'injection/stimulation

7.4.2. Suivi des rayonnements ionisants

7.4.2.1. ORIGINE DES RAYONNEMENT IONISANTS

Le fluide géothermal du fossé rhénan contient environ 100 g/l de minéraux dissous dont quelques radionucléides provenant de la désintégration de l'uranium et du thorium naturellement présents dans le granite à grande profondeur. La **radioactivité naturelle du fluide géothermal est inférieure aux seuils d'exemption**.

Toutefois, le **refroidissement du fluide géothermal dans les échangeurs de chaleur** pour la production d'électricité ou de chaleur **conduit à une variation de l'équilibre thermodynamique entrainant ainsi une diminution de la solubilité de certaines phases minérales et par conséquent la formation de dépôts/tartre**. Dans le Fossé rhénan, les précipitations minérales les plus courantes sont les sulfates (barytine, célestite), les sulfures métalliques (principalement de la galène), des composés multi-métalliques (tels que Sb, As et Pb), les oxydes et les carbonates.

Ces dépôts peuvent piéger, dans leurs réseaux cristallins, des radionucléides tels que le ^{226}Ra et le ^{210}Pb qui proviennent de la désintégration de ^{238}U naturel et ^{232}Th naturel naturellement présents dans le granite à grande profondeur. Les radioéléments peuvent générer des rayonnements ionisants de trois types : Alpha, Beta et Gamma. Les principaux radioéléments piégés dans les installations géothermales du fossé rhénan sont ^{210}Pb et sa descendance.

Les deux rayonnements ionisants majoritaires de ces radioéléments sont de type Alpha et Beta, qui peuvent se propager respectivement de quelques centimètres à quelques mètres dans l'air, sans barrières de protection.

7.4.2.2. MESURES POUR LA PROTECTION DES PERSONNES

7.4.2.2.1. Formations

La première mesure mise en place pour la protection des personnes face aux risques sur la santé que représente la radioactivité est la formation du personnel à ce risque par un organisme compétent et agrée dans le domaine. L'équipe d'exploitation comportera une ou plusieurs personnes compétentes en radioprotection et l'ensemble du personnel technique sera formé et sensibilisé à ce risque.

7.4.2.2.2. Equipements de protection individuelle

Du fait de la nature des radioéléments, les rayonnements ionisants présents dans les dépôts sont relativement faibles. En effet, les principaux radioéléments piégés dans les installations géothermales du fossé rhénan sont le ^{210}Pb et sa descendance. Les deux rayonnements ionisants majoritaires de ces radioéléments sont de type Alpha et Beta, qui peuvent se propager respectivement de quelques centimètres à quelques mètres dans l'air, sans barrières de protection. **Le principal risque est finalement le risque de contamination interne par inhalation ou ingestion de radioéléments par voies respiratoires, voies buccales ou par des plaies**.

Lors de possible contact directe avec les dépôts géothermaux (nettoyage échangeur, ouverture de tuyauterie…), des **mesures de rayonnement ambiant seront réalisées par la personne compétente en radioprotection**. Tous les **équipements de protection individuelle indispensables** (gants, masques, combinaison, surchaussure) seront mis à la disposition du personnel intervenant.

Ces équipements sont adaptés à la nature des rayonnements des radioéléments piégés dans les dépôts étant donné que les rayonnements sont arrêtés de la façon suivante :

- Alpha : une feuille de papier, la peau, …
- Beta : Une feuille d'aluminium, du plexiglass, …

7.4.2.2.3. Dosimètre individuel

Le **personnel technique sera doté de dosimètre individuel permettant de déterminer les doses annuelles reçue par chacun d'eux**. Les dosimètres seront de type films-badges, fournis par l'IRSN. Les dosimètres du personnel technique seront analysés trimestriellement et les **résultats seront communiqués à la médecine du travail et à la personne compétente en radioprotection**.

7.4.2.2.4. Niveaux d'exposition et zonage

Les personnes compétentes en radioprotection évalueront tout au long de l'exploitation des sites les niveaux d'exposition des lieux de travail. Selon les niveaux d'exposition mesurés, un zonage pourra être mis en place selon la réglementation en vigueur. Dans ces zones, un travailleur risque de dépasser dans les conditions normales de travail, la limite annuelle réglementaire de 1 mSv/an. C'est pourquoi ces zones doivent être clairement établies, en corrélation avec des procédures spécifiques. Les travaux dans ces zones sont minimisés et contrôlées. Ceci permet de minimiser les doses perçues et donc de placer les employés dans des situations d'exposition inférieures à 1 mSv/an.

Conformément aux articles 51-12 du décret n°2006-649 du 2 juin 2006, une surveillance des niveaux d'émission de radon et des poussières atmosphériques sera effectuée près des lieux publics et des habitations susceptibles d'être les plus exposées notamment sous les vents dominants. La fréquence des analyses sera annuelle au lancement de l'exploitation et pourra être revue par la suite en accord avec la DREAL selon les résultats.

La caractérisation des niveaux d'émission de radon sera réalisée au travers d'une mesure intégrée sur une période longue, selon la norme ISO 11665-4 à l'aide de détecteurs solides de traces nucléaires. L'exposition des personnes et de l'environnement liée à la présence des radioéléments naturels sera évaluée au travers de la caractérisation des poussières atmosphériques émises par les activités géothermiques d'un point de vue radiologique, selon la norme ISO 11665-4, à l'aide d'un dosimètre alpha. L'ensemble de ces mesures sera réalisé par un laboratoire accrédité COFRAC et disposant des agréments délivrés par l'Autorité de sûreté nucléaire pour les mesurages de la radioactivité de l'environnement. Les campagnes de mesures seront réalisées de préférence entre octobre et avril, car c'est en dehors de la période estivale qu'on observe les plus fortes accumulations de radon dans les surfaces couvertes et les bâtiments.

A noter, les campagnes de mesures de 2020 et 2021 près des lieux publics et des habitations des centrales géothermiques de Rittershoffen et celle existante sur GPK2 ont montré que l'exploitation des deux centrales n'avait aucun impact. Les campagnes ont montré que les niveaux d'émission de radon mesurés étaient conformes à la cartographie du potentiel du radon des formations géologiques établie par l'IRSN.

7.4.3. Dispositif de gestion des eaux en cas d'incendie

Dans le cas où un incendie se produirait sur l'un des sites, OPS4 ou GPK2, les équipements de gestion des eaux pluviales de la plateforme d'exploitation devront également être en mesure de stocker les eaux d'extinction d'incendie. Le volume à stocker correspondent aux exigences de la circulaire Interministérielle n°465 du 10 décembre 1951 : **60 m³/h pendant 2 heures, soit un volume total de 120 m³**.

Les volumes de rétention mis en œuvre sur les sites via des canalisations béton enterrées sont les suivants :

- Site OPS4 : 250 m³
- Nouvelle plateforme GPK2 : 190 m³

Les volumes de rétention prévus sont donc largement suffisant au confinement des eaux d'extinction d'incendie.

En exploitation, la vanne située en aval du dispositif de stockage reste fermée ; elle n'est ouverte manuellement que lors des phases de vidange du dispositif, après contrôle de la qualité des eaux stockées (mesure de la conductivité).

Ainsi, en cas d'incendie sur l'un des sites, aucun manœuvre de fermeture de vanne n'est nécessaire.

Les eaux d'extinction d'incendie sont stockées dans les conduites de stockage ; elles seront pompées par un prestataire agréé puis évacuées vers une filière adaptée.

7.4.4. Suivi acoustique

Une étude acoustique complémentaire a été réalisée dans la cadre de l'étude d'impact globale intégrant la phase d'exploitation.

Les résultats, présentés dans la présente étude d'impact, montrent que le projet sera conforme aux exigences réglementaires dans sa phase d'exploitation.

Comme pour les autres projets déjà réalisés, un prestataire sera mandaté au démarrage de l'exploitation pour réaliser de nouvelles mesures acoustiques autour du site et confirmer la conformité réglementaire. En cas de non-conformité avérée, des mesures de réduction du niveau sonore seront prises en intégrant par exemple des capotages acoustiques aux équipements ayant l'impact sonore le plus important.

7.4.5. Système de détection de fuites sur les conduites de transport du fluide géothermal

Le risque de fuite des canalisations est prévenu grâce à un dispositif de détection de fuite en place sur les canalisations aller et retour.

- **Conduite aller :** La conduite aller, de type **double enveloppe**, constitué entre autres d'un espace annulaire sous vide, permettra au-delà de sa fonction d'isolation thermique, de détecter les fuites aussi bien internes qu'externes. Grâce à la présence d'un capteur de pression, placé sur chaque site ; il sera donné de vérifier en continu, la pression du vide, ce qui en cas d'anomalie (dépassement d'un certain seuil de pression), pourra générer une alerte.
- **Conduite retour :** Dans le cas de la conduite retour, c'est cette fois-ci le câble électrique qui représentera l'outil de détection de fuite. Comme pour la conduite aller, un capteur placé au niveau de la centrale, permettra la vérification continue de la résistance électrique du câble, ce qui en cas de diminution de la résistance, déclenchera la manifestation d'un alerte, équivalent à la présence d'eau dans la mousse en polyuréthanne.

En cas de détection de fuite, la procédure sera la suivante :

- Déclenchement automatique d'une **alarme d'astreinte** ;
- **Vérifier l'alarme** (problème capteur, problème étanchéité du vide en surface, faux contact électrique…) ;
- Si l'alarme est confirmée, **inspection du tracé** (point haut, travaux non déclarée, trace de fuite…) ;
- Si la fuite n'est pas localisée visuellement, **arrêt de la production pour test de tenue en pression** :
  - Si la pression est maintenue, fuite venant de la double enveloppe ou de la gaine en PE du tube retour :
    - Remise en production,
    - Recherche de la fuite,
    - Ouverture,
    - Réparation,
    - Vérification étanchéité,
    - Fermeture.
  - Si la pression chute, fuite supposée du tube transportant le fluide géothermal à l'aller ou au retour :
    - Recherche de la fuite,
    - Ouverture,
    - Réparation,
    - Vérification étanchéité,
    - Remise en production.

7.5. APRES CESSATION DE L'EXPLOITATION

A la fin de la période d'exploitation, les installations seront démantelées et les puits présents sur le site de production OPS4 seront cimentés.

Les puits feront l'objet d'une surveillance de la sismicité, de fuites éventuelles ou d'autre impact sur le long terme, conformément aux exigences réglementaires. Ces opérations de surveillance s'effectueront dans l'emprise actuelle des puits d'observation.

Au terme de la période d'observation, le **démontage des têtes de puits et de la dalle** pourra être réalisé.

8. MATERIELS ET METHODES

8.1. PRESENTATION DES METHODES DE PREVISION OU DES ELEMENTS PROBANTS UTILISES POUR IDENTIFIER ET EVALUER LES INCIDENCES NOTABLES SUR L'ENVIRONNEMENT – PHASE TRAVAUX DE FORAGE (OTE INGENIERIE, 2021)

8.1.1. Cadre méthodologique

Diverses méthodes sont utilisées pour établir :

- l'état initial du site et de son environnement et les enjeux qui en découlent pour la réalisation du projet,
- les effets que ce projet engendre sur l'environnement,
- les mesures préconisées pour réduire, compenser voire supprimer ces effets.

La méthodologie appliquée comprend une recherche bibliographique, une analyse des études existantes, un recueil de données effectué auprès des organismes compétents dans les divers domaines, des relevés de terrain à l'aide des méthodes élaborées notamment par les services techniques du ministère des Transports, de l'Equipements, du Tourisme et de la Mer, du ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du territoire et du ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.

L'évaluation des impacts du projet sur l'environnement est réalisée à différents niveaux : temporaire, permanent, direct, indirect.

Grâce à l'expérience acquise sur d'autres projets, aux observations sur l'environnement et à la documentation disponible, il est possible de décrire de façon générale et pour chaque thème lié à l'environnement, les impacts potentiellement générés par projet. Dans l'environnement immédiat du projet et pour chaque thème, les perturbations, les nuisances ou les modifications entraînées par le projet sont appréciées.

8.1.2. Explication des choix des méthodes

8.1.2.1. <u>METHODOLOGIE POUR ETABLIR LE SCENARIO DE REFERENCE – DETERMINATION DE L'ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT</u>

Le recueil des données nécessaires à la caractérisation de l'état initial de l'environnement met en jeu différents moyens :

- Visite ponctuelle sur le terrain,
- Exploitation de photographies aériennes,
- Enquête auprès des administrations régionales, départementales et d'organismes divers afin de compléter les données recueillies préalablement sur l'état du site et ses sensibilités :
  - DREAL,
  - Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC),
  - Conseil Départemental,
  - Communauté de Communes,
  - Ville,
  - METEO France,
  - Concessionnaire d'eau, électricité et gaz,
- Examen de documents graphiques :
  - carte au 1/25 000,
  - carte géologique,
  - carte de trafic,
  - plan cadastral,
- Examen des documents d'urbanisme,
- Analyse des données statistiques générales ou spécifiques (recensement général de la population, …) : INSEE, CCI, etc.
- Consultation de différents sites Internet :
  - Agence de l'Eau,
  - ATMO GRAND EST
  - HYDRO, ADES, APRONA
  - Infoterre,
  - Base de données Mérimée du Ministère de la Culture,
  - Risque : géorisque, BRGM,
  - BASIAS/BASOL,
- Documents mis à disposition par le client.

Le tableau ci-après synthétise les données utilisées pour chaque composante de l'état initial :

Tableau 141 Récapitulatif des sources d'informations utilisées

Composantes	Bases requises	Sources des données / informations extraites
Situation géographique	Contexte géographique	Cartes IGN
Environnement humain	Recensement de la population, information sur la démographie	INSEE
	Identification de la zone d'implantation	Cartes IGN – Plan de masse – Visites réalisées
	Localisation des populations sensibles	Mairies – Cartes IGN
	Listing des activités commerciales et industrielles	Mairie – Visites réalisées – Vue aérienne
Documents d'urbanisme	Existence d'un PLU	Mairies
	Présence de captages AEP	ARS
Contraintes patrimoniales	Existence de sites archéologiques	DRAC – INRAP – SDAP
	Présence de monuments historiques et de patrimoine culturel protégé	Atlas des patrimoines
Biens matériels	Patrimoine architectural	Vue aérienne
	Informations sur les ouvrages souterrains, aériens et subaquatiques présents dans l'aire d'étude : électricité, eau, gaz	Mairies – EDF – Compagnie des eaux – GDF
Sites et paysages	Atlas des paysages	DREAL – Conseil Régional – Conseil Général - Préfecture
	Recherche des sites inscrits et/ou classés	DREAL : module de cartographie interactive Carmen
Continuités écologiques et équilibres biologiques	SRCE	www.trameverteetbleue.fr
Habitats naturels – Faune – Flore	Zones naturelles remarquables	DREAL : module de cartographie interactive Carmen
Géologie	Superpositions des couches géologiques au droit du site	BRGM : cartes géologiques et notice explicative de la feuille géologique correspondante – Info Terre
Hydrogéologie	Vulnérabilité des aquifères et fonctionnement de l'infiltration dans le sol	APRONA – HYDRO
Eaux superficielles	Etat des eaux superficielles	APRONA
Risques naturels	Présence du site dans une zone inondable ou dans une zone à risques naturels	GEORISQUES
	Existence d'un PPRI	
Climat	Rose des vents et fiche climatologique	Météo France
Qualité de l'air	Etat de l'air	ATMO Grand Est
Voies de communication et trafic	Axes desservant le site – Informations sur les infrastructures routières	Cartes IGN – Préfecture – Conseil Général – Conseil Régional
Environnement sonore	Nuisances sonores	Visites réalisés – environnement proche

8.1.2.2. METHODOLOGIE POUR PROPOSER DES MESURES POUR EVITER, REDUIRE OU COMPENSER LES EFFETS NEGATIFS PREVUS DU PROJET

Ces mesures sont élaborées à partir des effets décrits précédemment. Elles consistent à chercher, à l'aide de références, à éviter, réduire et, le cas échéant, à compenser les impacts. Les mesures compensatoires cherchent à remédier les impacts non réductibles (impacts résiduels).

8.1.2.3. ETUDE D'INCIDENCE NATURA 2000

L'étude d'évaluation des incidences est ciblée sur les habitats naturels et espèces d'intérêt communautaire ayant conduit à la désignation des sites Natura 2000 concernés. Ces éléments d'intérêt communautaire sont analysés en fonction de leur état dans les sites Natura 2000, de leur présence et de leur importance relative dans la zone d'étude. L'évaluation des incidences est, de plus, proportionnée à la nature et à l'importance du projet. Ainsi, l'importance des mesures de réduction d'impact proposées sera adaptée aux enjeux de conservation des habitats naturels et des espèces d'intérêt communautaire identifiés sur le site d'étude.

8.1.3. Difficultés rencontrées

Aucune difficulté particulière n'a été rencontrée dans le cadre de la présente étude.

8.2. METHODOLOGIE RELATIVE AU VOLET MILIEU NATUREL DE L'ETUDE D'IMPACT – PHASE EXPLOITATION (OGE, 2023)

8.2.1. Délimitation de la zone d'étude

La zone concernée par cette étude correspond aux emprises du site de production OPS4 et de la nouvelle centrale GPK2, ainsi qu'au linéaire où sera installé la conduite reliant les deux structures.

Cette zone d'étude, d'une surface d'environ 65 hectares, est localisée sur la commune de Soultz-sous-Forêts, dans le département du Bas-Rhin en région Grand-Est. Elle comprend des chemins agricoles, des parcelles cultivées et un petit bois.

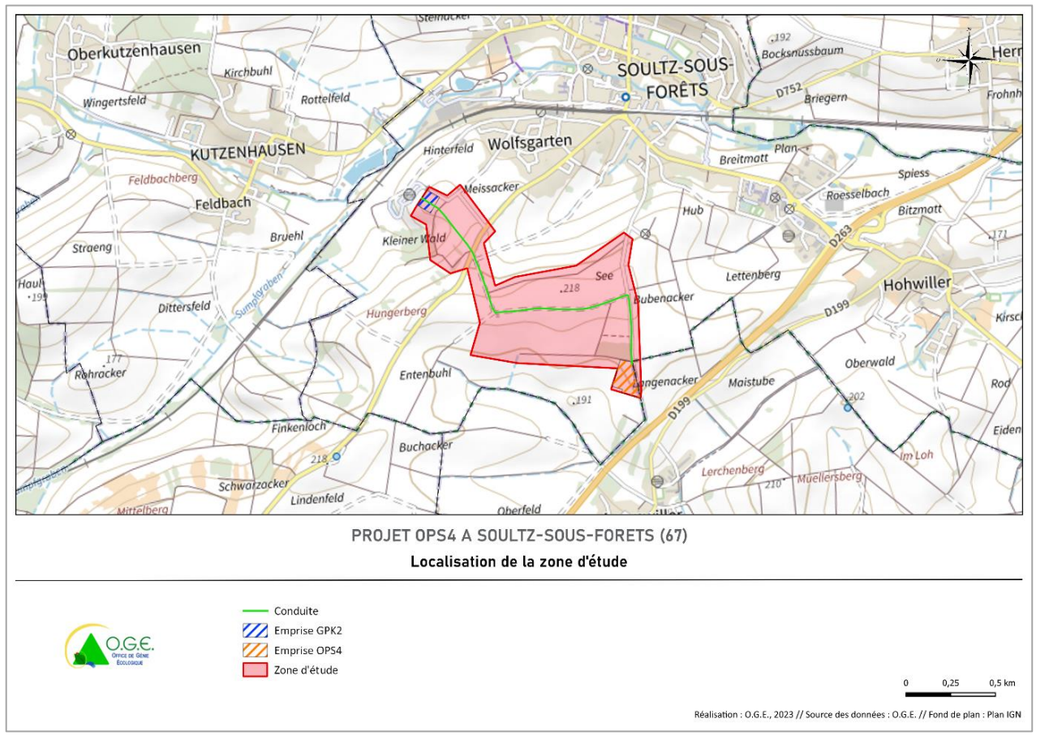


Figure 228 Localisation de la zone d'étude

8.2.2. Méthodologie des inventaires écologiques

8.2.2.1. FLORE ET VEGETATION

8.2.2.1.1. Cartographie des habitats naturels

La description des unités d'habitats se fait sur la base d'inventaires phytoécologiques. Ceci signifie que chaque unité d'habitat homogène est inventoriée précisément, tous les taxons étant notés ainsi que des informations stationnelles. La liste d'espèces, les abondances-dominances par espèce, leur écologie, leur sociologie, ainsi que les données stationnelles permettent d'identifier le groupement de végétation en présence.

Les dates d'inventaire sont définies en fonction des milieux rencontrés (phénologie des habitats). Elles sont les mêmes que pour l'inventaire du patrimoine floristique.

L'échelle de cartographie des habitats sur le terrain est le 1/5 000, cette échelle permettant de cartographier des éléments de 600 m² au minimum.

Des zooms sont effectués dans le cas de la présence d'un habitat à fort intérêt patrimonial.

Chaque habitat fera l'objet d'un commentaire sur sa répartition dans l'aire d'étude, ses exigences écologiques, son intérêt floristique et son statut (local, régional, national, Natura 2000), son état de conservation (typicité floristique), son fonctionnement écologique et sa dynamique. Sur la base de cette analyse, une évaluation de la sensibilité du milieu (identification des menaces endogènes et exogènes) et de sa pérennité est effectuée.

Pour l'analyse des relevés, différents référentiels phytosociologiques sont consultés (Prodrome des végétations de France, CORINE Biotope, Cahiers d'habitats, Eur 25, Baseveg - Julve 2003…), afin d'identifier l'unité phytosociologique concernée. La priorité est donnée aux référentiels phytosociologiques les plus proches existant à savoir le synopsis des groupements végétaux de Franche-Comté (Ferrez Y. & al., 2011) et le « guide des végétations forestières d'Alsace » (Bœuf, 2014).

8.2.2.1.2. Inventaire floristique

La zone de prospection est parcourue intégralement. Un relevé exhaustif est effectué avec plusieurs passages.

Les espèces végétales relevées sont nommées d'après le référentiel floristique TAXREF (MNHN).

Les espèces végétales protégées et/ou remarquables (annexe 2 de la directive Habitats, protection nationale, régionale, liste rouge, espèces déterminantes ZNIEFF) sont localisées précisément (au GPS) au sein de la zone d'étude. Le référentiel utilisé pour évaluer le statut des espèces est le référentiel de la SBA (Société botanique d'Alsace) ainsi que la liste rouge régionale de 2014.

Les espèces remarquables font l'objet d'un commentaire sur leur répartition dans l'aire d'étude (répartition, nombre de pieds, surface), leur habitat biologique, l'état du peuplement observé, son état de conservation, les autres éléments d'intérêt et sa sensibilité vis-à-vis de l'aménagement. Toutes les plantes protégées et remarquables sont géolocalisées et photographiées et sont cartographiées au 1/5 000.

Les espèces végétales invasives sont également systématiquement recherchées et géolocalisées. Le référentiel utilisé pour évaluer le statut des espèces est « La liste catégorisée des espèces exotiques envahissantes de la région Grand Est (DUVAL M. & al., 2020)[37].

8.2.2.2. LA FAUNE

8.2.2.2.1. Inventaire des mammifères terrestres

L'objectif des inventaires est de rechercher les espèces de mammifères terrestres protégées, notamment le Hérisson d'Europe ou l'Ecureuil roux.

Pour cela, plusieurs approches sont adoptées :

- la recherche des indices de présence tels que les fèces, nids (muscardin), les empreintes, les coulées, les terriers, les reliefs de repas et les cadavres d'individus écrasés ou percutés sur les routes et voies du secteur d'étude ;
- l'observation des individus.

8.2.2.2.2. Inventaire des chiroptères

Aucun inventaire spécifique n'est réalisé pour ce groupe étant donné le faible potentiel d'accueil du site d'étude pour les chauves-souris.

8.2.2.2.3. Inventaire des oiseaux

Pour ce groupe, les inventaires se concentrent sur les espèces se reproduisant sur le site. Les relevés ont lieu pendant la **période de reproduction** au moment où les individus sont les plus actifs (période où les mâles chanteurs signalent leur territoire), c'est à dire en mai et en juin. Pour le dénombrement des principaux nicheurs, **deux visites** sont réalisées :

- pour les nicheurs précoces (mésanges, pics…) ;
- pour contacter un maximum d'espèces nicheuses et également les dernières espèces nicheuses précoces. De plus, durant cette période, beaucoup d'espèces nourrissent leurs jeunes. Les allers et retours des adultes, nourriture au bec, et les appels des jeunes permettent de localiser les couples reproducteurs.

Les oiseaux sont également notés lors des autres prospections. Les populations des espèces remarquables sur le secteur (espèces citées en annexe I de la directive "Oiseaux", espèces déterminantes de ZNIEFF et/ ou localisées dans la région...) sont localisées et évaluées.

En complément, des prospections sont réalisées pour localiser et évaluer les populations des espèces remarquables sur le secteur (espèces citées en annexe I de la directive "Oiseaux", espèces déterminantes de ZNIEFF et/ ou localisées dans la région...). L'importance de la population en présence est évaluée en fonction du nombre de mâles ou de couples cantonnés.

[37] DUVAL M., HOG J., & SAINT-VAL M., 2020. Liste catégorisée des espèces exotiques envahissantes de la région Grand Est. Pôle lorrain du futur Conservatoire Botanique National Nord-Est, Conservatoire Botanique d'Alsace et Conservatoire botanique du Bassin Parisien (antenne de Champagne Ardenne). 17 p. + annexe.

8.2.2.2.4. Inventaire des amphibiens

Aucun inventaire spécifique n'a été réalisé pour ce groupe. En effet, on ne trouve aucun milieu favorable à la reproduction des amphibiens sur le site d'étude. Ils peuvent toutefois être observés lors des passages concernant d'autres groupes.

8.2.2.2.5. Inventaire des reptiles

Les prospections ont lieu au moment où les reptiles sont en activité (fin mars à fin septembre généralement). Tous les habitats favorables aux reptiles (pierres, souches, branchages, abris divers) font l'objet d'une visite à la période propice à l'observation des reptiles).

D'une manière générale, les reptiles sont des espèces farouches et difficiles à observer directement. C'est pourquoi nous proposons, en plus de l'observation directe des individus, la **pose de plaques sombres** attractives sur chaque site au sein de milieux favorables, lors du premier passage. Celles-ci sont laissées en place plusieurs mois et relevées lors des autres passages**,** tôt le matin lors de journées froides ou bien en journée lors des journées chaudes.



Couleuvre helvétique sous une plaque sombre

8.2.2.2.6. Inventaire des insectes

L'inventaire de l'entomofaune porte sur les groupes bio-indicateurs suivants : odonates (libellules), lépidoptères diurnes (papillons) et orthoptères (criquets, sauterelles). Les insectes sont recensés à vue ou bien après capture au filet et relâche immédiatement après l'identification et/ou par écoute des stridulations. L'objectif est de trouver les sites occupés par les espèces à haut statut patrimonial avec prioritairement les sites de reproduction et les secteurs généralement situés à proximité où les individus se nourrissent et se reposent. Les coléoptères patrimoniaux (annexe II de la directive Habitats) rencontrés lors des prospections sont également notés. Pour recenser les insectes, trois passages sont réalisés :

- en **mai 2023** pour les espèces précoces de libellules, de papillons, ainsi que les grillons et Tétrix ;
- en **juin 2023,** période optimum pour les observations des insectes ;
- en **août 2023** pour les espèces plus tardives d'odonates, de lépidoptères et pour les orthoptères.

8.2.2.3. LES ZONES HUMIDES

8.2.2.3.1. Aspects réglementaires

Selon le Code de l'environnement (art. L.211-1) « on entend par zone humide, les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

D'après **l'arrêté du 24 juin 2008**, modifié le 1er octobre 2009, puis complété par la circulaire du 18 janvier 2010 (articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'environnement), et confirmé par la loi du 24 juillet 2019 (article 23), une zone peut être considérée comme humide, dès qu'elle présente l'un des critères suivants :

- la végétation, si elle existe, est hygrophile et est caractérisée soit par des espèces végétales indicatrices, soit par des communautés d'espèces végétales (méthode et liste des espèces indicatrices sont détaillées dans l'annexe II de l'Arrêté du 24 juin 2008).
- les sols correspondent à un ou plusieurs types pédologiques parmi ceux mentionnées dans l'annexe I de l'Arrêté du 24 juin 2008. La méthode de terrain utilisée est également définie dans cette annexe.

8.2.2.3.2. Analyse de la végétation

L'analyse de la végétation est effectuée à partir de la cartographie des habitats. La délimitation des zones humides, selon le critère végétation, consiste à déterminer si les habitats présents correspondent à des habitats caractéristiques des zones humides, c'est-à-dire figurant dans l'annexe II de l'arrêté.

8.2.2.3.3. Analyse pédologique

La répartition des sondages pédologiques à réaliser se fait en fonction des limites apparentes « zones humides » découlant de l'analyse de la végétation et de la topographie.

Les sondages pédologiques, effectués à l'aide d'une tarière à une profondeur de 120 cm, permettent de vérifier la présence :

- d'horizons histiques (ou tourbeux) débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 centimètres ;
- ou de traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol ;
- ou de traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de profondeur dans le sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ;
- ou de traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et des traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur.

Selon la profondeur d'apparition de chacun des traits, cités ci-dessus, et la conjugaison de plusieurs d'entre eux, plusieurs types de sols peuvent être définis. La définition du caractère humide ou non des sols échantillonnés se base sur les travaux du Groupe d'Etude des Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA, 1981) (Figure 229), adapté à la réglementation en vigueur.

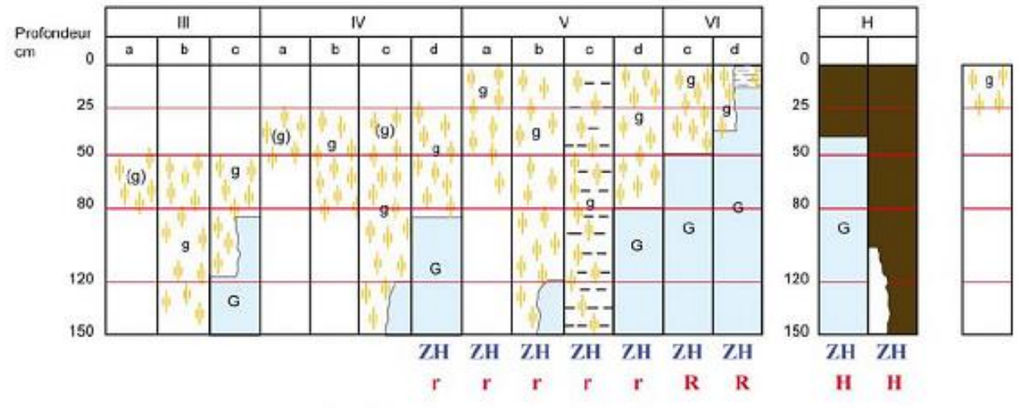


Figure 229 Caractéristiques des sols de zones humides (GEPPA, 1981)

Les différents horizons de chacun des sondages réalisés sont décrits selon leur couleur, leur structure et leur texture. La présence de tâches et d'éventuelles concrétions sont également indiquées. L'ensemble de ces informations est consigné sur une fiche de terrain (RIVIERE & al., 1992).

8.2.2.4. CALENDRIER DES PROSPECTIONS DE TERRAIN

Le tableau suivant présente les différentes prospections qui ont été réalisées au sein de la zone d'étude.

Tableau 142 Calendrier des prospections

Date	Type de prospection	Opérateur
19/04/2023	Inventaire faune (Oiseaux, Reptiles, Mammifères)	B. Legeay
17/05/2023	Inventaire faune (Oiseaux, Reptiles, Mammifères, Insectes)	B. Legeay
31/05/2023	Inventaire floristique / Cartographie des habitats	M. Potonnier
14/06/2023	Inventaire faune (Oiseaux, Reptiles, Mammifères, Insectes)	B. Legeay
01/08/2023	Inventaire floristique / Cartographie des habitats	M. Potonnier
29/08/2023	Inventaire faune (Oiseaux, Reptiles, Mammifères, Insectes)	B. Legeay
14/11/2023	Sondages pédologiques	M. Potonnier C. Tournier

8.2.2.5. HIERARCHISATION DES ENJEUX

A l'issue de l'analyse de l'état initial du site, un bilan de l'intérêt écologique de la zone d'étude est réalisé.

Les **enjeux écologiques** sont définis sur base des statuts de protection, de la rareté des espèces et des menaces pesant sur celles-ci. Dans un premier temps, chaque espèce fait l'objet d'une analyse spécifique. Ensuite, un enjeu global sur base de la qualité des milieux naturels et des espèces les fréquentant est défini. La hiérarchisation est corrélée à plusieurs facteurs :

- statuts des espèces (protégées, inscrites sur l'annexe I de la directive « Oiseaux », inscrites sur les annexes II et IV de la directive « Habitats », niveau de menace (RE, CR, EN, VU, NT, LC) issu des listes rouges, déterminantes des ZNIEFF) (Annexe 7.1) ;
- état de conservation et représentativité des populations ;
- statuts (annexe I de la directive « Habitats » ou déterminants), typicité et état de conservation des habitats. Ces enjeux sont définis selon 5 classes : majeur, fort, moyen, faible, nul à très faible. La zone d'étude a été découpée en secteurs d'une relative homogénéité et une évaluation écologique a été effectuée sur la base de la présence d'habitats ou d'espèces remarquables (protégées, rares, menacées…).

Ces critères sont récapitulés dans le tableau en page suivante.

Tableau 143 Critères utilisés pour hiérarchiser les enjeux faune / flore

Niveau d'enjeu	Mammifères	Oiseaux	Amphibiens et reptiles	Insectes	Habitats
Majeur	Espèce en danger d'extinction au niveau régional Espèces rarissimes ou en danger critique (CR) ou en danger (EN) en France ou sur la liste rouge régionale	Espèce nicheuse rarissime ou en danger critique d'extinction (CR) en France Espèce nicheuse rarissime ou en danger critique d'extinction (CR) au niveau régional	Espèce considérée comme rarissime ou en danger d'extinction (CR) au niveau national Espèce considérée comme rarissime ou en danger critique (CR) ou en danger (EN) au niveau régional.	Espèce considérée comme en danger critique d'extinction (CR) au niveau national Espèce considérée comme en danger critique (CR) au niveau régional.	Présence d'au moins une espèce très menacée (en danger critique d'extinction CR ou en danger EN sur la liste rouge régionale) Présence d'au moins un habitat prioritaire de la directive « Habitats » et considéré comme menacé Présence d'au moins une espèce végétale inscrite sur la liste rouge nationale comme prioritaire
Fort	Espèce mentionnée en annexe II de la Directive « Habitats » ; Espèce considérée comme vulnérable (VU) sur la liste rouge régionale	Espèce nicheuse mentionnée en annexe I de la Directive « Oiseaux » ; Espèce nicheuse considérée comme en danger (EN) sur la liste rouge	Espèce mentionnée en annexe II de la Directive « Habitats » ; Espèce considérée comme vulnérable (VU) sur la liste rouge	Espèce mentionnée en annexe II de la Directive « Habitats » ; Espèce protégée Espèce considérée comme en danger (EN) sur la liste rouge	Présence d'au moins un habitat rare et menacé dans la région Habitat caractéristique de zone humide Présence d'au moins une espèce végétale protégée
Moyen	Espèce commune protégée par l'art.2 de l'arrêté du 23/04/2007 Espèce considérée comme quasiment menacée (NT) sur la liste rouge régionale. Espèce déterminante de ZNIEFF	Espèce nicheuse considérée comme vulnérable (VU) sur la liste rouge Espèce migratrices/hivernantes de l'Annexe I de la Directive « Oiseaux » Espèce nicheuse déterminante de ZNIEFF ou considérée comme quasi menacée (NT)	Espèce protégée par l'article 2 de l'arrêté du 19 novembre 2007 Espèce considérée comme quasiment menacée (NT) sur la liste rouge Espèce déterminante de ZNIEFF	Espèce considérée comme vulnérable (VU) sur la liste rouge Espèce considérée comme quasiment menacée (NT) sur la liste rouge Espèce déterminante de ZNIEFF	Présence d'au moins un habitat naturel peu fréquent et/ou inscrit en annexe I de la directive « Habitats » et considéré comme non menacé dans la région Présence d'au moins une espèce végétale quasi-menacée NT sur liste rouge régionale Présence d'espèces déterminantes ZNIEFF
Faible	Espèce commune à très commune	Espèce nicheuse non menacée Espèce migratrice ou hivernante	Espèce protégée par l'article 3 ou 5 de l'arrêté du 19 novembre 2007 Espèce commune à très commune	Espèce non protégée commune à très communes	Habitat sans rôle fonctionnel particulier

8.2.3. Méthodologie d'évaluation des impacts

Les impacts du projet sur la faune, la flore, les habitats et les corridors recensés consistent en :

- la destruction d'habitats par effet d'emprise ou une altération de l'état écologique de ces derniers ;
- un dérangement de la faune pendant les travaux et en phase d'exploitation ;

Les impacts du projet sont locaux, temporaires et globalement directs. Les enjeux écologiques étant faibles, les impacts le sont également pour la plupart. Les paragraphes suivants présentent les différents types d'impacts potentiels pour l'ensemble des sites concernés en l'absence de mesures.

8.2.3.1. PRINCIPE GENERAL

L'analyse des impacts porte sur le projet dans son ensemble. Pour évaluer les impacts du projet, une analyse détaillée du projet est menée en superposant l'état initial avec le projet : ceci permet de voir si des impacts sont susceptibles d'impacter chacun des sites à enjeux identifiés pour la faune et les corridors, la flore et les habitats.

L'évaluation des impacts est réalisée en considérant par défaut une destruction totale de l'ensemble des habitats présents dans l'emprise du projet. Il est fort probable qu'une partie de l'emprise ne sera pas détruite, c'est pourquoi les impacts ainsi évalués à l'excès sont a priori un maximum.

Lorsqu'un site à enjeu n'est pas concerné par l'aménagement, un impact nul est retenu. Lorsque le site est concerné par l'aménagement, l'évaluation du niveau d'impact est faite pour la faune et pour la flore selon 5 niveaux : majeur, fort, moyen, faible et négligeable.

L'ensemble des impacts est reporté dans un tableau et récapitule pour la flore, les habitats, les zones humides et la faune, les impacts temporaires ou permanents et le niveau retenu pour l'impact. Ce niveau d'impact est évalué avant (impacts bruts) puis après la mise en place des mesures d'évitement et de réduction préconisées pour y remédier (impacts résiduels).

Si l'impact résiduel est supérieur à « négligeable » des mesures de compensation sont proposées.

8.2.3.2. TYPE D'IMPACTS

On distingue deux types d'impacts :

- **les impacts directs** sont les impacts résultant de l'action directe de la mise en place ou du fonctionnement de l'aménagement sur les milieux naturels. Pour identifier les impacts directs, il faut prendre en compte à la fois les emprises de l'aménagement mais aussi l'ensemble des modifications qui lui sont directement liées (zone d'emprunt et de dépôts, pistes d'accès...). ;
- **les impacts indirects** correspondent aux conséquences des impacts directs, conséquences se produisant parfois à distance de l'aménagement (par ex. cas d'une modification des écoulements au niveau d'un aménagement, engendrant une perturbation du régime d'alimentation en eau d'une zone humide située en aval hydraulique d'un projet).

8.2.3.3. EVALUATION DU NIVEAU D'IMPACT

Le niveau d'impact est quantifié et qualifié en 5 niveaux en tenant compte de plusieurs facteurs :

- **le niveau d'enjeu initial du site** : ce niveau d'enjeu est défini par l'état initial et détermine au maximum un impact de même niveau. Par exemple, pour un site à enjeu moyen concerné par le projet, le niveau des impacts sera au maximum moyen, mais pourra être moindre car il faut aussi prendre en compte les facteurs suivants :
  - **la surface de la zone impactée** par rapport à la surface totale du site à enjeu : ainsi pour une prairie à enjeu fort et qui n'est impactée par le projet que sur sa bordure et pour une surface très réduite, le niveau d'impact pourra n'être que moyen ou même faible ;
  - **le contexte local** : par exemple, la destruction de l'unique pied d'une plante à enjeu fort génère un impact fort mais le niveau d'impact peut être réduit si la même plante est très abondante à côté, hors de la zone impactée par le projet. Le niveau d'enjeu et donc d'impact est ainsi relativisé en fonction de la présence ou non de l'espèce impactée à proximité ou non, donc des connaissances sur la répartition locale de l'espèce permise par un état initial sur un large fuseau ;
- **la nature de l'impact** (direct ou indirect) : un site à enjeu très fort ne génère pas automatiquement un impact de même niveau, même quand ce site est affecté par le projet, car le niveau d'impact est fonction de la nature de ce dernier. Par exemple, la présence d'une station de plante à enjeu très fort génère un impact très fort si la plante est dans l'emprise du projet car il s'agit d'un impact direct. Au contraire, pour un site à enjeu très fort du fait de la nidification d'un oiseau, on pourra retenir un impact de niveau inférieur (jusqu'à faible) si l'oiseau peut toujours nicher à proximité et trouve toujours des surfaces favorables à sa nidification, l'impact étant en effet indirect.

L'évaluation de niveau de chaque impact est donc réalisée au cas par cas ; elle demande une analyse détaillée du projet pour voir dans quelle mesure sont affectés : l'intégrité, la viabilité ou la fonctionnalité des éléments les plus remarquables du site, et analyser si le projet est susceptible d'entraîner des modifications ou des changements plus ou moins notables.

8.2.3.4. PRISE EN COMPTE DE LA TEMPORALITE DES IMPACTS

L'analyse des impacts distingue le caractère permanent ou temporaire des impacts.

- Les **impacts temporaires** sont en général liés à la phase travaux ou à la mise en service de l'aménagement. Ils sont limités dans le temps mais leur effet peut être très important.
- Les **impacts permanents** sont des impacts liés à la phase d'exploitation. C'est par exemple la rupture de corridor et l'altération qui en découle.

L'analyse des impacts prend donc en compte la phase chantier mais aussi la phase d'exploitation.

8.2.3.5. PRISE EN COMPTE DE L'ECHELLE DES IMPACTS

La prise en compte de l'échelle de l'impact (impact local, régional ou national) est réalisée dès l'évaluation du niveau d'enjeu des sites en prenant en compte la répartition de l'espèce ou de l'habitat à différentes échelles. L'analyse des impacts permet de distinguer :

- les **impacts nationaux** : ces impacts ont des conséquences perceptibles à l'échelle nationale. Il s'agit alors d'impacts qui touchent des populations ou des habitats peu représentés au niveau national ;
- les **impacts régionaux** : ces impacts ont des conséquences perceptibles à l'échelle de la région. Ils sont susceptibles de concerner un territoire vaste aux caractéristiques physiques et biologiques homogènes (massif forestier, marais…) ou une population donnée ;
- les **impacts locaux** : ces derniers affectent une proportion restreinte du territoire. Ils se limitent à un milieu naturel particulier ou à un territoire communal donné.

8.3. METHODOLOGIE D'APPLICATION DE LA DEMARCHE ERC

8.3.1. Principes généraux

L'application de la séquence ERC « Eviter-Réduire-Compenser » a été renforcée par le décret n° 2016-1110 du 11 août 2016 précisant **l'ordre de mise en œuvre** de ces principes et son caractère obligatoire :

*1 « **éviter** les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine ;*

*2 « **réduire** les effets n'ayant pu être évités ;*

*3 « **compenser**, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits.*

« S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité. »

Le déploiement de la séquence ERC implique donc une démarche itérative d'amélioration du projet, faisant partie intégrante du processus d'évaluation environnementale.

La loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages a réaffirmé (pour les atteintes à la biodiversité) les principes de la séquence ERC et en a renforcé certains (L.163-1 du code de l'environnement) :

- **L'équivalence écologique** avec la nécessité de « compenser dans le respect de leur équivalence écologique »
- L'« **objectif d'absence de perte nette voire de gain de biodiversité** » (voir figure ci-après)
- La **proximité géographique** avec la priorité donnée à la compensation « sur le site endommagé ou, en tout état de cause, à proximité de celui-ci afin de garantir ses fonctionnalités de manière pérenne » ;
- **L'efficacité** avec « **l'obligation de résultats** » pour chaque mesure compensatoire ;
- La **pérennité avec l'effectivité des mesures de compensation « pendant toute la durée des atteintes** ».

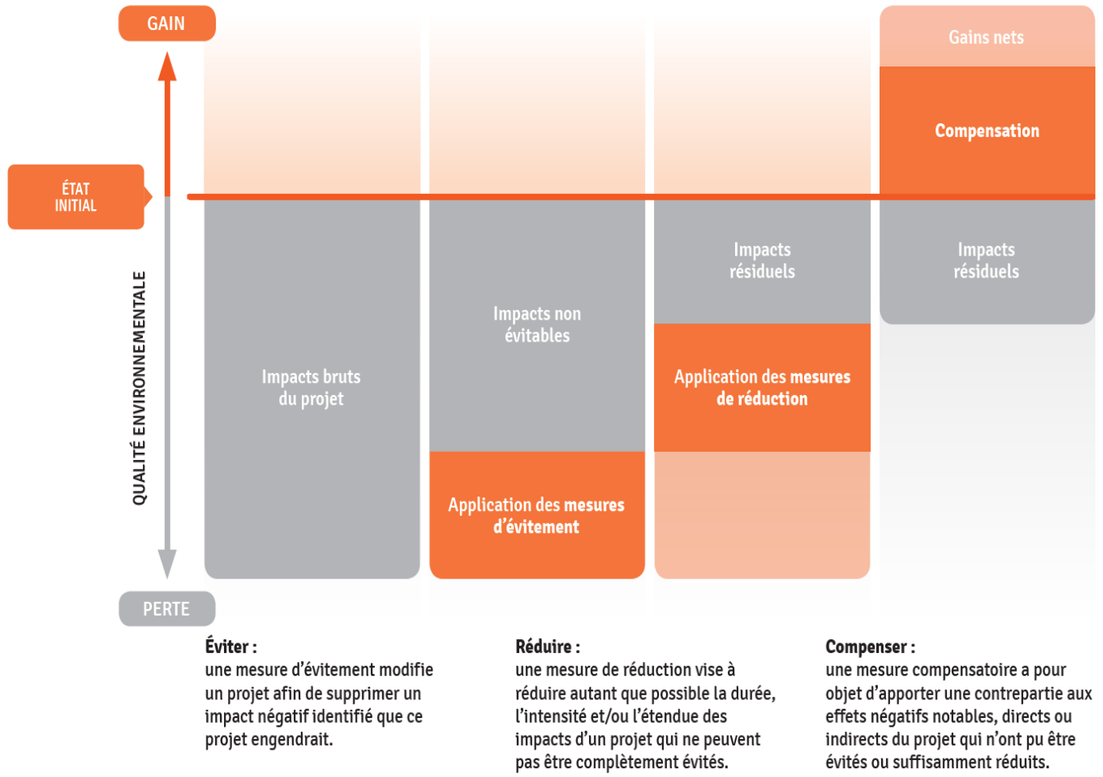
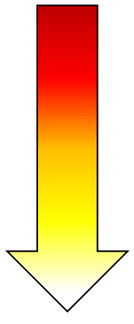


Figure 230 La séquence « Éviter Réduire et Compenser » appliquée à la biodiversité (d'après MTES, La séquence « éviter, réduire et compenser », un dispositif consolidé, 2017a) (source : Biodiv'2050, avril 2019)

8.3.2. Méthodologie de mise en œuvre

Notre méthodologie d'application de la séquence ERC se déploie en 6 étapes :



1) Analyse des **impacts bruts**

2) → Mesures d'évitement (primaires puis secondaires)

3) Analyse des impacts non évitables

4) → Mesures de **réduction**

5) Analyse des impacts résiduels

6) → Mesures de **compensation** (si nécessaire)

8.3.2.1. DIAGNOSTIC DU SITE ET EVALUATION DES ENJEUX

L'établissement d'un état initial de l'environnement exhaustif et précis est un préalable indispensable au déploiement de la séquence ERC. Il s'agit de hiérarchiser les enjeux sur plusieurs niveaux :



Evaluation des enjeux biodiversité

La hiérarchisation des habitats est ensuite comparée aux espèces qui occupent ces habitats.

Lors du croisement effectué, (analyse SIG), chaque polygone défini sur la base d'un habitat biologique se voit alors attribuer la valeur maximale obtenue, que ce soit par la hiérarchisation des habitats biologiques ou des habitats d'espèces.

On obtient la **synthèse des enjeux** qui découle du croisement des enjeux habitats biologiques et espèces.

Enjeux habitats	Enjeux espèces			
	Faible	Moyen	Elevé	Majeur
Nul	1	2	3	4
Faible	1	2	3	4
Moyen	2	2	3	4
Elevé	3	3	3	4
Majeur	4	4	4	4

8.3.2.2. ANALYSE DES IMPACTS BRUTS

L'évaluation des impacts bruts consiste à apprécier les incidences du projet sur la base des enjeux habitats biologiques et espèces.

L'intensité d'un impact est évaluée suivant les critères suivants :

- **Surface impactée** : Cette notion définit la **dimension spatiale** directement impactée par le projet.
- **Durée de l'impact :** Cette notion fait référence à la **dimension temporelle** de l'impact et permet d'évaluer la période pendant laquelle les effets du projet seront ressentis sur l'enjeu et, le cas échéant, le temps de récupération de l'espèce affectée.
  - **Permanent** : l'impact se fait ressentir de façon permanente pendant toute la durée de vie du projet et/ou est irréversible ;
  - **Temporaire** : l'impact se fait ressentir de façon continue ou discontinue pendant la phase de chantier et cesse dès la fin de ce dernier.
- **Portée de l'impact** : Cette notion exprime la **portée des effets** engendrés par le projet et fait référence à l'aire géographique sur laquelle sera ressenti l'impact. Deux niveaux d'étendue ont été distingués :
  - Portée **régionale** : l'étendue est régionale si le projet est ressenti sur un vaste territoire ou à une distance importante du projet ;
  - Portée **locale** : l'étendue est locale si le projet affecte une espèce localisée à l'intérieur ou à proximité directe des emprises.

Le croisement de ces trois critères a permis d'évaluer **l'intensité de l'impact** selon trois classes :

- Niveau 1 : intensité **forte**
- Niveau 2 : intensité **moyenne**
- Niveau 3 : intensité **faible**

L'évaluation du niveau d'impact brut est réalisée par croisement entre **l'intensité de l'impact et le niveau de l'enjeu impacté** :

Tableau 144 Evaluation de l'impact brut selon l'intensité de l'impact et le niveau d'enjeu impacté

		Niveau d'enjeu				
		Majeur	Fort	Moyen	Faible	Négligeable
Intensité de l'impact	Fort	Très fort	Fort	Moyen	Faible	Négligeable
	Moyen	Fort	Moyen	Faible	Négligeable	Négligeable
	Faible	Moyen	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable

8.3.2.3. DEFINITION ET MISE EN ŒUVRE DES MESURES D'EVITEMENT

8.3.2.3.1. Mesures d'évitement « primaires » ou « amont »

L'évitement « primaire » ou « amont » (mesure E1) est la première étape de la séquence ERC. Elle consiste à éviter prioritairement de générer un impact sur une zone à enjeu majeur identifiés lors de la synthèse des enjeux (croisement de la hiérarchisation des enjeux habitats biologiques et espèces).

Elle est définie par le guide THEMA « Guide d'aide à la définition des mesures ERC » (CEREMA, juin 2018) de la manière suivante :

« **Mesure prévue avant détermination de la version du projet tel que présenté dans le dossier de demande** (stade des réflexions amonts, de la définition des zones d'études figurant dans un appel d'offre, études d'opportunité ou études amont, évaluation des différentes variantes, des différentes solutions d'aménagement, d'emprise du chantier et des installations, ouvrages et activités définitives, etc.). »

8.3.2.3.2. Mesures d'évitement « secondaires »

Sur la base du projet redéfini suite à la mise en œuvre des mesures d'évitement primaire, des **mesures d'évitement « secondaires »** vont pouvoir être proposées.

Elle est définie par le CEREMA comme une « mesure prévue dans le projet plan ou programme, telle que présentée dans le dossier de demande, objet de l'instruction (= mesure d'adaptation locale du projet, plan ou programme) ».

Elle peut concerner une adaptation d'ordre **géographique** (mesures E2), **technique** (mesures E3) ou **temporelle** (mesures E4) de la solution retenue, en phase de travaux ou en phase d'exploitation.

8.3.2.4. RECHERCHE DE MESURES DE REDUCTION DES IMPACTS NON EVITABLES

Une analyse des impacts qui n'ont pas pu être évités par les mesures d'évitement sera ensuite effectuée en vue de proposer des mesures de réduction de ces impacts.

Les mesures de réduction sont mises en place au niveau de l'emprise du projet, plan ou programme ou à sa proximité immédiate.

- S'il s'agit de mesures spécifiques à la phase travaux, elles sont mises en œuvre **au plus tard au démarrage de la phase travaux** (à l'exception des éventuelles mesures de repli du chantier).
- S'il s'agit de mesures spécifiques à la phase exploitation, elles sont mises en œuvre **au plus tard à la mise en service ou au démarrage de l'exploitation**.

Comme pour les mesures d'évitement, une mesure de réduction peut concerner une adaptation d'ordre **géographique** (mesures R1), **technique** (mesures R2) ou **temporelle** (mesures R3) du projet, en phase de travaux ou en phase d'exploitation.

8.3.2.5. ANALYSE DU NIVEAU D'IMPACT RESIDUEL NOTABLE APRES APPLICATION DES MESURES PRECEDENTES

Une fois mises en œuvre toutes les mesures d'évitement, puis de réduction des impacts envisageables, une analyse du niveau d'impact résiduel notable est réalisée.

La philosophie de la démarche ERC voudrait qu'idéalement, **après mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction, les impacts résiduels soient faibles ou négligeables**, démontrant la bonne application et l'efficacité de la démarche.

Cet objectif est n'est pas toujours atteignable suivant les natures des projets, et des impacts résiduels de niveau moyen ou plus peuvent persister.

8.3.2.6. DEFINITION ET MISE EN ŒUVRE DES MESURES DE COMPENSATION DES IMPACTS RESIDUELS NOTABLES

Une mesure compensatoire est conçue en réponse à un impact résiduel notable (impact subsistant après application des mesures d'évitement puis de réduction).

Les mesures compensatoires « font appel **à une ou plusieurs actions écologiques** : restauration ou réhabilitation, création de milieux et/ou, dans certains cas, évolution des pratiques de gestion permettant un gain substantiel des fonctionnalités du site de compensation. Ces actions écologiques sont **complétées par des mesures de gestion** afin d'assurer le maintien dans le temps de leurs effets. »

En complément, une mesure de gestion « consiste en une ou plusieurs actions prolongées visant à **maintenir un milieu dans un état favorable** à la biodiversité. »

Ainsi, une mesure peut être qualifiée de compensatoire lorsqu'elle comprend ces trois conditions :

1. **Disposer d'un site** par la propriété ou par contrat,

2. Déployer des **mesures techniques** visant à l'amélioration de la qualité écologique des milieux naturels (restauration ou réhabilitation) ou visant la création de milieux ou modifier les **pratiques de gestion** antérieures,

3. Déployer des **mesures de gestion** pendant une durée adéquate.

Les mesures compensatoires sont de 3 types :

- **Restauration ou réhabilitation** (y compris mesures de gestion) (mesures C1)
- **Création** (y compris mesures de gestion) (mesures C2)
- **Evolution des pratiques de gestion** (mesures C3)

A titre dérogatoire, une mesure visant la **seule préservation d'un habitat, d'un milieu ou d'un écosystème sans mise en œuvre d'une action écologique** peut être considérée comme une mesure de compensation (à titre dérogatoire, pour un milieu fortement menacé, mesure prise en complément d'une ou plusieurs mesures des catégories C1 à C3, si son additivité est démontrée et si elle répond à des besoins de maintien de fonctionnalités écologiques).

Afin d'être considérée comme éligible à la compensation écologique, une mesure de compensation doit respecter les principes suivants :

- **Le principe de faisabilité** : les solutions de génie écologique choisies doivent être solides, fiables et techniquement simples à engager.

  Les mesures de compensation seront contrôlables et mesurables pour suivre leur efficacité, sur toute la durée de leur mise en œuvre (dispositions qui seront reprises par arrêté). Les mesures

compensatoires doivent correspondre à des actions écologiques, c'est-à-dire des évolutions de pratiques de gestion permettant un gain substantiel en fonctionnalités.

- **Le principe de pérennité** : le dossier doit garantir le maintien des actions dans le temps en proposant des mesures durables et adaptables, permettant d'atteindre les objectifs écologiques visés. Le dossier doit traduire une obligation de résultats et non de moyens. La gestion conservatoire est donc à limiter, car elle n'apporte que peu de garanties.

  Les mesures de compensation doivent être couplées à des mesures de gestion et de suivi (cf. *2.8.3.2.4.B Modalités de suivi*, page 66), permettant de maintenir les effets des actions écologiques dans le temps. Une mesure de gestion consiste en une ou plusieurs actions prolongées visant à maintenir un milieu dans un état favorable à la biodiversité.

Une date limite d'exécution des mesures de compensation doit être définie et un **calendrier prévisionnel des travaux compensatoires** doit être annexé à l'étude d'impact, intégrant les dates de début / fin de chantier liées à la mise en place des mesures de compensation. Ce calendrier sera acté dans l'arrêté d'autorisation, mentionnant précisément les modalités techniques de restauration mises en œuvre dans le temps et engageant le maître d'ouvrage. Les mesures de compensation doivent être réalisées avant la réalisation des travaux générant les impacts.

8.3.2.7. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT ET MODALITES DE SUIVI

8.3.2.7.1. Mesures d'accompagnement

Les mesures d'accompagnement ne peuvent venir en substitution d'aucune des autres mesures, mais uniquement venir en plus. Se retrouvent donc dans cette catégorie **toutes les mesures qui ne peuvent se rattacher ni à l'évitement, ni à la réduction, ni à la compensation**.

Si la proposition de mesure d'accompagnement dans le dossier de demande reste facultative, leur transposition en prescription dans l'acte d'autorisation engage le maître d'ouvrage dans leur mise en œuvre.

Les différents types et catégories sont définis selon la clef de classification suivante :

Mise en place d'une seule préservation par maîtrise foncière sans mise en œuvre d'action écologique	*Mesure « préservation foncière » A1*
Mise en place d'une protection réglementaire ou versement du foncier à un réseau de sites locaux ou cession / rétrocession ou ORE en accompagnement d'une mesure C1 à C3 (afin de concourir à la pérennité des mesures de compensation) ou A1	*Mesure « pérennité renforcée des mesures compensatoires » A2*
Mesure de rétablissement de certaines fonctionnalités écologiques	*Mesure « rétablissement » A3*
Financement ou participation au financement d'actions diverses ou de structures diverses	*Mesure « financement » A4*
Mise en place d'actions expérimentales et/ou présentant de fortes incertitudes de résultat	*Mesure « expérimentation » A5*
Action de gouvernance, de sensibilisation, de communication ou de diffusion des connaissances déployée par le maître d'ouvrage (y compris pendant la phase chantier)	*Mesure « gouvernance, sensibilisation, communication » A6*
Aménagements paysagers contribuant à assurer l'intégration de l'ouvrage dans le territoire et la mise en valeur des paysages environnants, en lien avec les objectifs écologiques identifiés	*Mesure « paysage » A7*
Toute action concourant à la mise en œuvre d'une mesure C1 à C3 mais ne comprenant qu'une partie des actions nécessaires	*Mesure « action concourant à la mise en œuvre d'une mesure C1 à C3 » A8*
Autre mesure	*Mesure « autre » A9*

8.3.2.7.2. Modalités de suivi

Le maître d'ouvrage a une obligation de restitution de bilan (R.122-13 II du code de l'environnement) :

« Le suivi de la réalisation des prescriptions, mesures et caractéristiques du projet destinées à éviter, réduire et compenser les effets négatifs notables de celui-ci sur l'environnement et la santé humaine mentionnées au I de l'article L.122-1-1 ainsi que le suivi de leurs effets sur l'environnement **font l'objet d'un ou de plusieurs bilans réalisés sur une période donnée et selon un calendrier que l'autorité compétente détermine afin de vérifier le degré d'efficacité et la pérennité de ces prescriptions, mesures et caractéristiques**. Ce ou ces bilans sont transmis pour information, par l'autorité compétente pour prendre la décision d'autorisation, aux autorités mentionnées au V de l'article L.122-1 qui ont été consultées.

Le dispositif de suivi est proportionné à la nature et aux dimensions du projet, à l'importance de ses incidences prévues sur l'environnement ou la santé humaine ainsi qu'à la sensibilité des milieux concernés. L'autorité compétente peut décider la poursuite du dispositif de suivi au vu du ou des bilans du suivi des incidences du projet sur l'environnement. »

Le suivi qui a pour objet de s'assurer de l'efficacité de l'atteinte des objectifs d'une mesure d'évitement, de réduction ou de compensation **ne constitue pas à lui seul une mesure et ne correspond qu'à une action qui doit être intégrée à part entière dans la mesure correspondante**. Il est une partie intrinsèque et obligatoire de cette dernière. Pris individuellement, il ne doit pas être considéré comme une mesure spécifique : il ne se limite pas à la collecte des données mais intègre l'analyse de ces dernières au regard des objectifs de la mesure.

8.4. PRINCIPES ET METHODOLOGIE APPLIQUES AUX ETUDES ACOUSTIQUES

8.4.1. Etude acoustique OTE ingénierie (juillet 2021)

8.4.1.1. CONDITIONS DE MESURES

Une campagne de mesures a été réalisée pour caractériser les niveaux de bruit RESIDUEL (avant implantation du site), réalisée le 1er juillet 2021, de 16h30 à 0h00.

8.4.1.1.1. **Points de mesures**

Trois points de mesures situés en Zone à Émergence Réglementée et un point de mesures en limite de propriété ont été choisis :

- point 1 : au voisinage le plus proche, à environ 500 m au Sud du site, à Reimerswiller,
- point 2 : au voisinage le plus proche, à environ 900 m au Nord du site, rue de Reimerswiller à Soultz-sous-Forêts,
- point 3 : au voisinage le plus proche, à environ 1 km au Nord-Ouest,
- point A : sur site, en limite de propriété Sud, en direction des tiers les plus proches.



Figure 231 ***Localisation des points de mesures sonores***

8.4.1.1.2. **Conditions météorologiques**

Lors des mesures, les conditions climatiques étaient les suivantes :

Contexte	Période	Ciel	Vent	Pluie	Surface au sol
Résiduel	Jour	Couvert	Moyen Sud	Aucune	Humide
	Nuit	Couvert	Nul	Aucune	Humide

Il convient de traduire ces caractéristiques climatiques par les indices « U » pour le vent et « T » pour la température suivant les conditions décrites ci-dessous (norme NF S 31-010 - Caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement) :

- U1 : vent fort (3 m/s à 5 m/s) contraire au sens source-récepteur ;
- U2 : vent moyen à faible (1 m/s à 3 m/s) contraire ou vent fort, peu contraire ;
- U3 : vent nul ou vent quelconque de travers ;
- U4 : vent moyen à faible (1 à 3 m/s) portant ou vent fort peu portant (= 45°) ;
- U5 : vent fort portant.

- T1 : jour et fort ensoleillement et surface sèche et peu de vent ;
- T2 : mêmes conditions que T1 mais au moins une est non vérifiée ;
- T3 : lever du soleil ou coucher du soleil ou (temps couvert et venteux et surface pas trop humide) ;
- T4 : nuit et (nuageux ou vent) ;
- T5 : nuit et ciel dégagé et vent faible.

L'estimation qualitative de l'influence des conditions météorologiques se fait par l'intermédiaire de la grille ci-dessous :

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		– –	–	–	
T2	– –	–	–	Z	+
T3	–	–	Z	+	+
T4	–	Z	+	+	+ +
T5		+	+	+ +	

– – état météorologique conduisant à une très forte atténuation du niveau sonore ;
– état météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore ;
Z effets météorologiques nuls ou négligeables ;
+ état météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore;
+ + état météorologique conduisant à un renforcement moyen du niveau sonore.

Les conditions rencontrées lors des mesures étaient alors :

Contexte	Période	Couple (Ui ; Tij	Appréciations
Résiduel	Jour	U3 ; T4	+
	Nuit	U3 ; T3	Z

Les conditions météorologiques rencontrées pendant les mesures sont conformes à la norme de mesurage NF S 31-010.

Rappel : Les conditions météorologiques n'influent sur la propagation du son qu'à partir d'une distance source-récepteur de 150 m.

8.4.1.1.3. **Matériel de mesures**

Les mesures ont été réalisées à l'aide de 2 chaînes de mesure 01 dB complètes de classe 1.

Les deux chaînes de mesure sont constituées de :

- sonomètres 01 dB de type Black Solo (n°60542 et n°66578), de classe 1,
- microphones G.R.A.S. ½ pouce type 40 AE de classe 1,

Divers accessoires accompagnent ces chaînes de mesure, à savoir :

- boules en mousse anti-vent pour les mesures d'extérieur,
- câbles d'extension de 30 m pour connecter le microphone à l'unité d'acquisition,
- trépieds,
- calibreurs acoustiques 01dB classe 1 type CAL21.

Une analyse fine par bande de tiers d'octave (de 20 à 20 000 Hz) est effectuée afin de détecter la présence éventuelle de tonalités marquées. Le cas échéant, les spectres caractéristiques des principaux équipements sont tracés.

Les enregistrements ont été effectués en décibels pondérés A (dB(A)), qui reflètent au mieux la perception humaine réelle (l'oreille humaine n'étant pas également sensible aux différentes fréquences).

8.4.1.2. ETUDE DE L'IMPACT SONORE DU SITE FUTUR

Pour calculer l'impact sonore du futur puit de forage dans l'environnement, il est nécessaire de constituer un modèle informatique et de le caler sur les mesures sonores.

Ainsi, la première modélisation créée reconstitue les conditions sonores lors des mesures (avant implantation du site de forage) pour caler le modèle. Une fois le modèle calé, la phase de forage est modélisée.

8.4.1.2.1. **Présentation du logiciel IMMI 2019**

Le logiciel IMMI développé par la société allemande WÖLFEL permet le calcul de propagation sonore en milieu extérieur. Il permet, à partir de sources de type surfacique (façades, toiture, fenêtres, portes), ponctuelle (moteurs, turbines, etc.) ou linéique (routes, voies ferroviaires, conduits, etc.), de calculer l'impact des sources simulées à une distance et une hauteur données.

Les calculs de propagation sonore suivent les prescriptions de la norme ISO 9613 « atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur ». Les sources ponctuelles, linéiques et surfaciques suivent les indications de cette norme.

Le logiciel prend en compte les effets dus à la topographie, aux effets de sol (sol réfléchissant comme des surfaces d'eau, …), à la végétation, aux bâtiments et murs, etc.

8.4.1.2.2. **Modélisation de l'état initial et calage du modelé**

Afin de prévoir l'impact des installations du site futur, il est nécessaire de caler le modèle de l'état initial sur les mesures réalisées.

L'environnement sonore initial est constitué principalement des trafics routiers alentours et des bruits d'animaux en période nocturne. Des sources sont intégrées au modèle dont les valeurs sont reprises des données de trafics et de classements sonores préfectoraux et ajustées afin de recréer l'environnement sonore initial et se caler sur les valeurs mesurées.

Les points de mesure (valeurs arrondies au demi-décibel près conformément à l'arrêté du 23/01/1997) servent pour le calage du modèle sur les mesures.

Pour valider le modèle, un écart maximum de 2 dB(A) entre les mesures et les résultats de calculs est généralement admis (correspondant à la fiabilité du logiciel et aux incertitudes de mesures).

Le tableau suivant étudie ce calage.

	Niveau mesuré		Niveau modélisé		Ecart absolu		Validation
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	
Point 1	47,5	40,5	47,0	41,5	0,5	1,0	OUI
Point 2	39,5	32,0	39,0	32,0	0,5	0,0	OUI
Point 3	43,5	33,0	43,5	33,0	0,0	0,0	OUI
Point A	43,0	42,0	42,0	40,5	1,0	1,5	OUI

Le modèle est donc calé sur les mesures, les installations du site futur peuvent ainsi être intégrées.

À partir du modèle de l'état initial, les installations de forage sont rajoutées sur le site.

8.4.2. Etude acoustique ARTELIA (octobre 2023)

8.4.2.1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de géothermie situé à Soultz-sous-Forêts, les plateformes d'exploitation GPK2 et OPS4 voient leurs sites modifiés avec la mise en place d'un nouveau bâtiment et de nouvelles installations pour la plateforme d'exploitation GPK2 et l'ajout d'une pompe sur la plateforme de forage OPS4.

Dans ce contexte, et en application avec l'arrêté 23 janvier 1997 concernant les Installation Classé pour la Protection de l'Environnement (ICPE), une étude acoustique est réalisée afin de définir les impacts sonores dans l'environnement de ces nouvelles installations et vérifier la conformité réglementaire de ces dernières.

Cette étude comprend :

- Un rappel du bruit résiduel au travers des études réalisées précédemment par OTE Ingénierie ;
- Une estimation du bruit particulier (contribution sonore due aux activités de la nouvelle centrale GPK2 d'une part et de la pompe supplémentaire de la plateforme de OPS4) à travers la modélisation ;
- Une estimation des émergences au niveau des zones d'habitation et/ou des parcelles concernées par des projets de construction de future habitation les plus proche des sites ;
- Une analyse du respect des seuils réglementaires.

8.4.2.2. TERMINOLOGIE

❖ **Bruit ambiant**

Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis dans l'environnement par toutes les sources proches et éloignées.

Note : Bruit ambiant = Bruit résiduel + Bruit particulier

❖ **Bruit particulier**

Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement par des analyses acoustiques (spatiale, temporelle, études de corrélation…) et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête.

Note : Bruit particulier = source en fonctionnement.

❖ **Bruit résiduel**

Composante résiduelle du bruit ambiant, dans une situation spatio-temporelle donnée, quand un ou plusieurs bruits particuliers sont supprimés.

Note : Bruit résiduel = Bruit sans la source

❖ **Emergence globale**

L'émergence est définie réglementairement comme la différence entre les niveaux de pression continus équivalents pondérés A du bruit ambiant (établissement en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'établissement) (Article 2 de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement).

La valeur d'émergence sonore est la valeur représentant l'élévation du niveau sonore (en dB(A)) engendrée par une source sonore bruyante (machine, industrie, infrastructure de transport).

Note : Emergence = Niveau de bruit ambiant – Niveau de bruit résiduel

❖ **Le décibel**

Le décibel est une échelle de mesure logarithmique en acoustique, c'est un terme sans dimension. Il est noté dB. Les niveaux sonores ne s'ajoutent pas arithmétiquement : 80 dB + 80 dB = 83 dB et 80 dB + 90 dB = 90 dB.

Le tableau ci-dessous présente l'augmentation du niveau sonore en fonction du nombre de sources (source : BruitParif).

Tableau 145 Opération sur les décibels

Multiplier l'énergie sonore par	C'est augmenter le niveau sonore de	C'est faire varier l'impression sonore	Observation
2	3 dB	Très légèrement	On fait difficilement la différence
4	6 dB	Nettement	On constate clairement une aggravation
10	10 dB	De manière flagrante	On a l'impression que le bruit est 2 fois plus fort
100	20 dB	Comme si le bruit était 4 fois plus fort	Une variation brutale de 20 dB peut distraire l'attention
100 000	50 dB	Comme si le bruit était 30 fois plus fort	Une variation brutale de 50 dB fait sursauter

❖ **Le décibel A : dB(A)**

La lettre « A » signifie que le décibel est pondéré pour tenir compte de la différence de sensibilité de l'oreille à chaque fréquence. Elle atténue les basses fréquences.

Afin de mieux interpréter la cartographie des contributions, le tableau ci-dessous donne à titre d'exemple des valeurs indicatives concrètes et usuelles de niveaux acoustiques.

Tableau 146 Echelle sensible du dB(A)

Bruits extérieurs	Niveaux sonores dB(A)	Bruits intérieurs	Bruits des véhicules	Conversation / Sensation auditive
	130	Marteau-pilon		Impossible / Seuil de la douleur
	120	Banc d'essais de moteurs	Moteurs d'avion proche	
Rivetage à 10 m	110	Atelier de chaudronnerie	Train passant dans une gare	Obligation de crier pour se faire entendre / Très difficilement supportable
	105	Raboteuse		
Marteau-piqueur à moins de 5 m	100	Scie à ruban	Moto sans silencieux à 2 m	
Rue à trafic intense	95	Atelier de forgeage		Difficile / Pénible à entendre
Circulation intense à 1 m	85	Radio très puissante	Klaxons d'autos	
Circulation importante	75	Usine moyenne	Métro sur pneu	Assez forte / Bruyant mais supportable
	70	Open-space bruyant		
	65	Appartement bruyant		
Rue résidentielle	60	Grands magasin / Conversation normale	Bateau à moteur	Assez forte / Bruits courants
Rue très tranquille	50	Restaurant tranquille / Bureau	Auto silencieuse	
Bruits minimaux le jour dans la rue	45	Appartement normal / Bibliothèque		A voix normale / Assez calme
	30	Appartement dans quartier tranquille		A voix chuchotée / Très calme
Bruissement d'un feuillet	25	Conversation à voix basse		
	20	Studio de radio		
	0	Laboratoire d'acoustique		A voix chuchotée / Seuil d'audition

❖ **Bandes d'octaves et niveau global**

La sensation de l'oreille en fréquence n'est pas linéaire. Plus elle est élevée, plus il faut une grande variation de cette fréquence pour que l'impression de variation reste constante. Des valeurs de fréquences en Hertz sont normalisées pour exprimer cette sensation notée :

L31,5 L63 L125 L250 L500 L1k L2k L4k L8k

Nous parlerons ici d'octave comme les musiciens.

Le niveau global correspond à la somme d'énergie de toutes les bandes d'octave. Le niveau global est noté L.

❖ **Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A**

Valeur du niveau de pression acoustique pondéré A d'un son continu stable qui, au cours d'une période spécifiée T, à la même pression acoustique quadratique moyenne qu'un son considéré dont le niveau varie en fonction du temps. Cet estimateur est communément utilisé pour représenter la gêne due au bruit, et définir des valeurs limites d'exposition. Ainsi, il caractérise la « dose » de bruit reçue pendant une durée donnée T. Il est défini par la formule :

$$L_{Aeq,T} = 10 \times \log\left[\frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2}\frac{P_A^2(t)}{P_0^2}dt\right]$$

Avec :

LAeq,T est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, en décibels, déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t1 et se termine à t2. Dans les mesures ici présenté, T = 10 minutes ;

Po est la pression acoustique de référence (20 µPa) ;

PA (t) est la pression acoustique instantanée pondérée A du signal.

Le niveau équivalent est utilisé pour traduire l'intensité moyenne du bruit sur un temps donné comprenant des phases de bruits entrecoupées de phase de silence.

❖ **Niveaux acoustiques fractiles**

Le niveau fractile est exprimé en dB(A), il est symbolisé par le paramètre $L_{AN,T}$, où N est compris entre 0 et 100 (par exemple: $LA_{10,T}$, ..., $LA_{90,T}$, LA_{95},T, ...). Il exprime le niveau sonore dépassé pendant le pourcentage de temps N (10%, ..., 90%, 95%, ...) par rapport à la durée totale de la mesure. Les valeurs LA1 et LA5 caractérisent généralement les niveaux de pointes tandis que les valeurs L90 et L95 caractérisent les niveaux de bruit de fond. A indique qu'il s'agit de bruit pondéré A et T donne la durée d'intégration.

❖ **Tonalité marquée**

La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux indiqués dans le tableau ci-après pour la bande considérée :

Tableau 147 Estimation de la tonalité marquée

Cette analyse se fera à partir d'une acquisition minimale de 10 s		
50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

Les bandes sont définies par fréquence centrale de tiers d'octave.

8.4.2.3. REGLEMENTATION

Le respect de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement des installations classées pour la protection de l'environnement constitue une obligation règlementaire.

Ce texte fixe pour les installations classées des niveaux sonores limites admissibles par le voisinage et un niveau maximal d'émergence du bruit des installations par rapport au bruit ambiant :

Les émissions sonores d'une installation classée ne doivent pas engendrer dans les zones à émergence réglementée, une émergence supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau suivant :

Tableau 148 Émergence admissible

Niveau de bruit ambiant	Émergence admissible (de 7h à 22h)	Émergence admissible (de 22h à 7h, les dimanches et jours fériés)
Entre 35 et 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
> 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Dans cet arrêté, les zones à émergences réglementées sont :

- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existants à la date de l'arrêté d'autorisation de l'installation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cours, jardins, terrasses) ;
- Les zones constructibles définies par les documents d'urbanismes opposables aux tiers et publiés à la date de l'autorisation ;
- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de l'autorisation dans les zones constructibles définies ci-dessus et leurs parties annexes comme ci-dessus, à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles.

Dans le cas d'un établissement existant au 1er juillet 1997 et faisant l'objet d'une modification autorisée, la date à prendre en considération pour la détermination des zones à émergences réglementées est celle de l'arrêté autorisant la première modification intervenant après le 1er juillet 1997.

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limites de propriété de l'établissement, déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence admissibles. Les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

8.4.2.4. HYPOTHESES DE MODELISATION DE LA CONTRIBUTION DU PROJET SUR LES SITES GPK2 ET OPS4

La modélisation des niveaux sonores a été menée avec le logiciel de prévision acoustique de référence CadnaA développé par la société allemande DATAKUSTIK. CadnaA implémente la plupart des modules de calcul normalisés dans différents pays européens, dont la norme de calcul ISO 9613-2 (Acoustique – Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre – Méthode générale de calcul) dédiée au milieu industriel et mise en œuvre dans la présente étude.

Le modèle numérique est constitué de plusieurs données d'entrée :

- La topographie du site,
- Les éléments construits significatifs pouvant modifier la propagation du son (bâtiments notamment mais également les remblais et déblais, les éventuels écrans acoustiques, …),
- Les conditions météorologiques du site, impliquées dans la propagation du bruit,
- La nature du sol,
- Les sources sonores modélisées sous formes de sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques.

L'objectif des simulations est d'obtenir la contribution sonore des installations supplémentaire du site de forage dit OPS4 d'une part et de la nouvelle centrale dite GPK2 d'autre part. Ces calculs ont été menés pour la période jour (7h-22h) et la période nuit (22h-7h).

L'ensemble des choix de paramétrage de la modélisation est présenté ci-dessous. Il va dans le sens de la sécurité en surestimant légèrement les niveaux acoustiques.

8.4.2.4.1. **Prise en compte du contexte**

A. Topographie

La topographie a été prise en compte sous forme de courbes de niveau, en utilisant les données BD ALTI® de l'IGN et en prenant un pas de 25 m.

B. Absorption du sol

Le modèle tient compte de l'atténuation due à l'effet du sol. Celle-ci est principalement le résultat de l'interférence entre le son réfléchi par la surface du sol et le son qui se propage directement de la source au récepteur. Pour les besoins opérationnels du calcul, l'absorption acoustique d'un sol est représentée par un coefficient G adimensionnel, compris entre 0 (réfléchissant) et 1 (absorbant)

Dans le modèle, l'absorption du sol a été prise constante et égale à 0,9.

C. Météorologie

La météorologie est prise en compte conformément aux dispositions de la norme 9613-2. Afin d'avoir une approche sécuritaire, la modélisation est réalisée sans prise en compte de la rose des vents. Tous les récepteurs sont considérés comme étant sous le vent des sources sonores.

L'atténuation atmosphérique est paramétrée par le biais de la température moyenne du site et de l'humidité relative, respectivement fixées à 12°C et 75 %.

D. Bâtiments

Les bâtiments ont été modélisés en 3D, à partir de la BDTOPO® de l'IGN datant de mars 2022.

9. AUTEURS DE L'ETUDE ET BIBLIOGRAPHIE

9.1. AUTEURS DE L'ETUDE

Le présent dossier d'étude d'impact a été élaboré sous la supervision du bureau d'études ARTELIA.

Conformément aux demandes des services instructeurs, ce dossier intègre l'étude d'impact de la DAOTM établie précédemment par OTE Ingénierie en juillet 2021.

Tableau 149 Auteurs de l'étude

Nom	Société	Qualité	Qualifications	Contribution
PAILLET Aurélie	ARTELIA	Responsable d'activité réglementation environnementale	Master Eau Environnement Master Procédés pour la qualité de l'environnement Mastère spécialisé Eau potable et assainissement	Supervision, relecture et rédaction du dossier
WAGNER Megane	ARTELIA	Chargée d'études urbanisme et procédures réglementaires	Master en Aménagement, Urbanisme et Développement des Territoires	Rédaction du dossier
Etudes relatives à la phase exploitation				
LAURY Claude	OGE	Directrice territoriale	DESS Pollutions Chimiques et Environnement	Volet milieu naturel (supervision)
POTONNIER Méline	OGE	Chargée d'études flore et habitats	Master Biodiversité, Ecologie, Environnement - Gestion des Habitats et des Bassins Versants	Volet milieu naturel (flore, habitats, zones humides)
LEGEAY Baptistin	OGE	Chargé d'étude faune	Master Biodiversité, Ecologie, Environnement, parcours Expertise Naturaliste et Gestion de la Biodiversité, Écologie, évolution, systématique et biologie des populations	Volet milieu naturel (faune)
REY Emmanuelle	ARTELIA	Ingénieure modélisation dispersion atmosphérique et acoustique	Diplôme d'ingénieur Génie Civil et Urbanisme	Etude acoustique phase exploitation (supervision)
CORBIN Gwenaëlle	ARTELIA	Ingénieure modélisation acoustique et dispersion atmosphérique	Master des Sciences de l'Océan, de l'atmosphère et du Climat	Etude acoustique phase exploitation (production)
Auteurs de l'étude d'impact de la DAOTM (OTE ingénierie) intégrée au présent dossier				
BUTELLE Martin	OTE ingénierie	-	-	Etude d'impact DAOTM (rédaction)
GRAFF Lionel	OTE ingénierie	-	-	Etude d'impact DAOTM (approbation)

9.2. BIBLIOGRAPHIE

9.2.1. Documents utilisés

Les documents utilisés dans le cadre de l'élaboration du présent dossier d'étude d'impact sont listés dans le tableau suivant.

Tableau 150 Liste des documents utilisés

Date	Auteur	Titre
11/1997	Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie	Abandon et fermeture des forages – Note technique n°1
2011	Conseil général du Bas-Rhin	Le Bassin versant de la Sauer
11/2013	OTE Ingénierie	Etude d'impact au titre du Livre I, Titre Ier, Chapitre II du code de l'environnement
01/2015	C. CRABEIL	Fiches techniques séparateur d'hydrocarbures SHDOC_1K V6
03/2015	ADEME Champagne-Ardenne	La géothermie assistée par pompe à chaleur – la géothermie en Alsace
06/2015	Commission Locale de l'Eau	SAGE Ill-Nappe-Rhin Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD) - Règlement
06/2017	Région Grand Est	SRDEII Région Grand Est
11/2017	OTE Ingénierie	Demande de concession pour l'exploitation d'un gîte géothermique à haute température dans le périmètre du permis exclusif de recherches de « Hatten-Rittershoffen » / « Concession Rittershoffen » - Etude d'impact et étude de l'incidence sur la ressource en eau
2018	Préfet du Bas-Rhin	Dossier départemental des risques majeurs du Bas-Rhin
03/2019	ATIP	Modification n°3 des Orientations d'Aménagement et de Programmation de la commune de Soultz-sous-Forêts
07/2019	Préfecture du Bas-Rhin	Fiche communale d'information risques et sols – aléas naturels, miniers ou technologiques, sismicité et pollution des sols
11/2019	Région Grand Est	SRADDET Grand Est
02/2020	Préfet de la Région Grand Est / Agence de l'eau Rhin-Meuse /	La gestion des pluviales en région Grand-Est – Note de doctrine dossier loi sur l'eau – IOTA
	CEREMA Dter Est / DREAL Grand Est / DDT / SAGE Ill Nappe-Rhin	Rubrique 2.1.5.0. au titre de l'article R214-1 du code de l'environnement
04/2020	Conseil départemental du Bas-Rhin	Carte des comptages du trafic routier poids lourds, jours ouvrés en 2019 sur le réseau départemental du Bas-Rhin
04/2020	Conseil départemental du Bas-Rhin	Carte des comptages du trafic routier tous véhicules, tous jours confondus en 2019 sur le réseau départemental du Bas-Rhin
12/2020	Atelier inSitu	Modification n°4 du Plan Local d'Urbanisme de la commune de Soultz-sous-Forêts - Règlement écrit modifié
06/2021	ES Géothermie	Plan d'implantation site Soultz-sous-Forêts (OPS4) puits GPS-1 et GPS-1
07/2021	OTE Ingénierie	Etude d'impact et étude d'incidence sur l'eau – Plateforme géothermique de Soultz-sous-Forêts
07/2021	M. BUTELLE – OTE Ingénierie	Étude d'impact et étude d'incidence sur l'eau
03/2022	Comité de bassin Rhin-Meuse	SDAGE Rhin Meuse 2022/2027
05/2022	GEIE EMC	DAOTM Soultz-sous-Forêts – Résumé non technique
05/2022	Ministère chargé de l'écologie	Cerfa n°14435*04 – Récépissé de DT : Orange L1 – Service DICT
05/2022	Ministère chargé de l'écologie	Cerfa n°14435*04 – Récépissé de DT : Réseaux de l'exploitant GRDF Grand Est
05/2022	Strasbourg électricité réseaux	Plan d'ensemble du réseau électrique présent en proximité directe ou non de l'emprise de projet
06/2022	ES Géothermie	EXTRAIT – Etude d'avant-projet sommaire du tracé de canalisation entre OPS4 et GPK2
01/2023	Ministère chargé de l'écologie	Cerfa n°14435*04 – Récépissé de DT : Réseaux de l'exploitant GRT Gaz
01/2023	Ministère chargé de l'écologie	Cerfa n°14435*04 – Récépissé de DT : Orange L1
01/2023	ARTELIA	Étude d'impact et étude d'incidence sur l'eau – Complément loi sur l'eau rubrique 2.1.5.0.
02/2023	ES Géothermie	Plan d'implantation site OPS4 en exploitation
03/2023	ES Géothermie	EXTRAIT – Rapport de synthèse de l'étude APS de la centrale géothermique du projet OPS4

Date	Auteur	Titre
05/2023	Mission Régionale d'Autorité Environnementale Grand Est	Avis délibéré sur le projet d'ouverture de travaux miniers et d'exploitation d'une ressource géothermique à Soultz (67)
05/2023	INERIS / BRGM	Rapport d'appui/guide - Guide de bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite par les opérations de géothermie profonde
07/2023	ES Géothermie	Description ces installations projetées pour le projet OPS4
07/2023	ES Géothermie	Effets et impacts des installations projetées pour le projet OPS4
08/2023	ES Géothermie	Justifications environnementales

9.2.2. Sources web

9.2.2.1. ORGANISMES CONSULTES

ADEME : https://www.ademe.fr/les-defis-de-la-transition/energies/

APRONA : https://carto.aprona.net/aprona/piezometre/6/

ATMO Grand Est : http://atmo-grandest.eu

BDLISA Eau France : https://bdlisa.eaufrance.fr/

CDI Eau Rhin-Meuse : https://cdi.eau-rhin-meuse.fr/GEIDEFile/document_conseil-general-bas-rhin-bv-sauer.pdf?Archive=217772403595&File=document%5Fconseil%5Fgeneral%5Fbas%5Frhin%5Fbv%5Fsauer%5Fpdf

Consultations publiques : Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires | Ministère de la transition énergétique | Secrétariat d'Etat chargé de la Mer : https://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/demande-de-prolongation-du-permis-exclusif-de-a2840.html

Eau Rhin-Meuse : https://www.eau-rhin-meuse.fr/

GEO Rhin-Meuse : https://geo.eau-rhin-meuse.fr/

Géoportail : https://www.geoportail.gouv.fr/

Géoportail de l'urbanisme : https://www.geoportail-urbanisme.gouv.fr/

Géorisques : https://www.georisques.gouv.fr/

Groupe ES : https://groupe.es.fr/

HYDRO Eau France : http://hydro.eaufrance.fr/

Inforoute Alsace : https://inforoute.alsace.eu/

InfoTerre : https://infoterre.brgm.fr/

INSEE : http://www.insee.fr

Légifrance : https://www.legifrance.gouv.fr/

Les services de l'Etat en Région : http://prefectures-regions.gouv.fr

Météo France : https://meteofrance.com/climathd

Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires | Ministère de la transition énergétique : http://ecologie.gouv.fr

SAGE | Gest'eau : https://www.gesteau.fr/sage

Service Eau France : http://services.eaufrance.fr

SIERM : http://82.210.32.208/accueil?lang=fr

SIGESCEN : https://sigescen.brgm.fr/Methodes-de-forage.html

Site de la Communauté de Communes de l'Outre Forêt : https://www.cc-outreforet.fr/

Site de la Région Grand Est : http://grandest.fr

Site de Soultz-sous-Forêts : https://www.soultzsousforets.fr/

Société : https://www.societe.com/

Vie Publique : http://vie-publique.fr/

9.2.2.2. DONNEES CARTOGRAPHIQUES

Cadastre data gouv : https://cadastre.data.gouv.fr/

Data Grand Est : https://www.datagrandest.fr/

GEO Rhin-Meuse : https://geo.eau-rhin-meuse.fr/portal/apps/sites/#/georm/search?collection=Dataset

IGN Géoservices : https://geoservices.ign.fr/

Plugin DATA Grand Est sur QGIS

SANDRE Eau France : https://www.sandre.eaufrance.fr/

9.2.2.3. AUTRES SOURCES WEB

A. Pratiwi, G. Ravier, A. Genter, Life-cycle climate-change impact assessment of enhanced geothermal system plants in the Upper Rhine Valley, Geothermics, Volume 75, 2018, Pages 26-39, ISSN 0375-6505, https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2018.03.012

https://base-empreinte.ademe.fr/

ADEME, X. Logel, J. Lhotellier, B. De Caevel, C. Alexandre, S. Cousin, E. Vial, AL. Dubilly, M. Buitrago, M. Durand, E. Machefaux, J. Mousset. Janvier 2022. Analyse du Cycle de Vie du bois énergie collectif et industriel – Synthèse. 48 pages

Demande d'Autorisation Environnementale pour la construction et l'exploitation une unité de méthanisation à Wissembourg

Calcul sur la base des données de la chaufferie de la ville de Haguenau, https://www.bioenergie-promotion.fr/wp-content/uploads/2022/01/fr-fiche-2004-2-5-mw-weiss-haguenau-67.pdf

Estimation faîte sur la base d'une densité de bois de 0,7 et d'une productivité forestière 7 m3/ha/an, extraite du rapport Les chiffres clés de la forêt privée française, édition 2021, publié par le Centre national de la propriété forestière et Fransylva

DNA du 1er novembre 2012 : https://www.dna.fr/edition-de-wissembourg/2012/11/01/le-projet-eolien-enterre

https://www.geoenvi.eu/

Douziech, M.; Tosti, L.; Ferrara, N.; Parisi, M.L.; Pérez-López, P.; Ravier, G. Applying Harmonised Geothermal Life Cycle Assessment Guidelines to the Rittershoffen Geothermal Heat Plant. Energies 2021, 14, 3820. https://doi.org/10.3390/en14133820

9.2.3. Bibliographie relative au volet biodiversité de l'étude d'impact (OGE, 2023)

ACEMAV coll., DUGUET R. & MELKI F. éd, 2003. *Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg*. Collection Parthénope, éditions Biotope, 480 p.

ANONYME, 1999.- *Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne - EUR15*. Commission européenne, DG Environnement, Protection de la nature, zones côtières et tourisme. 132 p.

BELLMANN H. & LUQUET G., 1995. *Guide des Sauterelles, Grillons et Criquets d'Europe*. Delachaux et Niestlé, 383 p.

CHINERY M., 1998. *Insectes d'Europe*. Arthaud, 320 p.

CHOPARD L., 1951. *Faune de France* : *Orthoptéroïdes*. Ed. Lechevallier, Paris, 531 p.

CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS & OFFICE NATIONAL DES FORETS (coord.), 2004. *Référentiel des habitats reconnus d'intérêt communautaire de la bande rhénane : Description, états de conservation & mesures de gestion*. Programme LIFE Nature de conservation et restauration des habitats de la bande rhénane. 158 p.

CORAY A. & THORENS Ph., 2001. *Orthoptères de Suisse : clé de détermination*. Centre suisse de cartographie de la faune. Fauna helvetica 5, 229 p.

DEFAUT B., 2001. *La détermination des Orthoptères de France* – deuxième édition. Ed. BD, Aynat, 09400. 85 p.

DEFAUT B., SARDET E. & BRAUD Y. (coordinateurs au titre de l'ASCETE), 2009 – *Catalogue permanent de l'entomofaune française, fascicule 7, Orthoptera : Ensifera et Caelifera*. U.E.F. éditeur, Dijon, 94 p.

DUVAL M., HOG J., & SAINT-VAL M., 2020. Liste catégorisée des espèces exotiques envahissantes de la région Grand Est. Pôle lorrain du futur Conservatoire Botanique National Nord-Est, Conservatoire Botanique d'Alsace et Conservatoire botanique du Bassin Parisien (antenne de Champagne Ardenne). 17 p. + annexe.

FERREZ Y. et al., 2011. *Synopsis des groupements végétaux de Franche-Comté*. Société Botanique de Franche-Comté, Conservatoire Botanique National de Franche-Comté, Les Nouvelles Archives de Flore jurassienne et du Nord-Est de la Franche, n°spécial, 1, 281 p.

FERREZ Y., 2006. Définition d'une stratégie de lutte contre les espèces invasives de Franche-Comté - Proposition d'une liste hiérarchisée. Conservatoire Botanique de Franche-Comté, DIREN Franche-Comté, Union Européenne, 71 p + annexes.

KONRAD L. et GERHART W., 2001. *Flora Helvetica – Flore illustrée de Suisse*. 2ème édition. Haupt, 1616 p. + clé de détermination.

LAFRANCHIS T., 2000. *Les Papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles*. Parthénope Collection, 448 p.

LAFRANCHIS T., 2007. *Les Papillons d'Europe.* DIATHEO, 379 p.

LANGHE (de) J.-E., DELVOSALLE L., DUVIGNEAUD J., LAMBIBON J., VANDEN BERGHEN C., 1983. *Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines*. Edit. du Patrimoine du jardin botanique national de Belgique.

MARCHESI P., BLANT M. & CAPT S.,éds., 2008. *Mammifères de Suisse – Clés de détermination*. Fauna – helvetica 21, CSF & SSBF Neuchâtel, 289 p.

MULLARNEY K., SVENSSON L., ZETTERSTROM D., J. GRANT P., 2004. *Le Guide ornitho*. Delachaux et Niestlé éd, Paris, 400 p.

MULLER S. (coord.), 2004. *Plantes invasives en France*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 168 p.

OLIVIER L., GALLAND J.-P., MAURIN H. (Coord.), 1995. *Livre rouge de la flore menacée de France, Tome 1 : espèces prioritaires*. MNHN, CBN Porquerolles, Ministère de l'Environnement, 486 p.

RAMEAU J.-C., MANSION D., DUMÉ G.,1989. *Flore forestière française. T1 plaines et collines*. IDF.

TOLMAN T. & LEWINGTON R., 1999. *Guide des Papillons d'Europe et d'Afrique du Nord*. Ed. Delachaux & Niestlé, 320 p.

ZNIEFF, ZPS et ZSC :

B. Toury et F. Schaller, Office de Génie Écologique - O.G.E., .- 420007113, Vallée du Seltzbach et massif du Niederwald. - INPN, SPN-MNHN Paris, 14 p.

MNHN. INPN - FSD Natura 2000 - FR4201798 - Massif forestier de Haguenau - Description. 2005, https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR4201798.

MNHN. INPN - FSD Natura 2000 - FR4211790 - Forêt de Haguenau - Description. 2005, https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR4211790.

VOLET 4 EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DE LA REVISION ALLEGEE DU PLU DE SOULTZ-SOUS-FORETS

1. INTRODUCTION

La Communauté de communes de l'Outre-Forêt a prescrit le 14 décembre 2022 la révision allégée n°1 du PLU de Soultz-sous-Forêts pour permettre l'implantation des installations nécessaires au projet d'exploitation géothermique, dans un secteur actuellement classé en zone AA dans le PLU.

La procédure de révision allégée portée par la Communauté de communes est menée parallèlement au projet porté par le GEIE « EMC ».

La Communauté de communes de l'Outre-Forêt a décidé de sécuriser la procédure de révision allégée via la réalisation d'une évaluation environnementale.

L'évaluation environnementale du document de planification est intégrée à l'étude d'impact du projet de géothermie en vue d'engager une procédure d'évaluation environnementale commune au titre de l'article R.122-27 du code de l'environnement.

Le présent rapport d'évaluation environnementale est rédigé selon l'architecture des évaluations environnementales de plans et programmes décrite à l'article R.151-3 du code de l'urbanisme.

Conformément à l'alinéa I du même article, l'évaluation environnementale est proportionnée à l'importance du plan, schéma, programme et autre document de planification, aux effets de sa mise en œuvre ainsi qu'aux enjeux environnementaux de la zone considérée.

Le présent volet vient compléter le dossier d'étude d'impact globale du projet de géothermie dit « OPS4 ».

2. RESUME NON TECHNIQUE

2.1. PRESENTATION DU PROJET DE REVISION DU PLAN LOCAL D'URBANISME DE SOULTZ-SOUS-FORETS

2.1.1. Présentation du Plan Local d'Urbanisme de Soultz-sous-Forêts

Le Plan Local d'Urbanisme de la commune de Soultz-sous-Forêts, modification n°4, approuvé le 1 décembre 2020, comprend 4 types de zones :

- Zone U : zones urbanisées
- Zones AU : zones à urbaniser
- Zones N : zones naturelles
- Zones A : zones agricoles

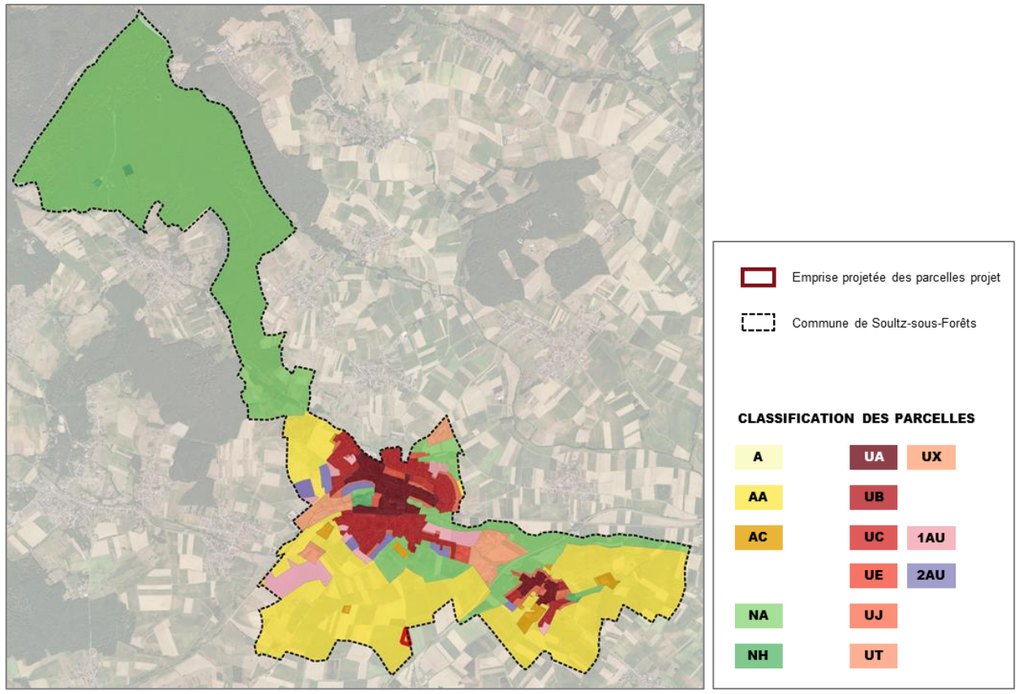


Figure 232 ***Classification des parcelles au PLU - Source des données : Géoportail de l'urbanisme***

2.1.2. Révision du règlement écrit et du zonage inscrit au PLU

Afin de permettre la réalisation du projet de géothermie « OPS4 » porté par ÉS, la révision allégée du PLU prévoit 3 modifications :

- Une **modification de zonage**, le périmètre concerné par l'aménagement du site OPS4 voyant son zonage modifié de AA à UT, le zonage AA ne permettant pas la réalisation du projet ;
- Une modification de règlement des zones AA, intégrant :
  - L'intégration des ouvrages techniques « liés à l'exploitation de la ressource géothermique » dans les occupations du sol soumises à des conditions particulières : cette modification a pour objectif d'autoriser la mise en œuvre des réseaux entre les sites de géothermie OPS4 et GPK2 ;
  - L'obligation de mise en œuvre d'un projet de restauration ou replantation en cas d'atteinte des éléments remarquables identifiés au plan de zonage.
- La **création d'une OAP** (Orientation d'Aménagement et de Programmation) sur le site OPS4, visant à garantir l'intégration paysagère du site et la préservation de l'environnement

2.1.3. Justification de la révision du PLU

❖ **Justification du projet de géothermie**

La révision allégée du Plu a pour vocation première de permettre le déploiement du projet de géothermie porté par ÉS.

Le projet d'exploitation géothermique s'inscrit dans un contexte de transition énergétique dont les axes et objectifs sont déclinés à toutes les échelles territoriales.

Le bilan carbone extrêmement favorable de l'exploitation de cette ressource permet de limiter les causes du changement climatique.

Le contexte géologique favorable de la zone d'étude et l'application d'une démarche ERC dans le choix du site permettent de justifier l'implantation du projet.

❖ **Choix des modifications apportées dans le cadre de la révision allégée du PLU**

Les modifications du PLU se limitent à autoriser les ouvrages techniques liés à l'exploitation de la ressource géothermique ; par ailleurs, chacune des zones impactées par la modification du PLU est également concernée par des compléments introduisant la notion de mesure corrective :

- OAP (haie mixte de 300 ml) sur le site OPS4,
- Nécessité de restaurer / replanter les éléments remarquables en cas d'atteinte sur les zones AA.

Les choix des modifications apportées au PLU sont donc motivés par le développement des énergies renouvelables et la préservation des enjeux écologiques et paysagers existants.

2.2. ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT

2.2.1. Terre, eau, air, sols, climat

❖ **Topographie**

Le ban communal connait une amplitude de 355 m, avec des altitudes variant entre 140 m et 495 m.

Le territoire agraire est divisé en trois entités distinctes, réparties sur la part Sud du ban communal. Celles-ci évoluent à des altitudes différentes, avec une amplitude cependant moins importante.

La zone d'étude, concernée par un paysage topographique vallonnée, connait une amplitude de 65 m entre le point le plus haut (215 m), et le point le plus bas (150 m).

❖ **Climat**

Le climat de la zone d'étude est un climat de type semi-continental, caractéristique de la Plaine d'Alsace.

La température moyenne annuelle est de 10,5°C, et la hauteur moyenne des précipitations s'élève à 818 mm/an.

Les vents sont majoritairement orientés Sud-Ouest / Nord-Est et inférieurs à 28 km/h, avec des vents forts observés en période hivernale.

❖ **Géologie**

La commune de Soultz-sous-Forêts se situe dans des formations de Lœss (limon) et Lehms (argilo-sablonneux), alternant des formations limoneuses et argilo-sablonneuse.

❖ **Occupation des sols**

Le territoire du ban communal (15,15 km²) évolue selon trois entités distinctes d'occupation des sols :

- Sur la part Sud :
  - Un **tissu urbain discontinu** (2,28 km²), représentant le noyau central ;
  - Ainsi que des **terres arables** (7,24 km²), rayonnant autour du tissu urbain ;
- Sur la part Nord :
  - Des **forêts de feuillus** (5,62 km²), occupant essentiellement la part Nord du ban communal.

❖ **Eaux superficielles**

Le réseau hydrologique concerné par la zone d'étude appartient aux bassins versants de la SAUER et du SELTZBACH.

Les données relatives aux masses d'eau présentes sur le périmètre communales sont synthétisées dans le tableau suivant :

Tableau 151 Données sur les eaux superficielles - synthèse

Masse d'eau	Etat ou potentiel écologique	Station hydrométrique	Débit moyen mensuel		
			Tous mois	Maximum	Minimum
SAUER	**moyen**	La Sauer à Beinheim	**3 620 l/s**	6 060 l/s	1 630 l/s
SELTZBACH	**mauvais**	Le Seltzbach à Niederrœdern	**1 580 l/s**	3 160 l/s	412 l/s

❖ **Eaux souterraines**

La zone d'étude est concernée par la masse d'eau souterraine : Nappe d'Alsace, Pliocène de Haguenau et Oligocène – FRCG101 ; situé au droit du Champ de fracture de Saverne.

Les eaux souterraines de la nappe d'Alsace présentent un état **contrasté** selon les critères d'évaluation et les typologies de production, qualifié de « Bon » (chlorures, sulfates et COHV) à « Pas bon état » (état qualitatif général, notamment pesticides et nitrates).

La nappe d'Alsace connaît une baisse progressive en période de rechargement ainsi qu'une aggravation de ses niveaux en période d'étiage, ce phénomène s'accélérant depuis 2013.

Des captages d'eau potable sont présents au Nord du territoire communal ; cependant, il se situent à 3,5 km des parcelles AA les plus proches.

❖ **Qualité de l'air**

La qualité de l'air environnant à la zone d'étude est bonne, avec des concentrations en polluants inférieures aux objectifs de qualité établis par le Ministère de l'Ecologie.

2.2.2. Biodiversité

❖ **Périmètres d'inventaire et de protection**

La zone d'étude est concernée par les périmètres suivants :

- Parc Naturel des Vosges du Nord
- ZNIEFF

La zone d'étude n'est pas concernée par les périmètres suivants :

- Natura 2000
- Arrêté de protection du biotope
- Zones importantes pour la conservation des oiseaux
- Réserves biologiques et naturelles.
- Zones humides remarquables
- Zones humides protégées par la convention RAMSAR.

❖ **Flore et végétation**

Les parcelles concernées par le zonage AA sont majoritairement occupées par des habitats de type « **grande culture** » (EUNIS I1.1). Cet habitat est fortement représenté au droit des 3 secteurs de zone AA identifiés sur le territoire communal : au Nord, au Sud-Ouest et au Sud-Est du centre urbain.

Au droit de la parcelle concernée par la modification de zonage, les habitats identifiés sont de type « **grande culture** » et « **bâti et zones artificielles** ».

Aucune espèce patrimoniale (protégée et/ou rare) n'est observée.

❖ **Faune**

Le périmètre d'étude des inventaires relatif au milieu naturel, caractéristique des milieux concernés par le zonage AA du PLU, abrite des espèces communes et peu exigeantes liées principalement aux milieux semi-ouverts. Il offre cependant peu de milieux favorisant le maintien de ces espèces. Les populations sont fortement réduites étant donné le manque d'habitats favorables sur le site d'étude.

Le périmètre inventorié présente un enjeu écologique faible pour les mammifères, les reptiles, les amphibiens et les insectes, du fait du contexte très agricole et de la faible diversité d'habitats naturels.

Toutefois, au droit du site OPS4 concerné par la modification de zonage, une petite population d'Œdipode émeraudine *Aiolopus thalassinus* a été contactée.

Les enjeux sont plus forts concernant l'avifaune avec des nicheurs à enjeu moyen et une espèce à enjeu fort : la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio*, dont les nids semblent se trouver à proximité ou au sein du site OPS4 concerné par la modification de zonage, et dont les milieux favorables sont rares dans le secteur.

Du point de vue règlementaire, plusieurs espèces protégées sont présentes ou potentiellement présentes. Mais il s'agit essentiellement d'espèces communes liées aux milieux forestiers et/ou semi-ouverts.

❖ **Zones humides**

Les relevés floristiques et les sondages pédologiques n'ont pas permis d'identifier de zones humides au droit des parcelles concernées par la révision allégée du PLU.

❖ **Continuités écologiques**

La commune est traversée par un corridor d'importance régionale (C034) : le cours d'eau du Seltzbach.

Les secteurs classés AA comprennent des milieux ouverts et forestiers qui peuvent être inclus dans une corridor écologique discontinu en « pas-japonais ».

2.2.3. Population et santé humaine

❖ **Démographie, économie et mobilité**

La commune de Soultz-sous-Forêts se situe au sein d'un territoire dynamique, en augmentation démographique constante et accueillant une activité économique diversifiée.

La commune est desservie par la ligne TER Strasbourg-Wissembourg, mais également par les axes routiers structurants que sont : la RD263, la RD264 et la RD28.

❖ **AMbiance sonore**

Les études réalisées sur le site du projet de géothermie ont montré que l'ambiance acoustique en contexte agricole est calme ; les niveaux sonores sont faibles et augmentent à proximité des zones urbanisées.

❖ **Emissions atmosphériques**

La qualité de l'air est bonne et la source de pollutions principale est le trafic routier. Le contexte géographique est favorable à la dispersion des polluants.

❖ **Réseaux divers**

Le site OPS4 n'est pas raccordé aux réseaux d'eau potable et d'assainissement ; toutefois, des réseaux secs sont présents en limite du site : gaz et fibre optique.

A l'échelle des zones AA, peu de réseaux humides sont présents, mais des réseaux secs (gaz, fibre, HTA) peuvent être présents au droit des chemins agricoles.

❖ **Risques naturels et technologiques**

La zone d'étude n'est pas concernée par PPRn, PPRm ou PPRt.

Elle est concernée par un risque sismique modéré (niveau 3) un risque radon de niveau 2, et un risque de coulées d'eau boueuse « Ceb1 » (4 arrêtés de catastrophe naturelle « Inondations et coulées de boues »). L'aléa retrait-gonflement des argiles est moyen, et le risque de départ de feux de forêts est qualifié de moyen sur la commune de Soultz-sous-Forêts.

La commune est concernée par 2 risques liés au Transport de Matières Dangereuses : par voie routière et par gazoduc. Elle présente 1 site référencé dans l'inventaire du SIS (Secteurs d'Informations sur le Sols). Deux ICPE sont identifiées sur le territoire communal ; aucune installation SEVESO n'est identifiée au droit ou à proximité de la commune.

2.2.4. Patrimoine et paysage

❖ **Paysage**

Le projet est implanté au sein de l'unité paysagère semi-naturelle caractéristique de l'openfield et du paysage alsacien.

❖ **Patrimoine**

Aucun site archéologique n'est recensé sur la commune de Soultz-sous-Forêts.

Toutefois, le territoire communal est concerné par la présence d'un monument historique dont le périmètre de protection s'étend partiellement en zone AA : **église simultanée Saint Jean-Baptiste de Hohwiller**.

2.2.5. Bilan des enjeux

Les enjeux identifiés à l'échelle des zones AA sont les suivants :

Tableau 152 Synthèse des enjeux identifiés à l'échelle des zones AA

Niveau d'enjeu	Thématique
MOYEN	- Eaux superficielles - Eaux souterraines - Réseaux divers - Risque naturel et technologique - Paysage
FAIBLE	- Occupation des sols - Qualité de l'air - Périmètres d'inventaire et de protection - Habitats / flore - Faune - Zones humides - Continuités écologiques - Démographie et dynamisme économique - Ambiance sonore - Emissions atmosphériques - Mobilité - Patrimoine culturel et archéologique
NÉGLIGEABLE	- Captage en eau potable

2.2.6. Évolution probable des aspects pertinents de l'environnement

La révision allégée du PLU permettra la réalisation du projet de géothermie et intègre également une obligation de restauration des éléments remarquables.

L'évolution probable de l'environnement sera donc :

- Globalement positive sur les émissions de gaz à effet de serre, le changement climatique et la qualité de l'air, du fait de la mise en œuvre du projet de géothermie
- Positif à négatif sur les intérêts écologiques et paysagers, compte-tenu de l'assouplissement du règlement quant à la typologie des projets autorisés en zone AA, contrebalancé par l'intégration d'une obligation de restauration des impacts
- Nulle à peu significative sur les autres enjeux.

Tableau 153 Synthèse de l'évolution probable des aspects pertinents de l'environnement, sans et avec mise en œuvre de la révision du PLU

	Sans révision du PLU	Avec révision du PLU	Evolution attendue
Terre, eau, sols, air, climat			
Topographie	=	=	=
Climat	--	-	+
Occupation des sols	≈	≈	≈
Hydrologie	-	-	=
Hydrogéologie	-	-	=
Qualité des eaux	-	-	≈
Qualité de l'air	+	++	+
Biodiversité			
Faune, flore, habitats	-	+/-	+/-
Population et santé humaine			
Activité et emploi	+	+	=
Démographie et urbanisation	+	+	=
Trafic routier et circulations	-	-	=
Emissions de gaz à effet de serre	=	+	+
Contexte sonore	=/+	=	=/-
Réseaux divers	-	-/--	=/-
Risques naturels et technologiques	=	=/-	=/-
Patrimoine et paysage			
Paysage	=	+/-	+/-
Patrimoine	=	=	=

2.3. ANALYSE DES INCIDENCES DE LA REVISION DU PLU SUR L'ENVIRONNEMENT

2.3.1. Incidences de la modification de zonage du site OPS4

La modification du zonage du site OPS4 a pour objectif de permettre le projet de géothermie dont les incidences détaillées sont décrites dans l'étude d'impact du projet.

2.3.2. Incidences de la révision allégée du PLU sur les zones AA

Le Tableau 154 en page suivantes synthétise les incidences potentielles sur l'environnement et les niveaux d'impact associés.

2.3.3. Evaluation des incidences sur les sites NATURA 2000

La commune n'est pas concernée par le zonage NATURA 2000. Le zonage le plus proche est celui de la Forêt de Haguenau (ZPS), situé à environ 5 km au Sud de la commune.

Compte-tenu de la distance au site NATURA 2000 le plus proche et de la nature des ouvrages autorisés par la modification du règlement du PLU, la révision allégée du PLU n'est pas susceptible d'avoir une incidence sur les zones NATURA 2000.

Tableau 154 Incidences de la modification du règlement du PLU sur les zones AA

Compartiment impacté	Rappel de l'enjeu	Niveau d'enjeu	Impact	Appréciation des incidences de la révision du PLU	Niveau d'impact permanent
Terres, eau, sols, air, climat					
Occupation des sols	Zones AA = parcelles agricoles et équipements associés	FAIBLE	Modification de l'occupation des sols et de leur vocation agricole.	Emprise au sol limitée	NÉGLIGEABLE
Eaux superficielles et souterraines Aspects quantitatifs	Aggravation des déficits en période sèche	MOYEN	Aggravation des déficits en cas de prélèvements dans le milieu	Pas de prélèvement des eaux	NÉGLIGEABLE
Eaux superficielles et souterraines Aspects qualitatifs	Etat des eaux globalement dégradé	MOYEN	Pollution des eaux superficielles et souterraines	En présence d'un risque, mesures prévues dans le cadre du projet	FAIBLE
Qualité de l'air, climat	Qualité de l'air bonne	FAIBLE	Emissions gazeuses néfastes sur le plan environnemental.	En présence d'émissions atmosphériques, mesures prévues dans le cadre du projet	NÉGLIGEABLE
Biodiversité					
Périmètres d'inventaire et de protection	Pas de zone NATURA 2000 proche Présence d'une ZNIEFF 2 le long du Seltzbach	FAIBLE	Altération potentielle des caractéristiques écologiques des périmètres identifiés.	Pas d'incidence sur les zones NATURA 2000. Pas de risque de dégradation des critères d'intérêt de la ZNIEFF	NÉGLIGEABLE
Habitats / flore	Habitats en zone AA = « grande culture » ; peu d'espèces végétales patrimoniales	FAIBLE	Altération des habitats en marge des grandes cultures (bandes prairiales, bosquets, haies…) et destruction des espèces en présence.	→ Mesure de préservation ou restauration des éléments remarquables Peu d'impacts potentiels à long terme	FAIBLE
Faune	Espèces communes liées aux milieux semi-ouverts.	FAIBLE	Impact sur les espèces en présence (dérangement, mortalité)	Peu d'impacts potentiels à long terme	NÉGLIGEABLE
Zones humides	Contexte peu favorable aux zones humides.	FAIBLE	Peu d'impact potentiel sur les zones humides.	Ampleur des travaux limitée → probabilité d'atteinte d'une zone humide limitée	NÉGLIGEABLE
Continuité écologique	Un corridor écologique C034 (cours d'eau le Seltzbach) + sous-trames en « pas japonais »	FAIBLE	Impact sur les milieux constitutifs des sous-trames	Pertinence de l'implantation des ouvrages à vérifier → Mesure de préservation ou restauration des éléments remarquables	FAIBLE

Compartiment impacté	Rappel de l'enjeu	Niveau d'enjeu	Impact	Appréciation des incidences de la révision du PLU	Niveau d'impact permanent
Population et santé humaine					
Consommation d'espaces agricoles, naturels ou forestiers	Zones agricoles principalement	FAIBLE	Cf. occupation des sols	Cf. occupation des sols	NÉGLIGEABLE
Mobilité	Bonne desserte rail et route	FAIBLE	Gêne de la circulation (phase travaux notamment)	Pas d'incidence potentielle	NÉGLIGEABLE
Ambiance sonore	Ambiance sonore calme	FAIBLE	Risque de nuisance supplémentaire liée à la mise en œuvre des ouvrages	En présence d'émissions sonores, mesures prévues dans le cadre du projet	NÉGLIGEABLE
Émissions atmosphériques	Peu d'émissions atmosphériques (hors trafic) ; contexte favorable à la dispersion des polluants.	FAIBLE	Cf. qualité de l'air	Cf. qualité de l'air	NÉGLIGEABLE
Réseaux divers	Présence de réseaux sensibles (HTA, gaz).	MOYEN	Risque lié à la proximité des réseaux	Géoréférencement des ouvrages techniques enterrés pour limiter les risques d'atteinte sur les autres réseaux	NÉGLIGEABLE
Risques inondations et coulées de boues	Risque de coulées de boues (zone Ceb1).	MOYEN	Risque d'aggravation des coulées de boues.	Identification au PLU des secteurs à protéger afin de limiter les risques de coulées de boue → OAP : limitation du risque de coulées d'eaux boueuses par l'implantation d'un cordon végétalisé	NÉGLIGEABLE
Autres risques naturels et technologiques	Plusieurs risques naturels (séisme, radon, argiles…) et technologiques (TMD, SIS, ICPE)	MOYEN	Peu d'incidence ou de vulnérabilité aux risques en phase travaux	Peu de vulnérabilité aux risques	NÉGLIGEABLE
Patrimoine et paysage					
Intégration paysagère	Paysage ouvert, vallonné et semi-naturel avec une bonne visibilité	MOYEN	Impact potentiel sur le paysage	Pertinence de l'implantation des ouvrages vis-à-vis de ces enjeux → Mesure de préservation ou restauration des éléments remarquables → OAP : intégration du nouveau site dans le paysage	FAIBLE
Patrimoine culturel et archéologique	1 périmètre monument historique partiellement en zone AA Pas de site archéologique	FAIBLE	Risque de destruction de vestiges archéologiques. Risque d'incidence en périmètre monument historique	Pertinence de l'implantation des ouvrages vis-à-vis de l'enjeu monuments historiques	NÉGLIGEABLE

2.4. COMPATIBILITE DU PLU REVISE AVEC LES DOCUMENTS SUPERIEURS

Tableau 155 Synthèse des relations d'opposabilité entre les documents supérieurs, le projet et la révision du PLU

Document	Contenu en lien avec la révision du PLU	Relation entre le document et le PLU	Conformité / compatibilité / prise en compte
SRADDET Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires Grand Est	**AXE 1 : Changer de modèle pour un développement vertueux de nos territoires** • **Choisir un modèle énergétique durable** → Objectif 1 : Devenir une région à énergie positive et bas carbone à l'horizon 2050 → Objectif 4 : Développer les énergies renouvelables pour diversifier le mix énergétique → Objectif 5 : Optimiser et adapter les réseaux de transport d'énergie • **Valoriser nos richesses naturelles et les intégrer dans notre développement** → Objectif 6 : Protéger et valoriser le patrimoine naturel, la fonctionnalité des milieux et les paysages → Objectif 7 : Préserver et reconquérir la trame verte et bleue → Objectif 11 - Économiser le foncier naturel, agricole et forestier • **Vivre nos territoires autrement** → Objectif 15 - Améliorer la qualité de l'air, enjeu de santé publique	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☒ **être en compatibilité** avec les règles générales ☒ **prendre en compte** avec les objectifs	✓ **OUI**
SCoT Schéma de cohérence territoriale d'Alsace du Nord	**PADD - Projet d'Aménagement et de Développement Durables** : • **AXE I : Assurer le dynamisme et l'identité du territoire de l'Alsace du Nord, entre Karlsruhe et Strasbourg** → B - Renforcer l'attractivité économique • **AXE II : Un développement urbain respectueux du cadre de vie** → A - Préserver et valoriser le paysage → F – Assurer la santé publique • **AXE III : Préserver l'environnement** → C - Préserver les paysages **DOO - Document d'orientation et d'objectifs :** • **CHAPITRE II - Les grands principes d'équilibre** → C - Organiser le développement économique → D - Les conditions d'un développement équilibré dans l'espace rural entre l'habitat, l'activité économique et artisanale, et la préservation des sites naturels, agricoles et forestiers • **CHAPITRE III - La protection des espaces et sites naturels, agricoles, forestiers ou urbains** • **CHAPITRE V : La valorisation des paysages et la mise en valeur des entrées de villes** • **CHAPITRE VI : Les risques**	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☒ être en compatibilité ☐ prendre en compte	✓ **OUI**

Document	Contenu en lien avec la révision du PLU	Relation entre le document et le PLU	Conformité / compatibilité / prise en compte
PNACC 2 Plan national d'adaptation au changement climatique	**Nature et milieux** : Renforcer la résilience des écosystèmes pour leur permettre de s'adapter au changement climatique et s'appuyer sur les capacités des écosystèmes pour aider notre société à s'adapter au changement climatique **Filières économiques** : Renforcer la résilience des activités économiques aux évolutions du climat	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☐ être en compatibilité ☒ prendre en compte	✓ **OUI**
PCAET Plan Climat Air Energie Territorial d'Alsace du Nord	**AXE 2 : Vers un territoire plus autonome** • Orientation 2.1 : Développer les énergies renouvelables → Fiche action 2.1.1 – Favorisons le développement des énergies renouvelables → Fiche action 2.1.6 – Développons la géothermie profonde **AXE 4 : Vers un territoire plus résilient** • Orientation 4.1 – Réduire la vulnérabilité et l'exposition aux risques liés à l'eau → Fiche action 4.1.1 – Luttons contre les coulées d'eau boueuse • Orientation 4.3 : Développer et combiner les solutions fondées sur la nature → Fiche action 4.3.1 – Sensibilisons, préservons et développons la biodiversité → Fiche action 4.3.2 – Plantons des arbres	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☐ être en compatibilité ☒ prendre en compte	✓ **OUI**
SRDEII Schéma régional de développement économique, d'innovation et d'internationalisation Grand Est	**LIVRET 2 – Déclinaison opérationnelle du SRDEII** **Orientation 1 : Faire du Grand Est un des leaders européens de l'industrie du futur et de la bioéconomie** • Objectif 1.3. : Faire de la transition écologique et énergétique un levier de compétitivité et d'attractivité du territoire Fiche action : Soutenir les démarches de production et de consommation d'énergies renouvelables dans le cadre de la transition énergétique	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☐ être en compatibilité ☒ prendre en compte	✓ **OUI**
SDAGE Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux Rhin-Meuse 2022-2027	**Thème 6 : Eau et gouvernance** • Orientation T6-O2 : Assurer la prise en compte des enjeux de l'eau et du changement climatique dans les projets des territoires	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☒ être en compatibilité ☐ prendre en compte	✓ **OUI**
PGRI Plan de Gestion des Risques d'Inondation Rhin-Meuse 2022-2027	**OBJECTIF 3 : Aménager durablement les territoires** • O3.1 : Préserver les zones d'expansion des crues en milieu non urbanisé et ne pas augmenter les enjeux en zone inondable • O3.2 Privilégier le ralentissement des écoulements (nouveau) **OBJECTIF 4 : Prévenir le risque par une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau** • O4.3 : Prévenir le risque de coulées d'eau boueuse	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☒ être en compatibilité ☐ prendre en compte	✓ **OUI**

2.5. CRITERES, INDICATEURS ET MODALITES DE SUIVI DES INCIDENCES

La délivrance des autorisations d'urbanisme préalables à la réalisation des projets permettra à la mairie de s'assurer du respect des prescriptions du PLU et de ses orientations d'aménagement, ainsi que de la pertinence de l'implantation des projets vis-à-vis des enjeux à préserver sur le territoire.

2.6. METHODOLOGIE

La présente évaluation a pour objectif de compléter l'étude d'impact établie dans le cadre du projet de géothermie dit « OPS4 » porté par ÉS.

Ainsi, elle est établie sur les zones AA impactées par la révision simplifiée du PLU en dehors des parcelles projet.

Le site OPS4, qui fait l'objet d'une modification de zonage, est peu abordé en raison de l'analyse détaillée des incidences figurant déjà au dossier d'étude d'impact globale.

3. PRESENTATION DU PROJET DE REVISION DU PLAN LOCAL D'URBANISME DE SOULTZ-SOUS-FORETS

3.1. PRESENTATION DU PLAN LOCAL D'URBANISME DE SOULTZ-SOUS-FORETS

Document d'urbanisme régissant l'aménagement du territoire au niveau communal ou intercommunal, le Plan Local d'Urbanisme - PLU est un outil de planification et de gestion de l'urbanisme qui permet de définir les orientations d'aménagement, de développement et d'utilisation des sols sur un territoire donné.

Le PLU se compose de 5 pièces distinctes :

- Le **rapport de présentation** qui comprend une approche globale du territoire concerné par le PLU via un état initial de l'environnement accompagné d'un diagnostic territorial ; permettant ainsi une meilleure compréhension du contexte et des dynamiques territoriales ;
- Le **PADD** (Projet d'Aménagement et de Développement Durables) qui agit comme un document clé, puisqu'il révèle les orientations politiques de la commune en matière de projet urbain et d'aménagement du territoire sur plusieurs années ;
- Les **OAP** (Orientations d'Aménagements et Programmation) qui sont une traduction schématisée des principes d'aménagement et espaces à urbaniser ;
- Le **règlement**, qui définit les différentes règles de constructions, d'occupation des sols, etc. accompagné d'un **zonage** qui constitue la traduction graphique du règlement ;
- Ainsi que des **annexes** qui joignent des éléments d'importances, nécessitant d'être pris en compte : ZAC, SUP (Servitude d'Utilité Publique), l'inventaire des zones humides, etc.

Le caractère opposable du PLU lui confère une force règlementaire pour encadrer l'aménagement du territoire, ce qui équivaut à dire que ses dispositions sont juridiquement contraignantes et doivent être respectées par les administrées, les particuliers, les entreprises et les autorités publiques.

De manière générale, les documents opposables jouent un rôle essentiel dans la planification et la gestion du territoire, car ils garantissent la cohérence des projets avec les politiques publiques, la préservation de l'environnement, et la protection des droits des citoyens en matière d'aménagement du territoire.

Le Plan Local d'Urbanisme de Soultz-sous-Forêts a été approuvé le 27 mars 2012. Il a ensuite été modifié le 21 décembre 2016, le 19/09/2018, le 20/03/2019 et le 1er décembre 2020.

La Figure 233 présente la répartition des zonages propres à la commune, telle que :

- Le ban communal organise son tracé autour d'un **noyau central urbanisé**, représentant la commune de Soultz-sous-Forêts. A l'Est de son tracé, on retrouve une seconde zone urbanisée, de plus petite importance, représentant Hohwiller, commune associée à Soultz-sous-Forêts depuis 1982.
- La part Nord-Ouest du ban communale - *frontalière aux communes de Lobsann, Drachenbronn-Birlenbach, Keffenach et Memmelshoffen* - référencée NA, représentante la **classification la plus représentée sur la commune**. Une seconde classification NA est représentée sur les parts Sud-Est de la zone urbanisée.
- La répartition des zones urbanisées et des zones naturelles (NA), agissent comme **une rupture dans le paysage agraire** de la commune. En effet, la classification AA propre aux activités agricoles de la commune, et occupant les parts Sud, Est et Ouest du ban communal, est représentée par **3 entités distinctes** représentées sur la Figure 234.

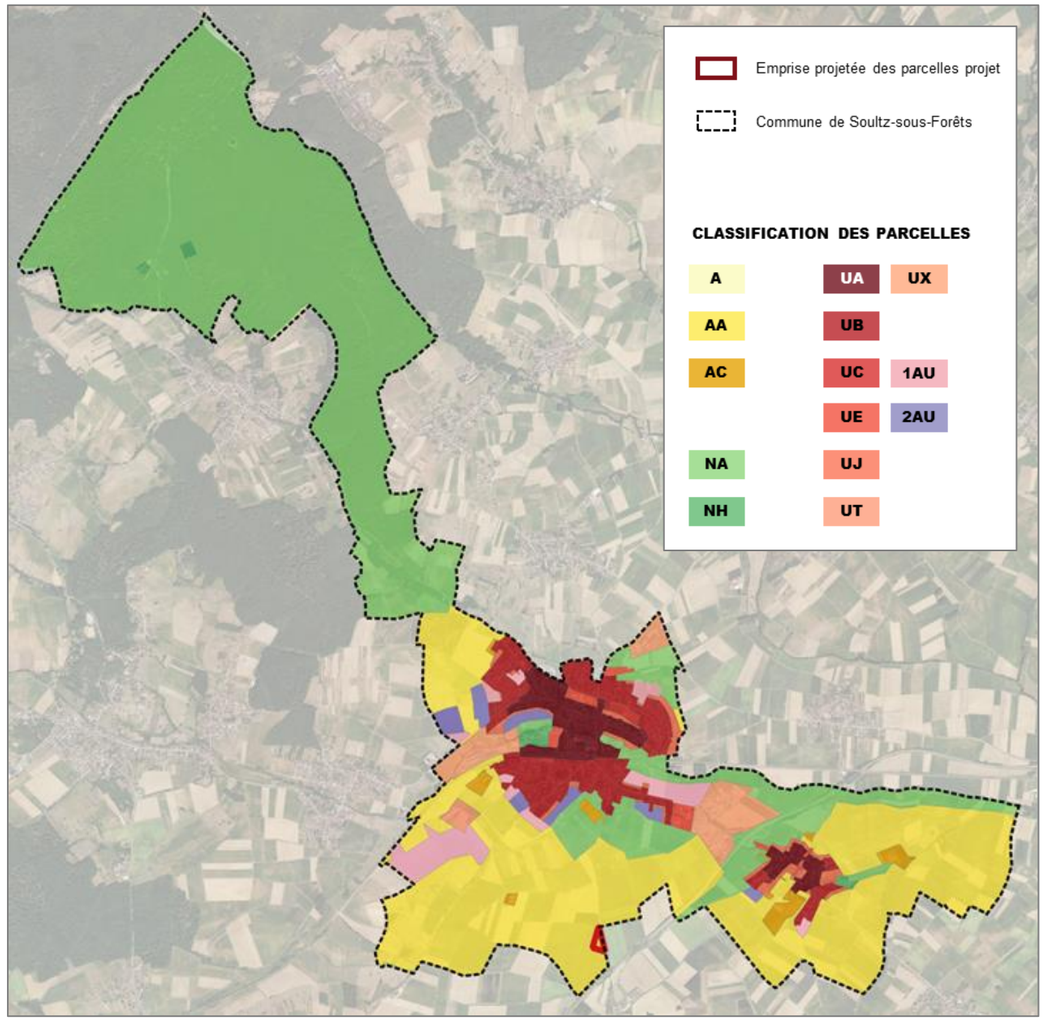


Figure 233 Classification des parcelles au PLU - Source des données : Géoportail de l'urbanisme

Le tableau ci-dessous décline l'état et la définition des différentes classification représentées au sein de la Figure 233.

Tableau 156 Présentation des différents zonages du PLU

PARCELLES	DEFINITION
Zone U	Zones urbanisées
Parcelles UA	*Les zones UA et UB correspondent à des secteurs **déjà urbanisés** où les équipements publics existants ont une capacité suffisante pour desservir les constructions à implanter.*
Parcelles UB	*Elles sont destinées à accueillir principalement des **constructions à usage d'habitat**, ainsi que les **constructions**, les **installations**, les **équipements collectifs** et les **activités** qui sont **compatibles avec l'environnement d'un quartier d'habitation**.*
Parcelles UC	*La zone UC correspond à des secteurs **déjà urbanisés** où les équipements publics existants ont une capacité suffisante pour desservir les constructions à implanter.* *Elle est destinée à accueillir principalement des **constructions à usage d'habitat**, ainsi que les **constructions**, les **installations**, les **équipements collectifs** et les **activités** qui sont **compatibles avec l'environnement d'un quartier d'habitation**.*
Parcelles UE	*La zone UE correspond à des secteurs **déjà urbanisés** où les équipements publics existants ont une capacité suffisante pour desservir les constructions à implanter.* *Elle est destinée à accueillir principalement des **constructions à usage d'équipements publics** ou **d'intérêt public** et aux **occupations** et **utilisations** qui y sont nécessaires.*
Parcelles UJ	*La zone UJ correspond à des secteurs **déjà urbanisés** où les équipements publics existants ont une capacité suffisante pour desservir les constructions à implanter.* *Elle est destinée à accueillir principalement des **constructions** et **installations complémentaires aux constructions à usage d'habitation** existantes en zones UA, UB.*
Parcelles UT	*La zone UT est une **zone aménagée**.* *Elle accueille principalement les **constructions** et **installations** liées à des **activités utilisant les ressources géothermiques pour leur processus** ou **produisant de l'énergie** utile aux bâtiments.*
Parcelles UX	*La zone UX est une **zone urbaine équipée**.* *Elle accueille principalement les **constructions** et **installations** liées à des **activités industrielles**, **artisanales** ou **commerciales**.*
Zone AU	Zones à urbaniser
Parcelles 1AU	*La zone 1AU correspond à des **secteurs naturels à vocation d'urbanisation** dans le cadre **d'opérations d'aménagement groupé**.* *Elle est destinée à accueillir principalement des **constructions à usage d'habitat**, ainsi que les **constructions**, les **installations**, les **équipements collectifs** et les **activités** qui sont **compatibles avec l'environnement d'un quartier d'habitation**. Les équipements existent au droit de la zone.*
Parcelles 2AU	*La zone 2AU correspond à des **secteurs à caractère naturel** de la commune et **constitue une réserve foncière pour une urbanisation à long terme**.* *Elle est destinée à accueillir principalement des **constructions à usage d'habitat**, ainsi que les **constructions**, les **installations**, les **équipements collectifs** et les **activités** qui sont **compatibles avec le caractère de la zone**.* *La zone 2AU est **non constructible en l'état** et ne **pourra être urbanisée qu'à l'issue d'une modification ou d'une révision du PLU**.*
Zone N	Zones naturelles
Parcelles NA	*La zone Na est une **zone naturelle à protéger** en raison de la **qualité des sites**, **des milieux naturels**, des **paysages** et de leur **intérêt**, notamment du point de vue **esthétique**, historique ou **écologique**, soit de l'existence d'une **exploitation forestière**, soit de leur caractère **d'espaces naturels**.*
Parcelles NH	*La zone NH est une **zone naturelle à protéger** en raison de la **qualité des sites**, **des milieux naturels**, des **paysages** et de leur **intérêt**, notamment du point de vue **esthétique**, historique ou **écologique**, soit de l'existence d'une **exploitation forestière**, soit de leur caractère **d'espaces naturels**.* *Elle se compose des **secteurs comprenant du bâti isolé**, les **équipements de loisirs** et les **constructions non raccordées aux réseaux**.*
Zone A	Zones agricoles
Parcelles AA	*Secteurs **protégés en raison du potentiel agronomique**, **biologique** ou **économique** des terres agricoles*
Parcelles AC	*La zone AC correspond à des **secteurs destinés aux exploitations agricoles existantes**, à leur **extension** ou à leur **installation dans le cadre du développement de l'activité agricole**.*

Les parcelles directement impactées par le projet de géothermie sont les parcelles 437, 424 et 436 de la section 36. En l'état, les parcelles sont référencées AA au sein du PLU.

Tableau 157 Présentation des différents zonages directement impactés par le projet de géothermie

PARCELLES	ETAT	APPLICATION AU PROJET
Parcelles AA	**Zones agricoles**	La classification AA est appliquée aux parcelles **destinées à accueillir le projet géothermique, le site OPS4**. Elle concerne également les parcelles **concernées par le tracé des conduites** reliant OPS4 et la nouvelle centrale géothermique GPK2.

La révision allégée du PLU, prévoit un reclassement des parcelles accueillant OPS4 d'une classification AA, à une classification UT.

Tableau 158 Présentation du zonage prévu dans le cadre du reclassement du site OPS4

PARCELLES	ETAT	APPLICATION AU PROJET
Parcelles UT	Zones urbanisées	Les parcelles UT correspondent à la classification au sein de laquelle est installée la centrale géothermique existante : GPK2. Elle correspond également à la classification dans laquelle s'inscrit la **parcelle nécessaire au développement du projet** destinée à accueillir la nouvelle centrale GPK2. Pour **aboutir à la mise en place du projet de géothermie**, la classification UT représente la **classification nécessaire aux parcelles de projet** accueillant OPS4.

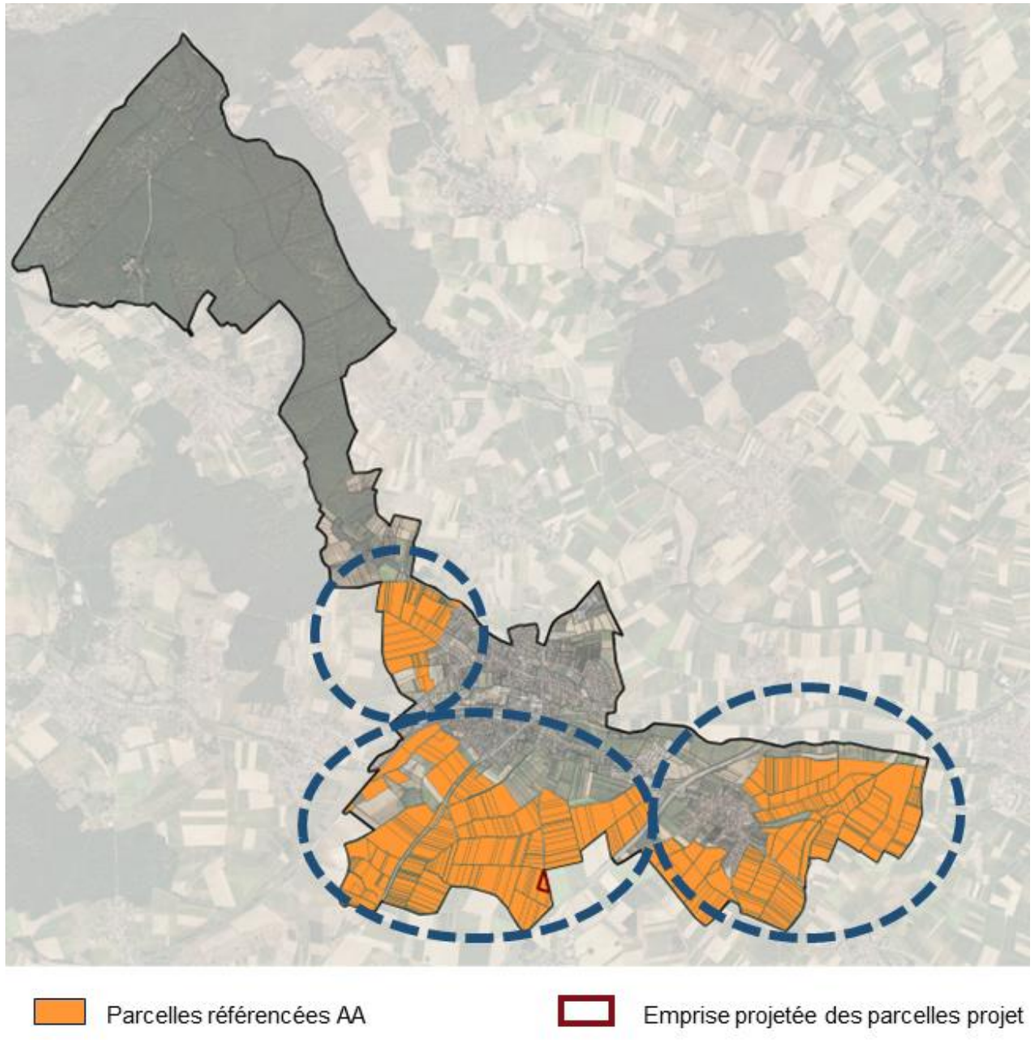


Figure 234 Représentation des parcelles référencées « AA » dans le règlement graphique du PLU de Soultz-sous-Forêts et localisation des entités agraires du ban communal – Source des données : DATA Grand Est et Géoportail de l'urbanisme

3.2. REVISION DU REGLEMENT ECRIT ET DU ZONAGE INSCRIT AU PLU

Selon la prescription émise par la Communauté de Communes de l'Outre-Forêt le 14 décembre 2022 (article L.153-32 du Code de l'Urbanisme), la Communauté de communes de l'Outre-Forêt va adapter le PLU de Soultz-sous-Forêts sur plusieurs points :

- Reclasser 1,18 ha de la zone AA en zone UT ;
- Adapter le règlement de la zone AA afin de permettre la réalisation d'un réseau de chaleur enterré ;
- Mettre en place une orientation d'aménagement et de programmation sur le futur secteur UT afin de garantir l'intégration paysagère du site et de préserver l'environnement.

3.2.1. Plan de règlement

Le reclassement de zone AA en zone UT concerne les parcelles localisées en Figure 235 et présentées dans le Tableau 159.

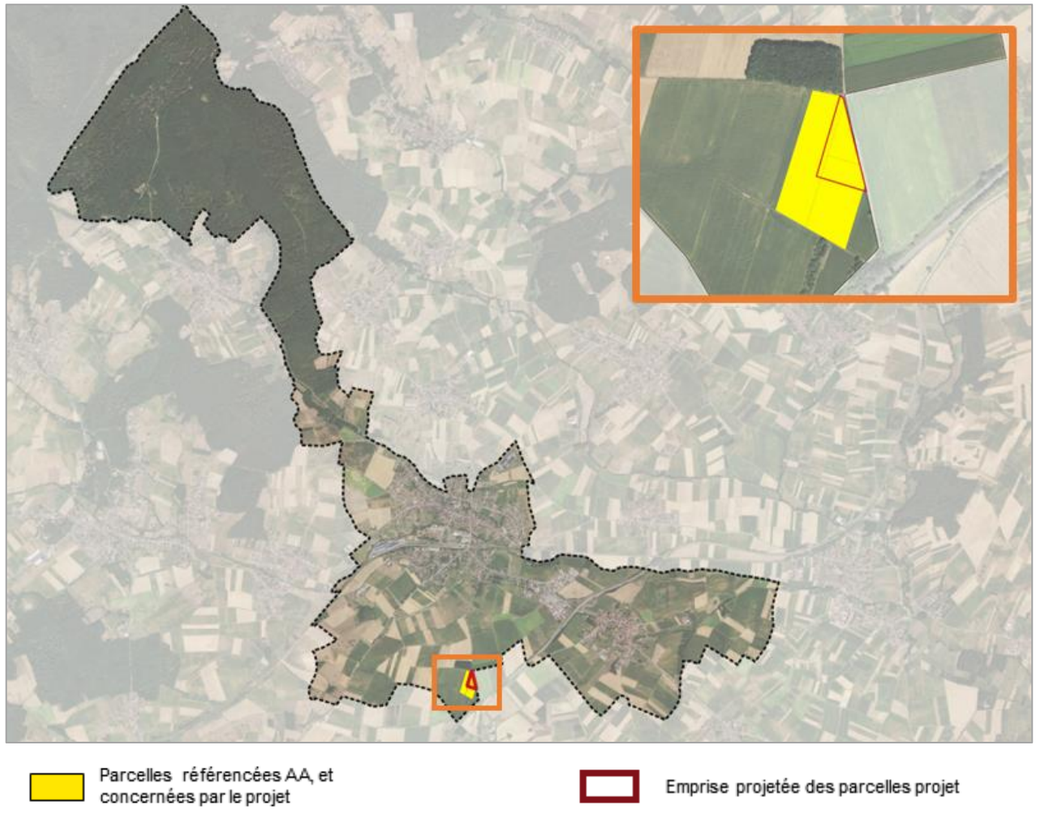


Figure 235 Détail des parcelles concernées par le reclassement – Source des données cadastrale : DATA Grand Est

Tableau 159 Détail des parcelles concernées par le reclassement

COMMUNE	PREFIXE	SECTION	NUMERO DE PARCELLE
Soultz-sous-Forêts - 67474	000	36	437
Soultz-sous-Forêts - 67474	000	36	424
Soultz-sous-Forêts - 67474	000	36	436

Le plan de règlement n°2 au 1/5000ème est modifié comme suit :

Extrait du règlement en vigueur	Extrait du règlement après révision du PLU
	

3.2.2. Règlement de la zone AA

Le réseau de chaleur entre les sites OPS4 et GPK2 étant lié à l'exploitation de la ressource géothermique, il est par conséquent nécessaire d'ajuster l'article 2 AA en ce sens.

Par ailleurs, ce réseau de chaleur projeté traverse un élément remarquable du paysage identifié au plan de règlement le long de la RD 263 : les écrans végétaux existants de long du tracé de part et d'autre de celui-ci.

Il convient donc, comme pour la partie de cet élément remarquable présent en zone IAUf, contraindre l'atteinte à cet élément par un projet de restauration ou de replantation afin de garantir l'objectif visé par la préservation de cet élément paysager, à savoir de « préserver la qualité de vie des habitants et une diversité d'occupation végétale du sol » (rapport de présentation, p. 192).

Les articles 2 et 13 du règlement de la zone AA sont modifiés comme suit :

Extrait du règlement en vigueur	Extrait du règlement après révision du PLU
Article 2 AA – Occupations et utilisations du sol soumises à des conditions particulières : « Les occupations et utilisation du sol suivantes sont soumises à des conditions particulières : - Les ouvrages techniques à condition qu'ils soient nécessaires au fonctionnement des services publics ou concourant aux missions des services publics » ; - […]	**Article 2 AA – Occupations et utilisations du sol soumises à des conditions particulières :** « Les occupations et utilisation du sol suivantes sont soumises à des conditions particulières : - Les ouvrages techniques à condition qu'ils soient nécessaires au fonctionnement des services publics ou concourant aux missions des services publics **ou liés à l'exploitation de la ressource géothermique** » ; - […]
Article 13 AA – Espaces libres et plantations : « Les éléments remarquables identifiés au plan de zonage doivent être préservés. »	**Article 13 AA – Espaces libres et plantations :** « Les éléments remarquables identifiés au plan de zonage doivent être préservés. **Toute atteinte à ces éléments devra s'accompagner d'un projet de restauration ou de replantation.** »

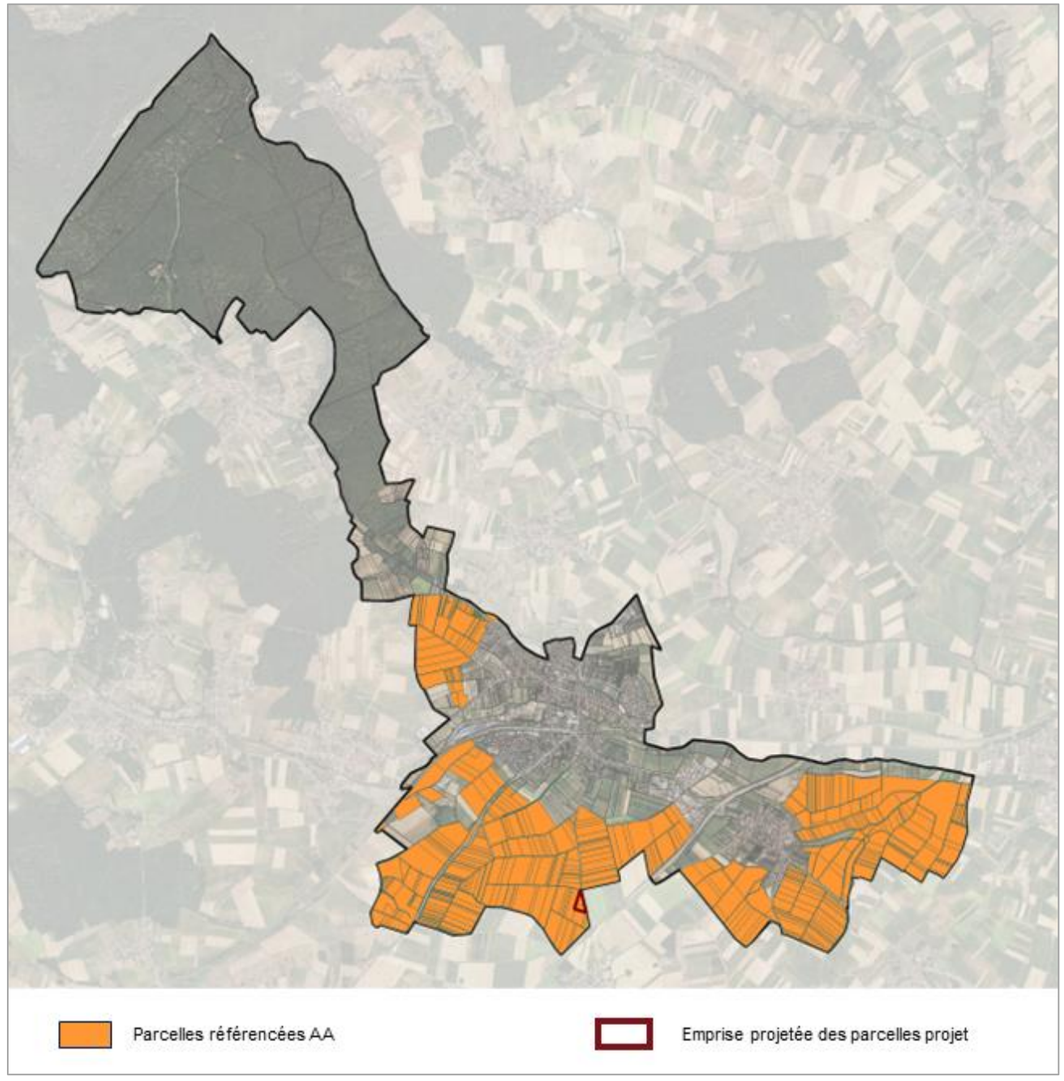


Figure 236 ***Représentation des parcelles référencées « AA » dans le règlement graphique du PLU de Soultz-sous-Forêts – Source des données : DATA Grand Est et Géoportail de l'urbanisme***

La cartographie des éléments remarquables à l'échelle de la commune (partie Sud) est présentée en Figure 237, page suivante.

Les seuls éléments remarquables identifiés en zone AA concernent les alignements d'arbres situés de part et d'autre de la RD264.



Figure 237 ***Cartographie des éléments remarquables identifiés au plan de zonage du PLU de Soultz-sous-Forêts***

3.2.3. Création d'une OAP

La révision s'accompagne également de la création d'une OAP (Orientation d'Aménagement et de Programmation) visant à garantir l'intégration paysagère du site et la préservation de l'environnement.

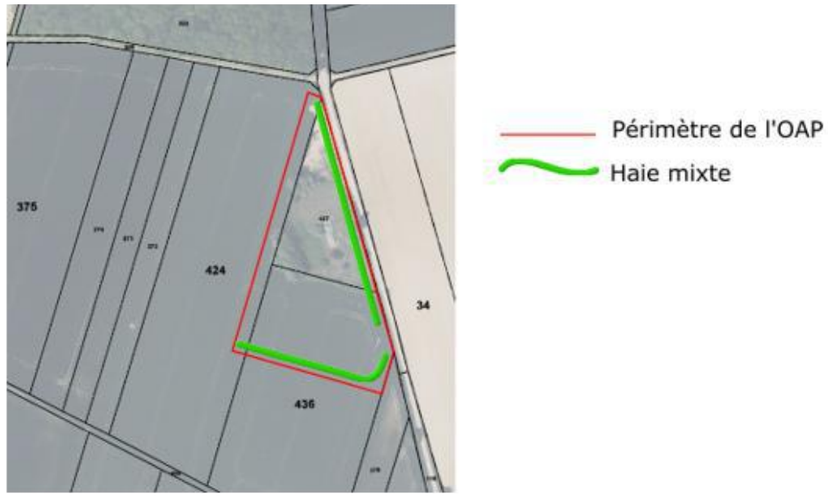
L'OAP de la zone UT (*lieu-dit Langenacker*) préconise pour ce faire, l'aménagement de la zone selon les principes d'aménagements suivants :

Orientation d'aménagement de la zone UT – lieu-dit Langenacker

La zone UT est une zone destinée aux constructions et installations liées à des activités utilisant les ressources géothermiques pour leur processus ou produisant de l'énergie utile aux bâtiments.

Afin de garantir l'intégration paysagère du site et de préserver l'environnement, l'aménagement de la zone devra respecter les principes d'aménagement suivants :

- Une haie mixte composée d'essences adaptées au contexte local, comprenant des arbustes et des sujets haute tige, devra être implantée sur la frange Est et Sud du site afin d'une part de servir d'écran paysager pour limiter les vues sur le site, et d'autre part de limiter le risque de coulées d'eaux boueuses ;
- L'aménagement devra également prévenir tout risque de pollution afin de préserver la qualité de l'eau, du sol et du sous-sol.



3.3. JUSTIFICATION DE LA REVISION DU PLU

3.3.1. Justification du PLU de Soultz-sous-Forêts

Le Plan Local d'Urbanisme initial établi en 2012 a fait l'objet d'un chapitre spécifique du rapport de présentation du PLU « **2- Justification des choix retenus** » (OTE ingénierie, FREY-GOBYN Architectes-Urbanistes, MADINFOR, document approuvé le 27/03/2012).

3.3.2. Justification du projet de géothermie

La révision allégée du Plu a pour vocation première de permettre le déploiement du projet de géothermie porté par ÉS.

Comme vu dans le ***VOLET 2 : Présentation du projet / 3. Justifications environnementales du projet***, à partir de la page 133, le projet de géothermie trouve sa légitimité dans les aspects suivants :

- Le projet de géothermie apporte une réponse au cadre réglementaire apporté par la loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte de 2015 et la loi Energie-Climat adoptée en 2019, visant la neutralité carbone d'ici 2025.
- Le contexte géologique territorial, très favorable à l'exploitation de la ressource géothermique,
- La production d'énergie décarbonée permise par le projet, dont le bilan carbone permet d'éviter plusieurs dizaines à plusieurs milliers de Mt de CO_2 équivalent sur la durée du projet, en comparaison à d'autres sources d'énergies, permettant ainsi de limiter les causes du changement climatique,
- L'analyse multicritère de plusieurs sites d'exploitation potentiels, tenant compte notamment des enjeux environnementaux.

Par ailleurs, l'analyse de la compatibilité du projet avec les documents de planification stratégiques a permis d'exposer que l'exploitation des énergies renouvelables et plus particulièrement de la ressource géothermique est l'un des axes mentionnés explicitement dans plusieurs des documents considérés :

- Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCAET) d'Alsace du Nord,
- Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET) de la région Grand Est,
- Schéma Régional de Développement Economique, d'Innovation et d'Internationalisation (SRDEII).

Par conséquent, le projet d'exploitation géothermique s'inscrit dans un contexte de transition énergétique dont les axes et objectifs sont déclinés à toutes les échelles territoriales.

Le bilan carbone extrêmement favorable de l'exploitation de cette ressource permet de limiter les causes du changement climatique.

Le contexte géologique favorable de la zone d'étude et l'application d'une démarche ERC dans le choix du site permettent de justifier l'implantation du projet.

3.3.3. Choix des modifications apportées dans le cadre de la révision allégée du PLU

La révision du PLU a été motivée par la nécessité de réaliser le projet d'exploitation géothermique porté par ÉS.

La Communauté de Communes de l'Outre-Forêt a fait le choix :

- De limiter la surface de la zone UT au strict besoin du projet,
- De restreindre les ouvrages autorisés aux seuls ouvrages liés à l'exploitation de la géothermie, par rapport à une première version du règlement révisé qui autorisait les ouvrages techniques « d'intérêt collectif ».

Avant révision du PLU, l'ensemble des surfaces concernées par le projet était situé en zone AA et ne permettaient pas la mise en œuvre des ouvrages et installations nécessaires au projet.

Sur la parcelle concernée par le site OPS4, l'ampleur des travaux présente une incompatibilité forte avec le règlement de la zone AA ; c'est pourquoi un reclassement des parcelles concernées en zone UT, zonage compatible déjà appliqué sur le site GPK2, a été retenu.

Concernant les autres ouvrages nécessaires au projet, en l'occurrence les réseaux enterrés entre les sites OPS4 et GPK2, le choix d'ajouter une mention autorisant les ouvrages « liés à l'exploitation de la ressource géothermique », en plus de ceux « nécessaires au fonctionnement des services publics ou concourant aux missions des services publics » déjà autorisés, permettait d'assouplir le règlement tout en préservant les intérêts de la population.

Par ailleurs, 2 modifications supplémentaires interviennent comme des mesures de réduction ou de compensation aux modifications mentionnées précédemment :

- Sur le site OPS4, la définition d'une OAP ; imposant la création d'une haie mixte le long du site sur 300 ml, permettra de restaurer la qualité écologique et paysagère du site ;
- Sur les zones AA, l'obligation de mise en œuvre d'un projet de restauration / replantation en cas d'atteinte des éléments remarquables permettra de limiter fortement les conséquences néfastes potentiels de travaux autorisés en zones AA sur les intérêts écologiques et paysagers des éléments précités ; cette mention s'appliquera également aux ouvrages nécessaires au service public, déjà permis dans la version précédente du PLU sans qu'aucune mesure ne soit appliquée.

Les choix opérés pour la révision du PLU ont été effectués dans un souci de service à la population et de préservation des enjeux écologiques et paysagers existants.

4. ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT

Préambule

La présente évaluation environnementale de la révision allégée du PLU de Soultz-sous-Forêts est établie conjointement à l'étude d'impact du projet de géothermie OPS4, porté par ÉS, motivant la nécessité de révision du PLU.

Ainsi, l'état initial de l'environnement ci-après vient :

- Rappeler les observations et conclusions établies dans le cadre de l'état initial du projet
- Compléter cet état initial à l'échelle des parcelles concernées par les modifications de zonage et de règlement du PLU.

Deux échelles d'étude seront considérées :

- L'ensemble des zones AA de la commune, concernées par la modification du règlement du PLU, et réparties selon 3 ensembles situés au nord, au sud-ouest et au sud-est du centre village ;
- Le site OPS4, sur lequel seront implantés des aménagements nécessaires au projet de géothermie, concerné par une modification de zonage, avec un transfert du zonage AA vers le zonage UT.

4.1. TERRES, EAU, SOLS, AIR, CLIMAT

4.1.1. Topographie

D'après les données cartographiques DATA Grand Est disponible sur la commune de Soultz-sous-Forêts, deux secteurs topographiques se distinguent au sein de la commune :

- La **partie Sud** de la commune évolue donc entre **140 m** et **215 m** d'altitude ; la partie Sud fait ici référence à la zone urbanisée de la commune, ainsi qu'aux parcelles agraires et naturelles (et semi-naturelles) qui l'accompagnent.
- La **partie Nord** évolue quant à elle, entre **155 m** et **495 m** ; cette partie représente quant à elle la surface forestière, limitrophe aux communes de Lobsann, Drachenbronn-Birlenbach, Keffenach et Memmelshoffen. – cf. Figure 238.

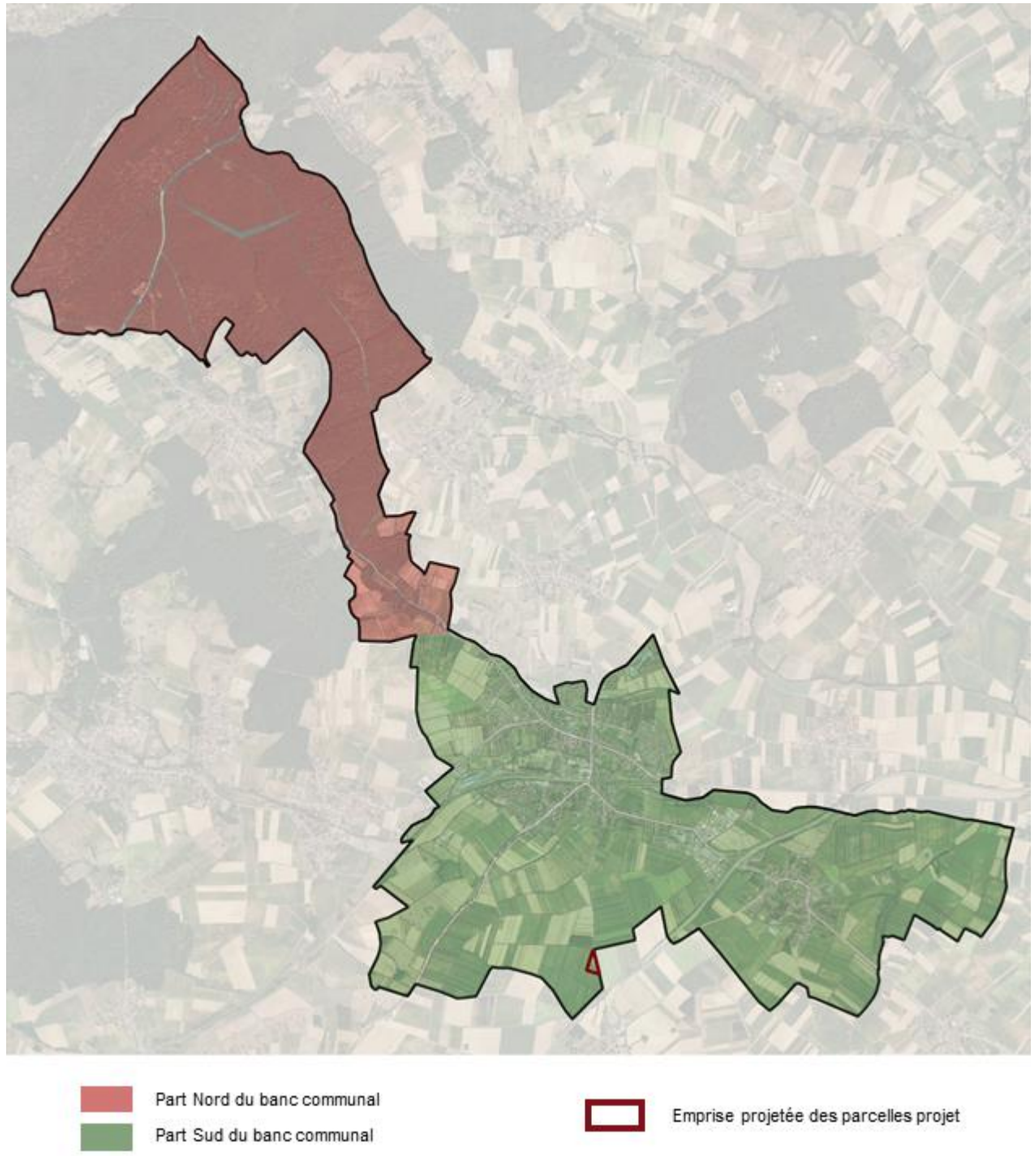


Figure 238 ***Répartition des parts Nord et Sud du ban communal de Soultz-sous-Forêts***

Comme présenté en Figure 239, trois entités agraires, référencées en AA, cohabitent sur le territoire du ban communal. Celles-ci évoluent aux altitudes mentionnées ci-dessous :

- L'entité 1, évolue entre 150 m et 185 m ;
- L'entité 2, dans laquelle est située l'emprise projetée des parcelles projet, évolue entre 150 m et 215 m d'altitudes ;
- L'entité 3 évolue quant à elle entre 140 m et 200 m d'altitudes.

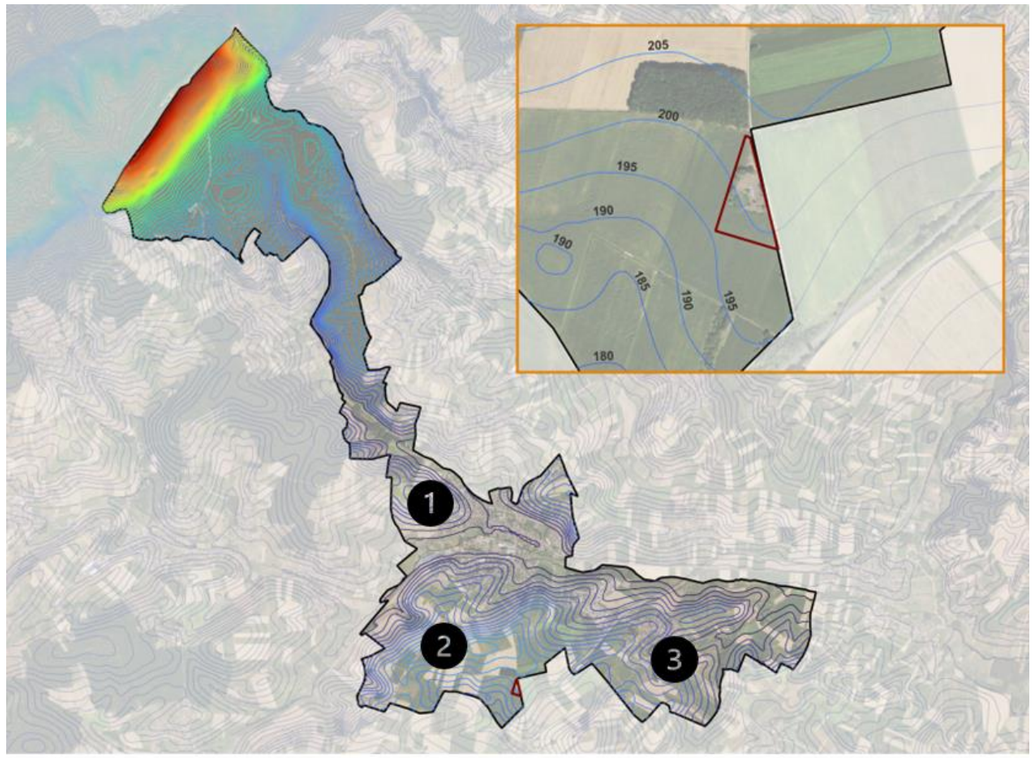


Figure 239 ***Topographie de la commune de Soultz-sous-Forêts (source : DATA Grand Est)***

4.1.2. Climat

Le climat de la commune de Soultz-sous-Forêts est un climat de type semi-continental, caractéristique de la Plaine d'Alsace.

La température moyenne annuelle est de 10,5°C, avec une température maximum moyenne de 19,3°C (en juillet) et une température minimale moyenne de 1,7°C (en janvier) ; ce qui équivaut à une amplitude thermique de l'ordre de 17,6°C.

La hauteur moyenne des précipitations s'élève à 818,3 mm/an, avec une période pluviale majoritairement comprise entre octobre et décembre, et une période sèche comprise généralement entre janvier et avril.

Les vents sont majoritairement orientés Sud-Ouest / Nord-Est et inférieurs à 28 km/h, avec des vents forts observés en période hivernale.

Le climat du secteur d'étude est présenté dans le ***VOLET 3. Etude d'impact / 1. Etat initial de l'environnement / 1.1.2. Climat***, page 147.

4.1.3. Géologie

Le site d'étude se situe sur l'extrait de la carte géologique BRGM n°198.

La zone de projet s'inscrit dans une vaste formation de Lœss et Lehms, typique du fossé rhénan :

- Lœss : terre limoneuse riche en calcaire, résultant d'un dépôt éolien durant l'ère glaciaire ;
- Lehm : sol argilo-sablonneux résultant de la décalcification du Lœss par les eaux d'infiltrations.

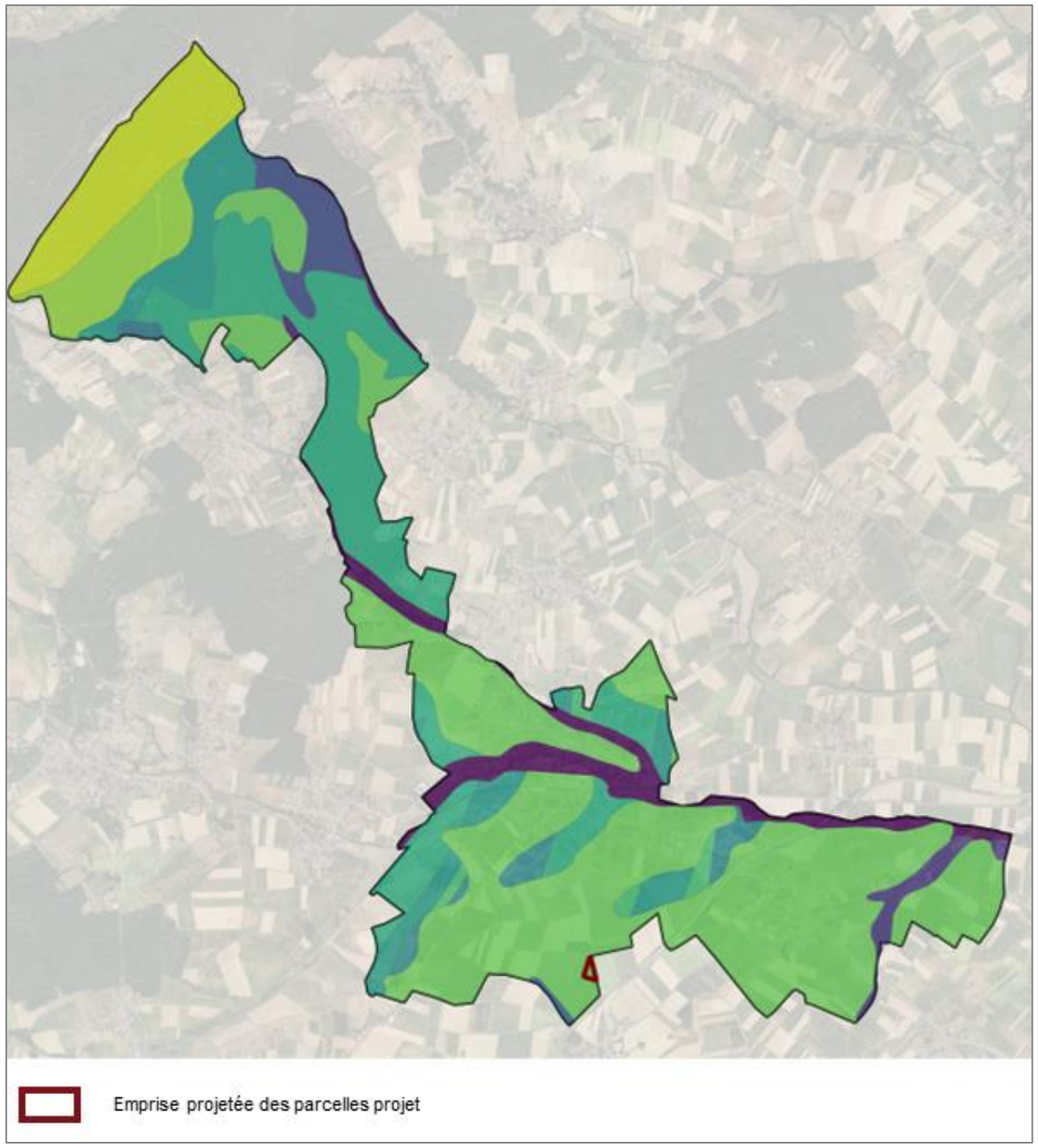


Figure 240 ***Représentation cartographique de la situation géologique de la commune de Soultz-sous-Forêts – Source des données : BRGM***

Tableau 160 Détail des couches géologique de la commune de Soultz-sous-Forêts – source des données : BRGM

	C	Colluvions indifférenciés et dépôts de versant (ruissellement) (Pléistocène à Holocène)
	CFz	Colluvions de fonds de vallons et vallées (Weichsélien à Holocène)
	COE	Colluvions de lœss et lœss soliflués (Pléistocène à Holocène)
	E7-gC	Conglomérats côtier et Gompholite d'Ajoie (Eocène supérieur à Oligocène)
	Fz3V	Alluvions récentes à actuelles des rivières Vosgiennes FzV (Holocène)
	g1L	Calcaire asphalitique de Losbann (Rupélien moyen)
	g1McCm	Marnes argileuses et sableuses fossilifères (Marnes à Cyrènes et couches à Mélettes indifférenciées) (Rupélien supérieur)
	g1Mf	Marnes à Foraminifères de la Série grise (Rupélien moyen)
	g1P	Couches de Pechelbronn supérieures (Rupélien moyen)
	g1Sp	Schistes à Amphisiles = schistes à poissons de la Série grise (Rupélien moyen)
	OE	Lœss et lehms anciens à récents indivisés (Pléistocène) généralement décalcifiés
	P	Formations d'épandage de piedmont (glacis caillouteux) non daté
	t1-2V	Grès vosgien indifférencié (Buntsandstein moyen à inférieur)
	t2	Couches intermédiaires (Buntsandstein supérieur)

4.1.4. Occupation des sols

Selon les données Corine Land Cover, la commune de Soultz-sous-Forêts se définit selon trois entités distinctes d'occupation des sols, organisées sur 15,15 km² :

- Un **tissu urbain discontinu**, représentant 2,28 km² de la surface du ban communal ;
- Des **terres arables**, représentant 7,24 km² de la surface du ban communal ;
- Ainsi que des **forêts de feuillus**, 5,62 km² de la surface du ban communal.

Les 3 secteurs occupés par des terres arables correspondent aux zones AA du PLU.

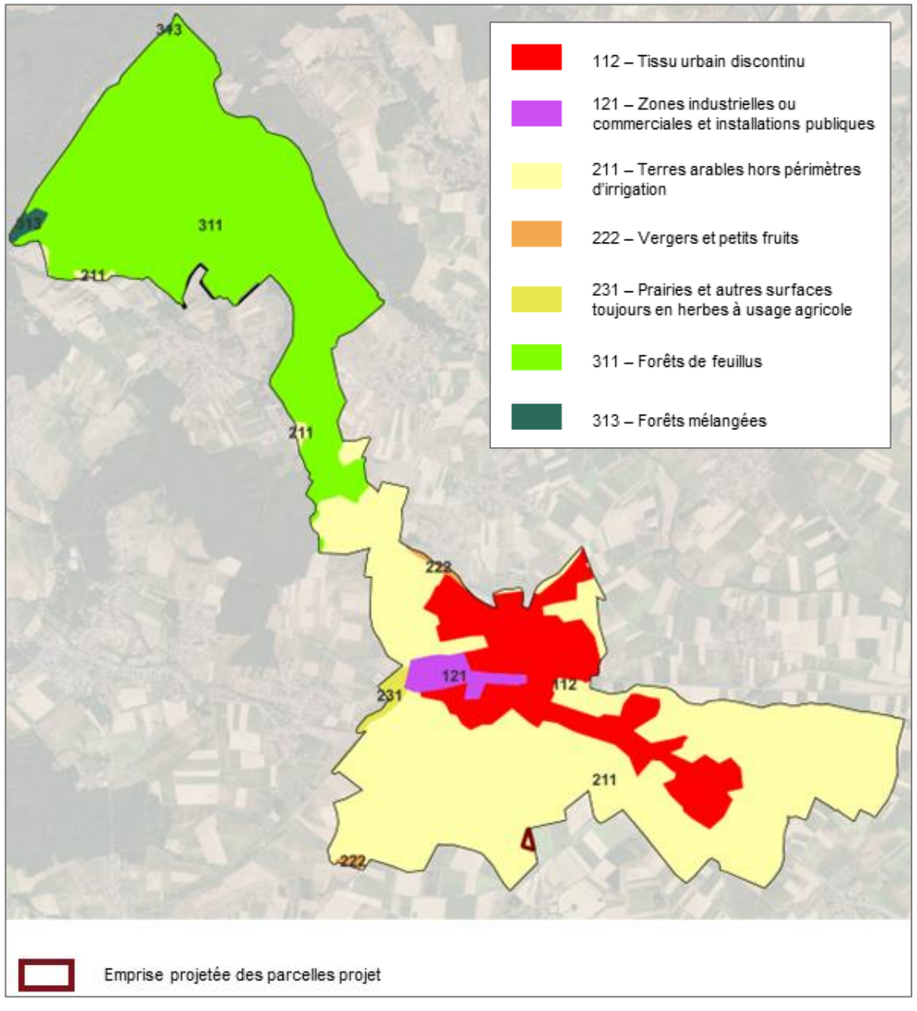


Figure 241 ***Occupation des sols de la commune de Soultz-sous-Forêts (source : Corine Land Cover)***

4.1.5. Eaux superficielles

4.1.5.1. <u>INVENTAIRE DES BASSINS VERSANTS</u>

La commune de Soultz-sous-Forêts est concernée par les bassins versants de La Sauer et du Seltzbach.

Le découpage des bassins versants est présenté en Figure 242 ci-dessous.

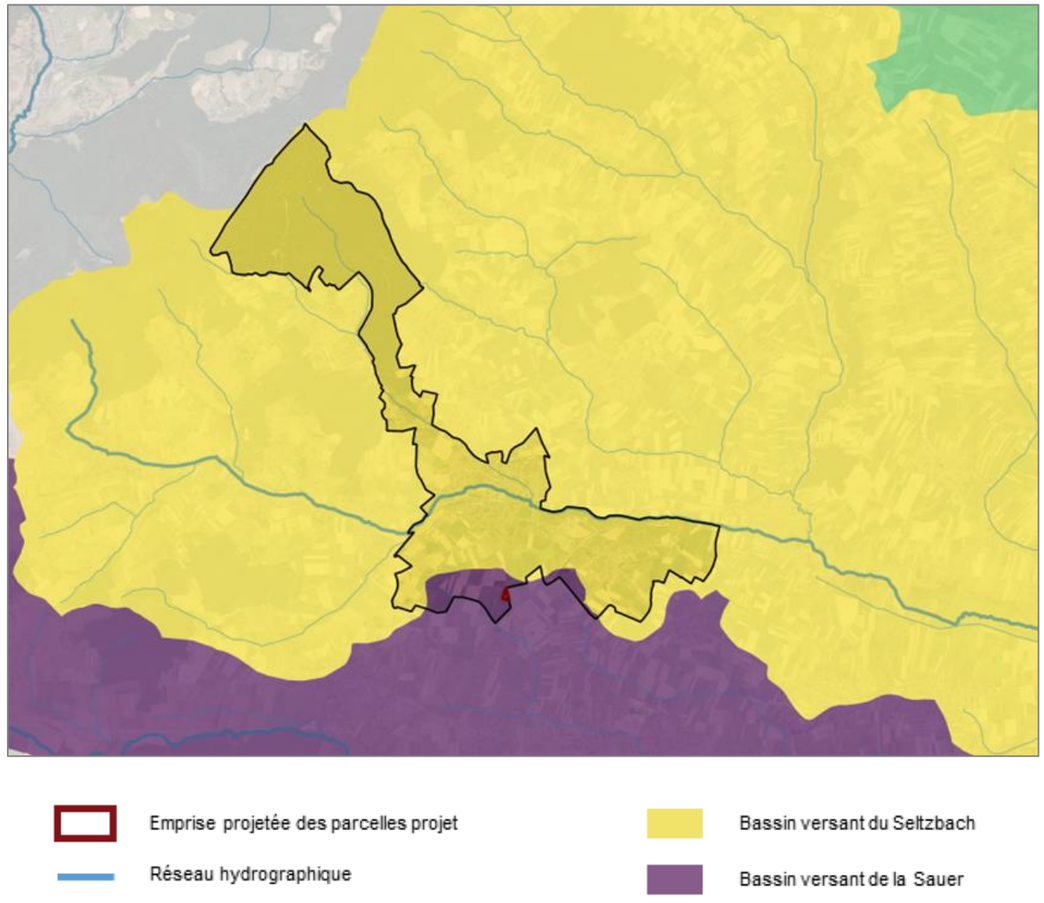


Figure 242 ***Bassins versants rivières de la commune de Soultz-sous-Forêts (source : Agence de l'Eau Rhin-Meuse)***

4.1.5.2. RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Dans le secteur impacté par la révision du PLU, le réseau hydrologique est notamment composé des cours d'eau suivants :

❖ Bassin versant de la SAUER :

- Le **ruisseau le Lienenbach**, situé en limite sud de la commune, à 300 mètres au Sud de la zone de projet de la parcelle OPS4 concernée par la modification du zonage. Il s'agit du cours d'eau le plus proche du projet. Il constitue un des affluents de La Sauer, dont il rejoint le lit à ~8 km au Sud de la zone de projet ;

❖ Bassin versant du SELTZBACH :

- Le **ruisseau du Seltzbach**, traversant la commune d'Ouest en Est, est un affluent de la Sauer, dont il rejoint le lit à Seltz, à ~14 km à l'Est de la zone de projet limite communale ;
- Le **ruisseau du Froeschwillerbach**, traversant la commune du Nord vers le Sud, est un affluent du Seltzbach, dont il rejoint le lit à 1,6 km des parcelles de projet,
- Le **ruisseau du Schindelbach**, traversant la commune d'Ouest en Est, est un affluent du Seltzbach dont il rejoint le lit à 1,5 km des parcelles de projet.

Sont représentés sur la Figure 243 ci-dessous :

- En bleu / bleu-vert, les cours d'eau appartenant au bassin versant du Seltzbach
- En orange / rouge, les cours d'eau appartenant au bassin versant de la Sauer

- En gras, sont représentés les cours d'eau compris à l'intérieur du découpage communal
- En italiques, sont distingués les cours d'eau visible sur la cartographie mais n'étant pas compris au sein du découpage communal

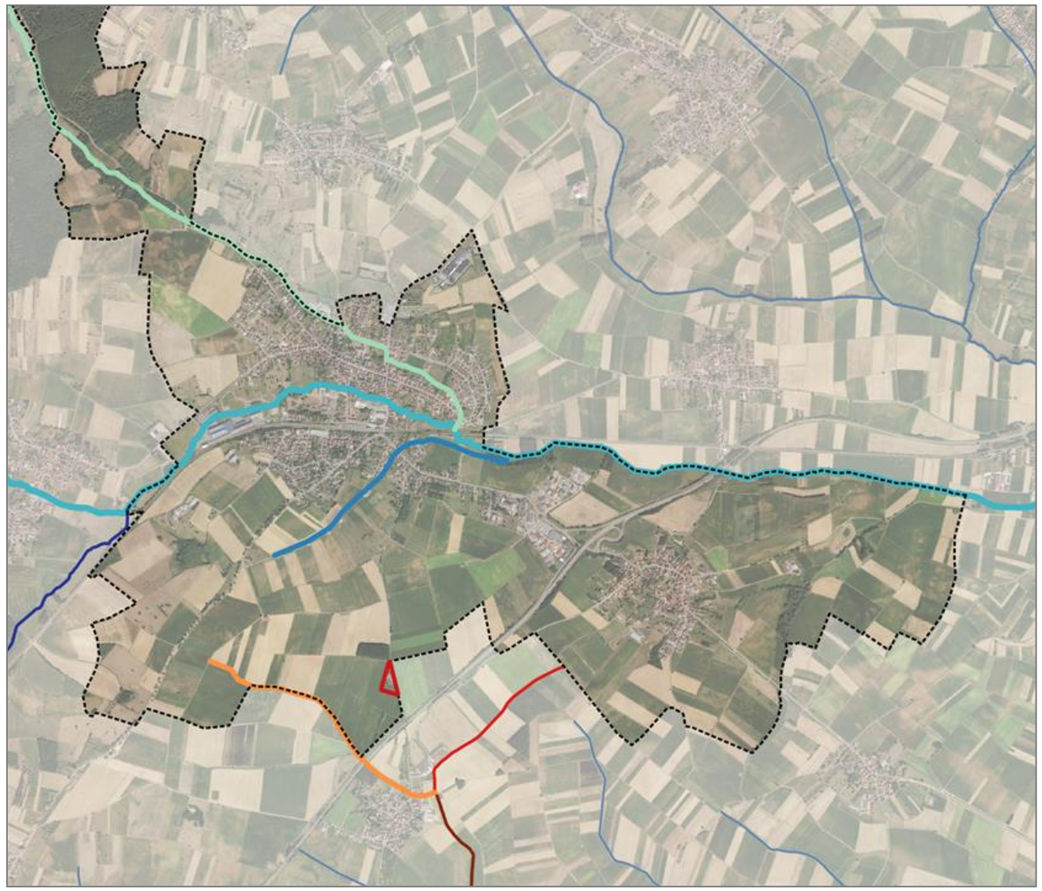


Figure 243 Représentation des cours d'eau présents au sein du découpage communal (source : Agence de l'eau Rhin-Meuse)

4.1.5.3. QUALITE DE L'EAU

4.1.5.3.1. **Qualité des masses d'eau**

L'évaluation SDAGE 2022/2027 - Tome 4 ; ainsi que les données proposées par le catalogue de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse) [38] renseigne sur **l'état ou le potentiel écologique de ces masses d'eau de surface**, telles que :

- SELTZBACH – FRCR205 : MAUVAIS
- SAUER 2 – FRCR712 : MOYEN

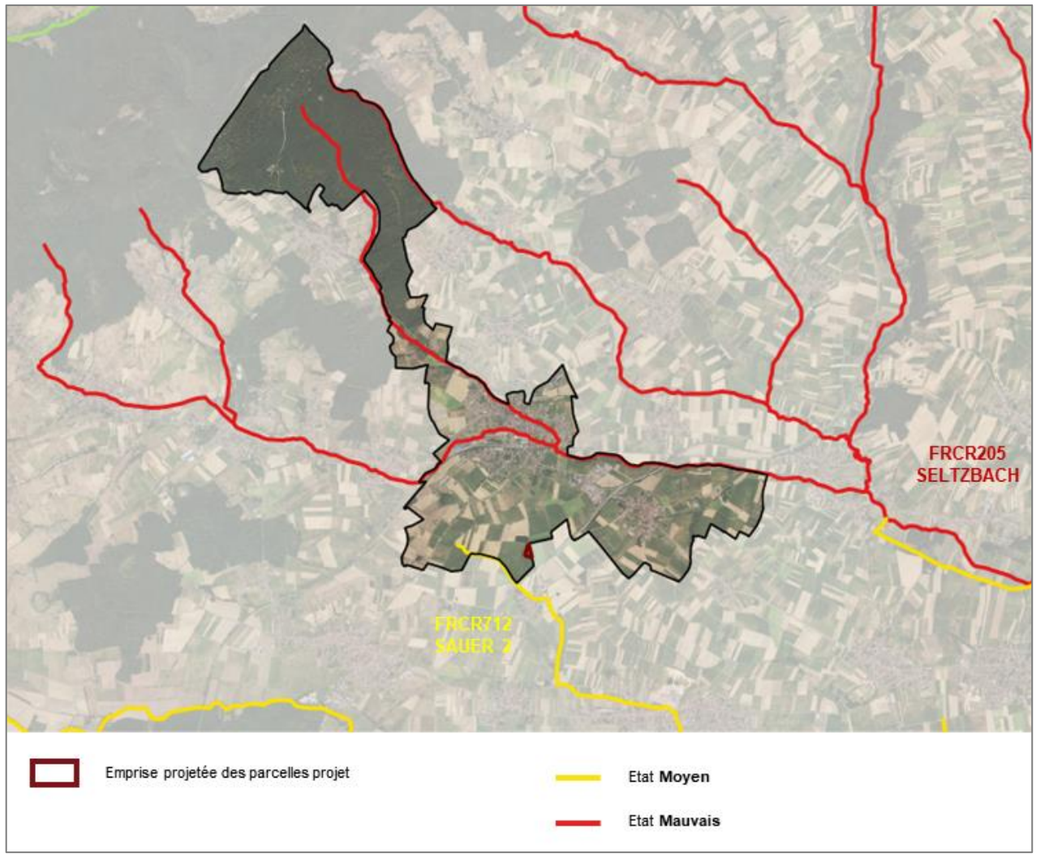


Figure 244 Etat ou potentiel écologique des masses d'eaux de surface concernant la commune de Soultz-sous-Forêts - Source des données : Agence de l'eau Rhin-Meuse

Les données disponibles aux stations de surveillance Le Seltzbach à Hatten (02046800) et La Sauer à Betschdorf (02045250) confirment les états des masses d'eau :

- Le Seltzbach à Hatten : état écologique médiocre et état chimique mauvais (2020-2022)
- La Sauer à Betschdorf : état écologique moyen (2018-2020)

La localisation de ces stations et les résultats des mesures sont présentés dans le ***VOLET 3. Etude d'impact / 1. Etat initial de l'environnement / 1.1.5. Eaux superficielles***, page 154.

4.1.5.3.2. **Caractéristiques hydrométriques**

❖ La Sauer à Beinheim (station A3690110)

Le débit mensuel moyen de la Sauer à Beinheim est de **3 620 l/s** (entre 6 060 et 1 630 l/s).

Les données de débit instantané mensuel minimal mettent en évidence une aggravation des débits d'étiages depuis 2017, dont 6 relevés en 2022. Aucun débit instantané maximal n'a été enregistré depuis l'hiver 2010/2011.

❖ Le Seltzbach à Niederrœdern (A3730200)

Le débit mensuel moyen du Seltzbach à Niederrœdern est de **1 580 l/s** (entre 3 160 et 412 l/s).

Les données de débit instantané mensuel minimal mettent en évidence une aggravation des débits d'étiages depuis 2016, dont 1 relevé en 2022. Aucun débit instantané maximal n'a été enregistré depuis l'été 2013.

La localisation des stations de mesures et les données hydrométriques complètes sont présentées dans le ***VOLET 3. Etude d'impact / 1. Etat initial de l'environnement / 1.1.5. Eaux superficielles***, page 154.

4.1.6. Eaux souterraines

4.1.6.1. ENTITE HYDROGEOLOGIQUE

La commune de Soultz-sous-Forêts est concernée, pour sa partie sud, par **des Formations oligocènes du Bassin du Pechelbronn en Alsace** (Figure 245).

[38] https://geo.eau-rhin-meuse.fr/portal/apps/sites/#/georm

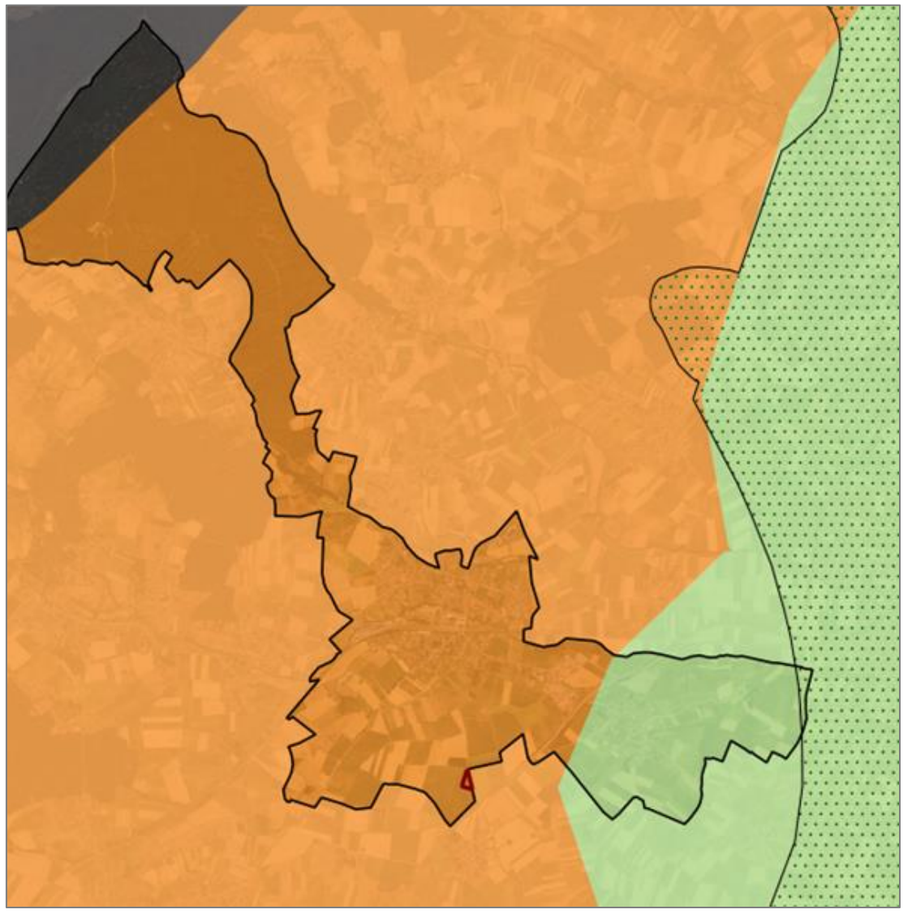


Figure 245 Formations oligocènes du Bassin du Pechelbronn en Alsace (source : BD LISA eau France)

4.1.6.2. MASSES D'EAU SOUTERRAINES

D'après les données obtenues sur SANDRE Eau de France et le rapport de révision du Bassin Rhin-Meuse (Grand Est développement durable), la commune est située au droit de la **Nappe d'Alsace FRCG101**, Pliocène de Haguenau et Oligocène, ainsi que le Champ de fractures de Saverne FRCG117 pour son extrémité Nord (non concernée par les zones AA).

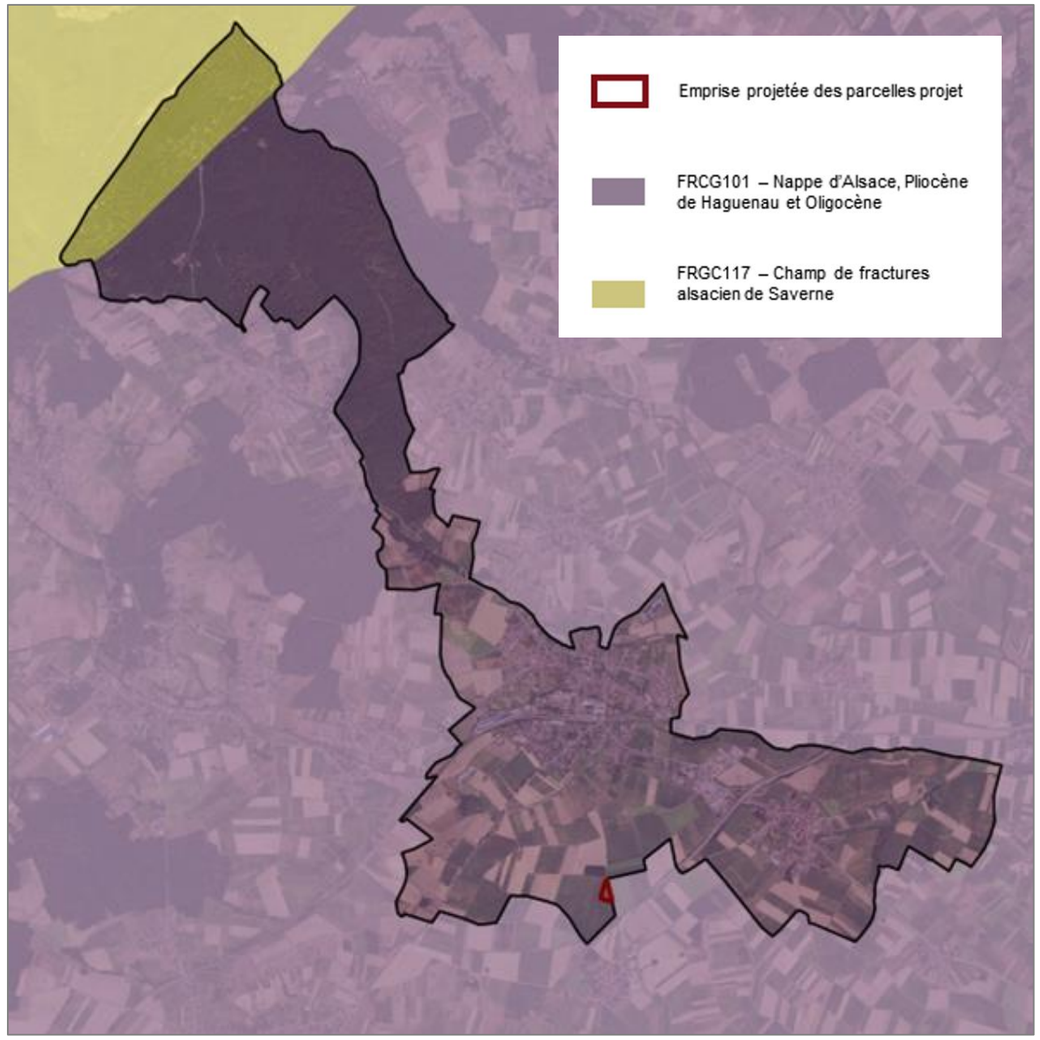


Figure 246 Masses d'eau souterraine de l'Alsace du Nord – Source des données : SANDRE et Grand Est

4.1.6.3. QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

Les eaux souterraines, de la nappe d'Alsace présentent un état **contrasté**, qualifié de « Bon » à « Pas bon état » selon les critères d'évaluation et les typologies de production :

- Bon : les valeurs en chlorures, sulfates et COHV ;
- Pas bon : l'état qualitatif général, et notamment les valeurs en pesticides ou nitrates.

Les données complètes relatives à la qualité des eaux souterraines sont présentées dans le ***VOLET 3. Etude d'impact / 1. Etat initial de l'environnement / 1.1.6. Eaux souterraines***, page 163.

La nappe d'Alsace connaît une baisse progressive en période de rechargement ainsi qu'une aggravation de ses niveaux en période d'étiage. Ce phénomène s'accélère depuis 2013 où les tendances des courbes de mesures sont plus abruptes et décroissantes, dépassant plus régulièrement les seuils d'alerte renforcée et de crise.

Les données quantitatives complètes des eaux souterraines sont présentées dans le ***VOLET 3. Etude d'impact / 1. Etat initial de l'environnement / 1.1.6. Eaux souterraines***, page 163.

4.1.6.4. CAPTAGES D'EAU POTABLE

Des périmètres de protection sont présents au Nord du ban communal, tel que représenté sur la Figure 247.

- Les captages d'eau se trouve a minima à 7 km des parcelles destinées à accueillir le projet de géothermie ;
- Ainsi qu'à 3,5 km des parcelles AA les plus proches, ici représentées par le figuré jaune, ainsi que le périmètre de 3,5 km, représenté par le figuré violet.

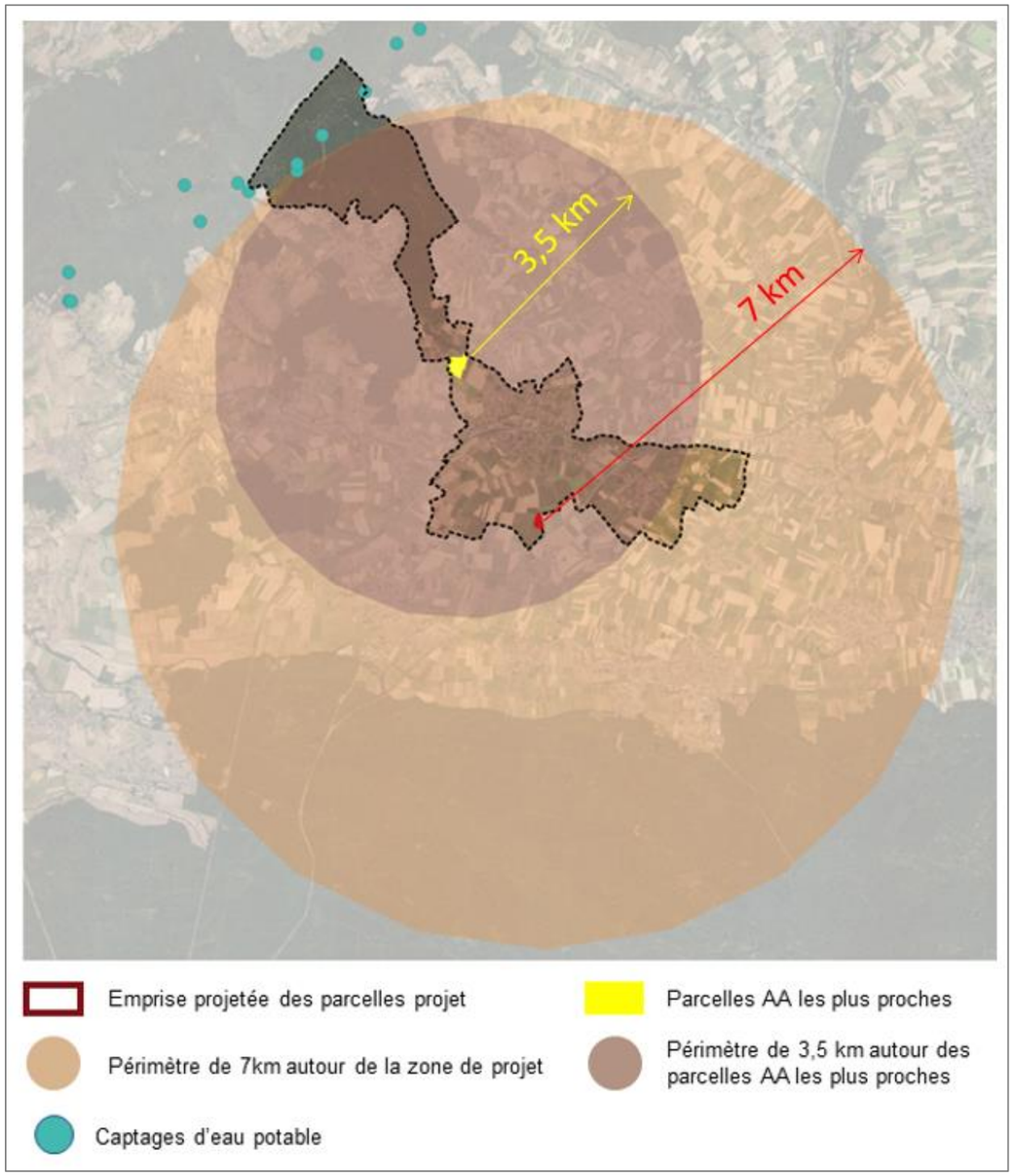


Figure 247 ***Périmètre de protection des captages d'eau potable – Source des données : ARS, ESRI WORDLIMAGERY***

4.1.7. Qualité de l'air

Dans l'inventaire des 91 stations de surveillance de la qualité de l'air que compte ATMO Grand Est, 14 sont implantées dans le Bas-Rhin.

La zone de projet se situe à 26 km à l'Ouest de la station « **Nord-Est Alsace** » de Munchhausen. La zone projet évolue également à 16 km au Nord-Est de la **station de Haguenau**, cependant du fait d'un contexte urbain différent, elle ne sera pas retenue quant à l'études de ses résultats.

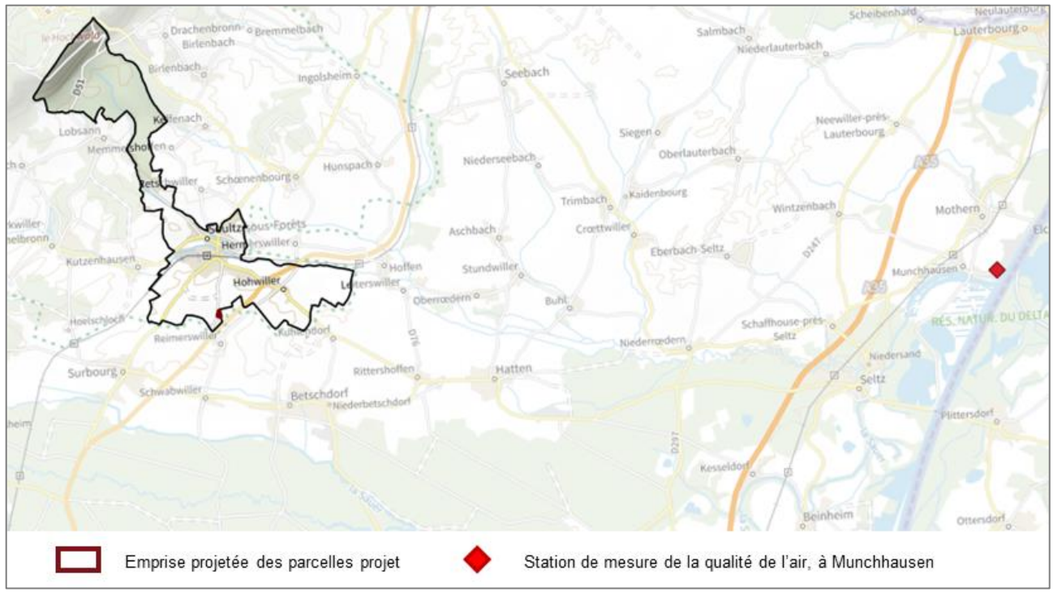


Figure 248 Localisation de la station de surveillance de la qualité de l'air du réseau ATMO Grand-Est – Source des données : atmo-grandest.eu

Les polluants mesurés à la station de Munchhausen sont : le dioxyde d'azote (NO_2), les oxydes d'azote (NOx), l'ozone (O_3), les particules fines (PM10 <10 µm).

La qualité de l'air à la station de Munchhausen est bonne, avec des concentrations mesurées inférieures aux objectifs de qualité établis par le Ministère de l'Ecologie.

Les données de qualité de l'air détaillées entre 2012 et 2022 sont présentées dans le ***VOLET 3. Etude d'impact / 1. Etat initial de l'environnement / 1.1.7. Qualité*** de l'air, page 168.

4.2. BIODIVERSITE

4.2.1. Périmètres d'inventaire et de protection

Les zonages environnementaux règlementaires sont organisés selon 3 catégories :

- **Les protections règlementaires** : Réserves naturelles et biologiques ; APB ; Zones humides remarquables ; Parc naturel national ;
- **La gestion contractuelle** : Natura 2000 ; convention RAMSAR ; Forêts et Parc naturel régional ;
- Ainsi que **les inventaires** : ZNIEFF ; ZICO.

La commune de Soultz-sous-Forêts est concernée par : les zonages des **Forêts et Parc naturel régional** ; ainsi que le zonages des **Réserves de biosphères et naturelles**. Ces zonages sont le résultat de **l'influence du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord**.

4.2.1.1. ZNIEFF

La commune est **concernée par un zonage ZNIEFF 2** passant en limite du ban communal dans la part Sud de la commune : Vallée du Seltzbach et massif du Niederwald. L'emprise cette ZNIEFF s'étend sur les parcelles agricoles classées AA situées entre la limite Est de la commune et l'entrée du centre urbain de Soultz-sous-Forêts.

Un **zonage ZNIEFF 1 est également observable dans la part Nord du territoire communal**, cependant, cette part **n'est pas concernée par la révision allégée**, puisqu'elle ne référence aucune parcelles AA.

Tableau 161 Détail des zones référencées ZNIEFF à proximité de la commune

Type de ZNIEFF	Nom	
ZNIEFF 1	420030053	Ruisseau du Ritsenbaechel à Lobsann
	420030063	Ried du Seltzbach à Stundwiller
	420007054	Zones humides du Brunnwald et cours de la Sauer et de l'Halbmuehlbach en forêt de Haguenau
	420030151	Prairies humides de la Sauer et coteau du Haugel à Gunstett et Biblisheim
ZNIEFF 2	420007059	Massif forestier de Haguenau et ensembles de landes et prairies en lisière
	420007113	**Vallée du Seltzbach et massif du Niederwald**

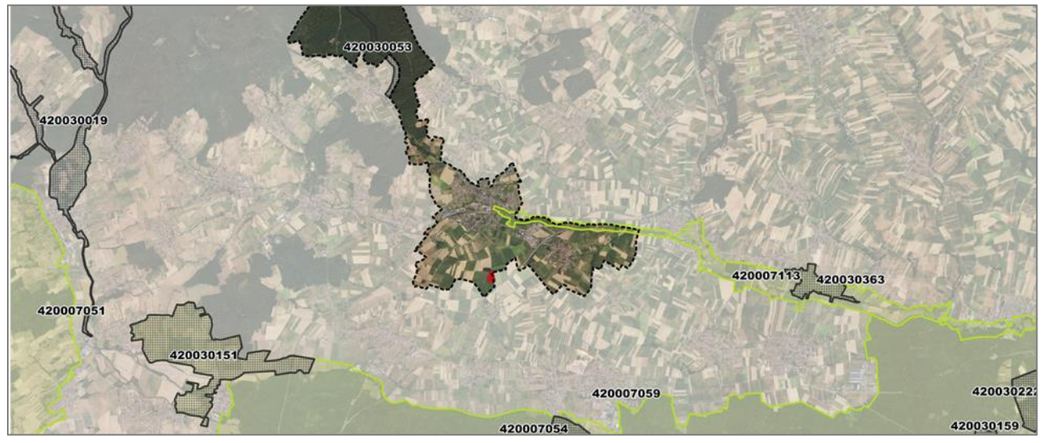


Figure 249 Zones des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique

Le périmètre de la ZNIEFF est majoritairement classé en zone NA au PLU, mais recouvre quelques parcelles en zone AA de part et d'autre du Seltzbach ; toutefois, les critères d'intérêt mentionnés par la fiche de l'INPN sont principalement liés au Seltzbach et à sa végétation rivulaire.

Critères d'intérêts

Patrimoniaux :	Fonctionnels :	Complémentaires :
1 - Critères d'intérêts patrimoniaux	66 - Auto-épuration des eaux	83 - Paysager
2 - Ecologique	75 - Fonction d'habitat pour les populations animales ou végétales	
12 - Faunistique	62 - Fonctions de régulation hydraulique	
13 - Poissons	63 - Expansion naturelle des crues	
16 - Oiseaux	76 - Corridor écologique, zone de passages, zone d'échanges	
17 - Mammifères	79 - Zone particulière liée à la reproduction	

Figure 250 Critères d'intérêt de la ZNEIFF 2 : 420007113 - Vallée du Seltzbach et massif du Niederwald (source : INPN)

4.2.1.2. NATURA 2000

La commune **n'est pas concernée par le zonage NATURA 2000**.

Le zonage le plus proche est celui de la Forêt de Haguenau, situé à environ 5 km au Sud de la commune.

Tableau 162 Détail de la zone NATURA 2000 la plus proche

Code du site	Appellation du site	Classement	Directive
FR4211790	Forêt de Haguenau	ZPS (Zone de Protection Spéciale)	Oiseaux
FR4201798	Massif forestier de Haguenau	ZSC (Zone Spéciale de Conservation)	Habitats

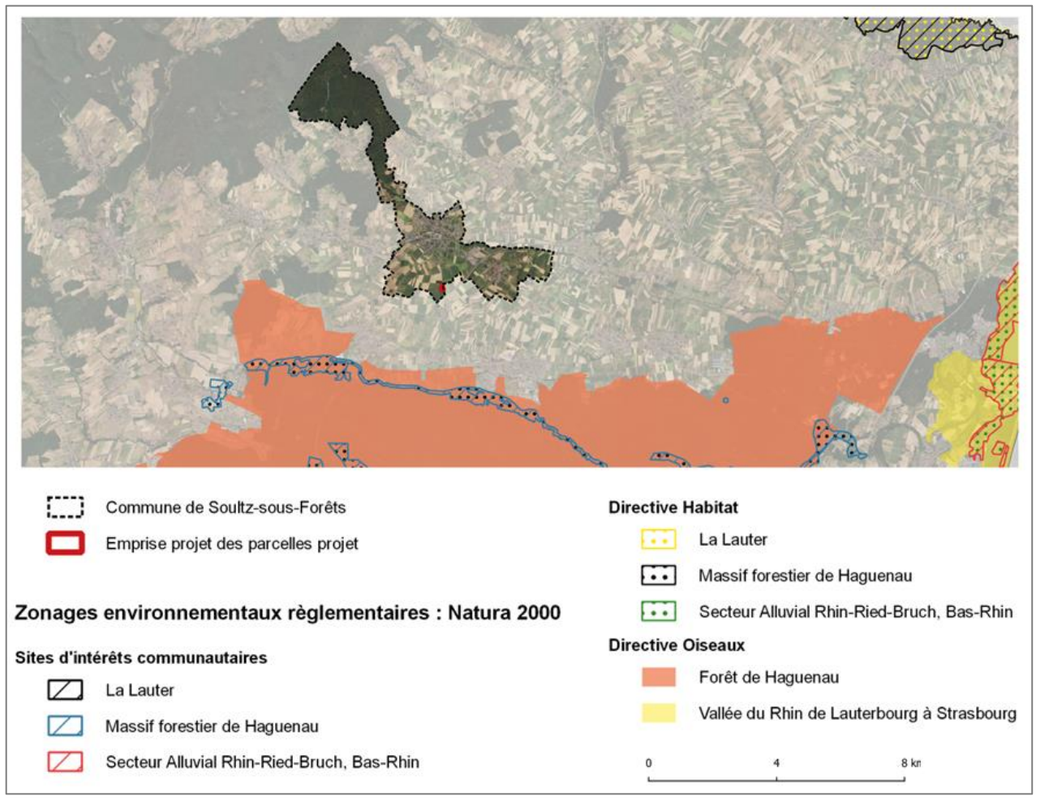


Figure 251 Zonage Natura 2000

4.2.1.3. ARRETE DE PROTECTION DU BIOTOPE

La commune **n'est pas concernée par la présence d'Arrêté de protection du biotope**. Les zonages référencés au plus près de la commune sont situés entre 15 et 18 km (Tableau 163).

Tableau 163 Détail des zones référencées APB

Code du site	Appellation du site	Distance
FR3800124	Héronnière De Beinheim (*Ile Aux Hérons)*	18,5 km
FR3800129	Cours inférieur de la Lauter	15,6 km

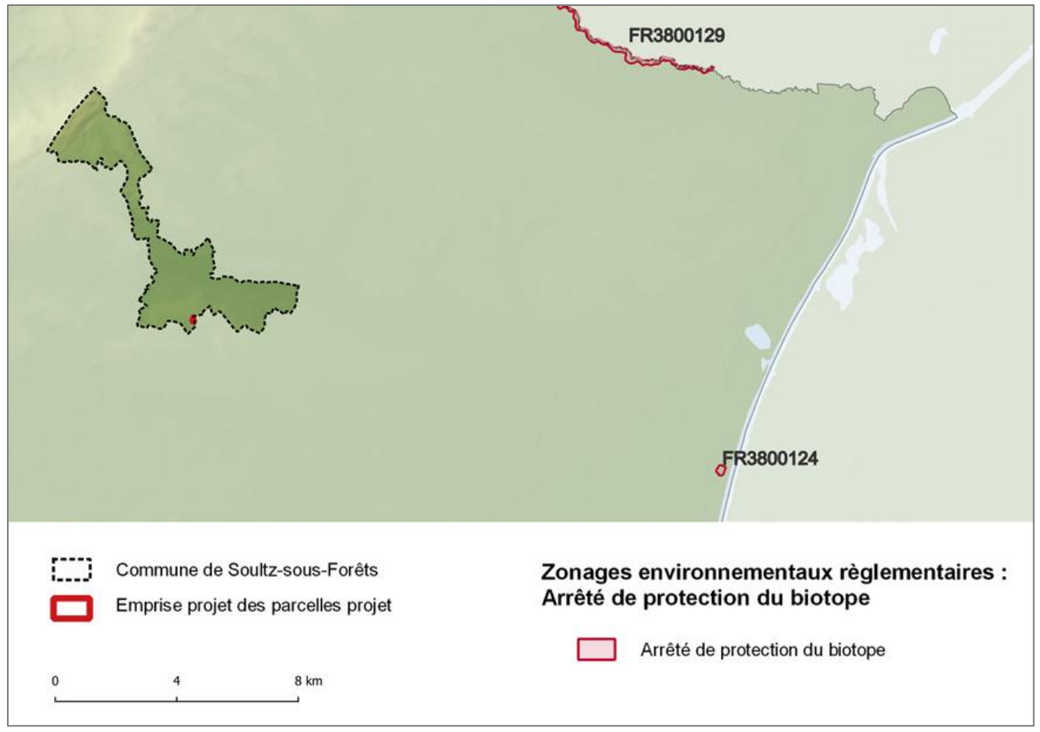


Figure 252 Zonage Arrêté de protection du biotope

4.2.1.4. ZONES IMPORTANTES POUR LA CONSERVATION DES OISEAUX

La commune **n'est pas concernée par les Zones importantes pour la conservation des oiseaux**.

Les zonages ZICO référencés au plus près de la commune sont :

- La Forêt de Haguenau, située à environ 3 km au Sud de la commune de Soultz-sous-Forêts ;
- Ainsi que la Vallée du Rhin, située environ à 18 km à l'Est de la commune.

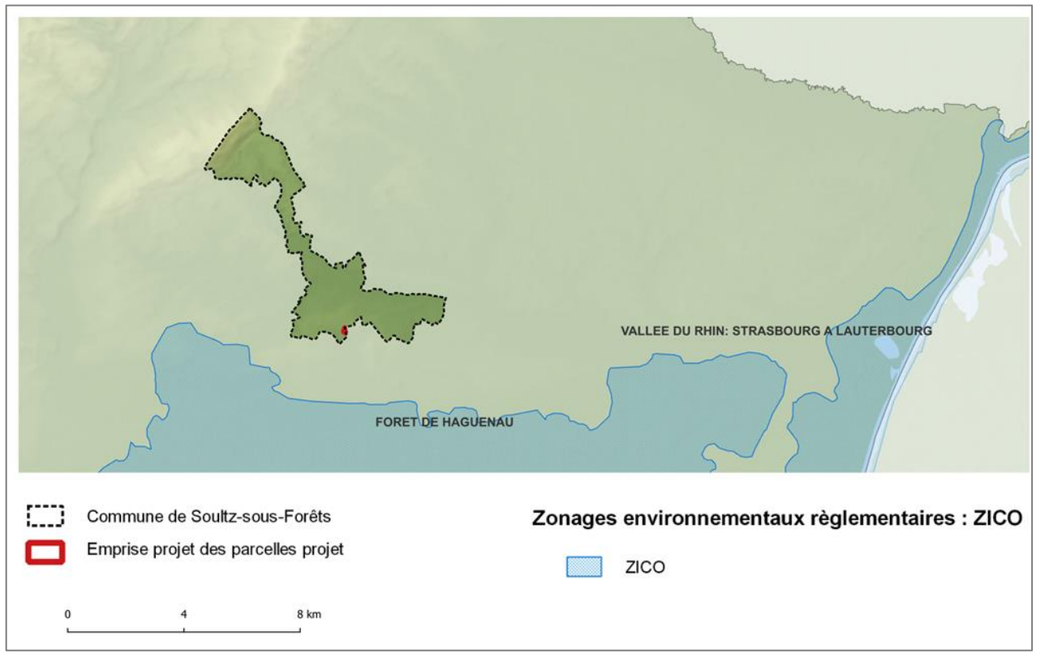


Figure 253 Zonage des Zones importantes pour la conservation des oiseaux

4.2.1.5. RESERVES BIOLOGIQUES ET NATURELLES

La commune **n'est pas concernée par les Réserves biologiques et naturelles**.

La réserve naturelle la plus proche, est celle de la Delta de la Sauer, située à environ 18 km de la commune.

Tableau 164 Détail des zones référencées réserves naturelles et biologiques

Code du site	Appellation du site	Distance
FR2400062	Réserve biologique intégrale - Vallée du Trautbach	13,9 km
FR2300131	Réserve biologique dirigée - Aulnaie de Forstfeld	12,7 km
FR2300163	Réserve biologique dirigée - Forêt domaniale de Lauterbourg	25,3 km
FR2400235	Réserve biologique intégrale - Haguenau	6,3 km

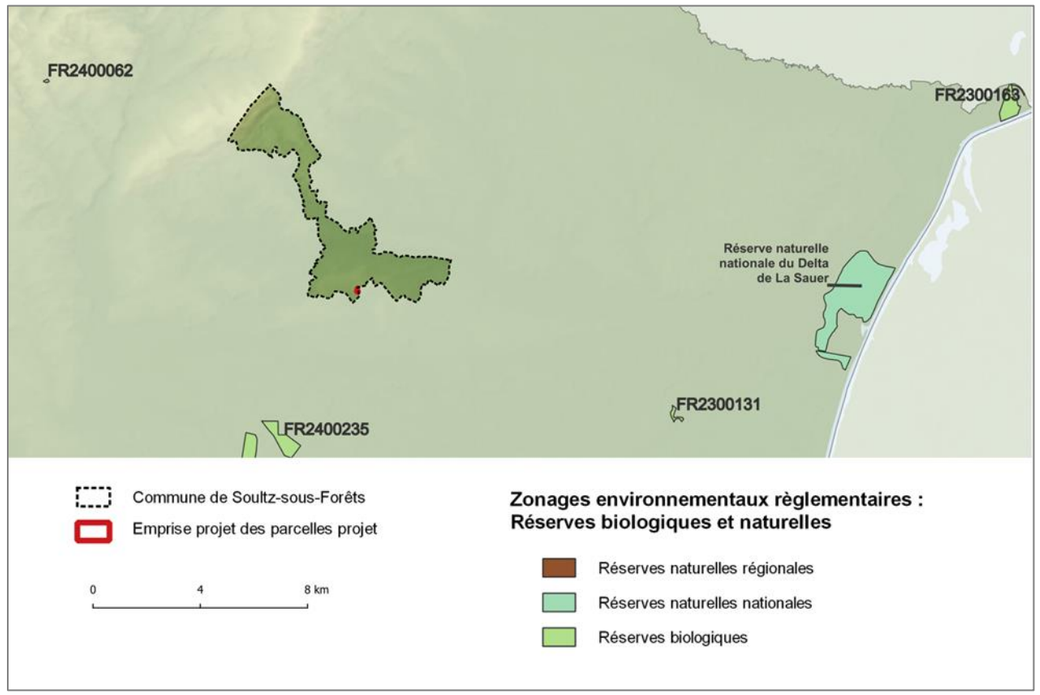


Figure 254 Zonage des réserves naturelles et biologiques

4.2.1.6. FORETS ET PARCS

La commune est **concernée par le périmètre du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord**.

La part Nord de la commune, non concernée par cette révision allégée, est également comprise dans le zonage de Réserves forestières dirigées.

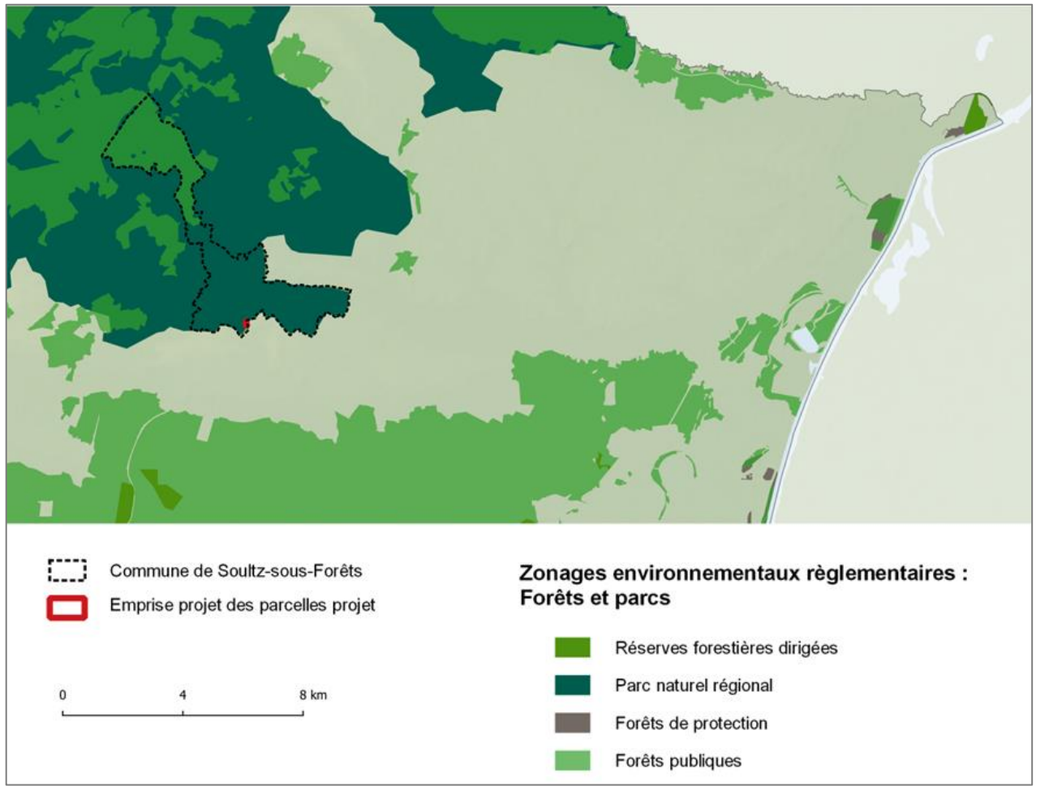


Figure 255 Zonage des forêts et parcs

4.2.1.7. RAMSAR ET ZONES HUMIDES REMARQUABLES

La commune **n'est pas concernée par la convention RAMSAR**, **ni par la présence de Zones humides remarquables**.

Le zonage RAMSAR le plus proche, est celui du Rhin supérieur, situé à environ 18 km de la commune.

Les zonages Zones humides remarquables les plus proches sont tous situés à environ 18 km à l'Est de la commune de Soultz-sous-Forêts ; il s'agit des bois de Mothern (au Nord) et de Beinheim (au Sud), ainsi que du Delta de la Sauer (au centre).

Au Sud de la commune, situées à environ 5 km de la commune, plusieurs zones humides remarquables sont observables au sein de la Forêt de Haguenau.

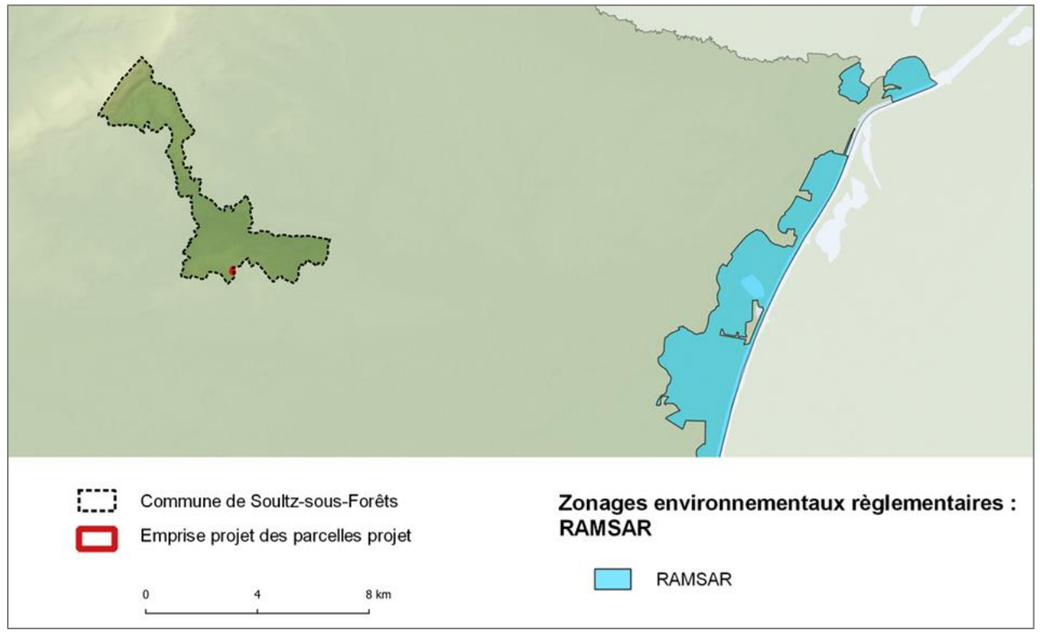


Figure 256 Zonage des Zones humides protégée par la convention RAMSAR

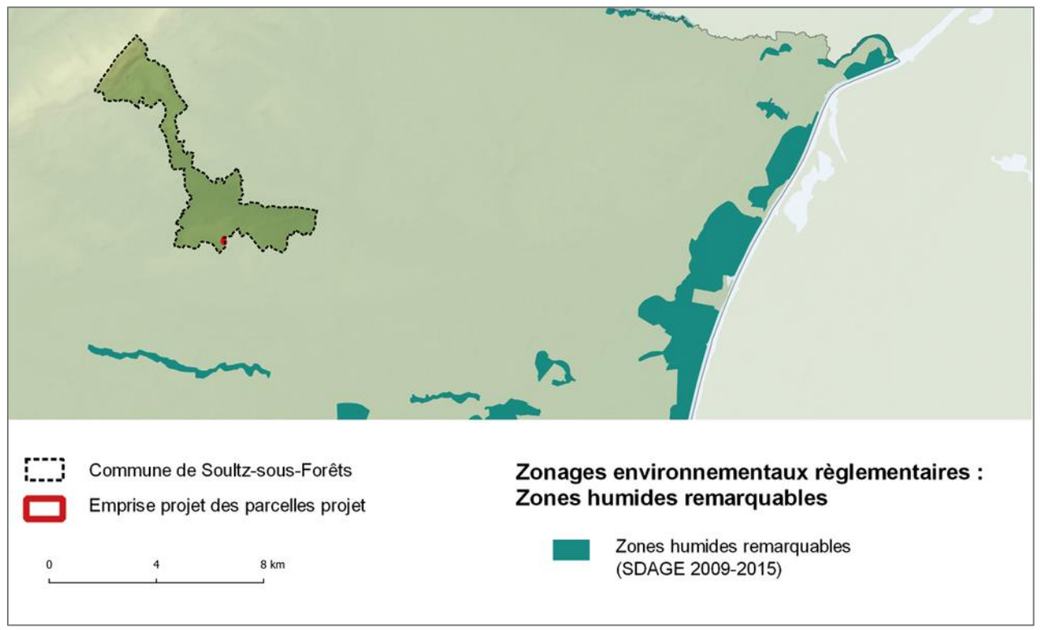


Figure 257 Zonage des zones humides remarquables

4.2.2. Inventaires biodiversité

Les inventaires biodiversité réalisés par OGE en 2023 dans le cadre du projet de géothermie ont permis d'identifier les enjeux au sein d'un périmètre d'étude élargi englobant les sites de projet OPS4, GPK2 (nouvelle centrale) et le tracé des réseaux les reliant.

Le contenu détaillé des inventaires est présenté dans le ***VOLET 3. Etude d'impact / 1. Etat initial de l'environnement / 1.2. Biodiversité***, page 170.

Les paragraphes suivants d'intéressent plus particulièrement :

- Aux observations réalisées au droit des zones AA concernées par la modification du règlement du PLU ;
- Au droit du site OPS4 concerné par la modification de zonage du PLU, de AA en UT.

4.2.2.1. FLORE ET VEGETATION

4.2.2.1.1. A l'échelle des zones AA

D'une manière générale, les parcelles concernées par le zonage AA, dont le règlement sera modifié dans le cadre de la révision allégée du PLU, sont majoritairement occupées par des habitats de type « **grande culture** » (EUNIS I1.1).

Aucune espèce patrimoniale (protégée et/ou rare) n'est observée ; la flore observée est banale ; la flore nitrophile et rudérale est sur-représentée. Les habitats naturels présentent un état de conservation médiocre, avec une présence très importante des parcelles de grande culture, présentant peu d'intérêt d'un point vu écologique**.**

Cet habitat est fortement représenté au droit des 3 secteurs de zone AA identifiés sur le territoire communal : au Nord, au Sud-Ouest et au Sud-Est du centre urbain.

4.2.2.1.2. Au droit du site OPS4

Le site OPS4 est concerné par des habitats de type « **grande culture** » (EUNIS I1.1) et « **bâti et zones artificielles** » (EUNIS J). Il est longé par une « route secondaire » (EUNIS J4.2).

Aucune espèce patrimoniale (protégée et/ou rare) n'est observée ; la flore observée est banale ; la flore nitrophile et rudérale est sur-représentée. Les habitats naturels présentent un état de conservation médiocre, avec une présence très importante des parcelles de grande culture, présentant peu d'intérêt d'un point vu écologique**.**



Figure 258 Cartographie des habitats naturels inventoriés (extrait carte OGE, 2023)

4.2.2.2. FAUNE

4.2.2.2.1. A l'échelle des zones AA

Le périmètre d'étude des inventaires relatif au milieu naturel, caractéristique des milieux concernés par le zonage AA du PLU, abrite des espèces communes et peu exigeantes liées principalement aux milieux semi-ouverts. Il offre cependant peu de milieux favorisant le maintien de ces espèces. Les populations sont fortement réduites étant donné le manque d'habitats favorables sur le site d'étude.

Le périmètre inventorié présente un enjeu écologique faible pour les mammifères, les reptiles, les amphibiens et les insectes, du fait du contexte très agricole et de la faible diversité d'habitats naturels.

4.2.2.2.2. Au droit du site OPS4

Au droit du site OPS4, deux espèces patrimoniales sont identifiées :

- **La Pie-grièche écorcheur**
- **L'Œdipode émeraudine**

Trois espèces d'oiseaux patrimoniales ont été observées au droit du boisement situé en proximité Nord de la parcelle :

- Le Gobemouche gris
- Le Verdier d'Europe
- Le Faucon crécerelle

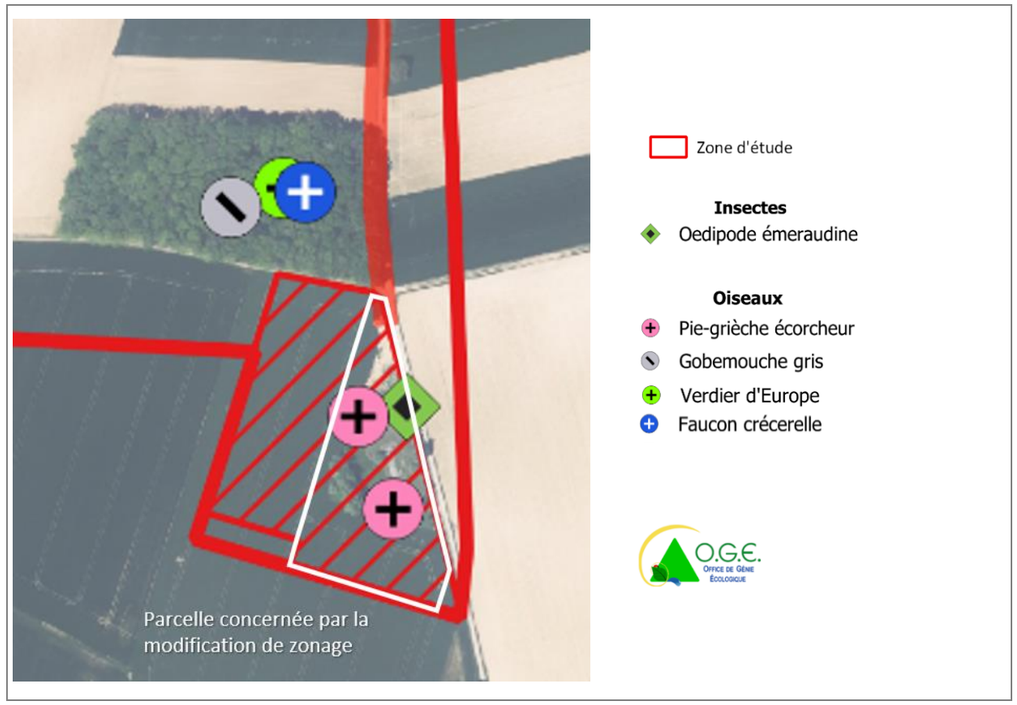


Figure 259 Espèces patrimoniales observées sur le site d'étude (extrait carte OGE, 2023)

Compte-tenu du contexte du site, aucun inventaire chiroptère ou amphibien n'a été jugé nécessaire.

Aucun enjeu relatif aux mammifères ou aux reptiles n'est identifié.

A. Oiseaux

L'enjeu le plus fort pour l'avifaune concerne la **Pie-grièche écorcheur** *Lanius collurio*. Elle est potentiellement nicheuse sur la zone d'étude au vu des habitats et des comportements observés (couple cantonnés, cris d'alertes).

L'habitat de prédilection de la Pie-grièche écorcheur comporte des prairies de fauche et des zones de pâturages avec plusieurs haies notamment des buissons épineux. On retrouve **deux couples sur le site**, l'un dans une haie au nord du site, l'autre dans les épineux qui entourent l'emprise grillagée des parcelles de projetde la zone artificialisée de la parcelle. Les habitats pour cette espèce étant assez restreints sur le site d'étude (et dans le secteur plus globalement), ces sites de nidifications ont une importance.

Tableau 165 Espèces d'oiseaux patrimoniaux nicheurs recensés dans la zone d'étude et leur statut (extrait)

Nom vernaculaire	Nom latin	Statut de protection arrêté du 29 octobre 2009	Liste rouge France Oiseaux nicheurs (2016)	Dir. Oiseaux	Liste rouge Alsace (2014)	Cotation ZNIEFF	Présence sur la zone d'étude	Enjeu
Pie-grièche écorcheur	*Lanius collurio*	article 3	NT	Annexe 1	VU		Nicheur potentiel	Fort
Gobemouche gris	*Muscicapa striata*	article 3	NT		NT	20	Nicheur potentiel	Moyen
Verdier d'Europe	*Chloris chloris*	article 3	NT		LC		Nicheur potentiel	Moyen
Faucon crécerelle	*Falco tinnunculus*	article 3	NT		LC		Nicheur certain	Moyen

B. Insectes

Malgré une majorité de cultures, quelques patchs thermophiles ou humides ont permis de contacter des espèces telles que l'Œdipode émeraudine *Aiolopus thalassinus*.

Tableau 166 Espèces d'Orthoptères patrimoniaux recensées dans la zone d'étude et leur statut

Nom français	Nom scientifique	Dir. H	Liste rouge Alsace 2014	Espèces déterminantes ZNIEFF Alsace	Enjeu
Œdipode émeraudine	*Aiolopus thalassinus*		NT	20	Moyen

4.2.2.2.3. Conclusion

Du point de vue règlementaire, plusieurs espèces protégées sont présentes ou potentiellement présentes. Mais il s'agit essentiellement d'espèces communes liées aux milieux forestiers et/ou semi-ouverts.

4.2.3. Zones humides

Les relevés floristiques et les sondages pédologiques n'ont pas permis de mettre en évidence la présence de zones humides en zone AA ou à proximité de la parcelle concernée par la modification de zonage.

Une roselière de 0,06 ha a été caractérisée zone humide (critère végétation) dans le périmètre d'étude du projet de géothermie mais celle-ci ne se situe pas en zone AA.

D'une manière générale, le contexte agricole des zones AA n'est pas favorable à la présence de zones humides.

4.2.4. Continuités écologiques

La commune de Soultz-sous-Forêts est concernée par certains de ces grands types de milieux. Il s'agit :

- des milieux forestiers ;
- des milieux ouverts non humides (à couvert permanent) ;
- des milieux agricoles et anthropisés

L'analyse des continuités écologique, dont la description détaillée est disponible en partie ***VOLET 3. Etude d'impact / 1. Etat initial de l'environnement / 1.2.4. Continuités écologiques***, page 188, montre que :

- La commune est traversée par un corridor d'importance régionale (C034) : le cours d'eau du Seltzbach qui relie les réservoirs de biodiversité RB15 « La Sauer et ses affluents et bassin du Lembach » et RB27 « Forêt de Haguenau et Delta de la Sauer ».
- 3 espèces des milieux ouverts présentes sur la zone sont à prendre en compte pour la trame verte et bleue : le Lézard des souches *Lacerta agilis*, la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio* et le Criquet ensanglanté *Stetophyma grossum*.
- La zone d'étude comprend des milieux ouverts et forestiers qui peuvent être inclus dans une corridor écologique discontinu en « pas-japonais » : ces patchs d'habitats permettent alors à des espèces comme celles citées précédemment de rejoindre ce réservoir de biodiversité ou d'en partir (migration, dispersion, etc.).

En termes d'enjeu, et compte-tenu de l'emprise géographique des modifications apportées au PLU :

- Le corridor écologique C034 correspondant au cours d'eau le Seltzbach est partiellement situé en zone AA (sur son linéaire Ouest) et pourrait être impacté par la modification du règlement du PLU. Il se situe toutefois à 2,5 km au Nord de la parcelle dont le zonage est modifié.
- Les sous-trames des milieux agricoles intensifs, des milieux forestiers, des milieux forêts humides ou des vergers peuvent être situées en zone AA. La parcelle concernée par la modification de zonage est située au sein de la sous-trame des milieux agricoles intensifs.

  Les milieux de la zone d'étude sont des milieux secondaires favorables à une grande partie des espèces liées aux milieux ouverts ou forestiers. Par ailleurs, les espèces patrimoniales recensées sont en majorité liées aux milieux ouverts ou semi-ouverts, ceci impliquant que l'enjeu principal réside dans la continuité de ces milieux, en « pas japonais ». Il s'agit de maintenir une succession de biotopes favorables à ces espèces liées à ces milieux, en particulier au niveau de la plateforme OPS4.

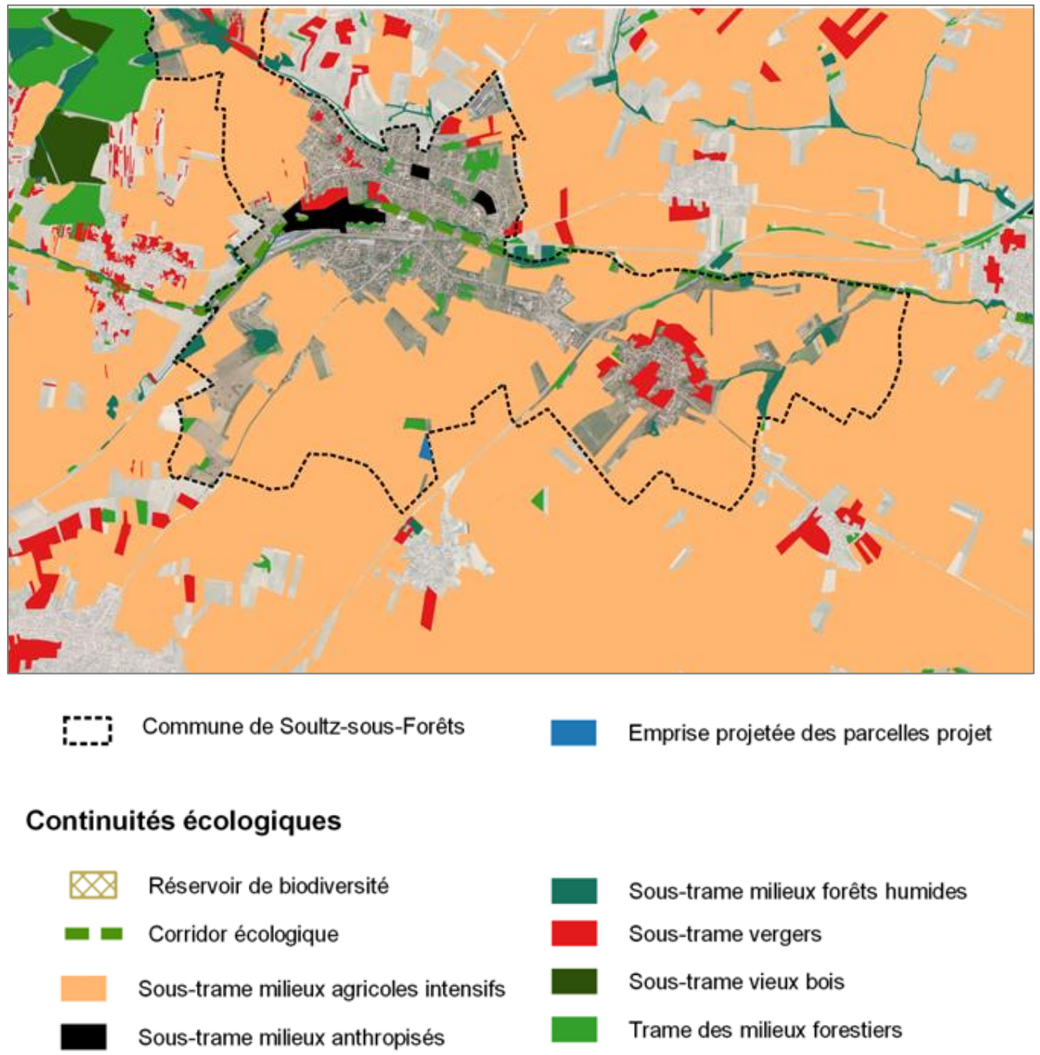


Figure 260 Représentation des continuités écologiques

4.3. POPULATION ET SANTE HUMAINE

4.3.1. Démographie, économie et mobilité

L'état initial de l'environnement établi dans le cadre du projet et présenté en partie ***VOLET 3. Etude d'impact / 1. Etat initial de l'environnement / 1.3. Population et santé humaine***, page 191 indique, pour la commune de Soultz-sous-Forêts :

4.3.1.1. DEMOGRAPHIE

Le territoire de Soultz-sous-Forêts présente une hausse stable et continue de sa démographie depuis *a minima* une quinzaine d'années.

4.3.1.2. ACTIVITES ECONOMIQUES

L'activité économique du territoire est une économique ancrée et diversifiée, gravitant autour du commerce, de l'artisanat ou encore, de l'activité industrielle.

4.3.1.3. CIRCULATION ET DEPLACEMENTS

Les maillages ferroviaire et routier propres au territoire de la zone d'étude, lui offrent une grande fluidité / mobilité d'échanges régionaux et internationaux.

La commune de Soultz-sous-Forêts est desservie par la ligne TER Strasbourg-Wissembourg.

Elle est desservie par 3 axes routiers majeurs : la D263, la D264 et la D28.

Les trafics moyens journaliers en 2019 sur ces 3 axes étaient les suivants :

Tableau 167 Synthèse des comptages des axes structurants en proximité de Soultz-sous-Forêts

	Tous véhicules	Poids lourds
D28	2 360	150
D263	7 280	470
D264	3 270	120

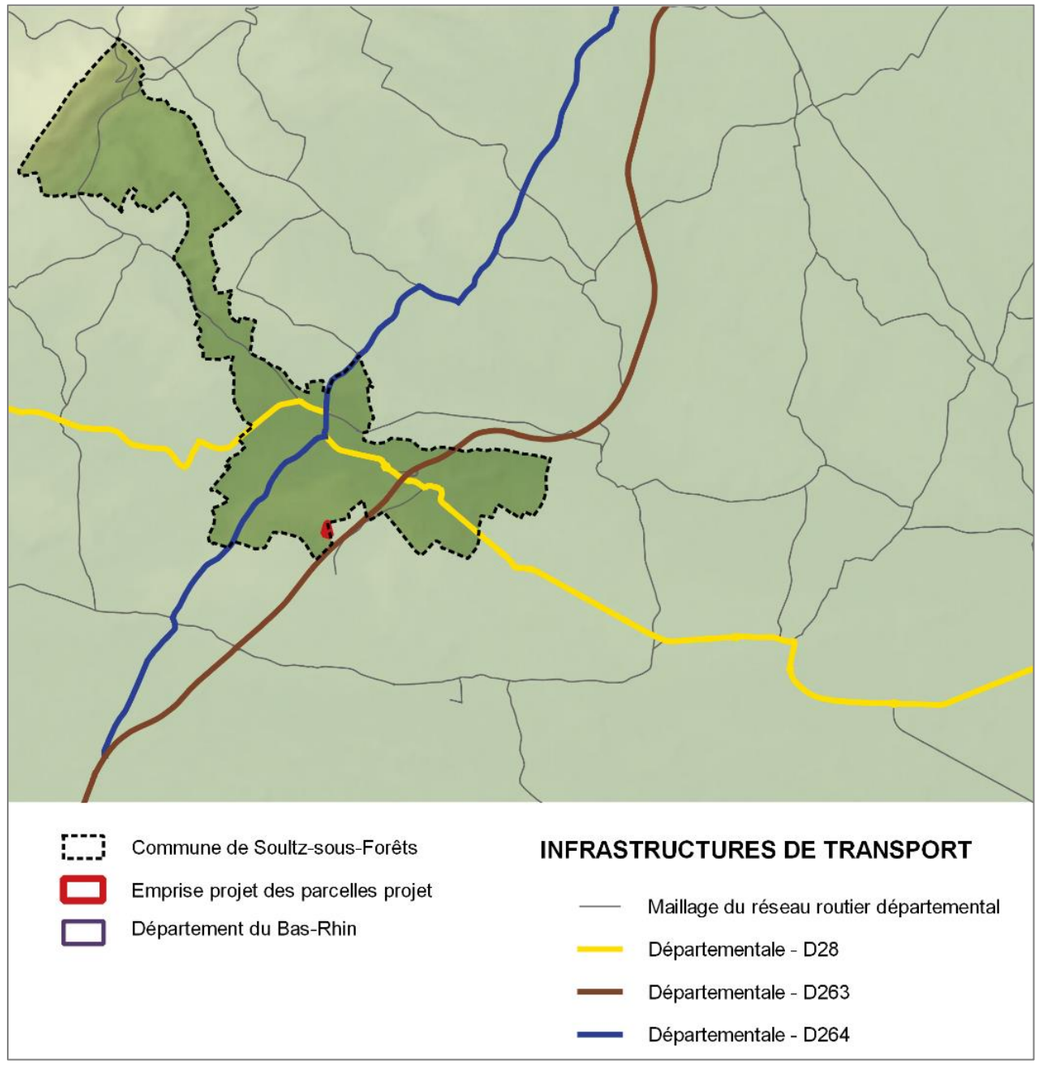


Figure 261 Inventaire voiries structurantes et réseaux ferrés - Source des données : datagrandest.fr

4.3.2. Ambiance sonore

L'analyse du territoire sur le secteur du projet OPS4 est relativement représentative des zones agricoles AA à l'échelle de la commune ; aussi, les observations formulées dans le cadre du projet sont extrapolables à l'ensemble des zones agricoles AA :

Le contexte acoustique est relativement calme avec des niveaux sonores compris entre 40 et 60 dB(A) environ. Les niveaux sonores les plus élevés sont relevés à proximité des zones urbanisées.

Le réseau routier est peu dense en zone AA et principalement constitué d'axes structurants de type RD (notamment les RD263, RD264 et RD28). Le trafic y est important, comme vu précédemment (

4.3.3. Emissions atmosphériques

La qualité de l'air est caractéristique des secteurs agricoles ouverts, c'est-à-dire peu de source de pollutions de l'air en dehors du trafic routier, assez limité en zone AA, et un contexte géographique favorable à la dispersion des polluants. Le secteur est peu soumis aux pollutions atmosphériques, celles-ci étant principalement d'origine routière, avec la traversée d'axes structurants au sein des zones AA. Les opérations liées aux activités agricoles, de type épandage ou application de produits phytosanitaires sur les cultures, peuvent également générer ponctuellement des nuisances pour les riverains.

Les secteurs concernés par les zones AA de la commune de Soultz-sous-Forêts sont globalement peu exposés aux pollutions atmosphériques.

4.3.4. Réseaux divers

L'inventaire détaillé des réseaux divers à l'échelle du périmètre du projet de géothermie est présenté ***VOLET 3. Etude d'impact / 1. Etat initial de l'environnement / 1.3.7. Réseaux divers***, page 202.

4.3.4.1. EAU POTABLE ET ASSAINISSEMENT

4.3.4.1.1. **Gestionnaire des réseaux**

Le gestionnaire du réseau d'alimentation d'eau potable sur la commune de Soultz-sous-Forêts est le Syndicat des Eaux de Soultz-sous-Forêts.

L'exploitation du réseau d'assainissement de la commune de Soultz-sous-Forêts est assurée par le SICTEU de la **région de Soultz-sous-Forêts**.

4.3.4.1.2. **Au droit du site OPS'**

La parcelle OPS4 n'est pas raccordée au réseau d'eau potable ; ses usages actuels ne nécessitant pas d'alimentation en eau potable. Les données fournies dans le cadre du projet de géothermie indiquent la présence d'un réseau d'alimentation situé au droit de la RD264.

La parcelle OPS4 n'est pas raccordée au réseau d'assainissement ; ses **usages actuels ne nécessitent pas d'exutoire d'eaux usées**. Les plans annexés au PLU indiquent que les réseaux d'assainissement s'étendent exclusivement sur la part urbanisée du ban communal.

4.3.4.1.3. **A l'échelle des zones AA**

A l'instar du périmètre de projet, l'ensemble des zones AA de la commune n'est pas susceptible d'accueillir une forte densité de réseaux humides, ceux-ci desservant les zones urbanisées principalement, avec des réseaux structurants implantés plutôt au droit des axes routiers.

4.3.4.2. RESEAUX SECS

4.3.4.2.1. **Au droit du site OPS4**

Le site OPS4 est concerné par la présence de réseaux gaz et fibre optique, respectivement en limite Nord et Est de la parcelle.

4.3.4.2.2. **A l'échelle des zones AA**

Les DT-DICT établies à l'échelle du périmètre du projet de géothermie ont permis de mettre en évidence la présence de réseaux secs au droit des chemins agricoles : gaz, fibre, réseau HTA.

Cette présence au droit de la zone d'étude du projet suggère une présence potentielle de réseaux au droit d'autres zones AA concernées par la modification du règlement du PLU.

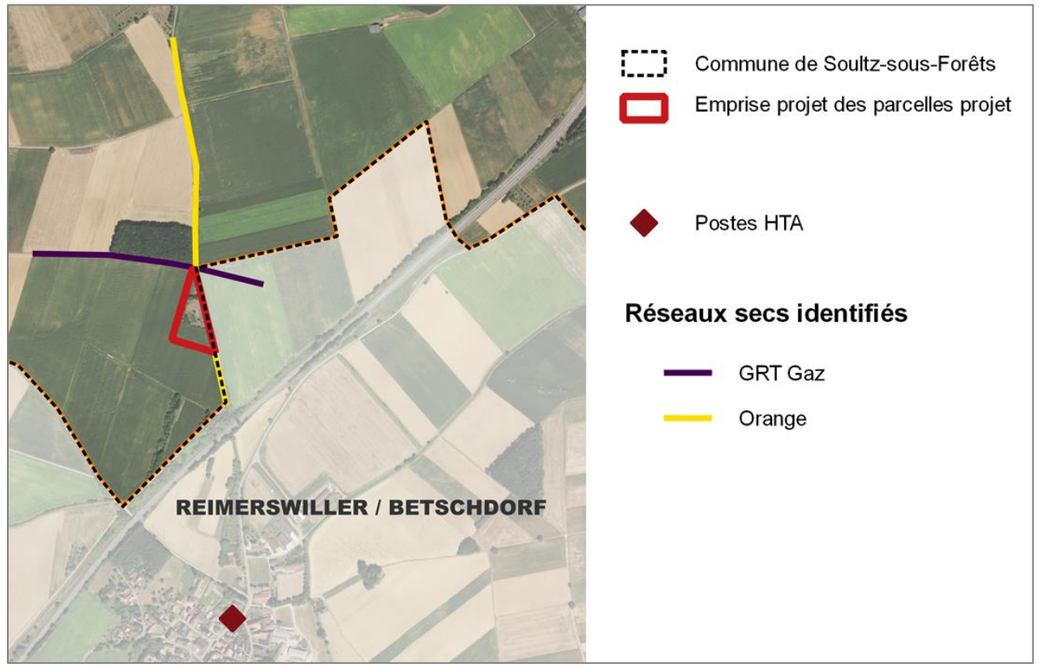


Figure 262 ***Réseaux secs identifiés à proximité des implantations du site OPS4 (source : concessionnaires via DT-DICT)***

4.3.5. Risques naturels et technologiques

L'inventaire détaillé des risques naturels et technologiques auxquels est soumise la commune de Soultz-sous-Forêts est présenté dans le ***VOLET 3. Etude d'impact / 1. Etat initial de l'environnement / 1.3.8. Risques naturels et technologiques***, page 204.

La commune n'est pas concernée par les Plans de Préventions de Risques Naturels, Miniers ou Technologiques.

Le territoire de la commune est exposé aux risques suivants :

- **Risques naturels :**
  - Risque sismique de niveau 3 - Risque modéré
  - Risque radon de niveau 2 - Risque faible mais facteurs géologiques pouvant faciliter le transfert du radon vers le bâtiment
  - Risque de coulées d'eau boueuse « Ceb1 » (4 arrêtés de catastrophe naturelle « Inondations et coulées de boues »),
  - Aléa retrait-gonflement des argiles moyen,
  - Risque de départ de feux de forêts de moyen.
  - Plusieurs arrêtés de catastrophe naturelle pour des mouvements de terrain (1 arrêté), des sécheresses (1 arrêté) et des inondations et coulées de boues (4 arrêtés).
- **Risques technologiques :**
  - Risque lié au Transport de Matières Dangereuses : par voie routière et par gazoduc
  - Présence de 1 Secteur d'Information sur le Sols (SIS) sur le périmètre communal, correspondant à un forage fuyard des anciennes activités pétrolières (cf. Tableau 168).
  - Présence de 2 ICPE sur le territoire communal : GUNTHER TOOLS et EARL ROTT Ernest et Didier.
  - Aucune installation SEVESO.

Tableau 168 Site référencés SIS à proximité du projet

Commune	Identifiant	Nom usuel
Soultz-sous-Forêts	SSP 0004506 0101	Forage fuyard 3732 (Pechelbronn)

4.4. PATRIMOINE ET PAYSAGE

4.4.1. Paysage

La commune de Soultz-Sous-Forêts se situe dans l'unité paysagère de l'Outre-Forêt, situé au nord de la forêt d'Haguenau.

Le site OPS4, ainsi que les zones AA de manière générale, s'inscrivent dans un **paysage agraire vallonnée**, **sans vis-à-vis** avec les habitations, équipements ou axes routiers des communes environnantes.

Le contexte paysager général, ainsi que celui du site OPS4, sont présentés dans le ***VOLET 3. Etude d'impact / 1. Etat initial de l'environnement / 1.4.1. Paysage***, page 214.



Figure 263 Paysages de l'Outre-Forêt (sources : Atlas des paysages)

4.4.2. Patrimoine culturel et archéologique

D'après l'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP), aucun site archéologique n'est recensé sur la commune de Soultz-sous-Forêts.

La commune est toutefois concernée par la présence d'un monument historique dont le périmètre de visibilité[39] s'étend partiellement sur des zones AA : **église simultanée Saint Jean-Baptiste de Hohwiller**.

Le site OPS4 n'est toutefois pas concerné par un périmètre monuments historiques.

[39] La loi du 25 février 1943 crée autour des monuments historiques un champ de visibilité de 500 mètres à l'intérieur duquel aucune construction nouvelle ni modification ne peut être réalisée sans autorisation.

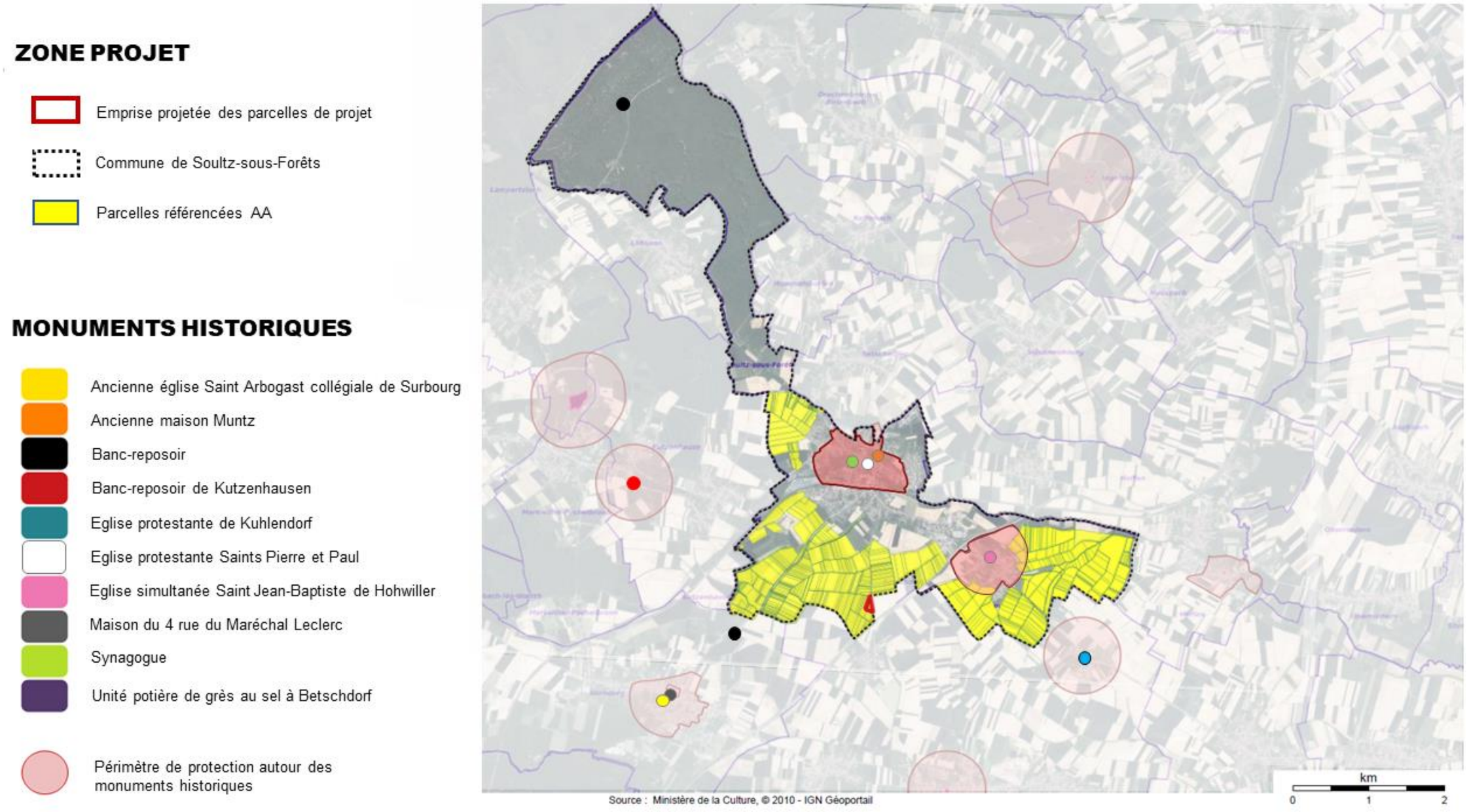


Figure 264 ***Cartographie des périmètres monuments historiques autour des parcelles de projet***

4.5. BILAN DES ENJEUX

A l'échelle du site OPS4 concerné par la modification de zonage, et du projet de géothermie permis par cette modification de zonage, le bilan des enjeux est établi dans le cadre du ***VOLET 3. Etude d'impact / 2. Bilan des enjeux***, page 218.

A l'échelle de l'ensemble de parcelles AA potentiellement impactées par la modification du règlement, les enjeux identifiés rejoignent majoritairement ceux identifiés à l'échelle du projet :

Tableau 169 Synthèse des enjeux à l'échelle des zones AA de la commune

Thématique	Caractéristique du territoire	Niveau d'enjeu
Terres, eau, sols, air, climat		
Occupation des sols	- Les parcelles classées AA sont majoritairement des parcelles sous exploitation agricole.	FAIBLE
Eaux superficielles	- Bassins versants de la Sauer et du Seltzbach : qualité des cours d'eau dégradée, avec des états écologiques « moyen » et « mauvais » respectivement - Risques d'assèchement des cours d'eau à cause de l'aggravation des débits d'étiage	MOYEN
Eaux souterraines	- Etat des eaux souterraines contrasté au droit de la commune. - Aggravation des sécheresses entrainant une baisse générale des niveaux de nappe	MOYEN
Captage en eau potable	- Captages en eau potable situés au Nord du ban communal, éloigné des zones AA concernées par la révision du PLU	NÉGLIGEABLE
Qualité de l'air	- Qualité de l'air considérée comme bonne sur le territoire	FAIBLE
Biodiversité		
Périmètres d'inventaire et de protection	- Présence d'une ZNIEFF 2 : Vallée du Seltzbach et massif du Niederwald, le long du tracé du Seltzbach en partie Sud-Est de la commune - Zone NATURA 2000 la plus proche à plus de 5 km	FAIBLE
Habitats / flore	- Habitats de type « grande culture » (EUNIS I1.1). - Faible probabilité d'espèce patrimoniale (protégée et/ou rare)	FAIBLE
Faune	- Présence d'espèces communes et peu exigeantes liées principalement aux milieux semi-ouverts	FAIBLE
Zones humides	- Diagnostic projet OPS4 (non exhaustifs) → aucune zone humide identifiée en zone AA	FAIBLE
Continuités écologiques	- Présence du corridor écologique C034 correspondant au cours d'eau le Seltzbach - Présence de sous-trames des milieux agricoles intensifs, des milieux forestiers, des milieux forêts humides ou des vergers, répartition en « pas japonais »	FAIBLE
Population et santé humaine		
Démographie et dynamisme économique	- Croissance démographique constante et dynamisme économique	FAIBLE
Mobilité	- Desserte ferrée de la commune - Bonne desserte routière : D263, D264, D28	FAIBLE
Ambiance sonore	- Ambiance sonore globalement calme en contexte agricole	FAIBLE
Emissions atmosphériques	- Peu de source de pollution hors trafic routier - Contexte géographique favorable à la dispersion des polluants	FAIBLE
Réseaux divers	- Peu de réseaux humides potentiellement présents - Présence potentielle de réseaux secs sous les voies de desserte agricoles en zone AA	MOYEN
Risque naturel et technologique	- Risques naturels identifiés : sismicité (niveau 3 : modéré), radon (niveau 2), aléa retrait gonflement des argiles (moyen), feu de forêt (moyen), coulées de boues (Ceb1) - Risque TMD : voie routière et gazoduc - Commune comprenant un site classé SIS	MOYEN
Patrimoine et paysage		
Paysage	- Unité paysagère semi-naturelle, paysage ouvert	MOYEN
Patrimoine culturel et archéologique	- Absence a priori d'enjeu relatif au patrimoine archéologique - Monuments historiques : un périmètre recoupant des zones AA	FAIBLE

Le bilan des enjeux est le suivant :

- **Enjeux moyens :**
  - La qualité des eaux superficielles et souterraines reste un enjeu moyen compte-tenu de l'état dégradé des masses d'eau identifiées sur le périmètre d'étude.
  - La présence potentielle de réseaux secs, de type gaz ou HTA, au droit des voies de desserte constitue un point de vigilance.
  - Les risques identifiés sur la commune de Soultz-sous-Forêts présentes un enjeu globalement moyen.
  - Le territoire, bien que majoritairement agricole, présente une qualité paysagère ; de plus, son caractère très ouvert l'expose particulièrement aux dégradations potentielles.
- **Enjeux faibles :**
  - L'occupation des sols, avec une exploitation agricole très majoritaire, ne constitue pas un enjeu particulier.
  - Les enjeux relatifs à la biodiversité sont globalement moyens dans la mesure ou la modification du règlement impacte des zones AA, avec des habitats majoritairement de type grande culture et les espèces communes associées. Toutefois, des enjeux peuvent être identifiés ponctuellement, au droit d'éléments plus singuliers de type haies ; c'est notamment le cas sur le projet OPS4.
  - Les enjeux sociaux de type évolution démographique et dynamisme économique sont bons, et nécessitent d'être préservés sans toutefois présenter d'enjeu significatif.
  - Le territoire est bien desservi par la route et le rail.
  - Les nuisances liées au bruit et aux pollutions atmosphériques sont limitées ; de plus, la zone AA accueillant majoritairement des parcelles agricoles et équipements associés, l'exposition de la population dans ces secteurs est limitée.
  - Des monuments historiques sont présents, dont le périmètre peut s'étendre partiellement en zones AA.
- **Enjeux négligeables / nuls :**
  - Les parcelles concernées par la révision du PLU sont éloignées des captages d'eau potable situés au Nord de la commune.

4.6. ÉVOLUTION PROBABLE DES ASPECTS PERTINENTS DE L'ENVIRONNEMENT

L'évolution probable de l'environnement avec et sans révision du PLU est liée :

- A la réalisation du projet de géothermie permise par la révision du PLU ;
- A la modification du règlement des zones AA impliquant :
  - La possibilité sous conditions de réaliser des ouvrages techniques liés à l'exploitation de la ressource géothermique,
  - L'obligation de restauration/ replantation des éléments remarquables identifiés au PLU en cas d'atteinte de ceux-ci, dans le cadre de la mise en œuvre des ouvrages techniques liés à l'exploitation de la ressource géothermique (introduits par la révision du PLU) mais également ceux nécessaires au service public (déjà mentionnés au PLU, **pour lesquels aucune mesure n'existe avant révision du PLU**).

La réalisation du projet de géothermie permettra, à long terme, d'améliorer les facteurs environnementaux suivants via la production d'énergie décarbonée :

- Réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) par rapport à une source d'énergie classique (mix énergétique FR ou EU définit en ***3.2.4.1. Préambule : définition du Mix électrique***, page 138)
- Limitation du changement climatique via la limitation de l'émission de GES
- Amélioration de la qualité de l'air localement via la limitation du recours à des énergies fossiles (fioul, gaz notamment).

Elle induit également un risque à long terme sur la sismicité induite, dont les modalités de suivi et les actions correctives permettant de maitriser ce risque sont décrites dans le ***VOLET 3 : Etude d'impact / 7. Moyens de surveillance et de suivi***, à partir de la page 327.

Au-delà de l'évolution directement liée à la réalisation du projet de géothermie, l'évolution probable sur le long terme de la révision du PLU est la suivante :

Pour la biodiversité, la réalisation de travaux pour l'installation des ouvrages techniques liés à l'exploitation de la ressource géothermique autorisés par la révision du PLU est susceptible d'impacter les milieux et notamment la continuité écologique au sein des milieux ouverts. L'intégration d'une mesure visant à restaurer ou replanter les éléments remarquables si ceux-ci sont impactés par les ouvrages permettra de limiter l'impact à long terme sur ces éléments uniquement. En cas d'atteinte d'éléments non identifiés comme remarquables, et sans procédure réglementaire imposant une démarche ERC, la révision du PLU est susceptible d'avoir des effets indésirables à long terme sur les enjeux écologiques.

Les incidences paysagères de la mise en œuvre de tels ouvrages seront limitées par la mention relative à la restauration / replantation des éléments remarquables, mais en dehors de ces éléments et sans procédure réglementaire impliquant le projet dans une démarche ERC, il n'existe pas de garantie de préservation des enjeux paysagers.

Ainsi, l'évolution des facteurs de l'environnement que sont la biodiversité et le paysage sera positive à négative selon les cas de figure :

Tableau 170 Evolution probable des aspects biodiversité et paysage suivant le contexte

	Impact sur des éléments identifiés comme remarquables	Impact sur des éléments non identifiés comme remarquables
Ouvrages techniques nécessaires au service public (déjà autorisés sous condition par le PLU)	- Avant révision : autorisé - Après révision : autorisé sous réserve de restauration / replantation en cas d'atteinte - Bilan ≈ positif	- Avant révision : autorisé - Après révision : autorisé - Bilan ≈ nul
Ouvrages techniques liés à l'exploitation de la ressource géothermique (autorisés sous condition par la révision du PLU)	- Avant révision : non autorisé - Après révision : autorisé sous réserve de restauration / replantation en cas d'atteinte - Bilan ≈ négligeable	- Avant révision : non autorisé - Après révision : autorisé - Bilan ≈ négatif

Les travaux autorisés par la révision du PLU sont susceptibles d'entraîner également une dégradation de l'ambiance sonore suite à la réalisation des ouvrages autorisés par la révision du PLU, ainsi que la mise en œuvre des réseaux associés.

L'évolution des aspects pertinents de l'environnement avec et sans révision du PLU sont les suivants :

Tableau 171 Synthèse de l'évolution probable des aspects pertinents de l'environnement, sans et avec mise en œuvre de la révision du PLU

	SANS RÉVISION DU PLU	AVEC RÉVISION DU PLU	Evolution attendue
Terre, eau, sols, air, climat			
Topographie	• Pas d'évolution	• Pas de modification significative à long terme	Aucune
Climat	• Poursuite du changement climatique	• La révision du PLU permet la réalisation du projet de géothermie et la production d'énergie décarbonée	Positive

	SANS RÉVISION DU PLU	AVEC RÉVISION DU PLU	Evolution attendue
Occupation des sols	• Pas d'évolution de l'occupation des sols en zone AA, hors mise en œuvre d'ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics ou concourant aux missions des services publics	• Modifications liées à la réalisation de projets autorisés sous conditions particulières : ouvrages techniques liés à l'exploitation de la ressource géothermique	Négligeable
Hydrologie	• Poursuite de l'aggravation des situations d'étiages et des phénomènes d'inondations, en lien avec le changement climatique	• Pas de modification significative à long terme	Aucune
Hydrogéologie	• Poursuite de l'abaissement des nappes • Diminution de la ressource en eau douce (écosystèmes aquatiques et consommation humaine)	• Pas de modification significative à long terme	Aucune
Qualité des eaux	• Concentration des polluants • Augmentation des phénomènes de désoxygénation des eaux et d'eutrophisation des milieux	• Les travaux autorisés par la révision du PLU devront faire l'objet de précautions particulières vis-à-vis de la qualité des eaux	Négligeable
Qualité de l'air	• Qualité de l'air aux considérée comme bonne, aux regards des normes nationales en vigueur. • Amélioration à long terme du parc routier • Arrêt d'utilisation massive des énergies fossiles	• La révision du PLU permet la mise en œuvre du projet de géothermie, bénéfique en termes d'émissions atmosphériques	Positive
Biodiversité			
Faune, flore, habitats	• Evolution des habitats et espèces en lien avec le changement climatique, la pollution environnementale (air, eau, sols...) et la fragmentation des habitats	• La révision du PLU permettra la réalisation de travaux susceptible d'impacter la biodiversité • L'inscription d'une obligation de restauration / replantation permettra de réduire cet impact à long terme au droit des zones identifiées comme éléments remarquables, pour les ouvrages liés à l'exploitation de la ressource géothermique (introduits par la révision du PLU) et pour ceux nécessaires au service public (déjà mentionnés au PLU).	Négative à positive
Population et santé humaine			
Activité et emploi	• Dynamiques et cadre de vie propices à l'attractivité territoriale	• Pas de modification significative à long terme	Négligeable
Démographie et urbanisation	• Croissance démographique (de l'ordre de 1%/an) • Poursuite de l'urbanisation de son territoire, avec un zonage déjà établit	• Pas de modification significative à long terme	Négligeable
Trafic routier et circulations	• Augmentation naturelle du trafic routier, dû à l'augmentation projetée de la population et l'absence de renforcement de l'offre/politique de transport	• Pas de modification significative à long terme	Négligeable
Emissions de gaz à effet de serre	• Poursuite de l'usage d'énergies fossiles pour les infrastructures de chauffage : fortement émettrices de gaz à effet de serre.	• La révision du PLU permettant la réalisation du projet de géothermie, elle participe indirectement à la réduction des émissions de GES	Positive

	SANS RÉVISION DU PLU	AVEC RÉVISION DU PLU	Evolution attendue
Contexte sonore	• Pas d'évolution majeure • Potentiel impact (long terme) du remplacement du parc automobile	• Augmentation limitée aux activités découlant du projet de géothermie, et de l'exploitation des autres ouvrages techniques liés à l'exploitation de la ressource géothermique autorisés par la révision du PLU	Négligeable à négative
Réseaux divers	• Densification des réseaux liée à la mise en œuvre des ouvrages techniques nécessaires au service public	• Densification supplémentaire des réseaux liée à la mise en œuvre des ouvrages techniques liés à l'exploitation de la ressource géothermique	Négligeable à négative
Risques naturels et technologiques	• Poursuite de l'évolution selon les politiques d'aménagement	• La révision du PLU permet le projet de géothermie, qui implique un risque maitrisé de sismicité induite	Négligeable à négative
Patrimoine et paysage			
Paysage	• Pas d'évolution majeure hors ouvrages techniques autorisés (nécessaire au service public)	• La révision du PLU permet la réalisation de travaux de mise en œuvre d'ouvrages techniques liés à l'exploitation de la ressource géothermique avec une incidence potentielle sur le paysage • L'inscription d'une obligation de restauration / replantation permettra de réduire cet impact à long terme au droit des zones identifiées comme éléments remarquables, pour les ouvrages liés à l'exploitation de la ressource géothermique (introduits par la révision du PLU) et pour ceux nécessaires au service public (déjà mentionnés au PLU).	Négative à positive
Patrimoine	• Pas de sujet	• Idem sans projet	Aucune

5. ANALYSE DES INCIDENCES DE LA REVISION DU PLU SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES MISES EN ŒUVRE

5.1. INCIDENCES DE LA MODIFICATION DE ZONAGE DU SITE OPS4

La modification de zonage du site OPS4, de zone AA en zone UT, a pour objectif de permettre la réalisation du projet de géothermie.

Les incidences d'une telle modification sont développées dans l'étude d'impact du projet OPS4, décrites dans le ***VOLET 3 : Etude d'impact / 5. Incidences du projet et mesures***, à partir de la page 227.

➔ **Mesures mises en œuvre**

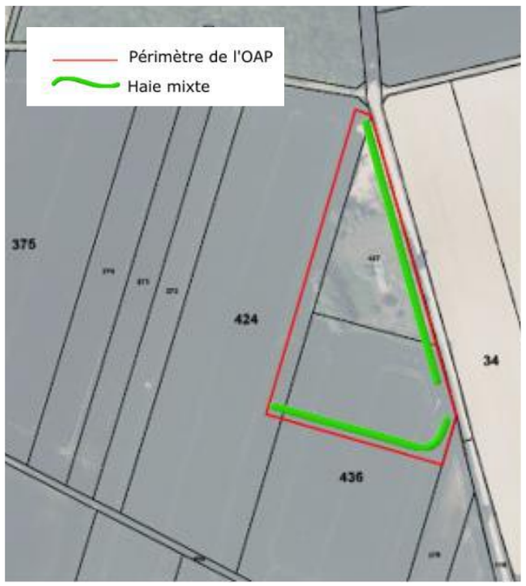
La création d'une OAP (Orientation d'Aménagement et de Programmation) visant à garantir l'intégration paysagère du site et la préservation de l'environnement, intervient comme une mesure compensatoire à l'impact paysager de l'aménagement autorisé par cette modification de zonage.

Orientation d'aménagement de la zone UT – lieu-dit Langenacker

La zone UT est une zone destinée aux constructions et installations liées à des activités utilisant les ressources géothermiques pour leur processus ou produisant de l'énergie utile aux bâtiments.

Afin de garantir l'intégration paysagère du site et de préserver l'environnement, l'aménagement de la zone devra respecter les principes d'aménagement suivants :

- Une haie mixte composée d'essences adaptées au contexte locale, comprenant des arbustes et des sujets haute tige, devront être implantées sur la frange Est et Sud du site afin d'une part de servir d'écran paysager pour limiter les vues sur le site, et d'autre part de limiter le risque de coulées d'eaux boueuses ;
- L'aménagement devra également prévenir tout risque de pollution afin de préserver la qualité de l'eau, du sol et du sous-sol.



Par ailleurs, dans le cadre du projet OPS4, cette OAP est valorisée sur le plan écologique, en adaptant le type de plantation aux besoins d'habitats des espèces patrimoniales identifiées sur site, c'est-à-dire la Pie-grièche écorcheur. Les préconisations formulées dans le cadre des mesures écologiques sont compatibles avec les OAP.

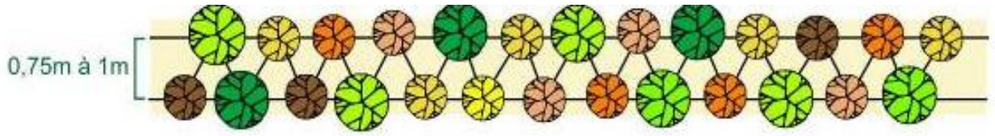
Tableau 172 Rappel de la mesure MC1 préconisée dans le cadre du projet de géothermie (extrait OPS4)

Référence Théma : C1.1a	**MC1 : Plantation de haies bocagères**
Phase concernée	Création de milieux : **phase travaux**
Espèces ou groupes concernés	Ensemble de la biodiversité, plus particulièrement la faune (oiseaux, reptiles, amphibiens)
Localisation	A définir
Objectifs de la mesure	
Les travaux sur les différentes structures du site vont engendrer des dérangements (bruits, présence humaine) au niveau des haies qui accueillent certaines espèces à enjeux. Aussi, une de ces haies est destinée à être défrichée autour du site OPS4. Cette mesure consiste alors à créer une ou de nouvelles haies bocagères à proximité, afin de compenser la perte de fonctionnalités écologiques pour la faune (milieu de reproduction, d'alimentation, de transit et de repos). Ainsi, la plantation de haies multistrates fournira des abris au sol pour la petite faune, un milieu arbustif pour les oiseaux nicheurs et potentiellement des arbres à cavités pour les espèces arboricoles. Par ailleurs, les haies remplissent d'autres fonctionnalités : mur anti-bruit, corridors de déplacement, stabilisation des sols, régulation des inondations et épuration des eaux…	
Descriptif de la mesure	
Afin de compenser les **ronciers défrichés**, des haies seront plantées selon les modalités suivantes : • le **sol des futures plantations sera travaillé** entre juillet et octobre pour assurer une bonne reprise des végétaux ; • **plantation entre octobre et février** (hors période de gel) sur **2 rangs** ; • plantation sur **mulch naturel ou paillage biodégradable** (pour permettre l'installation d'une flore herbacée d'ourlet, proscrire les bâches plastiques) ; • utilisation **d'essences indigènes et d'origine génétique locale** (label Végétal local) ; • utilisation **d'essences diverses**, permettant une floraison et une fructification étalée dans l'année ; • protection des plants avec des **manchons anti-gibier biodégradables**.	

Référence Théma : C1.1a	**MC1 : Plantation de haies bocagères**

Pour rendre la haie plus dense :

- **recépage des arbustes à N+1 ;**
- **défourchage des arbres à N+2 et N+3.**



Exemple de séquence de haie bocagère © O.G.E.

(les grands ronds correspondent aux arbres, les petits aux arbustes, les couleurs aux différentes essences)

Modalités d'entretien des haies :

- **taille des côtés tous les 2 ans au lamier** (épareuse proscrite) ;
- **émondage des arbres tous les 7 ans** pour favoriser la formation de cavités utilisables par la faune cavernicole.

Les **essences horticoles et invasives sont à proscrire**, les espèces seront exclusivement choisies parmi les suivantes :

Arbres : *Acer campestre* Érable champêtre*, Castanea sativa* Châtaignier*, Fagus sylvatica* Hêtre*, Fraxinus excelsior* Frêne élevé*, Quercus robur* Chêne pédonculé.

Arbustes *: Salix caprea* Saule marsault, *Cornus sanguinea* Cornouiller sanguin, *Corylus avellana* Noisetier, *Crataegus laevigata* Aubépine à deux styles, *Crataegus monogyna* Aubépine à un style, *Euonymus europaeus* Fusain d'Europe, *Ilex aquifolium* Houx, *Ligustrum vulgare* Troène commun, *Prunus spinosa* Prunellier, *Rosa canina* Rosier des chiens.

La **strate arborée** comptera au **minimum 3 essences** différentes, la **strate arbustive 6.**

Des arbrisseaux peuvent également venir en complément : *Calluna vulgaris* Callune*, Erica cinerea* Bruyère cendrée*, Ulex europaeus* Ajonc d'Europe, *Cytisus scoparius* Genêt à balais.

Ces listes correspondent à une proposition, la palette végétale pourra être adaptée selon les conditions édaphiques en discussion avec un écologue et l'entreprise chargée de la plantation.

Modalités de suivi

- Vérification du respect des prescriptions.
- Suivi de la colonisation des haies par la faune.
- Suivi du bon état sanitaire des plantations.

Cette mesure, imposée par la révision du PLU et valorisée dans le cadre des mesures projet, permettra donc, à court et à long terme, un bilan positif en termes de paysage et de biodiversité (voir partie ***5.4. Synthèse des mesures d'évitement,*** réduction, compensation ci-après).

5.2. INCIDENCES DE LA REVISION ALLEGEE DU PLU SUR LES ZONES AA

Au-delà de la modification de zonage d'OPS4, dont les modalités et les incidences sur l'environnement sont traitées de façon détaillée au sein du ***VOLET 3 : Etude d'impact***, la modification du règlement des zones AA implique :

- Des incidences sur les zones AA concernées par le projet de géothermie, sur le tracé des canalisations entre les sites OPS4 et GPK2, détaillées également dans le dossier d'étude d'impact ;
- Des incidences potentielles sur l'ensemble des zones AA de la commune, dont la modification du règlement pourrait impacter les aménagements à long terme ; **le présent chapitre s'intéresse à ces incidences potentielles sur les zones AA en dehors du projet OPS4**.

Actuellement l'article 2 AA du PLU « Occupations et utilisations du sol soumises à des conditions particulières » autorise « Les ouvrages techniques à condition qu'ils soient nécessaires au fonctionnement des services publics ou concourant aux missions des services publics ».

La révision allégée du PLU intègre la mention « **ou liés à l'exploitation de la ressource géothermique** » sans laquelle le projet de géothermie ne peut être mis en œuvre sur le tracé des canalisations reliant OPS4 et GPK2.

A l'échelle communale et au-delà du projet lui-même, cette modification implique la possibilité de réaliser des ouvrages techniques qui, bien que concourant à l'intérêt collectif, ne sont pas permis actuellement et peuvent impliquer des incidences diverses, énumérées dans le tableau en page suivante.

Seuls les **ouvrages techniques** liés à l'exploitation de la ressource géothermique sont admis par la révision du règlement ; en cas de nécessité de construction en zone AA de locaux ou bâtiments d'exploitation, d'aires de stationnement et d'activités associées, ainsi que de leurs accès routiers, une nouvelle modification de zonage devra être envisagée.

Rappelons que la commune autorisera ou non les ouvrages techniques liés à l'exploitation de la ressource géothermique selon la pertinence de ceux-ci, à la fois en termes de justification et de choix d'implantation et de conception. La commune est le garant du respect de la philosophie du PLU et de ses prescriptions, et veillera à ce que les ouvrages techniques autorisés n'affectent pas fondamentalement la vocation agricole de la zone AA.

Tableau 173 Incidences de la modification du règlement du PLU sur les zones AA

Compartiment impacté	Rappel de l'enjeu	Niveau d'enjeu	Impact potentiel	Appréciation des incidences de la révision du PLU	Niveau d'impact permanent
Terres, eau, sols, air, climat					
Occupation des sols	Les zones AA sont principalement occupées par des parcelles agricoles et équipements associés.	FAIBLE	L'introduction d'une mention autorisant la mise en œuvre d'ouvrages techniques liés à l'exploitation de la ressource géothermique peut permettre la réalisation d'aménagements et/ou d'équipements entrainant une modification de l'occupation des sols et de leur vocation agricole.	Les ouvrages autorisés n'ont pas vocation à occuper des emprises suffisamment étendues pour remettre en question la typologie de l'occupation des sols en zone AA.	NÉGLIGEABLE
Eaux superficielles et souterraines Aspects quantitatifs	Les eaux superficielles et souterraines présentent des déficits de plus en plus fréquents en période sèche.	MOYEN	Les ouvrages techniques autorisés sont susceptibles de prélever des eaux dans le milieu naturel et d'affecter quantitativement la ressource en eau superficielle et souterraine.	Les ouvrages techniques autorisés ne sont pas susceptibles de nécessiter un prélèvement d'eau dans le milieu naturel.	NÉGLIGEABLE
Eaux superficielles et souterraines Aspects qualitatifs	Les eaux superficielles et souterraines présentent un état globalement dégradé.	MOYEN	Les ouvrages techniques autorisés sont susceptibles de générer des pollutions vers le milieu naturel et d'affecter qualitativement la ressource en eau superficielle et souterraine.	En cas de risque de pollution du milieu naturel, les mesures adéquates seront prévues dans le cadre du projet.	FAIBLE
Qualité de l'air, climat	La qualité de l'air est bonne sur le territoire.	FAIBLE	Les ouvrages techniques autorisés pourraient être à l'origine d'émissions gazeuses néfastes sur le plan environnemental.	En cas de risque d'émissions, les mesures adéquates seront prévues dans le cadre du projet. La révision du Plu permettant le déploiement de la géothermie, une énergie dont le bilan carbone est très faible, il contribue indirectement à une amélioration des émissions.	NÉGLIGEABLE
Biodiversité					
Périmètres d'inventaire et de protection	Il n'y a pas de zone NATURA 2000 à moins de 5 km des limites communales. Présence d'une ZNIEFF 2 le long du Seltzbach (zones AA très peu concernées)	FAIBLE	La mise en œuvre d'ouvrages techniques peut entrainer une altération potentielle des caractéristiques écologiques des périmètres identifiés.	Pas d'incidence sur les zones NATURA 2000. Pas de risque de dégradation des critères d'intérêt de la ZNIEFF (classés en zone NA et associés au Seltzbach et ses berges).	NÉGLIGEABLE
Habitats / flore	Les habitats en zone AA sont majoritairement de type « grande culture » et recensent peu d'espèces végétales patrimoniales	FAIBLE	La mise en œuvre d'ouvrages techniques peut entrainer une altération des habitats et la destruction des espèces en présence.	L'intégration au PLU d'une mesure visant à la préservation ou la restauration des éléments remarquables permettra de réduire les incidences sur ces éléments structurants du paysage et les services écologiques associés. Dans la mesure où les éléments les plus remarquables seraient préservés ou restaurés, la présence d'ouvrages techniques en zone AA est peu susceptible de générer des impacts à long terme.	FAIBLE

Compartiment impacté	Rappel de l'enjeu	Niveau d'enjeu	Impact potentiel	Appréciation des incidences de la révision du PLU	Niveau d'impact permanent
Faune	Les zones agricoles abritent des espèces communes liées aux milieux semi-ouverts.	FAIBLE	La mise en œuvre d'ouvrages techniques est susceptible d'impacter les espèces en présence.	La présence d'ouvrages est peu susceptible d'impacter la faune présente au droit des zones AA.	NÉGLIGEABLE
Zones humides	Le contexte agricole est peu favorable aux zones humides.	FAIBLE	La mise en œuvre d'ouvrages techniques est peu susceptible d'impacter des zones humides.	La faible probabilité de rencontrer des zones humides en zone AA ainsi que l'impact limité des ouvrages à long terme permet de réduire l'impact potentiel à un niveau négligeable.	NÉGLIGEABLE
Continuité écologique	Le corridor écologique C034 (cours d'eau le Seltzbach) est situé en zone AA sur son linéaire Ouest. Le secteur identifie également la présence des sous-trames des milieux agricoles intensifs, des milieux forestiers, des milieux forêts humides ou des vergers, répartition en « pas japonais »	FAIBLE	La réalisation de travaux est susceptible d'impacter les milieux constitutifs des sous-trames. La sous-trame des milieux agricoles intensifs étant très répandue sur le territoire, elle n'est pas susceptible d'être affectée par les travaux. Les sous-trames des forêts ou des vergers, plus rares, représentent cependant un enjeu supérieur.	La présence des ouvrages techniques est peu susceptible d'impacter les sous-trames identifiées. L'intégration au PLU d'une mesure visant à la préservation ou la restauration des éléments remarquables permettra de réduire les incidences sur ces éléments structurants du paysage et les services écologiques associés.	FAIBLE
Population et santé humaine					
Consommation d'espaces agricoles, naturels ou forestiers	Les zones AA concernent principalement des zones agricoles et non des zones naturelles et forestières.	FAIBLE	Cf. occupation des sols	Cf. occupation des sols	NÉGLIGEABLE
Mobilité	La commune est bien desservie par le rail et par la route (RD263, RD264 et RD28)	FAIBLE	La mise en œuvre d'ouvrages techniques est susceptible d'entraver la circulation par voie routière notamment.	Aucune incidence sur les déplacements n'est attendue suite à la révision du PLU.	NÉGLIGEABLE
Ambiance sonore	L'ambiance sonore en contexte agricole est calme avec des niveaux d'émissions faibles.	FAIBLE	La réalisation d'ouvrages techniques est susceptible de générer une nuisance sonore supplémentaire perceptible compte-tenu du contexte initial.	L'implantation des ouvrages autorisés en zone agricole limiterait l'exposition des riverains. En cas de nuisance sonore avérée, les mesures adéquates seront prévues dans le cadre du projet.	NÉGLIGEABLE
Émissions atmosphériques	Le site est peu soumis aux émissions atmosphériques (hors trafic sur les RD traversant la commune) et le contexte géographique est favorable à la dispersion des polluants.	FAIBLE	Cf. qualité de l'air	Cf. qualité de l'air	NÉGLIGEABLE
Réseaux divers	Des réseaux sont recensés en zone AA notamment des réseaux sensibles (HTA, gaz).	MOYEN	La réalisation d'ouvrages techniques à proximité de ces réseaux constitue un risque.	Les ouvrages techniques enterrés feront l'objet d'un géoréférencement précis afin de limiter les risques d'atteintes des autres réseaux en cas de nécessité d'intervention sur le long terme.	NÉGLIGEABLE

Compartiment impacté	Rappel de l'enjeu	Niveau d'enjeu	Impact potentiel	Appréciation des incidences de la révision du PLU	Niveau d'impact permanent
Risques inondations et coulées de boues	La commune n'est pas concernée par un PPRi. Elle est toutefois sujette aux coulées de boues (commune en zone Ceb1).	MOYEN	Les aménagements autorisés par la révision du PLU pourraient participer au risque de coulées de boues.	Le PLU (annexe) identifie les secteurs à protéger afin de limiter les risques de coulées de boue ; le respect de ces prescriptions permettra de maitriser le risque de coulées de boues sur la commune. L'OAP imposant la mise en œuvre d'un cordon végétalisé autour du site OPS4 vise à limiter le risque de coulées d'eaux boueuses.	NÉGLIGEABLE
Autres risques naturels et technologiques	La commune est concernée par un risque radon (niveau 2), sismique (niveau 3), aléa retrait gonflement des argiles (moyen). Elle est également concernée par un SIS, des ICPE et 2 risques TMD.	MOYEN	La mise en œuvre d'ouvrages techniques est peu susceptible de générer des risques et est peu vulnérable aux risques.	Les ouvrages techniques sont peu vulnérables aux risques.	NÉGLIGEABLE
Patrimoine et paysage					
Intégration paysagère	Le paysage est ouvert, vallonné et semi-naturel. La visibilité y est lointaine.	MOYEN	La mise en œuvre d'ouvrages techniques est susceptible d'impacter le paysage sur une longue portée.	La mise en œuvre des ouvrages techniques est susceptible de nécessiter la destruction totale ou partielle d'éléments constitutifs du paysage. L'implantation de ces ouvrages devra prendre en compte la présence de ces enjeux. L'OAP imposant la mise en œuvre d'un cordon végétalisé autour du site OPS4 a pour objectif d'améliorer l'intégration paysagère du nouveau site. L'intégration au PLU d'une mesure visant à la préservation ou la restauration des éléments remarquables permettra de réduire les incidences sur ces éléments structurants du paysage.	FAIBLE
Patrimoine culturel et archéologique	Un monument historique (église simultanée Saint Jean-Baptiste de Hohwiller) voit son périmètre s'étendre partiellement en zone AA, mais sur une emprise très limitée. Il n'y a pas de site archéologique sur la commune d'après l'INRAP.	FAIBLE	La mise en œuvre d'ouvrages techniques est susceptible d'entrainer la destruction de vestiges archéologiques. Selon leur implantation, ils pourraient impacter le périmètre monument historique en zone AA.	Compte-tenu de l'emprise limitée du périmètre de monument historique en zone AA, l'implantation des ouvrages évitera autant que possible cet enjeu.	NÉGLIGEABLE

➔ **Mesures mises en œuvre**

Le rapport de présentation du PLU de la commune de Soultz-sous-Forêts identifie les éléments remarquables du paysage (cf. ***Figure 237***, page 380) et stipule :

« Dans le cadre de la préservation des paysages et de son cadre de vie, le Plan Local d'Urbanisme identifie des éléments remarquables du paysage dans le plan de zonage. Les dispositions qui s'y rattachent sont décrites dans le règlement des zones concernées. Cette identification est l'application directe des dispositions inscrites dans le code de l'urbanisme, qui identifie et localise les éléments de paysage pour des motifs d'ordre culturel, historique ou écologique ».

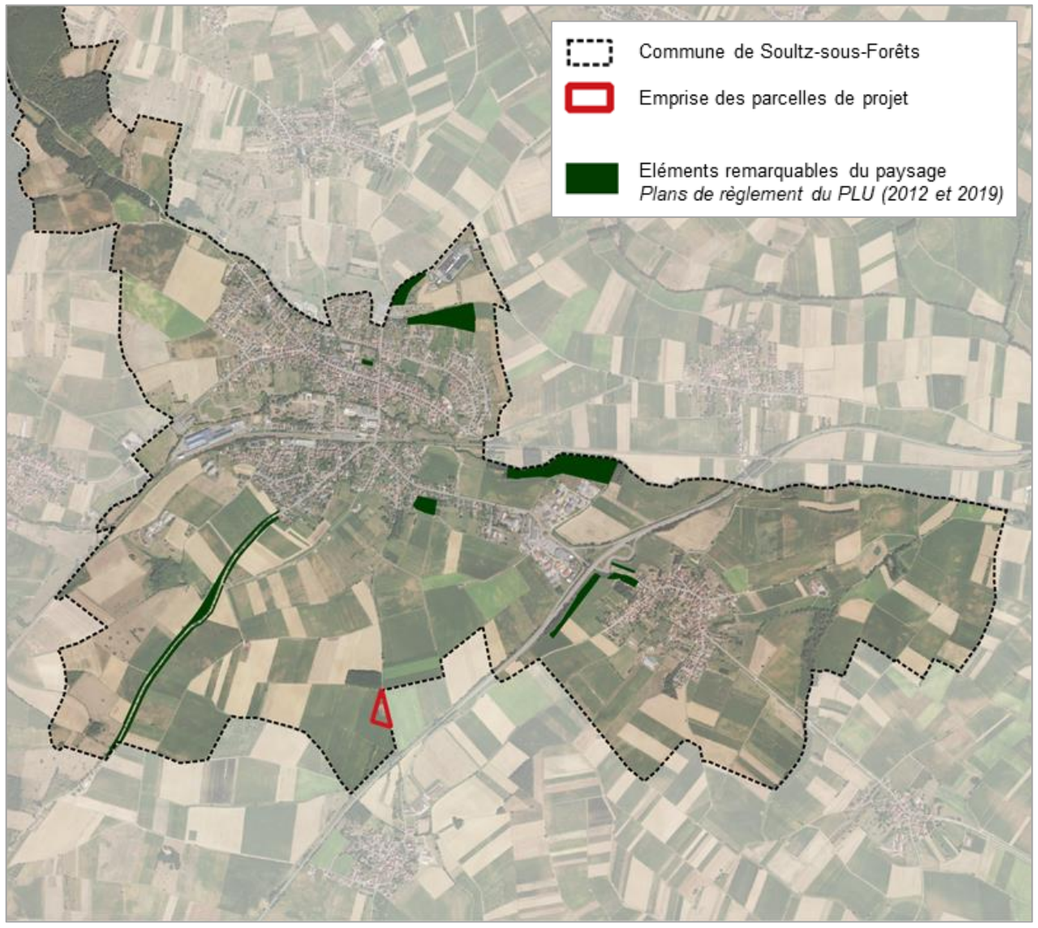


Figure 265 ***Cartographie des éléments remarquables identifiés au plan de zonage du PLU de Soultz-sous-Forêts***

Ainsi, l'article 13 AA « Espaces libres et plantations » mentionnant actuellement :

« Les éléments remarquables identifiés au plan de zonage doivent être préservés. »

Sera complété par la mention :

*« **Toute atteinte à ces éléments devra s'accompagner d'un projet de restauration ou de replantation**. »*

Cette mesure permettra de préserver et/ou de maintenir les intérêts paysagers et écologiques intrinsèques à ces éléments remarquables du paysage ; en l'occurrence, en zone AA, le seul élément remarquable identifié est l'alignement d'arbres de part et d'autre de la RD263.

Remarquons qu'actuellement, bien que la nécessité de préservation soit mentionnée, aucune mention n'impose la restauration ou la replantation des éléments remarquables en cas d'atteinte inévitable.

Par conséquent, cette mesure permettra également une meilleure préservation de l'alignement d'arbres dans le cas de mise en œuvre d'ouvrages techniques « nécessaires au fonctionnement des services publics ou concourant aux missions des services publics » déjà autorisés actuellement.

Cette mesure permet de garantir le maintien des fonctions paysagères et écologiques des éléments remarquables dans le cas de mises en œuvre d'ouvrages techniques « d'intérêt collectif » autorisés par la révision du PLU, mais également de ceux « nécessaires au fonctionnement des services publics ou concourant aux missions des services publics » déjà autorisés actuellement.

Le bilan sur les enjeux paysagers et écologiques devrait être **nul à positif**.

5.3. EVALUATION DES INCIDENCES SUR LES SITES NATURA 2000

Pour rappel, la commune **n'est pas concernée par le zonage NATURA 2000**. Le zonage le plus proche est celui de la Forêt de Haguenau (ZPS), situé à environ 5 km au Sud de la commune.

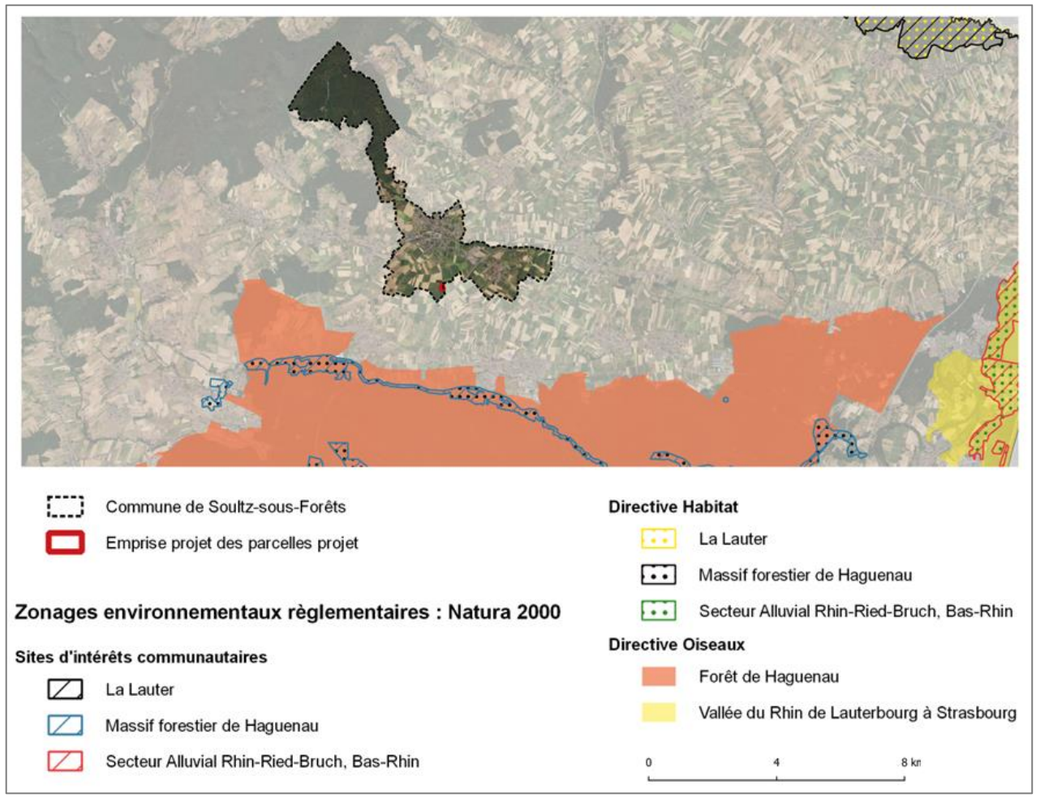


Figure 266 Zonage Natura 2000

La révision allégée du PLU permet :

- La modification du zonage de la parcelle OPS4 pour la réalisation du projet de géothermie, dont l'étude d'impact a permis de montrer l'absence d'incidence potentielle sur les sites NATURA 2000 ;
- La modification du règlement pour y inclure l'autorisation sous conditions de mise en œuvre d'ouvrages techniques liés à l'exploitation de la ressource géothermique, dont la nature et la portée ne sont pas susceptibles d'impacter les zones NATURA 2000 situés à plus de 5 km.

Par conséquent, compte-tenu de la distance au site NATURA 2000 le plus proche et de la nature des ouvrages autorisés par la modification du règlement du PLU, **la révision allégée du PLU n'est pas susceptible d'avoir une incidence sur les zones NATURA 2000.**

5.4. SYNTHESE DES MESURES D'EVITEMENT, REDUCTION, COMPENSATION PREVUES PAR LA REVISION DU PLU

Le projet de géothermie prévoit le déploiement de nombreuses mesures afin d'éviter, réduire, compenser les incidences potentielles du projet, ainsi que de nombreuses procédures de suivi et d'actions correctives, dont la description détaillée est présentée dans le ***VOLET 3 : Etude d'impact / 5. Incidences du projet et mesures***, à partir de la page 227.

Dans le cadre de la révision du PLU, des mesures sont également prévues, afin de limiter les incidences négatives potentielles sur le paysage et la biodiversité. Ces mesures, décrites dans le chapitre précédent 5.2. Incidences de la révision allégée du PLU sur les zones AA, à partir de la page 409, sont les suivantes :

Tableau 174 Synthèse des mesures intégrées dans la révision du PLU

Eléments du PLU impacté	Impact potentiel ou avéré	Mesures mise en œuvre
Modification du zonage du site OPS4	Destruction des éléments paysagers arbustifs présents sur le site	Création d'une OAP imposant la réalisation d'une haie paysagère en limites Est et Sud du site aménagé, sur un linéaire de 300 ml environ. NB : cette mesure fait l'objet d'une mutualisation avec les mesures relatives à la biodiversité dans le cadre du projet OPS4.
Modification du règlement des zones AA	L'autorisation sous conditions de certains ouvrages techniques pourrait porter atteinte aux éléments paysagers remarquables identifiés sur la commune	Ajout d'une mention à l'article 13 AA imposant, en complément de la nécessité de préservation déjà mentionnée, l'obligation de mise en œuvre d'un projet de restauration ou de replantation en cas d'atteinte de ces éléments.

6. COMPATIBILITE DU PLU REVISE AVEC LES DOCUMENTS SUPERIEURS

Le **projet à l'origine de la révision du PLU** est également **soumis aux prescriptions des doctrines** et **documents de planification territoriales**, élaborés à plusieurs échelles, dont la compatibilité est traitée au sein du ***VOLET 3 : Etude d'impact / 6. Compatibilité avec les documents de planification / réglementaires,*** à partir de la page 310.

Le **PLU a un caractère opposable** concernant les administrés de son territoire ; néanmoins, il n'échappe pas aux **relations d'opposabilités avec certains documents supérieurs de planification**.

Pour rappel, la relation d'opposabilité est régie selon 3 niveaux :

- La **conformité** : qui impose la **retranscription à l'identique de la règle**, ainsi que le respect de son application ;
- La compatibilité : qui implique de respecter l'idée / l'esprit générale de la règle ;
- La prise en compte : qui induit de ne pas s'écarter de la règle.

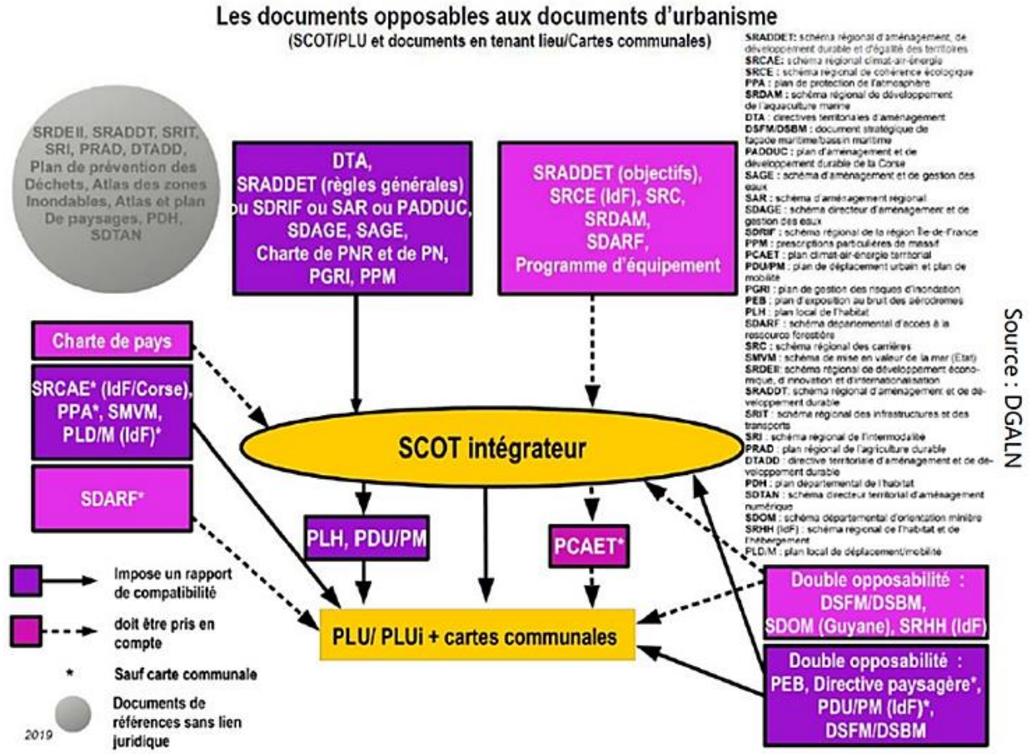


Figure 267 Les documents opposables aux documents d'urbanisme (source : eure.gouv.fr)

La révision allégée du PLU est relativement limitée et implique les changements suivants :

- Les ouvrages techniques d'intérêt collectif peuvent être réalisés en zone AA → réalisation possible d'ouvrages d'intérêt collectif en lien avec les énergies renouvelables notamment.
- Des mesures de restauration ou replantation seront applicables en cas d'atteinte de éléments remarquables → préservation ou restauration / replantation des éléments remarquables du paysage et des services écologiques associés.

Les documents de planification stratégique encouragent le développement des énergies renouvelables et la préservation des enjeux paysagers et écologiques.

Le tableau suivant précise le contenu des documents opposables au PLU ainsi que la conformité, compatibilité ou prise en compte de ces documents par le PLU révisé, permettant la réalisation du projet de géothermie.

EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES DOCUMENTS

Article R.122-17 du Code de l'environnement :

I. – Les plans et programmes devant faire l'objet d'une évaluation environnementale sont énumérés ci-dessous : […]

4° Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux prévu par les articles L.212-1 et L.212-2 du code de l'environnement ; […]

10° Plan climat air énergie territorial prévu par l'article R.229-51 du code de l'environnement ; […]

38° Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires prévu par l'article L.4251-1 du code général des collectivités territoriales ; […]

47° Schéma de cohérence territoriale prévu par l'article L.104-1 du Code de l'Urbanisme ;

48° Plan local d'urbanisme prévu par l'article L.104-1 du Code de l'Urbanisme

Le tableau en page suivante indique si les documents considérés **ont fait l'objet d'une évaluation environnementale** et, le cas échéant, la date du rapport environnemental.

Tableau 175 Synthèse des relations d'opposabilité entre les documents supérieurs, le projet et la révision du PLU

Document	Echelle	Evaluation environnementale	Relation entre le document et le PLU
SRADDET Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires Grand Est	Régionale (Grand Est)	Adoption du rapport environnemental le 22 novembre 2019	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☒ **être en compatibilité** avec les règles générales ☒ **prendre en compte** avec les objectifs
SCoT Schéma de cohérence territoriale d'Alsace du Nord	Locale / Territoriale (Alsace du Nord)	Approuvée avec le rapport de présentation du 17 décembre 2015	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☒ être en compatibilité ☐ prendre en compte
PNACC 2 Plan national d'adaptation au changement climatique	Nationale	Non concerné	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☐ être en compatibilité ☒ **prendre en compte** (le PNACC n'est pas contraignant juridiquement, puisqu'il n'est pas adopté par décret.)
PCAET Plan Climat Air Energie Territorial d'Alsace du Nord	Locale / Territoriale (Alsace du Nord)	Parution de l'évaluation environnementale stratégique, mai 2022	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☐ être en compatibilité ☒ prendre en compte
SRDEII Schéma régional de développement économique, d'innovation et d'internationalisation Grand Est	Régionale (Grand Est)	Non concerné	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☐ être en compatibilité ☒ prendre en compte
SDAGE Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux Rhin-Meuse 2022-2027	Grands bassins hydrographiques (Rhin-Meuse)	Tome 11 du Rapport environnemental du SDAGE, district Rhin, adopté le 18 mars 2022	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☒ être en compatibilité ☐ prendre en compte
PGRI Plan de Gestion des Risques d'Inondation Rhin-Meuse 2022-2027	Grands bassins hydrographiques (Rhin-Meuse)	Annexe D7.1 Rapport environnemental pour le district Rhin (mars 2022)	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☒ être en compatibilité ☐ prendre en compte

6.1. PRESENTATION DES DOCUMENTS SUPERIEURS

6.1.1. Le SRADDET (Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires) Grand Est

Le SRADDET ou Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable et d'Egalité des Territoires, arrêté le 22 novembre 2019, est un document qui définit la stratégie à horizon 2050 pour l'aménagement et le développement durable du Grand Est.

Il fixe des objectifs et 30 règles pour les atteindre, auxquelles doivent se conformer notamment les documents d'urbanisme (SCoT, PLU(i), carte communale...).

La stratégie du SRADDET fixe 30 objectifs organisés autour de deux axes stratégiques qui répondent aux deux enjeux prioritaires et transversaux identifiés : l'urgence climatique et les inégalités territoriales.

6.1.2. Le SCoT (Schéma de cohérence territoriale) d'Alsace du Nord

Le SCoT -schéma de cohérence territoriale- de l'Alsace du Nord (SCoTAN) est un document de planification qui définit des ambitions de développement et une stratégie collective d'aménagement du territoire pour les 20 années à venir. Ce projet politique détermine les orientations et axes d'interventions en matière d'aménagement et de développement durable. Il rassemble les collectivités autour d'une ambition commune qui présidera à l'aménagement et au développement du territoire. Véritable « feuille de route » d'un territoire, le SCoT coordonne les différentes politiques publiques à l'œuvre sur un bassin de vie : habitat, déplacements, équipements, développement économique et commercial, agriculture, environnement.

La révision valant « grenellisation » du SCoT de l'Alsace du Nord a été approuvée le 17 décembre 2015.

Le SCoTAN se compose de 3 documents :

- **Le Rapport de Présentation (RP)**

  Il justifie les choix retenus au regard d'un diagnostic et d'une évaluation environnementale

- **Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD)**

  Il fixe les objectifs des politiques publiques en vue de garantir plus de cohérence globale

- **Le Document d'Orientation et d'Objectifs (DOO)**

  Il fixe les objectifs des politiques publiques en vue de garantir plus de cohérence globale

Une deuxième révision du SCoT de l'Alsace du Nord a été prescrite le 07 septembre 2018.

6.1.3. Le PNACC (Plan national d'adaptation au changement climatique)

La transition écologique et solidaire intègre les questions climatiques dans leurs deux composantes : l'atténuation par la réduction des émissions de gaz à effet de serre, pour limiter l'impact des activités humaines sur le climat et l'environnement, et l'adaptation aux effets du changement climatique, pour limiter les impacts négatifs de cette évolution du climat sur les sociétés humaines et l'environnement.

L'objectif général du Plan national d'adaptation au changement climatique 2018-2022 (PNACC-2) est de mettre en œuvre les actions nécessaires pour adapter, d'ici 2050, les territoires de la France métropolitaine et outre-mer aux changements climatiques régionaux attendus. En cohérence avec les objectifs de long terme de l'Accord de Paris et avec les objectifs pertinents des autres conventions internationales, la France devra s'adapter à la part de changement climatique que les émissions passées de gaz à effet de serre accumulées dans l'atmosphère rendent désormais inéluctable. L'hypothèse retenue est une hausse de la température moyenne mondiale de 2°C par rapport à l'ère pré-industrielle même si la France agit sur le plan national et international pour limiter cette hausse à 1,5°C.

La politique nationale d'adaptation constitue donc le complément essentiel de notre politique d'atténuation du changement climatique qui vise à atteindre la neutralité carbone. Elle vise également à éviter les contradictions des différentes actions d'adaptation entre elles et avec les actions de protection de l'environnement. Elle reconnaît la valeur de la biodiversité et des services écosystémiques pour l'adaptation et recherche, partout où cela est possible, des synergies en privilégiant les solutions fondées sur la nature. Elle s'inscrit également dans le principe de la transition écologique et solidaire.

6.1.4. Le PCAET (Plan Climat Air Energie Territorial) d'Alsace du Nord

Le PCAET est un outil de planification, à la fois stratégique et opérationnel, qui permet aux collectivités d'aborder l'ensemble de la problématique air-énergie-climat sur leur territoire.

Obligatoire pour certaines métropoles et intercommunalités, le plan climat-air-énergie territorial (PCAET) définit, sur le territoire de l'intercommunalité ou de la métropole :

- les objectifs stratégiques et opérationnels de cette collectivité en vue d'atténuer le changement climatique, de le combattre efficacement et de s'y adapter ;
- le programme d'actions à réaliser afin d'améliorer l'efficacité énergétique, d'augmenter la production d'énergie renouvelable, de valoriser le potentiel en énergie de récupération, de favoriser la biodiversité pour adapter le territoire au changement climatique, de limiter les émissions de gaz à effet de serre, d'anticiper les impacts du changement climatique…

Élaboré par la collectivité à l'échelle intercommunale ou de la métropole, il peut par exemple aussi être élaboré par le porteur d'un schéma de cohérence territorial (SCoT) : lorsque les établissements publics qui sont membres du SCoT et qui doivent élaborer un PCAET transfèrent leur compétence PCAET au porteur du SCoT.

Le PCAET s'impose notamment à certains documents de planification : plans locaux d'urbanisme (PLU, PLUi), documents tenant lieu de PLU…

6.1.5. LE SRDEII (SCHEMA REGIONAL DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE, D'INNOVATION ET D'INTERNATIONALISATION) GRAND EST

Le SRDEII est un plan stratégique élaboré au niveau régional, dans le but de promouvoir le développement économique, l'innovation et l'internationalisation des entreprises et des acteurs économiques locaux. Il s'impose entres autres, aux actes des collectivités territoriales et de leurs groupements en matière d'aides aux entreprises.

Arrêté le 2 juin 2017, le SRDEII Grand Est se définit comme un axe majeur de la politique de développement des territoires et de l'emploi. La révision du schéma est pour l'heure toujours en cours.

6.1.6. Le SDAGE (Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux) Rhin-Meuse

Défini par les articles L.212-1 à 2 du Code de l'Environnement, le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux 2016-2021 du bassin Rhin-Meuse (SDAGE) a été institué par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992. Il a pour objet de définir ce que doit être la gestion équilibrée de la ressource en eau sur le bassin.

Le SDAGE préconise la mise en œuvre d'une gestion patrimoniale de l'eau et des milieux aquatiques en donnant la priorité à l'intérêt collectif. Il recommande en particulier la prise en compte systématique des zones humides et de la dynamique des cours d'eau dans les projets d'aménagement, afin d'assurer la préservation globale des hydrosystèmes et milieux associés.

Le SDAGE 2022-2027 a fait l'objet de 18 mois d'élaboration et d'une importante concertation impliquant plus de 150 acteurs. **Il a été adopté à l'unanimité le 18 mars 2022 et est entré en vigueur le 15 avril 2022.**

6.1.7. Le PGRI (Plan de Gestion des Risques d'Inondation) Rhin-Meuse

Le plan de gestion des risques inondations (PGRI) du district Rhin a été approuvé le 30 novembre 2015 et publié le 22 décembre 2015. Il fixe des objectifs de gestion des risques d'inondation à l'échelle du district et des objectifs spécifiques pour les territoires à risque important d'inondation (TRI).

Le PGRI donne une vision stratégique des actions à mettre en place pour réduire les conséquences négatives des inondations, en fixant les objectifs et dispositions en matière de gestion du risque inondation.

Le PGRI est opposable à l'administration et à ses décisions (il n'est pas opposable aux tiers).

Le PGRI 2022-2027 a été élaboré par le Comité de bassin conjointement au SDAGE 2022-2027. Il a été adopté en commission de bassin le 16 octobre 2020 au terme de plusieurs années d'une large concertation, et a fait l'objet d'un avis de l'Autorité environnementale du 27 janvier 2021.

Approuvé le 21 mars 2022, il est entré en vigueur le 15 avril 2022.

6.2. CONFORMITE, COMPATIBILITE ET PRISE EN COMPTE DES DOCUMENTS SUPERIEURS

Le tableau en page suivante synthétise l'ensemble des axes et objectifs auxquels répond la révision du PLU.

La révision du PLU s'inscrit dans les axes et objectifs mentionnés par les documents supérieurs ; ainsi, elle est conforme, compatible et/ou tient compte de ces documents.

Tableau 176 Synthèse des relations d'opposabilité entre les documents supérieurs, le projet et la révision du PLU

Document	Contenu en lien avec la révision du PLU	Relation entre le document et le PLU	Conformité / compatibilité / prise en compte
SRADDET Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires Grand Est	**AXE 1 : Changer de modèle pour un développement vertueux de nos territoires** • **Choisir un modèle énergétique durable** → Objectif 1 : Devenir une région à énergie positive et bas carbone à l'horizon 2050 → Objectif 4 : Développer les énergies renouvelables pour diversifier le mix énergétique → Objectif 5 : Optimiser et adapter les réseaux de transport d'énergie • **Valoriser nos richesses naturelles et les intégrer dans notre développement** → Objectif 6 : Protéger et valoriser le patrimoine naturel, la fonctionnalité des milieux et les paysages → Objectif 7 : Préserver et reconquérir la trame verte et bleue → Objectif 11 - Économiser le foncier naturel, agricole et forestier • **Vivre nos territoires autrement** → Objectif 15 - Améliorer la qualité de l'air, enjeu de santé publique	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☒ être en compatibilité avec les règles générales ☒ prendre en compte avec les objectifs	✓ **OUI**
SCoT Schéma de cohérence territoriale d'Alsace du Nord	**PADD - Projet d'Aménagement et de Développement Durables** : • **AXE I : Assurer le dynamisme et l'identité du territoire de l'Alsace du Nord, entre Karlsruhe et Strasbourg** → B - Renforcer l'attractivité économique • **AXE II : Un développement urbain respectueux du cadre de vie** → A - Préserver et valoriser le paysage → F – Assurer la santé publique • **AXE III : Préserver l'environnement** → C - Préserver les paysages **DOO - Document d'orientation et d'objectifs :** • **CHAPITRE II - Les grands principes d'équilibre** → C - Organiser le développement économique → D - Les conditions d'un développement équilibré dans l'espace rural entre l'habitat, l'activité économique et artisanale, et la préservation des sites naturels, agricoles et forestiers • **CHAPITRE III - La protection des espaces et sites naturels, agricoles, forestiers ou urbains** • **CHAPITRE V : La valorisation des paysages et la mise en valeur des entrées de villes** • **CHAPITRE VI : Les risques**	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☒ être en compatibilité ☐ prendre en compte	✓ **OUI**

Document	Contenu en lien avec la révision du PLU	Relation entre le document et le PLU	Conformité / compatibilité / prise en compte
PNACC 2 Plan national d'adaptation au changement climatique	**Nature et milieux** : Renforcer la résilience des écosystèmes pour leur permettre de s'adapter au changement climatique et s'appuyer sur les capacités des écosystèmes pour aider notre société à s'adapter au changement climatique **Filières économiques** : Renforcer la résilience des activités économiques aux évolutions du climat	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☐ être en compatibilité ☒ prendre en compte	✓ **OUI**
PCAET Plan Climat Air Energie Territorial d'Alsace du Nord	**AXE 2 : Vers un territoire plus autonome** • Orientation 2.1 : Développer les énergies renouvelables → Fiche action 2.1.1 – Favorisons le développement des énergies renouvelables → Fiche action 2.1.6 – Développons la géothermie profonde **AXE 4 : Vers un territoire plus résilient** • Orientation 4.1 – Réduire la vulnérabilité et l'exposition aux risques liés à l'eau → Fiche action 4.1.1 – Luttons contre les coulées d'eau boueuse • Orientation 4.3 : Développer et combiner les solutions fondées sur la nature → Fiche action 4.3.1 – Sensibilisons, préservons et développons la biodiversité → Fiche action 4.3.2 – Plantons des arbres	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☐ être en compatibilité ☒ prendre en compte	✓ **OUI**
SRDEII Schéma régional de développement économique, d'innovation et d'internationalisation Grand Est	**LIVRET 2 – Déclinaison opérationnelle du SRDEII** **Orientation 1 : Faire du Grand Est un des leaders européens de l'industrie du futur et de la bioéconomie** • Objectif 1.3. : Faire de la transition écologique et énergétique un levier de compétitivité et d'attractivité du territoire → Fiche action : Soutenir les démarches de production et de consommation d'énergies renouvelables dans le cadre de la transition énergétique	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☐ être en compatibilité ☒ prendre en compte	✓ **OUI**
SDAGE Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux Rhin-Meuse 2022-2027	**Thème 6 : Eau et gouvernance** • Orientation T6-O2 : Assurer la prise en compte des enjeux de l'eau et du changement climatique dans les projets des territoires	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☒ être en compatibilité ☐ prendre en compte	✓ **OUI**
PGRI Plan de Gestion des Risques d'Inondation Rhin-Meuse 2022-2027	**OBJECTIF 3 : Aménager durablement les territoires** • O3.1 : Préserver les zones d'expansion des crues en milieu non urbanisé et ne pas augmenter les enjeux en zone inondable • O3.2 Privilégier le ralentissement des écoulements (nouveau) **OBJECTIF 4 : Prévenir le risque par une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau** • O4.3 : Prévenir le risque de coulées d'eau boueuse	Le PLU doit : ☐ être en conformité ☒ être en compatibilité ☐ prendre en compte	✓ **OUI**

7. CRITERES, INDICATEURS ET MODALITES DE SUIVI DES INCIDENCES

7.1. APPLICATION DES PRINCIPES DU PLU : LE CONTROLE DE LA MAIRIE VIA L'AUTORISATION D'URBANISME

La mise en œuvre d'ouvrages techniques liés à l'exploitation de la ressource géothermique sera effectuée dans le cadre d'un projet soumis à une autorisation d'urbanisme.

L'autorisation d'urbanisme, dont la nature sera fonction du projet dans son intégralité, permet à la commune de vérifier que les travaux sont conformes aux règles d'urbanisme.

L'instruction en mairie permet donc de s'assurer de la contribution du projet avec l'exploitation de la ressource géothermique, de la cohérence du projet avec les principes d'aménagement du Plan Local d'Urbanisme, ainsi que de la cohérence de son implantation vis-à-vis des enjeux à préserver et la bonne mise en œuvre des mesures de restauration ou replantation qui pourraient s'avérer nécessaires.

7.2. SUIVI DES MESURES D'EVITEMENT, REDUCTION, COMPENSATION

Le PLU prévoit un suivi de la réalisation de la haie paysagère ; cet élément étant actuellement inexistant, l'atteinte de l'objectif d'un linéaire de 300 ml sera contrôlée par la commune de Soultz-sous-Forêts.

La protection de l'élément paysager remarquable pourra faire l'objet d'un suivi par photos aériennes, permettant de caractériser le linéaire du cordon boisé au cours des années. En cas d'atteinte, la restauration ou la replantation d'éléments équivalents fera également l'objet d'un contrôle de la part de la commune de Soultz-sous-Forêts.

8. METHODOLOGIE

8.1. METHODOLOGIE D'ETABLISSEMENT DE L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DE LA REVISION ALLEGEE DU PLU DE SOULTZ-SOUS-FORETS

L'évaluation environnementale pour la révision allégée du Plan Local d'Urbanisme de Soultz-sous-Forêts a été établie dans le cadre d'une instruction conjointe avec l'étude d'impact du projet de géothermie motivant la révision du PLU.

Elle n'a pas pour objectif d'être autoportante mais vient apporter des compléments à l'analyse du projet, en s'intéressant à l'ensemble des parcelles potentiellement impactées par la révision du PLU.

Cette évaluation environnementale a toutefois été réalisée au sein d'un volet distinct du dossier et non intégrée à l'étude d'impact globale du projet.

Dans le cadre de la révision allégée du PLU, deux échelles de projet sont prises en compte :

- Le site OPS4, concerné par la modification de zonage de AA en UT afin de permettre la réalisation du projet de géothermie OPS4 porté par ÉS ;
- L'ensemble des parcelles classées AA sur la commune de Soultz-sous-Forêts, concernées par la modification du règlement du PLU, et dont la répartition géographique s'organise en 3 secteurs : au Nord, au Sud-Est eu au Sud-Ouest du centre urbanisé.

La méthodologie d'approche générale a pour objectif de limiter au maximum les redondances entre les différents volets du document, et de compléter le dossier par l'analyse de l'ensemble des zones AA, dont le périmètre n'est inclus que partiellement au périmètre du projet de géothermie.

8.1.1. Etat initial de l'environnement et bilan des enjeux

L'analyse de l'état initial à l'échelle projet étant déjà établie de manière détaillée dans le cadre de l'étude d'impact du projet, le présent volet se limitera à rappeler les conclusions émises et les chapitres où trouver les données complètes.

Le présent volet s'intéressera plus particulièrement à l'échelle des zones AA, non analysées dans le cadre de l'étude d'impact du projet.

Toutefois, les données collectées et analysées à l'échelle du projet de géothermie, caractéristiques du type de milieu classé AA au PLU, sont exploitées et extrapolées à l'échelle des zones AA afin d'appréhender les enjeux potentiellement présents sur l'ensemble des zones ; c'est notamment le cas de l'inventaire biodiversité réalisé à l'échelle du projet et caractéristique des milieux semi-ouverts, ou de l'inventaire des réseaux.

8.1.2. Analyse des incidences et mesures

Les incidences de la révision allégée du PLU ont été abordée selon les 2 échelles de projet :

Modification du zonage du site OPS4 de AA en UT : cette modification a pour objectif de permettre la réalisation du projet de géothermie dans son ensemble et de tous les impacts induits. Par conséquent, il a été considéré que l'analyse des incidences de la modification du zonage sur ce site rejoignait l'analyse des incidences du projet dans sa phase d'exploitation.

Ainsi, l'analyse des incidences de la révision allégée du PLU se focalisera sur les incidences potentielles de la modification du règlement sur les zones AA, permettant la réalisation de travaux liés à l'exploitation de la ressource géothermique, tout en imposant la mise en œuvre d'un projet de restauration ou de replantation en cas d'atteinte aux éléments remarquables identifiés au plan de zonage.

Les mesures développées dans le cadre du volet relatif à la révision allégée du PLU sont les suivantes :

- Mise en œuvre d'une OAP sur le site OPS4 : cette mesure est développée dans le cadre de l'étude d'impact globale du projet ;
- Obligation de restauration / replantation en cas d'atteinte des éléments remarquables.

Les mesures relatives au projet OPS4 ne sont pas réexposées dans le cadre de ce volet.

VOLET 5 ANNEXES

ANNEXE 1 Rapport acoustique – phase travaux de forage (OTE ingénierie, juillet 2021)







Géothermie Soltz

SOULTZ-SOUS-FORETS (67)

Étude de l'impact sonore dans l'environnement d'un forage géothermique à Soultz-Sous-Forêts

au titre du Code Minier

RAPPORT ACOUSTIQUE

JUILLET 2021

Note
DES PROJETS POUR S'ENTENDRE
OTE INGÉNIERIE

Siège social
1 rue de la Lisière - BP 40110
67403 ILLKIRCH Cedex - FRANCE
Tél : 03 88 67 55 55

www.ote.fr

REV	DATE	DESCRIPTION	REDACTION/VERIFICATION		APPROBATION		N° AFFAIRE : 21262	Page : 1/27
0	05/07/2021	Etude acoustique	OTE - Camille MATHIOT	CM				
							ACO1	
CP								

Sommaire

1. Préambule 3
2. Définitions 3
3. Conditions de mesures 4
3.1. Points de mesures 4
3.2. Conditions météorologiques 6
3.3. Matériel de mesures 7
4. Résultats des mesures 8
4.1. Résultats complets des campagnes 8
4.2. Point 1 9
4.3. Point 2 10
4.4. Point 3 11
4.5. Point A 12
5. Rappel de la réglementation : arrêté du 23/01/1997 13
6. Etude de l'impact sonore du site futur 15
6.1. Présentation du logiciel IMMI 2019 15
6.2. Modélisation de l'état initial et calage du modèle 16
6.3. Impact sonore du Forage 20
6.4. Étude de la conformité du puits de Forage 26
7. Conclusion 27

1. Préambule

Le GEIE EMC a missionné le bureau d'études acoustiques Note OTE Ingénierie pour réaliser une étude des impacts sonores dans l'environnement de leur projet de forage géothermique sur le site OPS4 à Soultz-Sous-Forêts, au titre du Code Minier.

Une étude acoustique est donc nécessaire afin de calculer les impacts sonores dans l'environnement et prendre les dispositions nécessaires à la tranquillité du voisinage. Elle se décompose en quatre phases :

- Mesures de niveaux sonores résiduels, réalisées le 01/07/2021 (avant forage de la zone) et exploitation
- modélisation informatique calculant l'impact acoustique du forage,
- l'étude et la proposition de traitement de réduction de propagation sonore dans l'environnement, le cas échéant.

Le présent document présente les mesures et résultats réglementaires dans son corps de texte.

2. Définitions

- **L_{Aeq}** : niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A. Il s'agit de la valeur du niveau de pression acoustique d'un bruit stable qui donnerait la même énergie acoustique qu'un bruit à caractère fluctuant, pendant un temps donné.
- **Niveau de bruit résiduel (LR)** : niveau sonore émis par les bruits habituels dans l'environnement du lieu, hors activité du site.
- **Niveau de bruit ambiant (LA)** : niveau de bruit mesuré, ou calculé, établissement en fonctionnement.
- **Émergence** : différence arithmétique entre les niveaux de pression continus équivalents L_{eq} pondérés A du bruit ambiant (établissement en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence de bruit généré par l'établissement).
- **Indice fractile Lx** : niveau atteint ou dépassé pendant x% du temps de mesure ; indices fréquemment utilisés : L_{90}, L_{50} et L_{10}.

  L'arrêté ministériel du 23/01/1997 relatif à la limitation des bruits émis par les ICPE dans l'environnement, précise que lorsque la différence $L_{Aeq} - L_{50} \geq 5$ dB(A), l'émergence est calculée à partir de la différence des indices L_{50} des niveaux de bruit ambiants et résiduels.

3. Conditions de mesures

Une campagne de mesures a été réalisée pour caractériser les niveaux de bruit RESIDUEL (avant implantation du site), **réalisée le 1er juillet 2021, de 16h30 à 0h00.**

3.1. POINTS DE MESURES

Trois points de mesures situés en Zone à Émergence Réglementée et un point de mesures en limite de propriété ont été choisis :

- point 1 : au voisinage le plus proche, à environ 500 m au Sud du site, à Reimerswiller,
- point 2 : au voisinage le plus proche, à environ 900 m au Nord du site, rue de Reimerswiller à Soultz-Sous-Forêts,
- point 3 : au voisinage le plus proche, à environ 1 km au Nord-Ouest,
- point A : sur site, en limite de propriété Sud, en direction des tiers les plus proches.

La carte suivante localise précisément ces points.



Figure 1 : Localisation des points de mesures sonores

Point	Photographie	Point	Photographie
Point 1		Point 3	
Point 2		Point A	

3.2. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Lors des mesures, les conditions climatiques étaient les suivantes :

Contexte	Période	Ciel	Vent	Pluie	Surface au sol
Résiduel	Jour	Couvert	Moyen sud	Aucune	Humide
	Nuit	Couvert	Nul	Aucune	Humide

Il convient de traduire ces caractéristiques climatiques par les indices « U » pour le vent et « T » pour la température suivant les conditions décrites ci-dessous (norme NF S 31-010 - Caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement) :

U1 : vent fort (3 m/s à 5 m/s) contraire au sens source-récepteur ;
U2 : vent moyen à faible (1 m/s à 3 m/s) contraire **ou** vent fort, peu contraire;
U3 : vent nul **ou** vent quelconque de travers;
U4 : vent moyen à faible (1 à 3 m/s) portant **ou** vent fort peu portant (= 45°);
U5 : vent fort portant.

T1 : jour **et** fort ensoleillement **et** surface sèche **et** peu de vent;
T2 : mêmes conditions que T1 mais au moins une est non vérifiée;
T3 : lever du soleil **ou** coucher du soleil **ou** (temps couvert **et** venteux **et** surface pas trop humide);
T4 : nuit **et** (nuageux **ou** vent);
T5 : nuit **et** ciel dégagé **et** vent faible.

L'estimation qualitative de l'influence des conditions météorologiques se fait par l'intermédiaire de la grille ci-dessous :

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		– –	–	–	
T2	– –	–	–	Z	+
T3	–	–	Z	+	+
T4	–	Z	+	+	++
T5		+	+	++	

– – état météorologique conduisant à une très forte atténuation du niveau sonore ;
– état météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore ;
Z effets météorologiques nuls ou négligeables ;
+ état météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore;
++ état météorologique conduisant à un renforcement moyen du niveau sonore.

Les conditions rencontrées lors des mesures étaient alors :

Contexte	Période	Couple (Ui ; Tj)	Appréciations
Résiduel	Jour	U4 ; T3	+
	Nuit	U3 ; T3	Z

Les conditions météorologiques rencontrées pendant les mesures sont conformes à la norme de mesurage NF S 31-010.

Rappel :
Les conditions météorologiques n'influent sur la propagation du son qu'à partir d'une distance source-récepteur de 150 m.

3.3. MATÉRIEL DE MESURES

Les mesures ont été réalisées à l'aide de 2 chaînes de mesure 01 dB complètes de classe 1.

Les deux chaînes de mesure sont constituées de :
- sonomètres 01 dB de type Black Solo (n°60542 et n°66578), de classe 1,
- microphones G.R.A.S. ½ pouce type 40 AE de classe 1,

Divers accessoires accompagnent ces chaînes de mesure, à savoir :
- boules en mousse anti-vent pour les mesures d'extérieur,
- câbles d'extension de 30 m pour connecter le microphone à l'unité d'acquisition,
- trépieds,
- calibreurs acoustiques 01dB classe 1 type CAL21.

Une analyse fine par bande de tiers d'octave (de 20 à 20 000 Hz) est effectuée afin de détecter la présence éventuelle de tonalités marquées. Le cas échéant, les spectres caractéristiques des principaux équipements sont tracés.

Les enregistrements ont été effectués en décibels pondérés A (dB(A)), qui reflètent au mieux la perception humaine réelle (l'oreille humaine n'étant pas également sensible aux différentes fréquences).

4. Résultats des mesures

4.1. RESULTATS COMPLETS DES CAMPAGNES

L'ensemble des données importantes est résumé dans les tableaux suivants. Conformément à la norme de mesure NFS 31-010, les valeurs retenues pour le comparatif réglementaire, sont arrondies au demi-décibel le plus proche.

– niveau global équivalent obtenu sur la période de mesures,
– valeurs maximales et minimales des relevés,
– indices statistiques caractéristiques (L_{90}, L_{50}, L_{10}) qui correspondent au niveau dépassé pendant x % du temps de mesure.

Résiduel	Point	L_{eq}	L_{min}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}
Jour	1	47,5	36,5	60,0	41,5	45,5	49,5
	2	45,0	32,5	63,0	36,5	39,5	47,0
	3	43,5	29,5	54,0	38,5	42,5	46,0
	A	43,0	31,0	68,0	34,0	38,0	43,0
Nuit	1	40,5	26,0	53,5	32,0	38,5	46,5
	2	53,0	24,0	77,5	27,5	32,0	40,0
	3	43,0	25,0	63,5	27,5	33,0	44,0
	A	42,0	23,5	53,0	32,0	39,5	45,5

Les valeurs obtenues au cours d'une campagne ponctuelle peuvent sensiblement varier en fonction des heures et des périodes d'observation ; **ces mesures sont cependant représentatives d'une situation moyenne de trafic et d'activités dans les environs.**

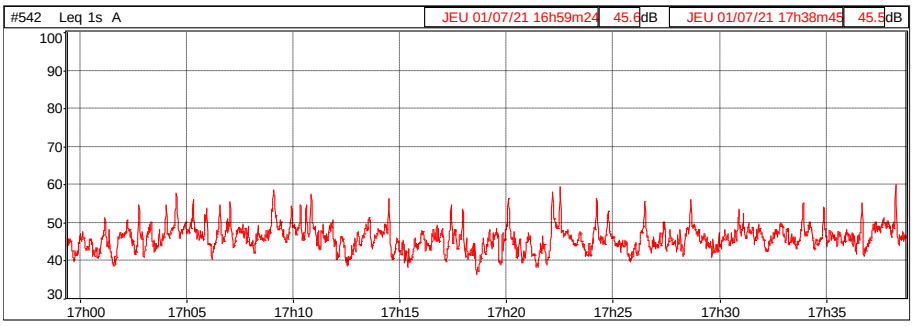
Le détail et analyse des mesures ainsi que les évolutions temporelles figurent en page suivante.

4.2. POINT 1

Au point 1, le paysage sonore est caractérisé par le bruit de trafic proche (RD199) et lointain (RD263), ainsi que par quelques bruits de voisinage (chèvres de jour et voix de nuit).

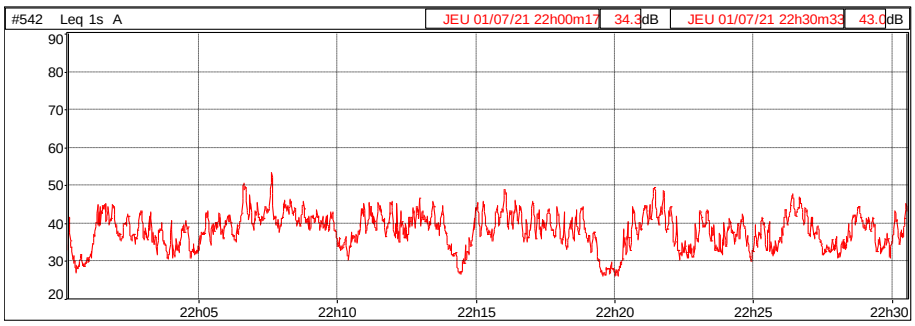
Le niveau sonore global s'établit à environ **47,5 dB(A)** de jour et **40,5 dB(A)** de nuit.

Environnement sonore résiduel diurne :



Fichier	Point1_RJ.CMG								
Début	01/07/21 16:59:24								
Fin	01/07/21 17:38:46								
Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmin	Lmax	L90	L50	L10
#542	Leq	A	dB	47,4	36,4	59,9	41,7	45,7	49,4

Environnement sonore résiduel nocturne :



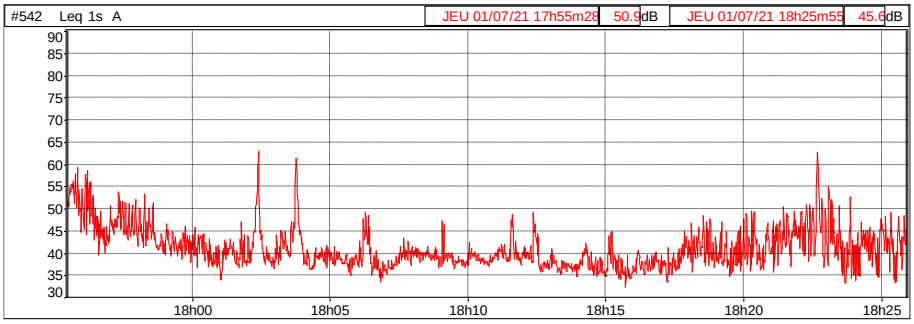
Fichier	Point 1_RN.CMG								
Début	01/07/21 22:00:17								
Fin	01/07/21 22:30:34								
Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmin	Lmax	L90	L50	L10
#542	Leq	A	dB	40,3	26,0	53,3	31,9	38,3	43,6

4.3. POINT 2

Au point 2, le paysage sonore est caractérisé par le bruit de trafic proche.
De jour, il est également marqué par le chant des oiseaux et quelques bruits de voisinage.
De nuit, il est aussi caractérisé par le passage de motards et les bruits de la nature (animaux).

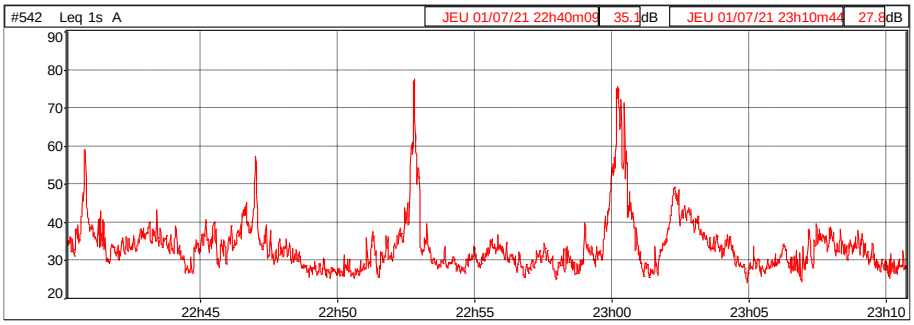
Le niveau sonore global s'établit à environ **39,5 dB(A)** de jour (indicateur L_{50} selon l'arrêté du 23 janvier 1997) et **32,0 dB(A)** de nuit (indicateur L_{50} selon l'arrêté du 23 janvier 1997).

Environnement sonore résiduel diurne :



Fichier	Point 2_RJ.CMG								
Début	01/07/21 17:55:28								
Fin	01/07/21 18:25:56								
Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmin	Lmax	L90	L50	L10
#542	Leq	A	dB	44,9	32,4	63,0	36,4	39,7	46,8

Environnement sonore résiduel nocturne :



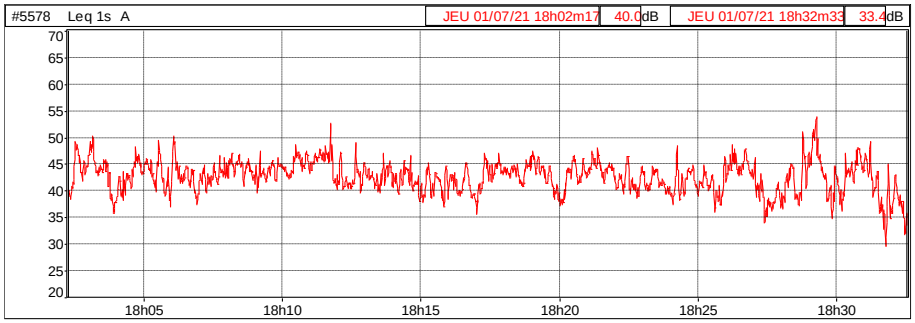
Fichier	Point 2_RN.CMG								
Début	01/07/21 22:40:09								
Fin	01/07/21 23:10:45								
Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmin	Lmax	L90	L50	L10
#542	Leq	A	dB	53,0	24,0	77,4	27,3	32,0	40,2

4.4. POINT 3

Au point 3, le paysage sonore est caractérisé par le bruit de trafic proche (RD264), ainsi que quelques bruits de voisinage et les bruits de la nature (animaux).

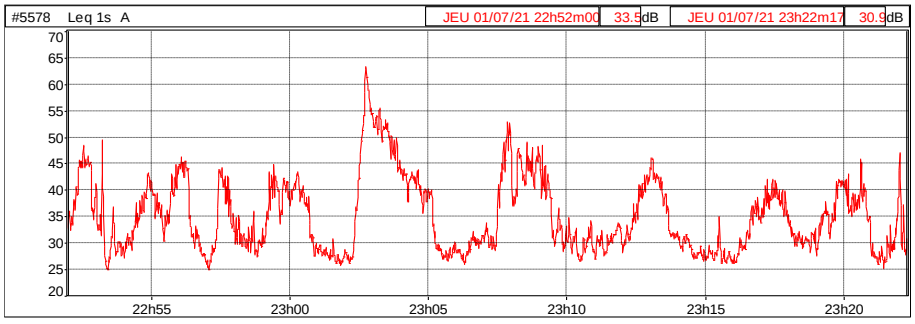
Le niveau sonore global s'établit à environ **43,5 dB(A)** de jour et **33,0 dB(A)** de nuit (indicateur L_{50} selon l'arrêté du 23 janvier 1997).

Environnement sonore résiduel diurne :



Fichier	Point3_RJ.CMG								
Début	01/07/21 18:02:17								
Fin	01/07/21 18:32:34								
Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmin	Lmax	L90	L50	L10
#5578	Leq	A	dB	43,5	29,5	53,9	38,7	42,7	46,0

Environnement sonore résiduel nocturne :



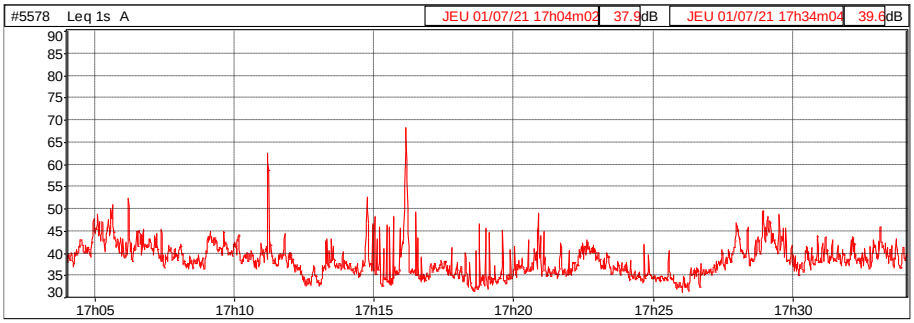
Fichier	Point3_RN.CMG								
Début	01/07/21 22:52:00								
Fin	01/07/21 23:22:18								
Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmin	Lmax	L90	L50	L10
#5578	Leq	A	dB	43,0	24,9	63,3	27,5	33,1	44,1

4.5. POINT A

Au point A, le paysage sonore est caractérisé par le bruit de trafic (RD263, et plus ponctuellement la route devant le site), et quelques bruits d'animaux).

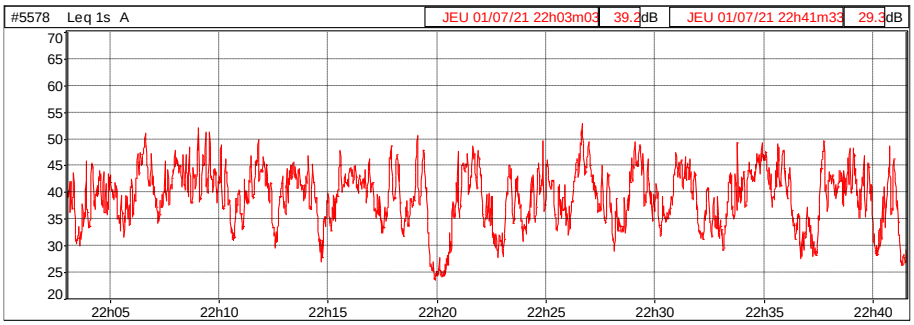
Le niveau sonore global s'établit à environ **43,0 dB(A)** de jour et **42,0 dB(A)** de nuit.

Environnement sonore résiduel diurne :



Fichier	PointA_RJ.CMG								
Début	01/07/21 17:04:02								
Fin	01/07/21 17:34:05								
Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmin	Lmax	L90	L50	L10
#5578	Leq	A	dB	43,1	31,0	68,1	34,0	37,9	42,9

Environnement sonore résiduel nocturne :



Fichier	PointA_RN.CMG								
Début	01/07/21 22:03:03								
Fin	01/07/21 22:41:34								
Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmin	Lmax	L90	L50	L10
#5578	Leq	A	dB	41,8	23,5	52,8	31,8	39,5	45,4

5. Rappel de la réglementation : arrêté du 23/01/1997

L'installation doit être construite, équipée et exploitée de façon que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solidienne susceptible de compromettre, la santé ou la sécurité du voisinage ou de constituer une nuisance pour celui-ci.
Les émissions sonores ne doivent pas engendrer une émergence supérieure aux valeurs admissibles dans les zones où celle-ci est réglementée :

– l'intérieur des immeubles, existant à la date de l'arrêté d'autorisation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse),
– les zones constructibles définies par des documents d'urbanisme opposables au tiers à la date de l'arrêté d'autorisation,
– l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers puis implantés après la date de l'arrêté d'autorisation dans les zones constructibles définies ci-dessus.

Les parties extérieures des immeubles implantés dans les zones d'activités artisanales ou industrielles sont exclues.
Les valeurs d'émergences admissibles fixées dans les Zones à Émergence Réglementée sont :

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée (incluant le bruit de l'établissement)	**Émergence admissible pour la période de JOUR** allant de 7h à 22h, (sauf dimanche et jours fériés)	**Émergence admissible pour la période de NUIT** allant de 22h à 7h (ainsi que dimanches et jours fériés)
supérieur à 35 dB(A) et inférieur ou égal à 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
supérieur à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement présente une tonalité marquée au sens du point 1.9. de l'annexe de l'arrêté du 23 janvier 1997, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne et nocturne définies dans le tableau précédent.

Les valeurs généralement comparées dans le calcul des émergences sont les niveaux globaux équivalents Leq, mais cet indicateur n'est pas suffisamment adapté pour toutes les situations (présence de trafic externe discontinu par exemple). Dans le cas où la différence Leq – L50 est supérieure à 5 dB(A), l'indicateur d'émergence utilisé est la différence entre les indices fractiles L50 calculés sur le bruit ambiant et le bruit résiduel.

Les installations qui seront installées sur le site seront mises en œuvre de manière à ne pas dépasser les valeurs suivantes en limite de propriété pour les deux périodes.

Période	Niveaux ambiant admissible en limite de propriété en dB(A)*
Jour	70
Nuit	60

*sauf si le bruit résiduel dépasse déjà ces limites.

Les valeurs de niveau résiduel retenues pour le calcul des émergences sont données dans les tableaux suivants.

6. Etude de l'impact sonore du site futur

Pour calculer l'impact sonore du futur puit de forage dans l'environnement, il est nécessaire de constituer un modèle informatique et de le caler sur les mesures sonores.
Ainsi, la première modélisation créée reconstitue les conditions sonores lors des mesures (avant implantation du site de forage) pour caler le modèle. Une fois le modèle calé, la phase de forage est modélisée.

6.1. PRESENTATION DU LOGICIEL IMMI 2019

Le logiciel IMMI développé par la société allemande WÖLFEL permet le calcul de propagation sonore en milieu extérieur. Il permet, à partir de sources de type surfacique (façades, toiture, fenêtres, portes), ponctuelle (moteurs, turbines, etc.) ou linéique (routes, voies ferroviaires, conduits, etc.), de calculer l'impact des sources simulées à une distance et une hauteur données.

Les calculs de propagation sonore suivent les prescriptions de la norme ISO 9613 « atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur ». Les sources ponctuelles, linéiques et surfaciques suivent les indications de cette norme.

Le logiciel prend en compte les effets dus à la topographie, aux effets de sol (sol réfléchissant comme des surfaces d'eau, …), à la végétation, aux bâtiments et murs, etc.

6.2. MODELISATION DE L'ETAT INITIAL ET CALAGE DU MODELE

La carte suivante donne un aperçu général du modèle en vue de dessus.

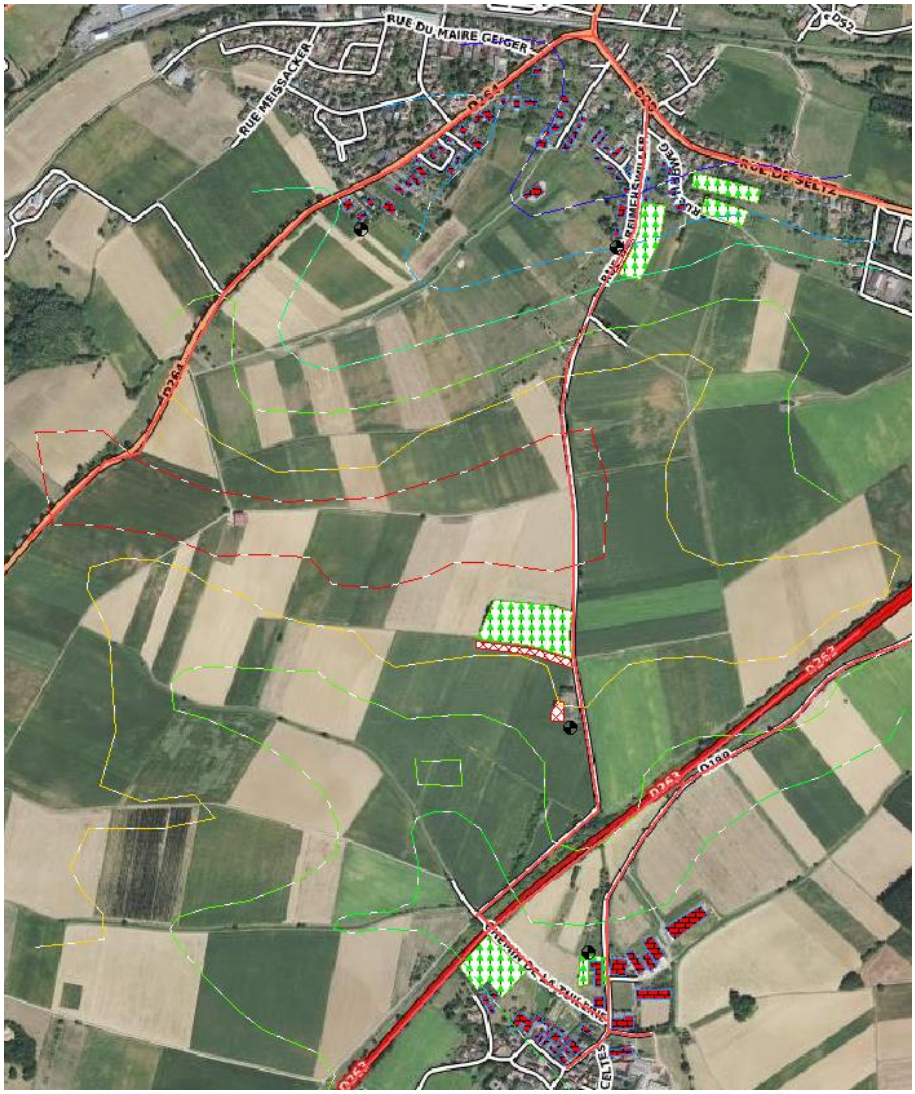
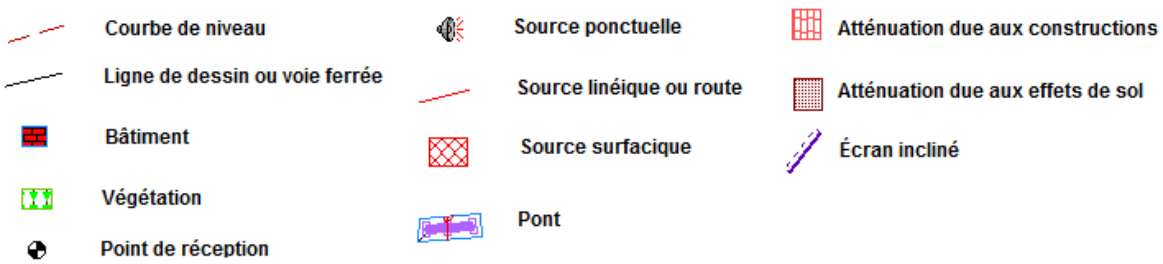


Figure 2 : Vue en plan du modèle informatique de prédiction IMMI

Légende générale de IMMI :



Afin de prévoir l'impact des installations du site futur, il est nécessaire de caler le modèle de l'état initial sur les mesures réalisées.

L'environnement sonore initial est constitué principalement des trafics routiers alentours et des bruits d'animaux en période nocturne. Des sources sont intégrées au modèle dont les valeurs sont reprises des données de trafics et de classements sonores préfectoraux et ajustées afin de recréer l'environnement sonore initial et se caler sur les valeurs mesurées.

Les points de mesure (valeurs arrondies au demi-décibel près conformément à l'arrêté du 23/01/1997) servent pour le calage du modèle sur les mesures.

Pour valider le modèle, un écart maximum de 2 dB(A) entre les mesures et les résultats de calculs est généralement admis (correspondant à la fiabilité du logiciel et aux incertitudes de mesures).

Le tableau suivant étudie ce calage.

	Niveau mesuré		Niveau modélisé		Ecart absolu		Validation
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	
Point 1	47,5	40,5	47,0	41,5	0,5	1,0	OUI
Point 2	39,5	32,0	39,0	32,0	0,5	0,0	OUI
Point 3	43,5	33,0	43,5	33,0	0,0	0,0	OUI
Point A	43,0	42,0	42,0	40,5	1,0	1,5	OUI

Le modèle est donc calé sur les mesures, les installations du site futur peuvent ainsi être intégrées.

Les cartographies suivantes représentent les niveaux sonores de JOUR et de NUIT avant l'implantation des plateformes.

À partir du modèle de l'état initial, les installations de forage sont rajoutées sur le site. Cette modélisation fait l'objet du chapitre suivant.

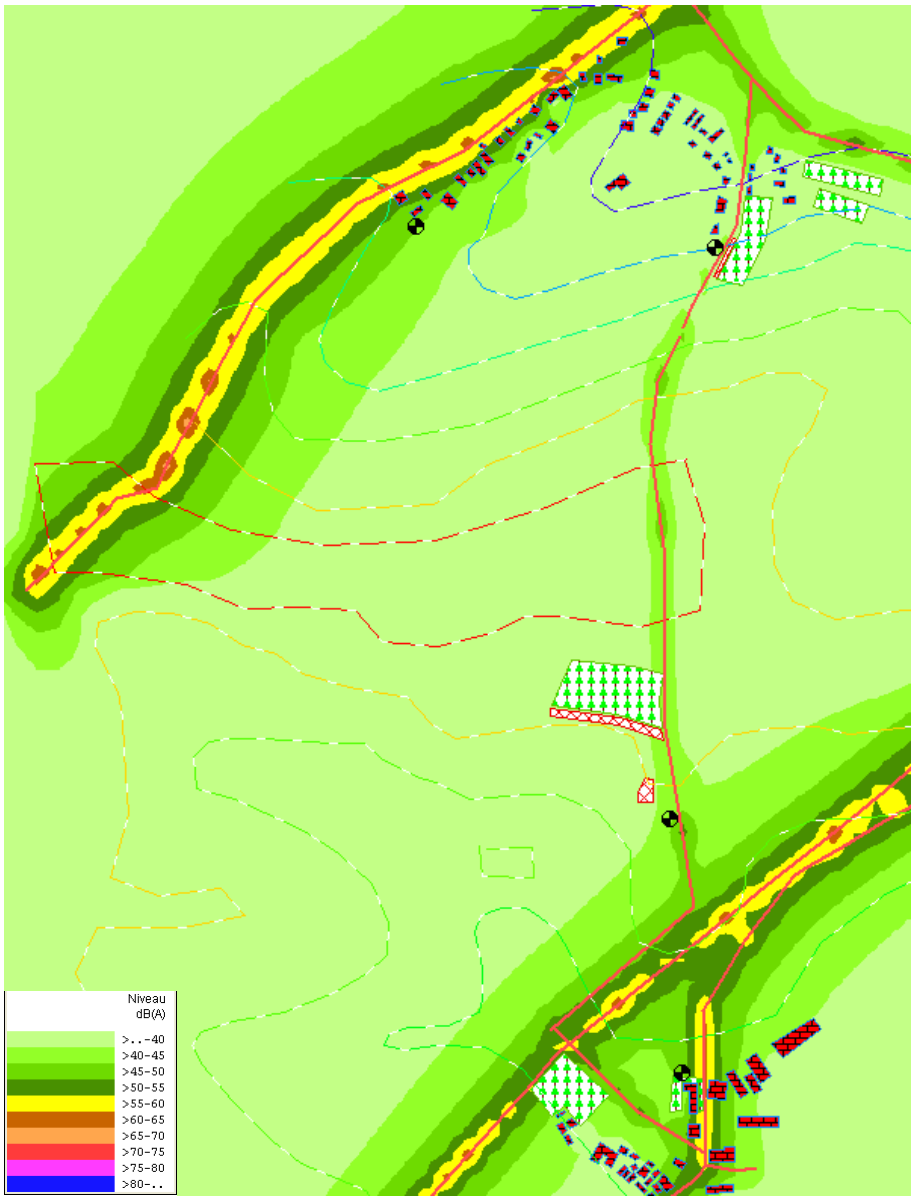


Figure 3 : Cartographie sonore hauteur = 2 m – Etat initial – Période Jour

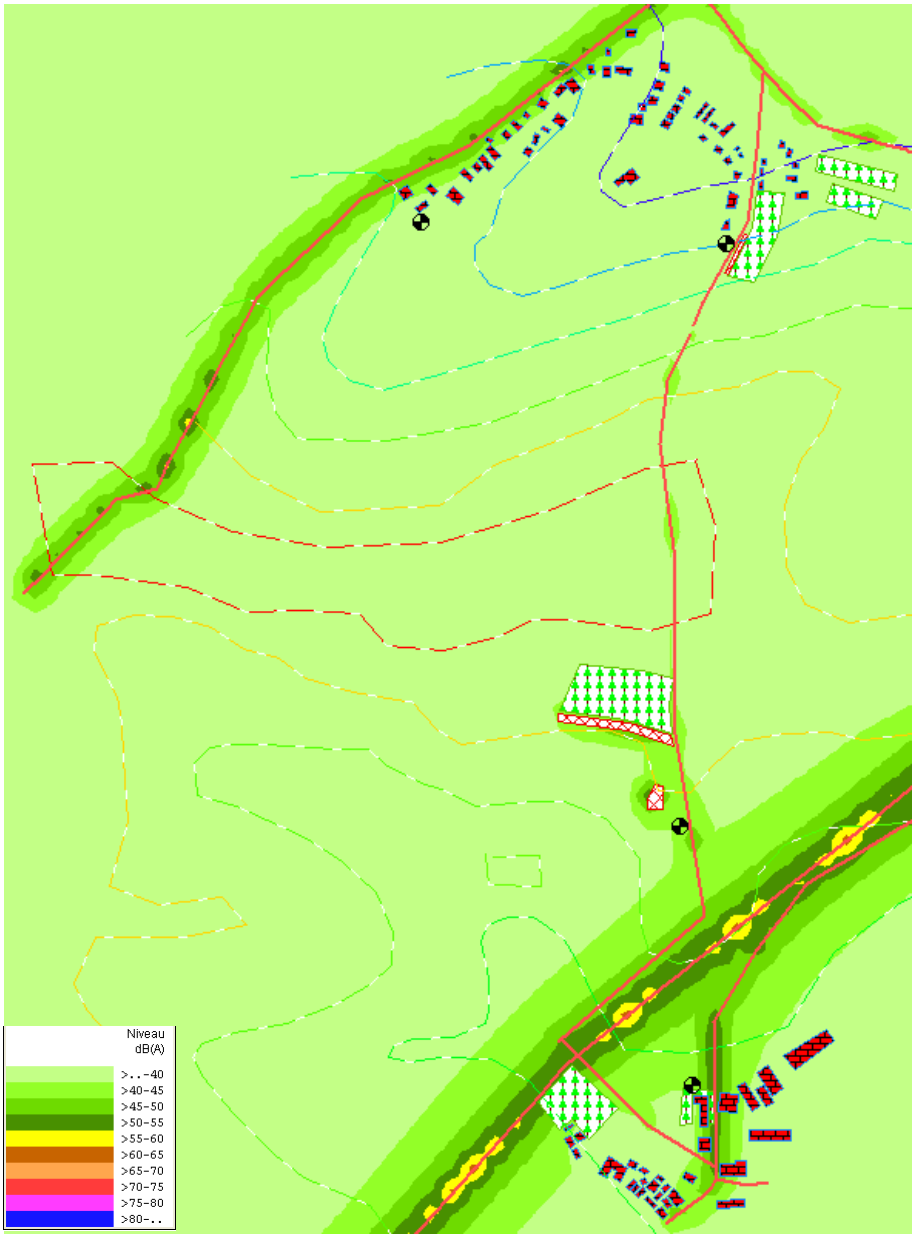


Figure 4 : Cartographie sonore hauteur = 2 m – Etat initial – Période Nuit

6.3. IMPACT SONORE DU FORAGE

Les niveaux sonores d'une installation de forage ont été mesurés sur un site de forage identique à celui de Soultz-Sous-Forêts. Le niveau sonore relevé est de 64 dB à 30 mètres. Donc l'hypothèse retenue est la suivante :

Équipements	Niveau de puissance sonore Lw	Hauteur relative par rapport au terrain
Foreuse	104 dB	1,5 m - 4,0 m

La carte suivante montre un zoom sur le site avec l'installation de forage (source sonore). Un nouveau point de mesure, le point B a été placé en limite Nord de propriété.

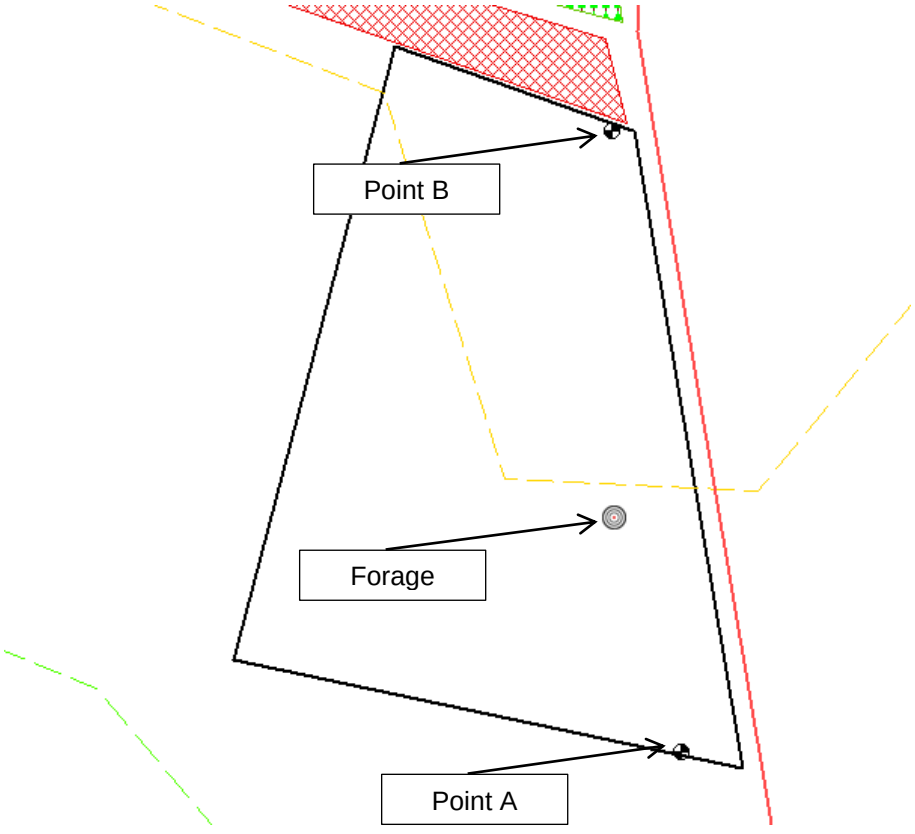


Figure 5 : Installation de forage sur le site ES

Le tableau ci-dessous présente les résultats de calcul pour les points de mesures en ZER et les points en limite de propriété. La variante nommée « Ambiant » correspond au bruit ambiant (de la plateforme de forage).

Point	Ambiant	
	Jour	Nuit
Point 1	47,0	42,5
Point 2	39,0	32,5
Point 3	43,5	33,5
Point A	56,0	55,5
Point B	51,5	52,0

Les résultats sont arrondis au demi dB(A) près.
Les cartographies correspondantes sont disponibles dans les pages suivantes.

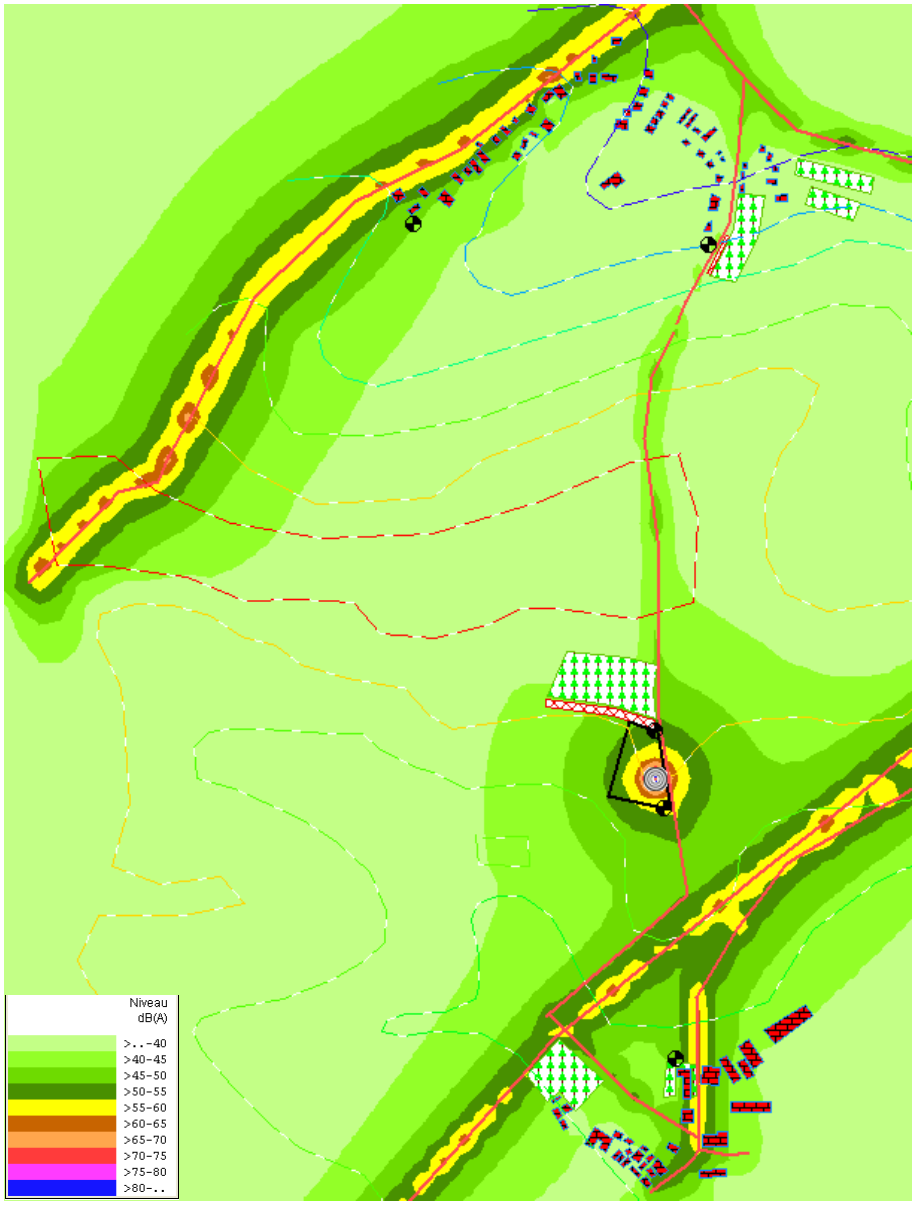


Figure 6 : Cartographie sonore hauteur = 2 m – Bruit Ambiant Phase Forage – Période Jour

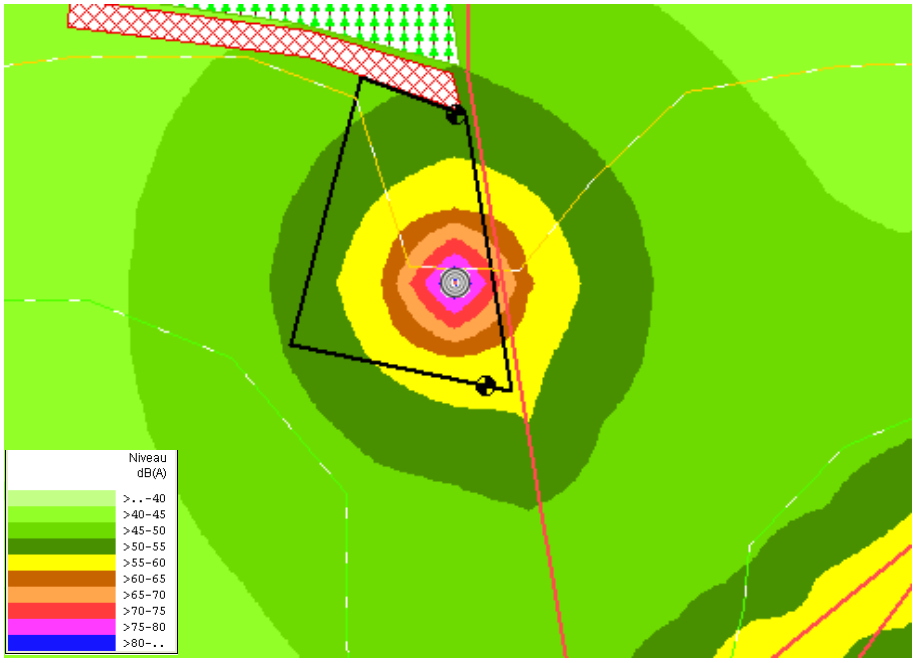


Figure 7 : Cartographie sonore hauteur = 2 m - Bruit Ambiant Phase Forage – Période Jour – Zoom sur le site

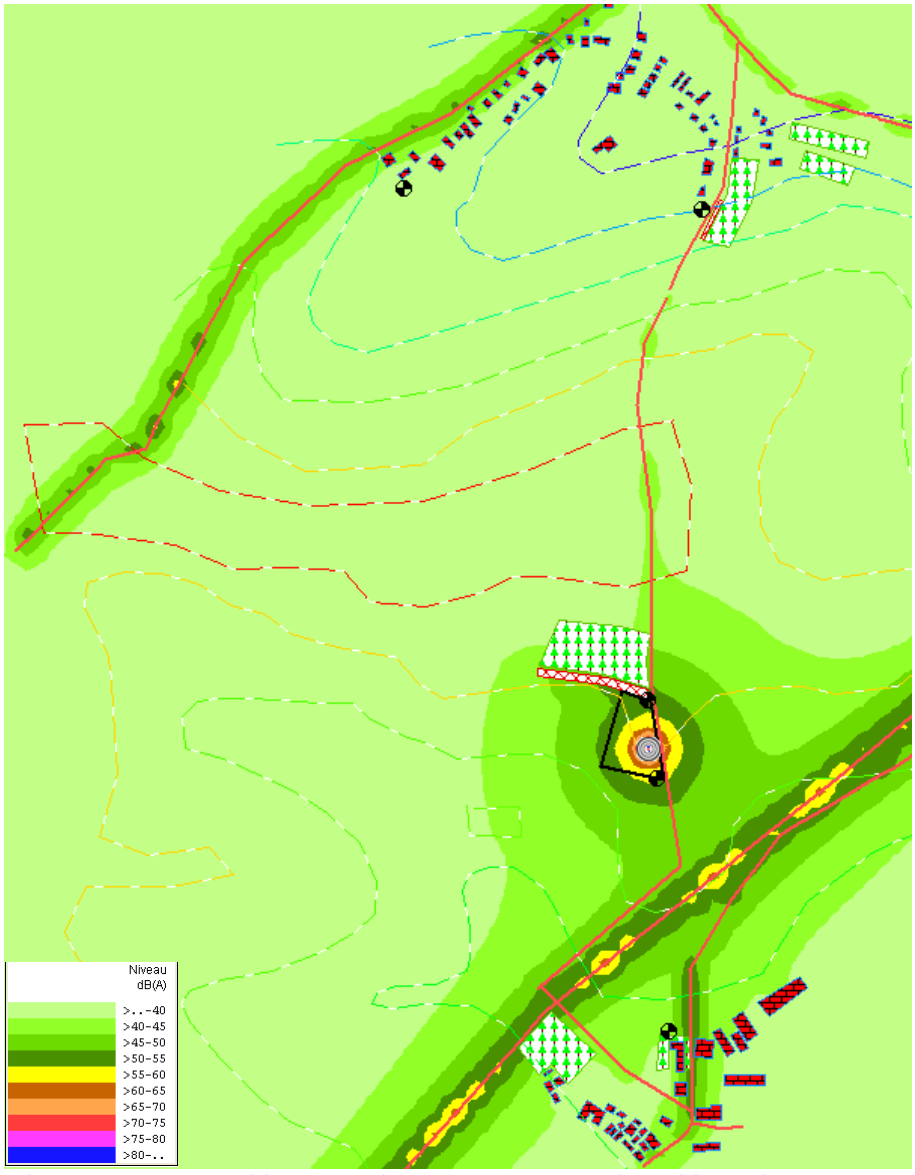


Figure 8 : Cartographie sonore hauteur = 2 m – Bruit Ambiant Phase Forage – Période Nuit

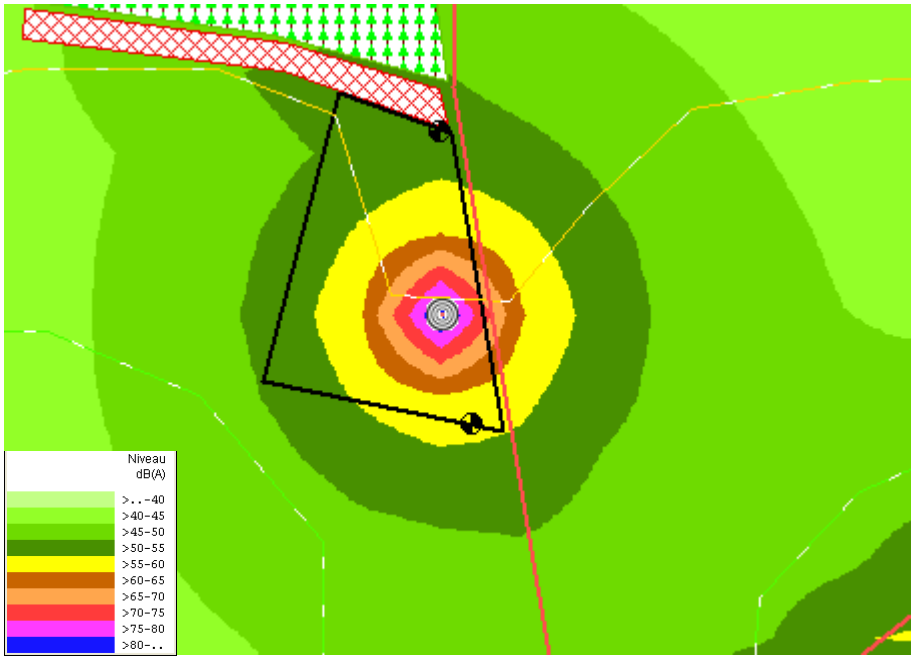


Figure 9 : Cartographie sonore hauteur = 2 m - Bruit Ambiant Phase Forage – Période Nuit – Zoom sur le site

6.4. ÉTUDE DE LA CONFORMITE DU PUITS DE FORAGE

Le tableau étudie la conformité de la plateforme de forage.
Les résultats sont exprimés en dB(A).

Limite de propriété

Point	Période	Ambiant	Résiduel	Seuils réglementaires	Conformité
Point A	Jour	56,0	42,0	70	OUI
	Nuit	55,5	40,5	60	OUI
Point B	Jour	51,5	43,5	70	OUI
	Nuit	52,0	48,5	60	OUI

Calcul des émergences au droit des ZER les plus proches :

Point	Période	Ambiant	Résiduel	Émergences calculées	Émergences réglementaires	Conformité
Point 1	Jour	47,0	47,0	0,0	5	OUI
	Nuit	42,5	41,5	1,0	3	OUI
Point 2	Jour	39,0	39,0	0,0	5	OUI
	Nuit	32,5	32,0	0,5	3	OUI
Point 3	Jour	43,5	43,5	0,0	5	OUI
	Nuit	33,5	33,0	0,5	3	OUI

7. Conclusion

La campagne de mesures réalisée le 1er juillet 2021 a permis de caractériser les niveaux sonores extérieurs en contexte résiduel du site GEIE «EMC» OPS4 à Soultz-Sous-Forêts (67).

Le comparatif réglementaire montre que les activités de forage de GEIE «EMC» seront quasiment imperceptibles pour les ZER d'habitations les plus proches (points 1, 2 et 3). Les exigences réglementaires sont respectées pour tous les points durant la durée de fonctionnement du site.

La future plateforme de forage est conforme aux exigences réglementaires.

ANNEXE 2 Projet de géothermie – Etude acoustique (ARTELIA, novembre 2023)

Projet de géothermie

Étude acoutique

RAPPORT D'ETUDE

ARTELIA

ARTELIA / NOVEMBRE 2023 / 8502471

Projet de géothermieProjet de géothermie
Étude acoustiqueÉtude acoutique
ES Géothermie
Rapport d'étude

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI(E) PAR	APPROUVÉ(E) PAR	DATE
V1	Rapport d'étude acoustique	GCN	ERY	Sept.-23
V2	Reprise suite commentaire client	GCN	ERY	Nov.-23

Unité Risques Industriels & maritimes, Sanitaires et Chimiques
2 avenue Lacassagne, 69 425 Lyon Cedex 03 – TEL : 04 37 65 38 00

SOMMAIRE

SOMMAIRE 2

1. INTRODUCTION 4
2. TERMINOLOGIE 5
3. REGLEMENTATION 8
4. RAPPEL DE LA CARACTÉRISATION DE L'ÉTAT INITIAL 9
5. MODÉLISATION DE LA CONTRIBUTION DU PROJET SUR LES SITES GPK2 ET OPS4 10
   - 5.1. Hypothèses 10
     - 5.1.1. Topographie 11
     - 5.1.2. Absorption du sol 11
     - 5.1.3. Météorologie 11
     - 5.1.4. Bâtiments 11
     - 5.1.5. Sources de bruit modélisées 11
     - 5.1.6. Éléments calculés 15
     - 5.1.7. Limites et incertitudes 15
   - 5.2. Niveaux sonores Modélisés 16
     - 5.2.1. Nouvelle centrale GPK2 16
     - 5.2.2. Plateforme de forage OPS4 20
     - 5.2.3. Contribution acoustique des installations au droit des récepteurs 22
6. CONCLUSIONS 23

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de géothermie situé à Soultz-Sous-Forêts, les plateformes d'exploitation GPK2 et OPS4 voient leurs sites modifiés avec la mise en place d'un nouveau bâtiment et de nouvelles installations pour la plateforme d'exploitation GPK2 et l'ajout d'une pompe sur la plateforme de forage OPS4.

Dans ce contexte, et en application avec l'arrêté 23 janvier 1997 concernant les Installation Classé pour la Protection de l'Environnement (ICPE), une étude acoustique est réalisée afin de définir les impacts sonores dans l'environnement de ces nouvelles installations et vérifier la conformité réglementaire de ces dernières.

Cette étude comprend :

- Un rappel du bruit résiduel au travers des études réalisées précédemment par OTE Ingénierie ;
- Une estimation du bruit particulier (contribution sonore due aux activités de la nouvelle centrale GPK2 d'une part et de la pompe supplémentaire de la plateforme de forage OPS4) à travers la modélisation ;
- Une estimation des émergences au niveau des zones d'habitation et/ou des parcelles concernées par des projets de construction de future habitation les plus proche des sites ;
- Une analyse du respect des seuils réglementaires.

2. TERMINOLOGIE

- **Bruit ambiant**

Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis dans l'environnement par toutes les sources proches et éloignées.

Note : Bruit ambiant = Bruit résiduel + Bruit particulier

- **Bruit particulier**

Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement par des analyses acoustiques (spatiale, temporelle, études de corrélation…) et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête.

Note : Bruit particulier = source en fonctionnement.

- **Bruit résiduel**

Composante résiduelle du bruit ambiant, dans une situation spatio-temporelle donnée, quand un ou plusieurs bruits particuliers sont supprimés.

Note : Bruit résiduel = Bruit sans la source

- **Emergence globale**

L'émergence est définie réglementairement comme la différence entre les niveaux de pression continus équivalents pondérés A du bruit ambiant (établissement en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'établissement) (Article 2 de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement).

La valeur d'émergence sonore est la valeur représentant l'élévation du niveau sonore (en dB(A)) engendrée par une source sonore bruyante (machine, industrie, infrastructure de transport).

Note : Emergence = Niveau de bruit ambiant – Niveau de bruit résiduel

- **Le décibel**

Le décibel est une échelle de mesure logarithmique en acoustique, c'est un terme sans dimension. Il est noté dB. Les niveaux sonores ne s'ajoutent pas arithmétiquement : 80 dB + 80 dB = 83 dB et 80 dB + 90 dB = 90 dB.

Le tableau ci-dessous présente l'augmentation du niveau sonore en fonction du nombre de sources (source : BruitParif).

Tableau 1 Opération sur les décibels

Multiplier l'énergie sonore par	C'est augmenter le niveau sonore de	C'est faire varier l'impression sonore	Observation
2	3 dB	Très légèrement	On fait difficilement la différence
4	6 dB	Nettement	On constate clairement une aggravation
10	10 dB	De manière flagrante	On a l'impression que le bruit est 2 fois plus fort
100	20 dB	Comme si le bruit était 4 fois plus fort	Une variation brutale de 20 dB peut distraire l'attention
100 000	50 dB	Comme si le bruit était 30 fois plus fort	Une variation brutale de 50 dB fait sursauter

■ **Le décibel A : dB(A)**

La lettre « A » signifie que le décibel est pondéré pour tenir compte de la différence de sensibilité de l'oreille à chaque fréquence. Elle atténue les basses fréquences.

Afin de mieux interpréter la cartographie des contributions, le tableau ci-dessous donne à titre d'exemple des valeurs indicatives concrètes et usuelles de niveaux acoustiques.

Tableau 2 Echelle sensible du dB(A)

Bruits extérieurs	Niveaux sonores dB(A)	Bruits intérieurs	Bruits des véhicules	Conversation / Sensation auditive
	130	Marteau-pilon		Impossible / Seuil de la douleur
	120	Banc d'essais de moteurs	Moteurs d'avion proche	
Rivetage à 10 m	110	Atelier de chaudronnerie	Train passant dans une gare	Obligation de crier pour se faire entendre / Très difficilement supportable
	105	Raboteuse		
Marteau-piqueur à moins de 5 m	100	Scie à ruban	Moto sans silencieux à 2 m	
Rue à trafic intense	95	Atelier de forgeage		Difficile / Pénible à entendre
Circulation intense à 1 m	85	Radio très puissante	Klaxons d'autos	
Circulation importante	75	Usine moyenne	Métro sur pneu	Assez forte / Bruyant mais supportable
	70	Open-space bruyant		
	65	Appartement bruyant		
Rue résidentielle	60	Grands magasin / Conversation normale	Bateau à moteur	Assez forte / Bruits courants
Rue très tranquille	50	Restaurant tranquille / Bureau	Auto silencieuse	
Bruits minimaux le jour dans la rue	45	Appartement normal / Bibliothèque		A voix normale / Assez calme
	30	Appartement dans quartier tranquille		A voix chuchotée / Très calme
Bruissement d'un feuillet	25	Conversation à voix basse		
	20	Studio de radio		
	0	Laboratoire d'acoustique		A voix chuchotée / Seuil d'audition

■ **Bandes d'octaves et niveau global**

La sensation de l'oreille en fréquence n'est pas linéaire. Plus elle est élevée, plus il faut une grande variation de cette fréquence pour que l'impression de variation reste constante. Des valeurs de fréquences en Hertz sont normalisées pour exprimer cette sensation notée :

L31,5 L63 L125 L250 L500 L1k L2k L4k L8k

Nous parlerons ici d'octave comme les musiciens.

Le niveau global correspond à la somme d'énergie de toutes les bandes d'octave. Le niveau global est noté L.

■ **Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A**

Valeur du niveau de pression acoustique pondéré A d'un son continu stable qui, au cours d'une période spécifiée T, à la même pression acoustique quadratique moyenne qu'un son considéré dont le niveau varie en fonction du temps. Cet estimateur est communément utilisé pour représenter la gêne due au bruit, et définir des valeurs limites d'exposition. Ainsi, il caractérise la « dose » de bruit reçue pendant une durée donnée T.

Il est défini par la formule :

$$L_{Aeq,T} = 10 \times \log\left[\frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2}\frac{P_A^2(t)}{P_0^2}dt\right]$$

Avec :

LAeq,T est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, en décibels, déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t1 et se termine à t2. Dans les mesures ici présenté, T = 10 minutes ;
Po est la pression acoustique de référence (20 µPa) ;
PA (t) est la pression acoustique instantanée pondérée A du signal.

Le niveau équivalent est utilisé pour traduire l'intensité moyenne du bruit sur un temps donné comprenant des phases de bruits entrecoupées de phase de silence.

■ **Niveaux acoustiques fractiles**

Le niveau fractile est exprimé en dB(A), il est symbolisé par le paramètre $L_{AN,T}$, où N est compris entre 0 et 100 (par exemple: $LA_{10,T}$, ..., $LA_{90,T}$, $_{LA95}$,T, ...). Il exprime le niveau sonore dépassé pendant le pourcentage de temps N (10%, ..., 90%, 95%, ...) par rapport à la durée totale de la mesure. Les valeurs LA1 et LA5 caractérisent généralement les niveaux de pointes tandis que les valeurs L90 et L95 caractérisent les niveaux de bruit de fond. A indique qu'il s'agit de bruit pondéré A et T donne la durée d'intégration.

■ **Tonalité marquée**

La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux indiqués dans le tableau ci-après pour la bande considérée :

Tableau 3 Estimation de la tonalité marquée

Cette analyse se fera à partir d'une acquisition minimale de 10 s		
50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

Les bandes sont définies par fréquence centrale de tiers d'octave.

3. REGLEMENTATION

Le respect de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement des installations classées pour la protection de l'environnement constitue une obligation règlementaire.

Ce texte fixe pour les installations classées des niveaux sonores limites admissibles par le voisinage et un niveau maximal d'émergence du bruit des installations par rapport au bruit ambiant :

Les émissions sonores d'une installation classée ne doivent pas engendrer dans les zones à émergence réglementée, une émergence supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau suivant :

Tableau 4 Émergence admissible

Niveau de bruit ambiant	Émergence admissible (de 7h à 22h)	Émergence admissible (de 22h à 7h, les dimanches et jours fériés)
Entre 35 et 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
> 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Dans cet arrêté, les zones à émergences réglementées sont :

- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existants à la date de l'arrêté d'autorisation de l'installation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cours, jardins, terrasses) ;
- Les zones constructibles définies par les documents d'urbanismes opposables aux tiers et publiés à la date de l'autorisation ;
- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de l'autorisation dans les zones constructibles définies ci-dessus et leurs parties annexes comme ci-dessus, à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles.

Dans le cas d'un établissement existant au 1er juillet 1997 et faisant l'objet d'une modification autorisée, la date à prendre en considération pour la détermination des zones à émergences réglementées est celle de l'arrêté autorisant la première modification intervenant après le 1er juillet 1997.

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limites de propriété de l'établissement, déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence admissibles. Les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

4. RAPPEL DE LA CARACTERISATION DE L'ETAT INITIAL

ES Géothermie a fait appel au bureau d'étude acoustique OTE Ingénierie pour réaliser trois rapports :

- Un rapport acoustique réalisé en mai 2017, afin de mesurer les impacts sonores dans l'environnement de l'installation de géothermie actuelle sur le site GPK2 ;
- Un rapport acoustique réalisé en juillet 2021, afin de calculer les impacts sonores dans l'environnement du projet de forage géothermique sur le site OPS4 de Soultz-Sous-Forêts ;
- Un rapport de mesure réalisé en décembre 2022, afin de contrôler les émissions du bruit dans l'environnement de l'installation actuelle du site GPK2 de Soultz-Sous-Forêts.

Les points de mesure utilisés dans ces études, sont repris ici afin de définir le bruit résiduel des ZER les plus proches de chacun des sites et un point (A) correspondant à la limité de propriété du site OPS4.

L'arrêté ministériel du 23/10/1997 stipule que lorsque $L_{eq} - L_{50} \geq 5$ dB(A), l'émergence est calculée par la différence entre les indices L_{50} du bruit ambiant et du bruit résiduel.

Le tableau ci-dessous présente les résultats mesurés sur les points étudiés pat OTE Ingénierie, localisés dans la figure ci-dessous.

Tableau 5 Résultats des études réalisées par OTE Ingénierie

Station	Origine du résultat	Date des mesures	Source de la mesure	Bruit résiduel			
				LA_{eq} jour en dB(A)	LA_{eq} nuit en dB(A)	L_{50} jour en dB(A)	L_{50} nuit en dB(A)
Point 1	Mesure	1er juillet 2021 de 16h30 à 00h00	Rapport acoustique 07/2021	47,5*	40,5*	45,5	38,5
Point 3	Mesure	1er juillet 2021 de 16h30 à 00h00	Rapport acoustique 07/2021	43,5*	43,0	42,5	33,0*
Point 4	Mesure	24 novembre 2022	Rapport de mesures 12/2022	63,0	55,5	56,0*	41,0*
Point A	Mesure	1er juillet 2021 de 16h30 à 00h00	Rapport acoustique 07/2021	43,0**	42,0**	38,0	39,5
	Modélisation	-	Rapport acoustique 07/2021	56,0	55,5	-	-
Point B	Modélisation	-	Rapport acoustique 07/2021	51,5	52,10	-	-
Point A'	Mesure	15 mai 2017 de 17h à 00h	Rapport acoustique 05/2017	60,5**	59,5**	60,0	59,5
Point B'	Mesure	15 mai 2017 de 17h à 00h	Rapport acoustique 05/2017	44,0**	45,5**	43,5	44,5

* Valeurs retenues dans le calcul de l'émergence selon le critère de l'arrêté ministériel du 23/01/1997

** Valeurs retenues pour les calculs en limite de propriété

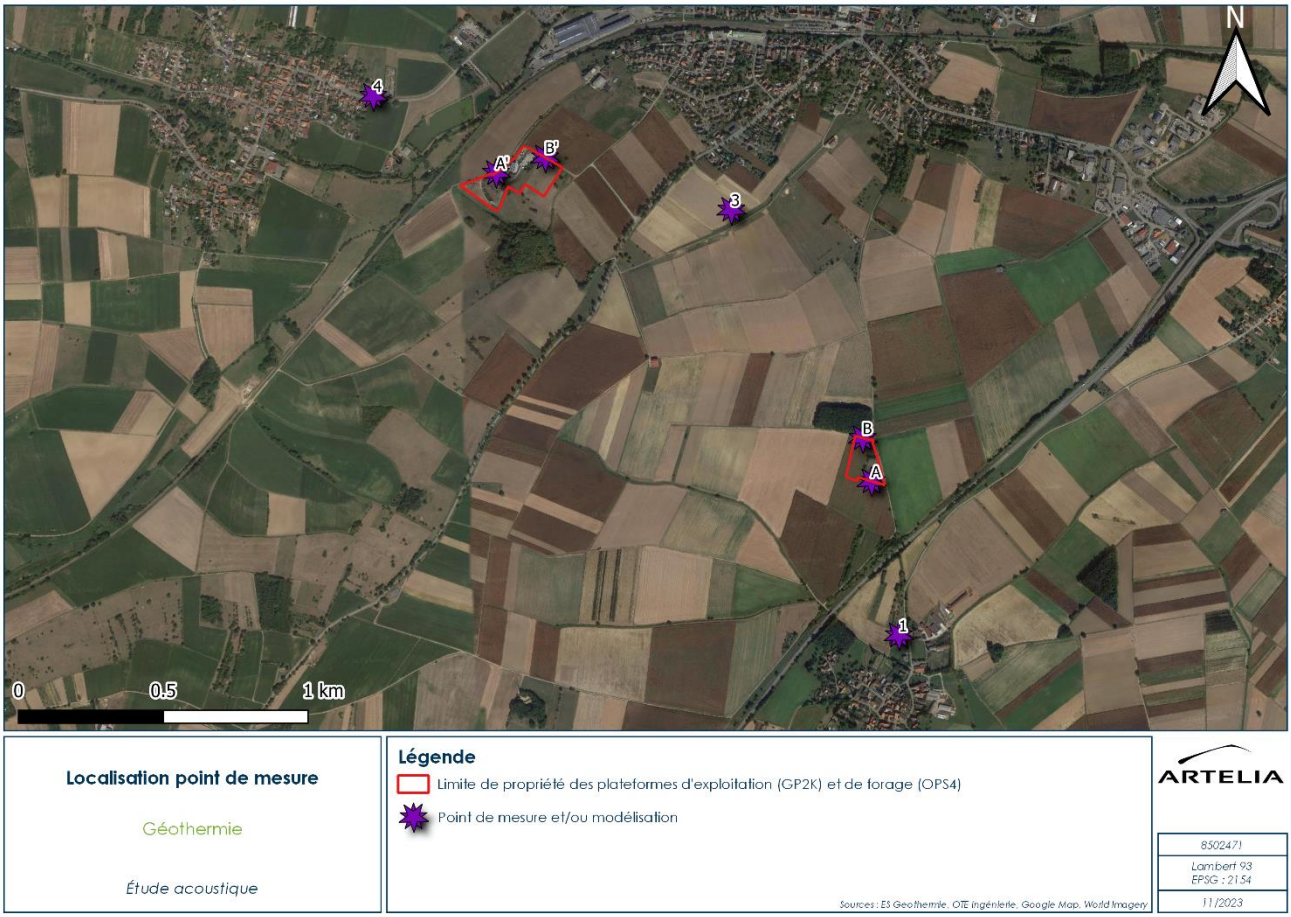


Figure 1 Localisation des points de mesure réalisés par OTE Ingénierie

5. MODELISATION DE LA CONTRIBUTION DU PROJET SUR LES SITES GPK2 ET OPS4

5.1. HYPOTHESES

La modélisation des niveaux sonores a été menée avec le logiciel de prévision acoustique de référence CadnaA développé par la société allemande DATAKUSTIK. CadnaA implémente la plupart des modules de calcul normalisés dans différents pays européens, dont la norme de calcul ISO 9613-2 (Acoustique – Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre – Méthode générale de calcul) dédiée au milieu industriel et mise en œuvre dans la présente étude.

Le modèle numérique est constitué de plusieurs données d'entrée :

- La topographie du site,
- Les éléments construits significatifs pouvant modifier la propagation du son (bâtiments notamment mais également les remblais et déblais, les éventuels écrans acoustiques, …),
- Les conditions météorologiques du site, impliquées dans la propagation du bruit,
- La nature du sol,
- Les sources sonores modélisées sous formes de sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques.

L'objectif des simulations est d'obtenir la contribution sonore des installations supplémentaire du site de forage dit OPS4 d'une part et de la nouvelle centrale dite GPK2 d'autre part. Ces calculs ont été menés pour la période jour (7h-22h) et la période nuit (22h-7h).

L'ensemble des choix de paramétrage de la modélisation est présenté ci-dessous. Il va dans le sens de la sécurité en surestimant légèrement les niveaux acoustiques.

5.1.1. Topographie

La topographie a été prise en compte sous forme de courbes de niveau, en utilisant les données BD ALTI® de l'IGN et en prenant un pas de 25 m.

5.1.2. Absorption du sol

Le modèle tient compte de l'atténuation due à l'effet du sol. Celle-ci est principalement le résultat de l'interférence entre le son réfléchi par la surface du sol et le son qui se propage directement de la source au récepteur. Pour les besoins opérationnels du calcul, l'absorption acoustique d'un sol est représentée par un coefficient G adimensionnel, compris entre 0 (réfléchissant) et 1 (absorbant)

Dans le modèle, l'absorption du sol a été prise constante et égale à 0,9.

5.1.3. Météorologie

La météorologie est prise en compte conformément aux dispositions de la norme 9613-2. Afin d'avoir une approche sécuritaire, la modélisation est réalisée sans prise en compte de la rose des vents. Tous les récepteurs sont considérés comme étant sous le vent des sources sonores.

L'atténuation atmosphérique est paramétrée par le biais de la température moyenne du site et de l'humidité relative, respectivement fixées à 12°C et 75 %.

5.1.4. Bâtiments

Les bâtiments ont été modélisés en 3D, à partir de la BDTOPO® de l'IGN datant de mars 2022.

5.1.5. Sources de bruit modélisées

Les différentes sources de bruit modélisées ont été identifiées et localisées par ÉS ; les puissances acoustiques des installations ont ensuite été associées à chacun des dispositifs localisés.

5.1.5.1. Sources modélisées pour la nouvelle centrale GPK2

Deux scénarios ont été étudié pour ce site :

- Un scénario A où les sources n°8, 3, 4, 5 et 6 sont utilisées pour la modélisation et sont considérées sans caissons ;
- Un scénario B, en cas de dépassement des seuils, où les installations n°8, 3, 4, 5 et 6 sont contenues dans des caissons acoustiques. Les sources A et B1 sont utilisées pour la modélisation à la place des sources n°8, 3, 4, 5 et 6.

Les puissances acoustiques mises en jeu (sans atténuation liée à la présence de mesures de réduction) pour la nouvelle centrale du site GPK2 sont visible sur la figure ci-dessous. La Figure 3 présente les puissances acoustiques de la nouvelle centrale GPK2 en considérant des caissons afin de réduire le bruit de certaines sources.

Dans une approche majorante, les sources sont considérées comme étant en fonctionnement permanent, soit 24 h par jour.

Tableau 6 Hypothèses des puissances acoustiques des sources modélisées de la nouvelle centrale du site GPK 2 – Scénario A

ID	Site	Type de source	Source	Puissance acoustiques globale Lw dB(A)	Nombre	Hauteur (m) de la source	Fonctionnement lors de la modélisation
1	GPK2	Linéique	Evaporateur	80,0	1	1,5	Continue
2	GPK2	Linéique	Préchauffeur	80,0	1	1,5	Continue
3	GPK2	Ponctuelle	Turbine	104,0	1	1,5	Continue
4	GPK2	Ponctuelle	Générateur	112,0	1	1,5	Continue
5	GPK2	Ponctuelle	Valve de régulation	109,0	1	2,0	Continue
6	GPK2	Ponctuelle	Boîte de commande	105,0	1	1,5	Continue
7	GPK2	Surfacique	Unité d'huile lubrifiante	80,0	1	1,5	Continue
8	GPK2	Ponctuelle	Pompe à fluide ORC	99,6	2	1,0	Continue
9	GPK2	Ponctuelle	Refroidisseur à sec	75,0	1	6,5	Continue
10	GPK2	Surfacique	Condensateur à air (ventilateur, moteur et transmission)	95,5	14	11,0	Continue
11	GPK2	Ponctuelle	Unité d'air comprimé	80,0	1	1,5	Continue
12	GPK2	Surfacique	Local électrique	80,0	1	1,5	Continue
13	GPK2	Linéique	Tuyau à vapeur	85,0	1	8,0	Continue
14	GPK2	Linéique	Tuyau à vapeur	80,0	1	3,5	Continue
16	GPK2	Ponctuelle	Pompe à injection	87,0	2	0,5	Continue
17	GPK2	Ponctuelle	Tourelles	67,0	2	10,0	Continue



Figure 2 Localisation des sources acoustiques modélisées de la nouvelle centrale sur la plateforme d'exploitation GPK2 – Scénario A

Tableau 7 Hypothèses des puissances acoustiques des sources modélisées de la nouvelle centrale du site GPK 2 – Scénario B

ID	Site	Type de source	Source	Puissance acoustiques globale Lw dB(A)	Nombre	Hauteur (m) de la source	Fonctionnement lors de la modélisation
1	GPK2	Linéique	Evaporateur	80,0	1	1,5	Continue
2	GPK2	Linéique	Préchauffeur	80,0	1	1,5	Continue
A	GPK2	Surfacique	Caisson acoustique : turbine, générateur, valve de régulation, boîte de commande	89.0	1	1,5	Continue
7	GPK2	Surfacique	Unité d'huile lubrifiante	80,0	1	1,5	Continue
B1	GPK2	Surfacique	Caisson acoustique : pompes à fluide ORC	83,0	1	1.5	Continue
9	GPK2	Ponctuelle	Refroidisseur à sec	75,0	1	6,5	Continue
10	GPK2	Surfacique	Condensateur à air (ventilateur, moteur et transmission)	95,5	14	11,0	Continue
11	GPK2	Ponctuelle	Unité d'air comprimé	80,0	1	1,5	Continue
12	GPK2	Surfacique	Local électrique	80,0	1	1,5	Continue
13	GPK2	Linéique	Tuyau à vapeur	85,0	1	8,0	Continue

ID	Site	Type de source	Source	Puissance acoustiques globale Lw dB(A)	Nombre	Hauteur (m) de la source	Fonctionnement lors de la modélisation
14	GPK2	Linéique	Tuyau à vapeur	80,0	1	3,5	Continue
16	GPK2	Ponctuelle	Pompe à injection	87,0	2	0,5	Continue
17	GPK2	Ponctuelle	Tourelles	67,0	2	10,0	Continue



Figure 3 Localisation des sources acoustiques modélisées de la nouvelle centrale sur la plateforme d'exploitation GPK2 – Scénario B

5.1.5.2. Source modélisée pour la plateforme de forage OPS4

De même que pour le site GPK2, la figure ci-dessous présentent la source modélisée pour le site OPS4.

Dans une approche majorante, les sources sont considérées comme étant en fonctionnement permanent, soit 24 h par jour.

Tableau 8 Hypothèses des puissances acoustiques des sources modélisées du site OPS4

ID	Site	Type de source	Source	Puissance acoustiques globale Lw dB(A)	Nombre	Hauteur (m) de la source
18	OPS4	Ponctuelle	Pompe	90,0	1	3,0

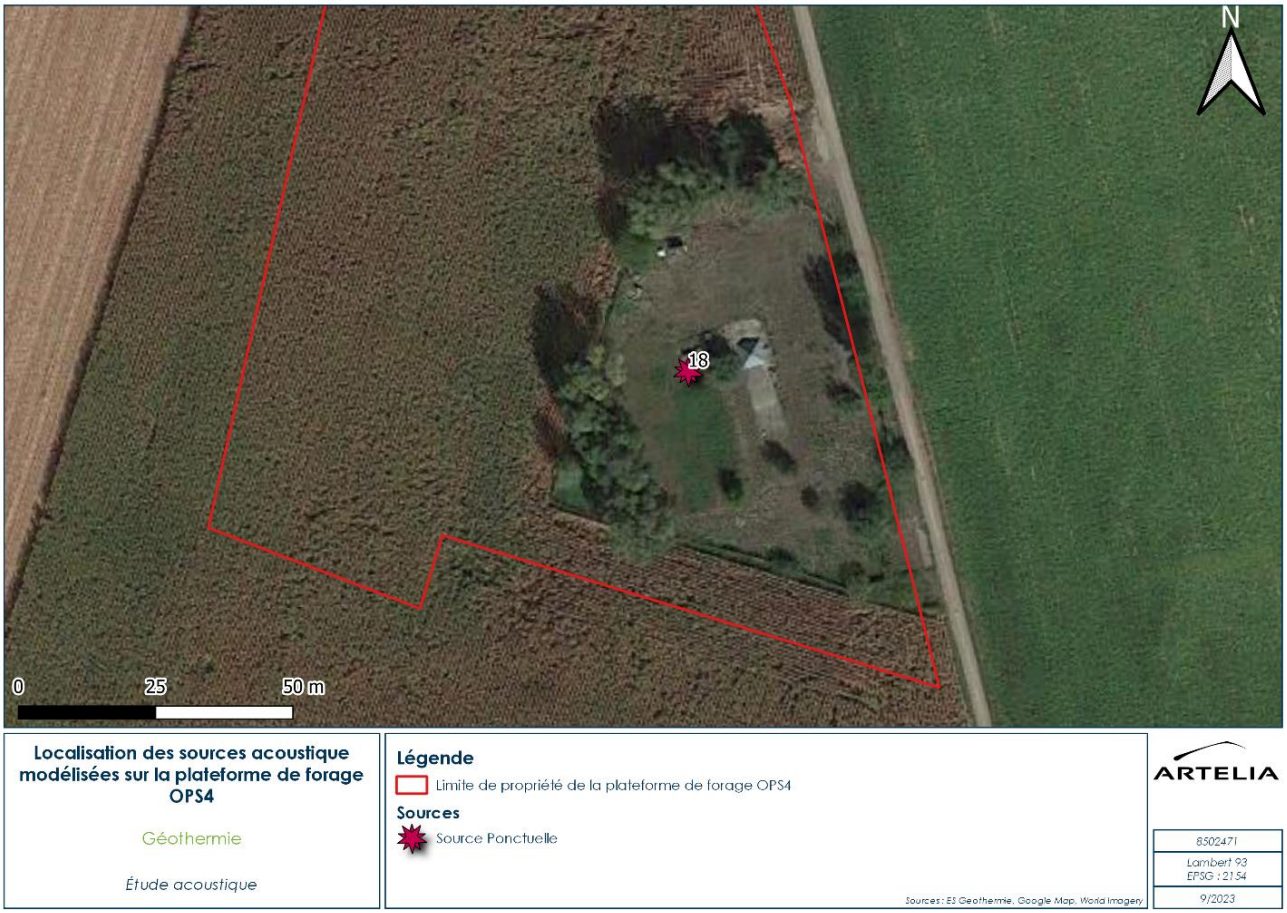


Figure 4 Localisation des sources acoustiques modélisées sur la plateforme de forage OPS4

5.1.6. Éléments calculés

L'indice de calcul utilisé est le LAeq (somme des énergies acoustiques reçues) pendant la période jour (7h – 22h) ou nuit (22h – 7h). Dans le cas du projet, ces deux indices sont équivalents puisque dans une approche majorante, il est considéré que les sources produisent le même bruit la nuit et le jour.

Le calcul des isophones a été réalisé à 4 mètres au-dessus du sol. Des évaluations au droit des points de mesures représentant les ZER et des limites de propriétés des sites GPK2 et OPS4 ont été effectuées.

5.1.7. Limites et incertitudes

À longue distance (> 500 m), la principale incertitude de la modélisation est liée essentiellement aux phénomènes de réflexion atmosphérique, d'absorption par le sol et la végétation. En effet, la modélisation ne tient pas compte des différents terrains traversés sur terre.

À courte distance, les incertitudes sont liées à l'estimation de la puissance acoustique des sources et aux simplifications géométriques des sources.

5.2. NIVEAUX SONORES MODELISES

5.2.1. Nouvelle centrale GPK2

5.2.1.1. Modélisation des niveaux sonores

Les figures ci-dessous présentent les contributions acoustiques des installations bruyantes du site GPK2 uniquement (bruit particulier seulement) à 4 mètres de hauteur au-dessus du sol.

Les cartographies des isophones montrent une décroissance des niveaux de bruit avec la distance.

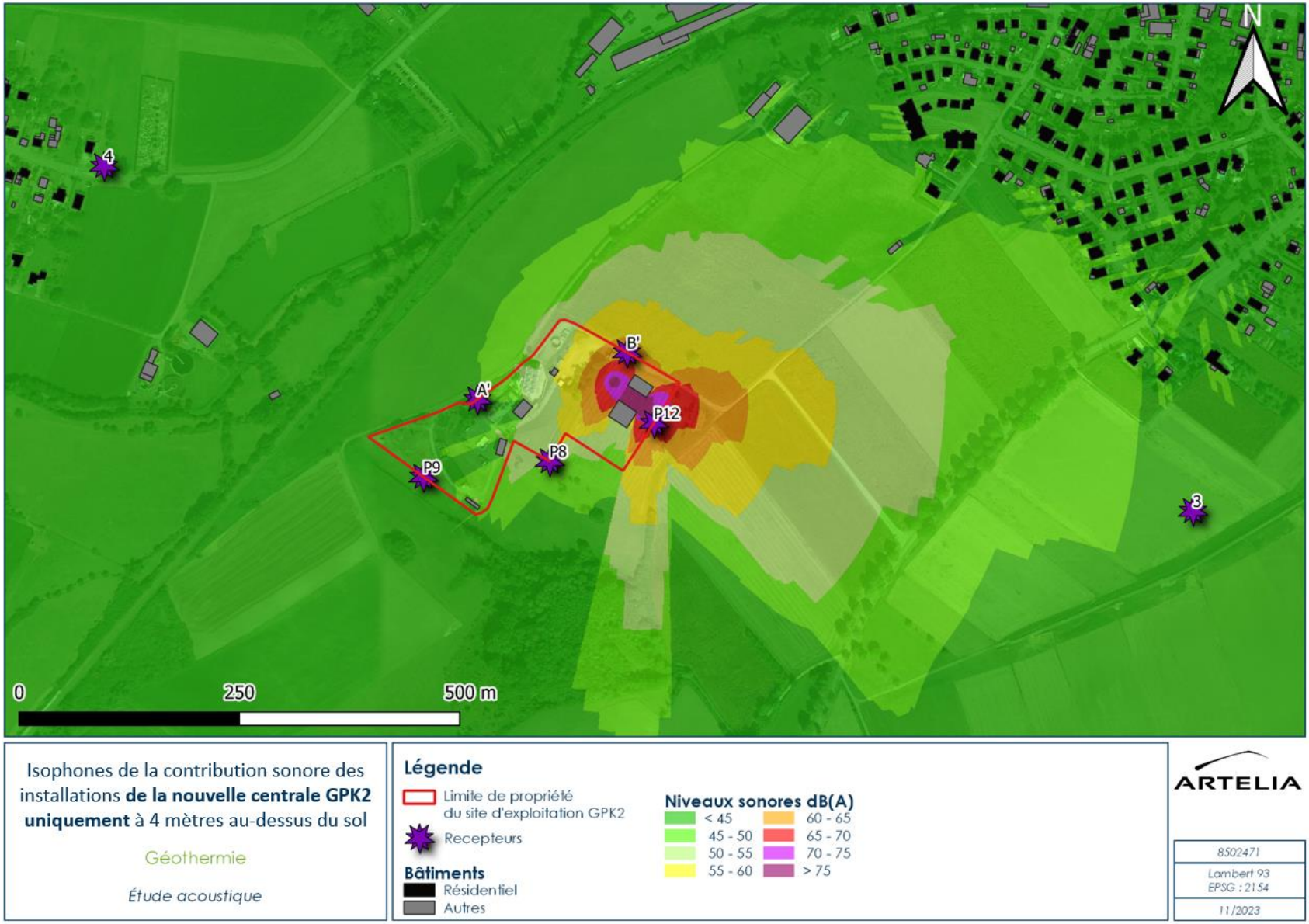


Figure 5 Isophones de la contribution sonore des installations de la nouvelle centrale GPK2 uniquement à 4 mètres au-dessus du sol – Scénario A



Figure 6 Isophones de la contribution sonore des installations de la nouvelle centrale GPK2 uniquement à 4 mètres au-dessus du sol – Scénario B

5.2.1.2. Contribution acoustique des installations au droit des récepteurs

5.2.1.2.1. Contribution acoustique au droit des zones à émergences réglementées

Le tableau, ci-dessous, présente la contribution acoustique des principales sources sonores de la nouvelle centrale GPK2 de géothermie au droit des ZER à 1m50 du sol.

Tableau 9 Contribution acoustique des principales sources sonore de la nouvelle centrale du site GPK2 au droit des ZER – Scénario A

Récepteurs	Informations	Période	Bruit particulier modélisé – dB(A)	Bruit résiduel mesuré – dB(A)	Bruit ambiant calculé – dB(A)	Émergence calculées	Émergence réglementaire
Point 3	Limite parcellaire de zone réservée à l'urbanisation	Jour	41,1	43,5	45,5	2,0	5
		Nuit	41,1	33,0*	41,7	8,7	3
Point 4	Habitation la plus proche du site GPK2	Jour	35,9	56,0*	56,0	0,0	5
		Nuit	35,9	41,0*	42,2	1,2	3

* Utilisation du L_{50}

Tableau 10 Contribution acoustique des principales sources sonore de la nouvelle centrale du site GPK2 au droit des ZER – Scénario B

Récepteurs	Informations	Période	Bruit particulier modélisé – dB(A)	Bruit résiduel mesuré – dB(A)	Bruit ambiant calculé – dB(A)	Émergence calculées	Émergence réglementaire
Point 3	Limite parcellaire de zone réservée à l'urbanisation	Jour	23,3	43,5	45,5	0,0	5
		Nuit	23,3	33,0*	33,4	0,4	3
Point 4	Habitation la plus proche du site GPK2	Jour	24,1	56,0*	56,0	0,0	5
		Nuit	24,1	41,0*	41,1	0,1	3

* Utilisation du L_{50}

Sans caisson acoustique, les seuils réglementaires sont respectés au droit des zones à émergences réglementées de jour, c'est-à-dire au droit des habitations ou parcelles dédiées à l'urbanisation les plus proche du site GPK2. De nuit, sans caisson acoustique, un dépassement de l'émergence est observé. À noter, la prise en compte du L_{50} pour les calculs restent une approche majorante quant à la quantification de l'émergence, ce qui est une approche favorable pour les riverains.

Avec caisson acoustique, les seuils réglementaires sont respectés au droit des zones à émergences réglementées de jour, comme de nuit.

5.2.1.3. Contribution acoustique des installations en limite de propriété

Le tableau, ci-dessous, présente la contribution acoustique des principales sources sonores de la nouvelle centrale GPK2 de géothermie en limite de propriétés à 1m50 du sol.

Tableau 11 Contribution acoustique des principales sources sonores de la nouvelle centrale du site GPK2 aux limites de propriété

Récepteurs	Informations	Bruit particulier modélisé – dB(A)		Bruit résiduel mesuré* – dB(A)		Bruit ambiant calculé – dB(A)				Seuils réglementaires – dB(A)	
		Scénario A – Sans caissons	Scénario B – Avec caissons	Jour	Nuit	Scénario A – Sans caissons		Scénario B – Avec caissons		Jour	Nuit
						Jour	Nuit	Jour	Nuit		
P8	Limite de propriété GPK2 Sud	48,4	41,5	-	-	-	-	-	-	70	60
P9	Limite de propriété GPK2 Sud-Ouest	38,3	33,1	-	-	-	-	-	-		
Point A'	Limite de propriété GPK2 Nord-Ouest	40,7	36,7	60,5	59,5	60,5	59,6	60,5	59,5		
Point B'	Limite de propriété GPK2 Nord-Est	60,8	51,9	44,0	45,5	60,9	60,9	52,6	52,8		
P12	Limite de propriété GPK2 Sud-Est	68,4	46,8	-	-	-	-	-	-		

* Bruit résiduel mesuré avec la centrale GPK2 actuelle en fonctionnement

Avec ou sans caissons acoustiques, les seuils réglementaires en limite de propriétés de jour sont respectés.

Cependant l'approche majorante prise en compte (fonctionnement continue des sources de bruit) entraîne un dépassement des seuils de nuit pour le site d'exploitation GPK2 pour l'étude sans les caissons acoustiques.

En considérant les caissons acoustiques, les seuils réglementaires sont respectés de jour comme de nuit

5.2.2. Plateforme d'exploitation OPS4

5.2.2.1. Modélisation des niveaux sonores

La figure ci-dessous présentent les contributions acoustiques des installations bruyantes du site OPS4 uniquement (bruit particulier seulement) à 4 mètres de hauteur au-dessus du sol.

La cartographie des isophones montre une décroissance des niveaux de bruit avec la distance.



Figure 7 Isophones de la contribution sonore de la pompe du site de forage OPS4 uniquement à 4 mètres au-dessus du sol

5.2.3. Contribution acoustique des installations au droit des récepteurs

5.2.3.1. Contribution acoustique au droit des zones à émergences réglementées

Le tableau, ci-dessous, présente la contribution acoustique de la source sonore modélisée du site OPS4 de géothermie au droit de la ZER la plus proche à 1m50 du sol.

Tableau 12 Contribution acoustique des principales sources sonore du site OPS4 au droit des ZER

Récepteurs	Informations	Période	Bruit particulier modélisé – dB(A)	Bruit résiduel mesuré – dB(A)	Bruit ambiant calculé – dB(A)	Émergence calculées	Émergence réglementaire
Point 1	Habitation la plus proche du site OPS4	Jour	20,2	47,5	47,5	0,0	5
		Nuit	20,2	40,5	40,5	0,0	3

Les seuils réglementaires sont respectés au droit de la zone à émergences réglementées, c'est-à-dire au droit des habitation ou parcelles dédiées à l'urbanisation les plus proche du site OPS4.

5.2.3.2. Contribution acoustique des installations en limite de propriété

Les tableaux, ci-dessous, présentent la contribution acoustique de la source sonore modélisée du site OPS4 de géothermie en limite de propriétés à 1m50 du sol.

Tableau 13 Contribution acoustique des principales sources sonores du site OPS4 aux limites de propriété par rapport au mesure acoustique réalisé par OTE Ingénierie (sans l'installation de forage)

Récepteurs	Informations	Période	Bruit particulier modélisé – dB(A)	Bruit résiduel mesuré – dB(A)	Bruit ambiant calculé – dB(A)	Seuils réglementaires – dB(A)	
						Jour	Nuit
Point A	Limite de propriété OPS4 Sud	Jour	43,8	43,0	46,4	70	60
		Nuit		42,0	46,0		
Point B	Limite de propriété OPS4 Nord	Jour	35,6	-	-		
		Nuit		-	-		
P6	Limite de propriété OPS4 Est	Jour	46,1	-	-		
		Nuit		-	-		
P7	Limite de propriété OPS4 Ouest	Jour	38,1	-	-		
		Nuit		-	-		

Tableau 14 Contribution acoustique des principales sources sonores du site OPS4 aux limites de propriété par rapport au modélisation acoustique réalisé par OTE Ingénierie (avec l'installation de forage)

Récepteurs	Informations	Période	Bruit particulier modélisé – dB(A)	Bruit résiduel modélisé par OTE – dB(A)	Bruit ambiant calculé – dB(A)	Seuils réglementaires – dB(A)	
						Jour	Nuit
Point A	Limite de propriété OPS4 Sud	Jour	43,8	56,0	56,3	70	60
		Nuit		55,5	55,8		

Récepteurs	Informations	Période	Bruit particulier modélisé – dB(A)	Bruit résiduel modélisé par OTE – dB(A)	Bruit ambiant calculé – dB(A)	Seuils réglementaires – dB(A)	
						Jour	Nuit
Point B	Limite de propriété OPS4 Nord	Jour	35,6	51,5	51,6		
		Nuit		52,0	52,1		
P6	Limite de propriété OPS4 Est	Jour	46,1	-	-		
		Nuit		-	-		
P7	Limite de propriété OPS4 Ouest	Jour	38,1	-	-		
		Nuit		-	-		

Les seuils réglementaires en limite de propriétés de jour, comme de nuit, sont respectés sur le site OPS4.

6. CONCLUSIONS

Les résultats de la modélisation ont montré que le projet respecte les seuils d'émergence au droit des ZER et en limite de propriétés de la plateforme de forage OPS4.

Concernant la nouvelle centrale GPK2, afin de respecter les seuils en limite de propriétés et les seuils au droit des zones à émergence réglementé, ES Géothermie devra prendre en compte les caissons acoustiques A et B1.

ANNEXE 3 Annexes relatives au volet biodiversité de l'étude d'impact (OGE, 2023)

Annexe 4.1. Liste des abréviations utilisées dans les tableaux

Dir. H. : Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 dite « **directive Habitats-Faune-Flore** » concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, elle est entrée en vigueur le 5 juin 1994. Elle a pour objet de maintenir la biodiversité en Europe par la prise en compte des habitats naturels les plus menacés ainsi que de leur faune et de leur flore sauvages, tout en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles et régionales.

Dir. O. : Directive 79/409/CEE dite « **directive Oiseaux** », entrée en vigueur le 6 avril 1981. Ce texte établit un système général de protection de toutes les espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen des états membres. En outre, la directive met l'accent sur la préservation, le maintien et le rétablissement d'une diversité et d'une superficie suffisante d'habitats.

Les catégories des listes rouges (LR) France sont :

CR	En danger critique d'extinction
EN	En danger
VU	Vulnérable

NT : quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises) ;

LC : préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible) ;

DD ou **NE** : données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes).

Les catégories UICN des listes rouges Alsace 2014 sont :

RE : Taxon éteint en Alsace

Taxons menacés de disparition en Alsace :

CR*	Présumé disparu
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable

Autres catégories :

NT : Quasi-menacé (taxon proche du seuil des taxons menacés ou qui pourrait être menacé si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises).

LC : Préoccupation mineure (taxon pour lequel le risque de disparition d'Alsace est faible).

DD : Données insuffisantes (taxon pour lequel l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes).

NA : Non applicable. Taxon non évalué car :

(i) : Taxon introduit en Alsace dans la période récente (après 1500 pour la faune et la fonge, après 1900 pour la flore) ;

(o) : Taxon occasionnel, non implanté en Alsace.

(r) : Taxon apparu depuis moins de 10 ans.

(nc) : Taxon au statut d'indigénat non confirmé.

nc : Taxon non confirmé, signalé dans la période récente (après 1500), mais présence non confirmée ou jugée douteuse.

Cotation ZNIEFF :

Pour chaque espèce de la liste d'espèces déterminantes, un coefficient révélateur de l'importance de l'espèce dans la définition des ZNIEFF a été calculé et attribué aux espèces. Ainsi, il a été décidé de définir quatre valeurs de cotation :

1 : la présence du taxon suffit à la désignation d'une ZNIEFF ;

2 : 2 à 4 taxons de note 2 peuvent justifier la désignation d'une ZNIEFF ;

3 : la présence de plusieurs taxons de note 3 est nécessaire à la désignation d'une ZNIEFF ;

0 : le taxon peut être considéré comme déterminant ZNIEFF mais sous condition.

Les catégories de la liste rouge France Orthoptères et domaine némoral sont :

1 : Espèce proche de l'extinction ou déjà éteinte ;

2 : Espèce fortement menacée d'extinction ;

3 : Espèce menacée, à surveiller ;

4 : Espèce non menacée, en l'état actuel des connaissances ;

? : Statut inconnu.

Annexe 4.2. Liste des espèces végétales recensées sur la zone d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection (N et R)	Liste Rouge Alsace	ZNIEFF
Achillea millefolium L., 1753	Achillée millefeuille		LC	
Agrimonia eupatoria L., 1753	Aigremoine eupatoire		LC	
Agrostis capillaris L., 1753	Agrostide capillaire		LC	
Alnus glutinosa (L.) Gaertn., 1790	Aulne glutineux		LC	
Amaranthus retroflexus L., 1753	Amarante réfléchie			
Anemone nemorosa L., 1753	Anémone des bois		LC	
Anisantha sterilis (L.) Nevski, 1934	Brome stérile		LC	
Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm., 1814	Anthrisque sylvestre		LC	
Argentina anserina (L.) Rydb., 1899	Potentille ansérine		LC	
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl, 1819	Fromental élevé		LC	
Artemisia vulgaris L., 1753	Armoise commune		LC	
Bellis perennis L., 1753	Pâquerette vivace		LC	
Betula pubescens Ehrh., 1791	Bouleau pubescent		LC	
Bromus hordeaceus L., 1753	Brome mou		LC	
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik., 1792	Capselle bourse-à-pasteur		LC	
Carex flacca Schreb., 1771	Laîche glauque		LC	
Carex hirta L., 1753	Laîche hérissée		LC	
Centaurea jacea subsp. jacea L., 1753	Centaurée jacée		LC	
Cerastium fontanum subsp. vulgare (Hartm.) Greuter & Burdet, 1982	Céraiste commun		LC	
Chenopodium album L., 1753	Chénopode blanc		LC	
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	Cirse des champs		LC	
Cirsium vulgare (Savi) Ten., 1838	Cirse commun		LC	
Clematis vitalba L., 1753	Clématite des haies		LC	
Convolvulus arvensis L., 1753	Liseron des champs		LC	
Convolvulus sepium L., 1753	Liseron des haies		LC	
Cornus sanguinea L., 1753	Cornouiller sanguin		LC	
Corylus avellana L., 1753	Noisetier commun		LC	
Crataegus monogyna Jacq., 1775	Aubépine à un style		LC	
Cynosurus cristatus L., 1753	Crételle		LC	
Dactylis glomerata L., 1753	Dactyle aggloméré		LC	
Daucus carota L., 1753	Carotte sauvage		LC	
Echinochloa crus-galli (L.) P.Beauv., 1812	Échinochloa pied-de-coq			
Epilobium hirsutum L., 1753	Épilobe hérissé		LC	
Equisetum arvense L., 1753	Prêle des champs		LC	
Ervilia hirsuta (L.) Opiz, 1852	Vesce hérissée		LC	
Eupatorium cannabinum L., 1753	Eupatoire chanvrine		LC	
Euphorbia cyparissias L., 1753	Euphorbe faux cyprès		LC	
Euphorbia helioscopia L., 1753	Euphorbe réveil matin		LC	
Festuca rubra L., 1753	Fétuque rouge		LC	
Filipendula ulmaria (L.) Maxim., 1879	Reine des près		LC	
Fraxinus excelsior L., 1753	Frêne commun		LC	
Galium album Mill., 1768	Gaillet blanc			
Galium aparine L., 1753	Gaillet gratteron		LC	
Galium mollugo L., 1753	Gaillet commun		LC	
Geranium dissectum L., 1755	Géranium découpé		LC	
Geranium robertianum L., 1753	Géranium herbe-à-Robert		LC	
Geum urbanum L., 1753	Benoîte des villes		LC	
Glechoma hederacea L., 1753	Lierre terrestre		LC	
Hedera helix L., 1753	Lierre grimpant		LC	
Holcus lanatus L., 1753	Houlque laineuse		LC	
Hypericum perforatum L., 1753	Millepertuis perforé		LC	
Jacobaea vulgaris Gaertn., 1791	Jacobée commune		LC	
Juglans regia L., 1753	Noyer			
Lactuca serriola L., 1756	Laitue scariole		LC	
Lamium album L., 1753	Lamier blanc		LC	
Lathyrus pratensis L., 1753	Gesse des prés		LC	
Leucanthemum ircutianum DC., 1838	Marguerite			
Ligustrum vulgare L., 1753	Troène commun		LC	
Linaria vulgaris Mill., 1768	Linaire commune		LC	
Lolium perenne L., 1753	Ray-grass anglais		LC	
Lotus corniculatus L., 1753	Lotier corniculé		LC	

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection (N et R)	Liste Rouge Alsace	ZNIEFF
Lysimachia arvensis (L.) U.Manns & Anderb., 2009	Lysimaque des champs		LC	
Lysimachia nummularia L., 1753	Lysimaque nummulaire		LC	
Lythrum salicaria L., 1753	Salicaire commune		LC	
Medicago lupulina L., 1753	Luzerne lupuline		LC	
Melilotus albus Medik., 1787	Mélilot blanc		LC	
Mentha suaveolens Ehrh., 1792	Menthe à feuilles rondes			
Mercurialis annua L., 1753	Mercurile annuelle		LC	
Papaver rhoeas L., 1753	Coquelicot		LC	
Phalaris arundinacea L., 1753	Baldingère faux roseau		LC	
Phytolacca americana L., 1753	Raisin d'Amérique			
Pimpinella saxifraga L., 1753	Petit boucage		LC	
Plantago lanceolata L., 1753	Plantain lancéolé		LC	
Plantago major L., 1753	Plantain élevé		LC	
Poa annua L., 1753	Pâturin annuel		LC	
Poa pratensis L., 1753	Pâturin des prés		LC	
Poa trivialis L., 1753	Pâturin commun		LC	
Polygonum aviculare L., 1753	Renouée des oiseaux		LC	
Populus nigra L., 1753	Peuplier noir		LC	
Populus tremula L., 1753	Peuplier tremble		LC	
Potentilla argentea L., 1753	Potentille argentée		LC	
Potentilla reptans L., 1753	Potentille rampante		LC	
Prunus avium (L.) L., 1755	Prunier merisier		LC	
Prunus domestica L., 1753	Prunier domestique			
Prunus spinosa L., 1753	Epine noire		LC	
Ranunculus acris L., 1753	Renoncule âcre		LC	
Robinia pseudoacacia L., 1753	Robinier faux-acacia			
Rosa L., 1753	Églantier			
Rubus fruticosus L., 1753	Ronce commune		LC	
Rubus L., 1753	Ronce			
Rumex obtusifolius L., 1753	Patience à feuilles obtuses		LC	
Salix alba L., 1753	Saule blanc		LC	
Salix cinerea L., 1753	Saule cendré		LC	
Sambucus nigra L., 1753	Sureau noir		LC	
Schedonorus arundinaceus (Schreb.) Dumort., 1824	Schédonore roseau		LC	
Schedonorus pratensis (Huds.) P.Beauv., 1812	Fétuque des prés		LC	
Setaria pumila (Poir.) Roem. & Schult., 1817	Sétaire naine			
Silene latifolia Poir., 1789	Silène à feuilles larges		LC	
Solanum nigrum L., 1753	Morelle noire		LC	
Solidago gigantea Aiton, 1789	Tête d'or			
Sonchus asper (L.) Hill, 1769	Laiteron épineux		LC	
Stellaria graminea L., 1753	Stellaire graminée		LC	
Symphytum officinale L., 1753	Consoude officinale		LC	
Tanacetum vulgare L., 1753	Tanaisie commune		LC	
Taraxacum F.H.Wigg., 1780	Pissenlit			
Tilia cordata Mill., 1768	Tilleul à petites feuilles		LC	
Trifolium pratense L., 1753	Trèfle des prés		LC	
Trifolium repens L., 1753	Trèfle rampant		LC	
Trisetum flavescens (L.) P.Beauv., 1812	Trisète jaunissant		LC	
Typha latifolia L., 1753	Massette à feuilles larges		LC	
Urtica dioica L., 1753	Ortie dioïque		LC	
Verbena officinalis L., 1753	Verveine officinale		LC	
Veronica arvensis L., 1753	Véronique des champs		LC	
Veronica persica Poir., 1808	Véronique de Perse			
Vicia sepium L., 1753	Vesce des haies		LC	
Vulpia myuros (L.) C.C.Gmel., 1805	Vulpie queue-de-rat		LC	

Annexe 4.3. Résultats tous taxons des inventaires faune

❖ Les mammifères

Nom français	Nom scientifique	Liste rouge France (2017)	Dir. H	Statut de protection arrêté du 23 avril 2007	Liste rouge Alsace	Espèces déterminantes ZNIEFF Alsace	Présence sur la zone d'étude	Enjeu
Chevreuil	*Capreolus capreolus*	LC			LC		passage/ alimentation	Faible
Renard roux	*Vulpes vulpes*	LC			LC		passage/ alimentation/reproduction	Faible
Lièvre d'Europe	*Lepus europaeus*	LC			NT	10	passage/alimentation/repos	Moyen

❖ Les reptiles

Nom français	Nom scientifique	Dir. H	Statut de protection arrêté du 19 nov 2007	Liste rouge Alsace 2014	Espèces déterminantes ZNIEFF Alsace	Enjeu
Lézard des murailles	*Podarcis muralis*	IV	Article 2	LC	5	Moyen
Lézard des souches	*Lacerta agilis agilis*	IV	Article 2	LC		Faible
Orvet fragile	*Anguis fragilis*	0	Article 3	LC		Faible

❖ Les oiseaux

Nom latin	Nom vernaculaire	Statut de protection arrêté du 29 octobre 2009	Liste rouge France Oiseaux nicheurs (2016)	Dir. Oiseaux	Liste rouge Alsace (2014)	Cotation ZNIEFF	Présence sur la zone d'étude	Enjeu
Mésange bleue	*Cyanistes caeruleus*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Buse variable	*Buteo buteo*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Milan royal	*Milvus milvus*	article 3	VU	Annexe 1	EN	100	Passage	Faible
Bondrée apivore	*Pernis apivorus*	article 3	LC	Annexe 1	VU	5	Passage	Faible
Faucon crécerelle	*Falco tinnunculus*	article 3	NT		LC		Nicheur certain	Faible
Cigogne blanche	*Ciconia ciconia*	article 3	LC	Annexe 1	LC	5	Passage	Faible
Pigeon ramier	*Columba palumbus*		LC	Annexe 3	LC		Nicheur potentiel	Faible
Coucou gris	*Cuculus canorus*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Alouette des champs	*Alauda arvensis*		NT	Annexe 2	NT		Nicheur potentiel	Moyen
Grimpereau des jardins	*Certhia brachydactyla*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Corneille noire	*Corvus corone*		LC	Annexe 2	LC		Nicheur potentiel	Faible
Corbeau freux	*Corvus frugilegus*		LC	Annexe 2	LC		Passage	Faible
Choucas des tours	*Corvus monedula*	article 3	LC	Annexe 2	NT		Passage	Faible
Geai des chênes	*Garrulus glandarius*		LC	Annexe 2	LC		Nicheur potentiel	Faible
Pie bavarde	*Pica pica*		LC	Annexe 2	LC		Nicheur potentiel	Faible
Bruant jaune	*Emberiza citrinella*	article 3	VU		VU		Nicheur potentiel	Moyen

Nom latin	Nom vernaculaire	Statut de protection arrêté du 29 octobre 2009	Liste rouge France Oiseaux nicheurs (2016)	Dir. Oiseaux	Liste rouge Alsace (2014)	Cotation ZNIEFF	Présence sur la zone d'étude	Enjeu
Linotte mélodieuse	*Linaria cannabina*	article 3	VU		VU		Nicheur potentiel	Moyen
Chardonneret élégant	*Carduelis carduelis*	article 3	VU		LC		Nicheur potentiel	Moyen
Verdier d'Europe	*Chloris chloris*	article 3	VU		LC		Nicheur potentiel	Moyen
Pinson des arbres	*Fringilla coelebs*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Pie-grièche écorcheur	*Lanius collurio*	article 3	NT	Annexe 1	VU		Nicheur potentiel	Fort
Pipit des arbres	*Anthus trivialis*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Bergeronnette grise	*Motacilla alba*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Bergeronnette printanière	*Motacilla flava*	article 3	LC		VU	100	Nicheur potentiel	Moyen
Gobemouche gris	*Muscicapa striata*	article 3	NT		NT	20	Nicheur potentiel	Moyen
Loriot d'Europe	*Oriolus oriolus*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Mésange charbonnière	*Parus major*	article 3	LC		LC		Nicheur certain	Faible
Moineau domestique	*Passer domesticus*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Moineau friquet	*Passer montanus*	article 3	EN		NT		Nicheur potentiel	Moyen
Accenteur mouchet	*Prunella modularis*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Étourneau sansonnet	*Sturnus vulgaris*		LC	Annexe 2	LC		Nicheur potentiel	Faible
Rougegorge familier	*Erithacus rubecula*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Rossignol philomèle	*Luscinia megarhynchos*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Rougequeue noir	*Phoenicurus ochruros*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Rougequeue à front blanc	*Phoenicurus phoenicurus*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Pouillot véloce	*Phylloscopus collybita*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Pouillot fitis	*Phylloscopus trochilus*	article 3	NT		NT		Nicheur potentiel	Moyen
Fauvette à tête noire	*Sylvia atricapilla*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Fauvette des jardins	*Sylvia borin*	article 3	NT		LC		Nicheur potentiel	Faible
Fauvette grisette	*Sylvia communis*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Merle noir	*Turdus merula*		LC	Annexe 2	LC		Nicheur potentiel	Faible
Grive musicienne	*Turdus philomelos*		LC	Annexe 2	LC		Nicheur potentiel	Faible
Pic épeiche	*Dendrocopos major*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Tarier pâtre	*Saxicola rubicola*	article 3	NT		LC		Nicheur potentiel	Moyen

❖ **Les insectes**

Nom français	Nom scientifique	Statut de protection arrêté du 23 avril 2007	Liste rouge France	Dir. H	Liste rouge Alsace 2014	Espèces déterminantes ZNIEFF Alsace	Enjeu
Orthoptères							
Aïolope émeraudine	*Aiolopus thalassinus*		4		NT	20	Moyen
Conocéphale bigarré	*Conocephalus fuscus*		4		LC		Faible
Conocéphale gracieux	*Ruspolia nitidula*		4		Nar	5	Moyen
Criquet des pâtures	*Pseudochorthippus parallelus*		4		LC		Faible
Criquet duettiste	*Gomphocerippus brunneus*		4		LC		Faible
Criquet ensanglanté	*Stethophyma grossum*		4		NT	10	Moyen
Criquet marginé	*Chorthippus albomarginatus*		4		NT	20	Moyen
Criquet mélodieux	*Gomphocerippus biguttulus*		4		LC		Faible
Criquet verte-échine	*Chorthippus dorsatus*		4		NT		Faible
Decticelle cendrée	*Pholidoptera griseoaptera*		4		LC		Faible
Gomphocère roux	*Gomphocerippus rufus*		4		LC		Faible
Grande Sauterelle verte	*Tettigonia viridissima*		4		LC		Faible
Grillon champêtre	*Gryllus campestris*		4		LC		Faible
Odonates							
Orthétrum réticulé	*Orthetrum cancellatum*		LC		LC		Faible
Agrion à larges pattes	*Platycnemis pennipes*		LC		LC		Faible
Lépidoptères							
Petite Tortue	*Aglais urticae*		LC		LC		Faible
Azuré des Nerpruns	*Celastrina argiolus*		LC		LC		Faible
Fadet commun	*Coenonympha pamphilus*		LC		LC		Faible
Mégère	*Lasiommata megera*		LC		LC		Faible
Myrtil	*Maniola jurtina*		LC		LC		Faible
Demi-Deuil	*Melanargia galathea*		LC		LC		Faible
Sylvaine	*Ochlodes sylvanus*		LC		LC		Faible
Tircis	*Pararge aegeria*		LC		LC		Faible
Piéride de la Rave	*Pieris rapae*		LC		LC		Faible
Azuré de la Bugrane	*Polyommatus icarus*		LC		LC		Faible
Amaryllis	*Pyronia tithonus*		LC		LC		Faible
Vulcain	*Vanessa atalanta*		LC		LC		Faible

Novembre 2023

Projet de géothermie OPS4 à Soultz-Sous-Forêts (67)









Volet naturel de l'étude d'impact

O.G.E. Office de Génie Écologique

Office de Génie Ecologique - 10 Rue du Rieth F - 67200 Strasbourg
Tél. (33) 3 88 29 22 80 - Email : agencenordest@oge.fr - Site Web : www.oge.fr

Résumé de l'étude	
Intitulé de la mission	Projet de géothermie OPS4 à Soultz-sous-Forêts (67)
Type de rapport	Volet naturel d'étude d'impact
Maître d'ouvrage	ÉS
Réalisation	Office de Génie Écologique (O.G.E.) – Cotraitant 10, rue du Rieth 67200 STRASBOURG Tel. : 03 88 29 22 80 Courriel : agencenordest@oge.fr Site Internet : www.oge.fr
Rédacteurs	Baptistin LEGEAY (Faune) Méline POTONNIER (Flore, habitats naturels et zones humides) Clara TOURNIER (Zones humides)
Relecture	Claude LAURY
Date de réalisation	23/11/2023
Version	5

TABLE DES MATIERES

1. CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE 5
2. DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE 5
3. METHODOLOGIE DES INVENTAIRES ECOLOGIQUES 6
   3.1. FLORE ET VEGETATION 6
   3.2. LA FAUNE 7
   3.3. LES ZONES HUMIDES 9
   3.4. CALENDRIER DES PROSPECTIONS DE TERRAIN 10
   3.5. HIERARCHISATION DES ENJEUX 11
4. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DU MILIEU NATUREL 13
   4.1. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE 13
   4.2. EXPERTISE FAUNE-FLORE 17
   4.3. LES ZONES HUMIDES 30
   4.4. ANALYSE DES CONTINUITES ECOLOGIQUES 40
5. SYNTHESE DES ENJEUX – BIOEVALUATION 43
6. EVALUATION DES IMPACTS DU PROJET 45
   6.1. BREVE PRESENTATION DU PROJET 45
   6.2. EVALUATION DES IMPACTS 45
   6.3. IMPACTS DIRECTS 48
   6.4. IMPACTS INDIRECTS 49
7. MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION 50
   7.1. MESURES D'EVITEMENT 50
   7.2. MESURES DE REDUCTION 50
8. IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION 53
9. ETUDE D'INCIDENCES NATURA 2000 56
   9.1. DESTRUCTION ET/OU ALTERATION D'HABITATS D'ESPECES D'INTERET COMMUNAUTAIRE 56
   9.2. ANALYSE DES EFFETS ET CONCLUSION 56
10. BIBLIOGRAPHIE 57
11. ANNEXES 59
   11.1. LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES DANS LES TABLEAUX 59
   11.2. LISTE DES ESPECES VEGETALES RECENSEES SUR LA ZONE D'ETUDE 61
   11.3. RESULTATS TOUS TAXONS DES INVENTAIRES FAUNE 63
   11.4. RESULTATS DES SONDAGES PEDOLOGIQUES 66

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude 5
Carte 2 : Périmètres d'inventaire et de protection à proximité de la zone d'étude 14
Carte 3 : Cartographie des habitats naturels inventoriés 23
Carte 4 : Espèces patrimoniales observées sur le site d'étude 29
Carte 5 : Zones à dominante humide d'après la BDZDH2008-CIGAL 30
Carte 6 : Milieux potentiellement humides d'après l'Agrocampus-Ouest 31
Carte 7 : Localisation des sondages pédologiques 37
Carte 8 : Délimitation des zones humides d'après la végétation 39
Carte 9 : Continuités écologiques 42
Carte 10 : Cartographie des enjeux écologiques du site 44

Figure 1 : Caractéristiques des sols de zones humides (GEPPA, 1981) 10
Figure 2 : Occupation du sol au sein de la zone d'étude 17
Figure 3 : Extrait du zonage agro-pédologique de la petite région naturelle "Outre-Forêt" (Sol conseil, 2004) 31
Figure 4 : Description des sols recensés 35

Tableau 1: Calendrier des prospections 10
Tableau 2: Critères utilisés pour hiérarchiser les enjeux faune / flore 12
Tableau 3 : Périmètres d'inventaire et de protection recoupés ou à proximité de la zone d'étude 13
Tableau 4 : Habitats observés sur la zone d'étude 18
Tableau 5 : Liste hiérarchisée des espèces végétales exotiques d'après DUVAL M. & al. (2020) 24
Tableau 6 : Espèces de mammifères terrestres recensées dans la zone d'étude et leur statuts 25
Tableau 7 : Espèces d'oiseaux patrimoniaux nicheurs recensés dans la zone d'étude et leur statut 27
Tableau 8 : Espèces de reptiles recensées dans la zone d'étude et leur statut 28
Tableau 9 : Espèces d'Orthoptères patrimoniaux recensées dans la zone d'étude et leur statut 28
Tableau 10 : Répartition surfacique des habitats et hygrophilie d'après l'arrêté du 24 juin 2008 38
Tableau 11 : Impacts sur les différentes espèces à enjeu du site 49

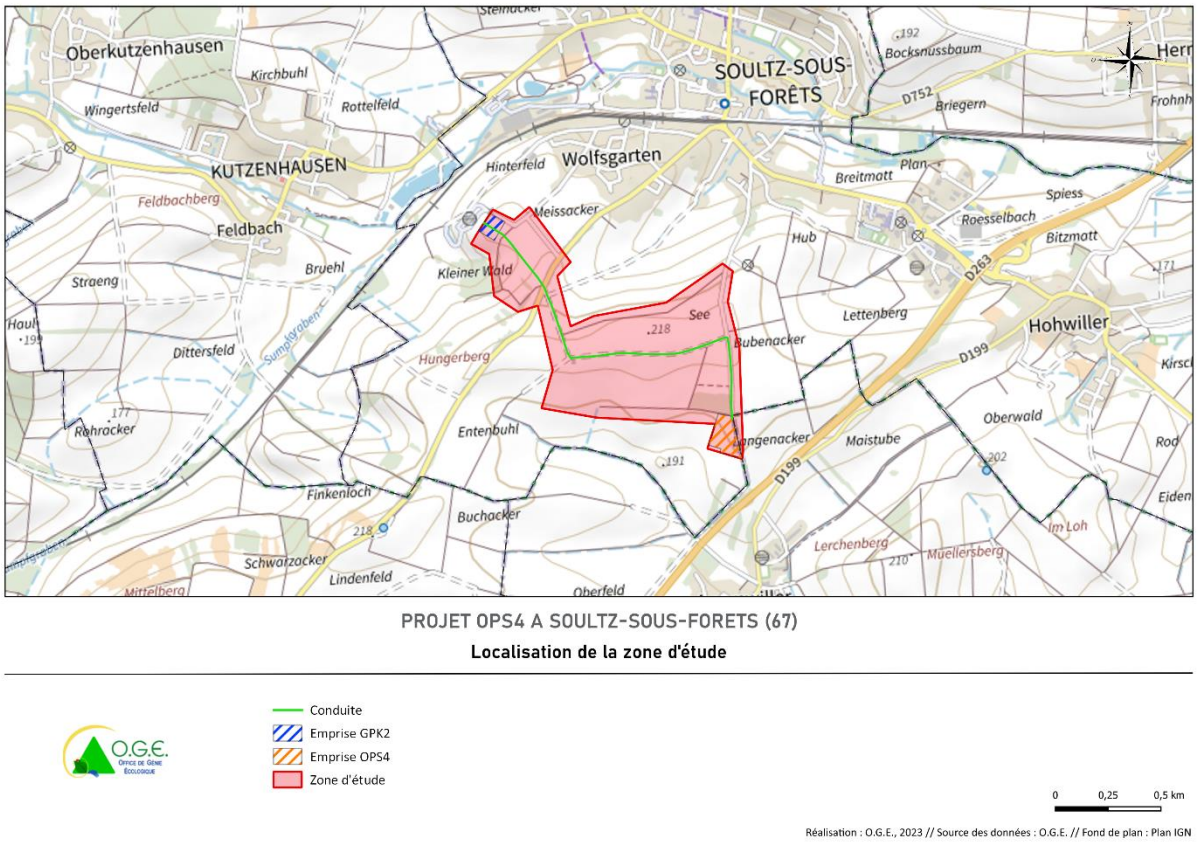
1. CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE

O.G.E. a été sollicité par ÉS pour réaliser le volet naturel de l'étude d'impact du projet OPS4 à Soultz-sous-Forêts (67). Le projet vise à relier deux structures géothermiques (OPS4 et GPK2) par une conduite de près de 2 km, qui traverserait alors plusieurs parcelles agricoles. Il est aussi prévu de réaliser des travaux sur le site de forage au nord-ouest (GPK2) ainsi que dans la structure au sud-est (OPS4). Le reste de l'étude d'impact sera réalisé par le bureau d'études ARTELIA.

2. DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone concernée par cette étude correspond aux emprises du site de production OPS4 et de la nouvelle centrale GPK2, ainsi qu'au linéaire où sera installé la conduite reliant les deux structures.

Cette zone d'étude, d'une surface d'environ 67 hectares, est localisée sur la commune de Soultz-sous-Forêts, dans le département du Bas-Rhin en région Grand-Est. Elle comprend des chemins agricoles, des parcelles cultivées et un petit bois.



CARTE 1 : LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE

3. METHODOLOGIE DES INVENTAIRES ECOLOGIQUES

3.1. FLORE ET VEGETATION

3.1.1. Cartographie des habitats naturels

La description des unités d'habitats se fait sur la base d'inventaires phytoécologiques. Ceci signifie que chaque unité d'habitat homogène est inventoriée précisément, tous les taxons étant notés ainsi que des informations stationnelles. La liste d'espèces, les abondances-dominances par espèce, leur écologie, leur sociologie, ainsi que les données stationnelles permettent d'identifier le groupement de végétation en présence.

Les dates d'inventaire sont définies en fonction des milieux rencontrés (phénologie des habitats). Elles sont les mêmes que pour l'inventaire du patrimoine floristique.

L'échelle de cartographie des habitats sur le terrain est le 1/5 000, cette échelle permettant de cartographier des éléments de 600 m² au minimum.

Des zooms sont effectués dans le cas de la présence d'un habitat à fort intérêt patrimonial.

Chaque habitat fera l'objet d'un commentaire sur sa répartition dans l'aire d'étude, ses exigences écologiques, son intérêt floristique et son statut (local, régional, national, Natura 2000), son état de conservation (typicité floristique), son fonctionnement écologique et sa dynamique. Sur la base de cette analyse, une évaluation de la sensibilité du milieu (identification des menaces endogènes et exogènes) et de sa pérennité est effectuée.

Pour l'analyse des relevés, différents référentiels phytosociologiques sont consultés (Prodrome des végétations de France, CORINE Biotope, Cahiers d'habitats, Eur 25, Baseveg - Julve 2003…), afin d'identifier l'unité phytosociologique concernée. La priorité est donnée aux référentiels phytosociologiques les plus proches existant à savoir le synopsis des groupements végétaux de Franche-Comté (Ferrez Y. & al., 2011) et le « guide des végétations forestières d'Alsace » (Bœuf, 2014).

3.1.2. Inventaire floristique

La zone de prospection est parcourue intégralement. Un relevé exhaustif est effectué avec plusieurs passages.

Les espèces végétales relevées sont nommées d'après le référentiel floristique TAXREF (MNHN).

Les espèces végétales protégées et/ou remarquables (annexe 2 de la directive Habitats, protection nationale, régionale, liste rouge, espèces déterminantes ZNIEFF) sont localisées précisément (au GPS) au sein de la zone d'étude. Le référentiel utilisé pour évaluer le statut des espèces est le référentiel de la SBA (Société botanique d'Alsace) ainsi que la liste rouge régionale de 2014.

Les espèces remarquables font l'objet d'un commentaire sur leur répartition dans l'aire d'étude (répartition, nombre de pieds, surface), leur habitat biologique, l'état du peuplement observé, son état de conservation, les autres éléments d'intérêt et sa sensibilité vis-à-vis de l'aménagement. Toutes les plantes protégées et remarquables sont géolocalisées et photographiées et sont cartographiées au 1/5 000.

Les espèces végétales invasives sont également systématiquement recherchées et géolocalisées. Le référentiel utilisé pour évaluer le statut des espèces est « La liste catégorisée des espèces exotiques envahissantes de la région Grand Est (DUVAL M. & al., 2020)[1].

3.2. LA FAUNE

3.2.1. Inventaire des mammifères terrestres

L'objectif des inventaires est de rechercher les espèces de mammifères terrestres protégées, notamment le Hérisson d'Europe ou l'Ecureuil roux.

Pour cela, plusieurs approches sont adoptées :

- la recherche des indices de présence tels que les fèces, nids (muscardin), les empreintes, les coulées, les terriers, les reliefs de repas et les cadavres d'individus écrasés ou percutés sur les routes et voies du secteur d'étude ;
- l'observation des individus.

3.2.2. Inventaire des chiroptères

Aucun inventaire spécifique n'est réalisé pour ce groupe étant donné le faible potentiel d'accueil du site d'étude pour les chauves-souris.

3.2.3. Inventaire des oiseaux

Pour ce groupe, les inventaires se concentrent sur les espèces se reproduisant sur le site. Les relevés ont lieu pendant la **période de reproduction** au moment où les individus sont les plus actifs (période où les mâles chanteurs signalent leur territoire), c'est à dire en mai et en juin. Pour le dénombrement des principaux nicheurs, **deux visites** sont réalisées :

- pour les nicheurs précoces (mésanges, pics…) ;
- pour contacter un maximum d'espèces nicheuses et également les dernières espèces nicheuses précoces. De plus, durant cette période, beaucoup d'espèces nourrissent leurs jeunes. Les allers et retours des adultes, nourriture au bec, et les appels des jeunes permettent de localiser les couples reproducteurs.

Les oiseaux sont également notés lors des autres prospections. Les populations des espèces remarquables sur le secteur (espèces citées en annexe I de la directive "Oiseaux", espèces déterminantes de ZNIEFF et/ ou localisées dans la région...) sont localisées et évaluées.

En complément, des prospections sont réalisées pour localiser et évaluer les populations des espèces remarquables sur le secteur (espèces citées en annexe I de la directive "Oiseaux", espèces

[1] DUVAL M., HOG J., & SAINT-VAL M., 2020. Liste catégorisée des espèces exotiques envahissantes de la région Grand Est. Pôle lorrain du futur Conservatoire Botanique National Nord-Est, Conservatoire Botanique d'Alsace et Conservatoire botanique du Bassin Parisien (antenne de Champagne Ardenne). 17 p. + annexe.

déterminantes de ZNIEFF et/ ou localisées dans la région...). L'importance de la population en présence est évaluée en fonction du nombre de mâles ou de couples cantonnés.

3.2.4. Inventaire des amphibiens

Aucun inventaire spécifique n'a été réalisé pour ce groupe. En effet, on ne trouve aucun milieu favorable à la reproduction des amphibiens sur le site d'étude. Ils peuvent toutefois être observés lors des passages concernant d'autres groupes.

3.2.5. Inventaire des reptiles

Les prospections ont lieu au moment où les reptiles sont en activité (fin mars à fin septembre généralement). Tous les habitats favorables aux reptiles (pierres, souches, branchages, abris divers) font l'objet d'une visite à la période propice à l'observation des reptiles).

D'une manière générale, les reptiles sont des espèces farouches et difficiles à observer directement. C'est pourquoi nous proposons, en plus de l'observation directe des individus, la **pose de plaques sombres** attractives sur chaque site au sein de milieux favorables, lors du premier passage. Celles-ci sont laissées en place plusieurs mois et relevées lors des autres passages**,** tôt le matin lors de journées froides ou bien en journée lors des journées chaudes.



COULEUVRE HELVETIQUE SOUS UNE PLAQUE SOMBRE

3.2.6. Inventaire des insectes

L'inventaire de l'entomofaune porte sur les groupes bio-indicateurs suivants : odonates (libellules), lépidoptères diurnes (papillons) et orthoptères (criquets, sauterelles). Les insectes sont recensés à vue ou bien après capture au filet et relâche immédiatement après l'identification et/ou par écoute des stridulations. L'objectif est de trouver les sites occupés par les espèces à haut statut patrimonial avec prioritairement les sites de reproduction et les secteurs généralement situés à proximité où les individus se nourrissent et se reposent. Les coléoptères patrimoniaux (annexe II de la directive Habitats) rencontrés lors des prospections sont également notés. Pour recenser les insectes, trois passages sont réalisés :

- en **mai 2023** pour les espèces précoces de libellules, de papillons, ainsi que les grillons et Tétrix ;
- en **juin 2023,** période optimum pour les observations des insectes ;
- en **août 2023** pour les espèces plus tardives d'odonates, de lépidoptères et pour les orthoptères.

3.3. LES ZONES HUMIDES

3.3.1. Aspects réglementaires

Selon le Code de l'environnement (art. L.211-1) « on entend par zone humide, les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

D'après **l'arrêté du 24 juin 2008**, modifié le 1er octobre 2009, puis complété par la circulaire du 18 janvier 2010 (articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'environnement), et confirmé par la loi du 24 juillet 2019 (article 23), une zone peut être considérée comme humide, dès qu'elle présente l'un des critères suivants :

- la végétation, si elle existe, est hygrophile et est caractérisée soit par des espèces végétales indicatrices, soit par des communautés d'espèces végétales (méthode et liste des espèces indicatrices sont détaillées dans l'annexe II de l'Arrêté du 24 juin 2008).
- les sols correspondent à un ou plusieurs types pédologiques parmi ceux mentionnées dans l'annexe I de l'Arrêté du 24 juin 2008. La méthode de terrain utilisée est également définie dans cette annexe.

3.3.2. Analyse de la végétation

L'analyse de la végétation est effectuée à partir de la cartographie des habitats. La délimitation des zones humides, selon le critère végétation, consiste à déterminer si les habitats présents correspondent à des habitats caractéristiques des zones humides, c'est-à-dire figurant dans l'annexe II de l'arrêté.

3.3.3. Analyse pédologique

La répartition des sondages pédologiques à réaliser se fait en fonction des limites apparentes « zones humides » découlant de l'analyse de la végétation et de la topographie.

Les sondages pédologiques, effectués à l'aide d'une tarière à une profondeur de 120 cm, permettent de vérifier la présence :

- d'horizons histiques (ou tourbeux) débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 centimètres ;
- ou de traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol ;
- ou de traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de profondeur dans le sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ;
- ou de traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et des traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur.

Selon la profondeur d'apparition de chacun des traits, cités ci-dessus, et la conjugaison de plusieurs d'entre eux, plusieurs types de sols peuvent être définis. La définition du caractère humide ou non des sols échantillonnés se base sur les travaux du Groupe d'Etude des Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA, 1981) (Figure 1), adapté à la réglementation en vigueur.

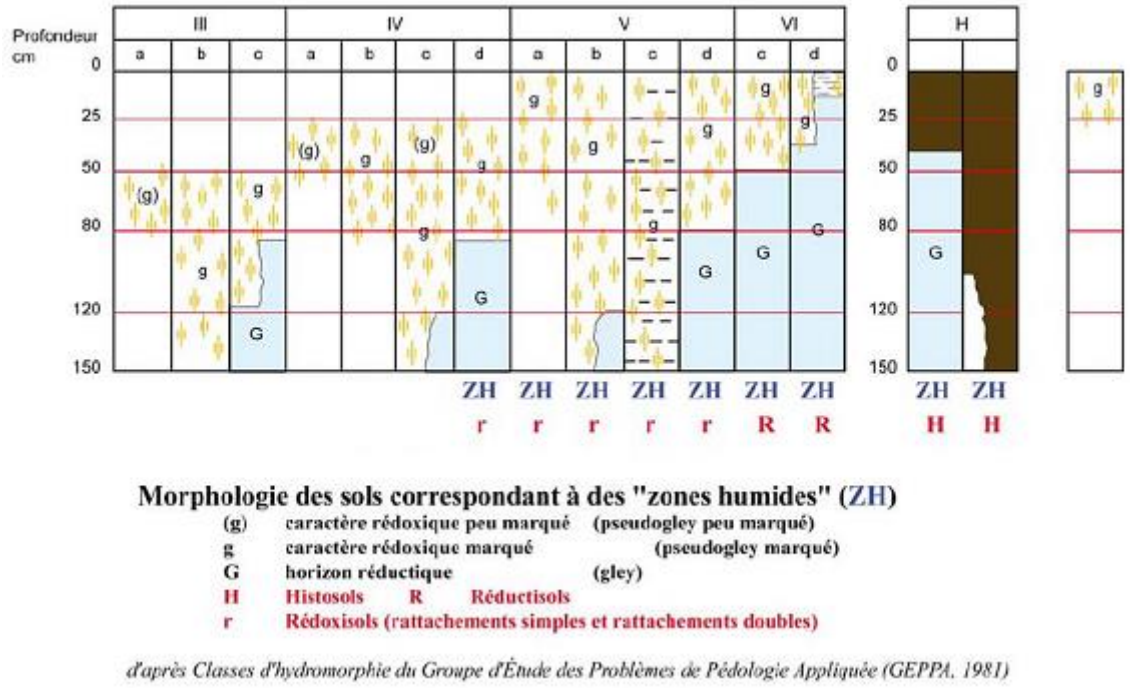


FIGURE 1 : CARACTERISTIQUES DES SOLS DE ZONES HUMIDES (GEPPA, 1981)

Les différents horizons de chacun des sondages réalisés sont décrits selon leur couleur, leur structure et leur texture. La présence de tâches et d'éventuelles concrétions sont également indiquées. L'ensemble de ces informations est consigné sur une fiche de terrain (RIVIERE & al., 1992).

3.4. CALENDRIER DES PROSPECTIONS DE TERRAIN

Le tableau suivant présente les différentes prospections qui ont été réalisées au sein de la zone d'étude.

TABLEAU 1: CALENDRIER DES PROSPECTIONS

Date	Type de prospection	Opérateur
19/04/2023	Inventaire faune (Oiseaux, Reptiles, Mammifères)	B. Legeay
17/05/2023	Inventaire faune (Oiseaux, Reptiles, Mammifères, Insectes)	B. Legeay
31/05/2023	Inventaire floristique / Cartographie des habitats	M. Potonnier
14/06/2023	Inventaire faune (Oiseaux, Reptiles, Mammifères, Insectes)	B. Legeay
01/08/2023	Inventaire floristique / Cartographie des habitats	M. Potonnier
29/08/2023	Inventaire faune (Oiseaux, Reptiles, Mammifères, Insectes)	B. Legeay
14/11/2023	Sondages pédologiques	M. Potonnier et C. Tournier

3.5. HIERARCHISATION DES ENJEUX

A l'issue de l'analyse de l'état initial du site, un bilan de l'intérêt écologique de la zone d'étude est réalisé.

Les **enjeux écologiques** sont définis sur base des statuts de protection, de la rareté des espèces et des menaces pesant sur celles-ci. Dans un premier temps, chaque espèce fait l'objet d'une analyse spécifique. Ensuite, un enjeu global sur base de la qualité des milieux naturels et des espèces les fréquentant est défini. La hiérarchisation est corrélée à plusieurs facteurs :

- statuts des espèces (protégées, inscrites sur l'annexe I de la directive « Oiseaux », inscrites sur les annexes II et IV de la directive « Habitats », niveau de menace (RE, CR, EN, VU, NT, LC) issu des listes rouges, déterminantes des ZNIEFF) (Annexe 7.1) ;
- état de conservation et représentativité des populations ;
- statuts (annexe I de la directive « Habitats » ou déterminants), typicité et état de conservation des habitats. Ces enjeux sont définis selon 5 classes : majeur, fort, moyen, faible, nul à très faible. La zone d'étude a été découpée en secteurs d'une relative homogénéité et une évaluation écologique a été effectuée sur la base de la présence d'habitats ou d'espèces remarquables (protégées, rares, menacées…).

Niveau d'enjeu	Mammifères	Oiseaux	Amphibiens et reptiles	Insectes	Habitats
Majeur	Espèce en danger d'extinction au niveau régional Espèces rarissimes ou en danger critique (CR) ou en danger (EN) en France ou sur la liste rouge régionale	Espèce nicheuse rarissime ou en danger critique d'extinction (CR) en France Espèce nicheuse rarissime ou en danger critique d'extinction (CR) au niveau régional	Espèce considérée comme rarissime ou en danger d'extinction (CR) au niveau national Espèce considérée comme rarissime ou en danger critique (CR) ou en danger (EN) au niveau régional.	Espèce considérée comme en danger critique d'extinction (CR) au niveau national Espèce considérée comme en danger critique (CR) au niveau régional.	Présence d'au moins une espèce très menacée (en danger critique d'extinction CR ou en danger EN sur la liste rouge régionale) Présence d'au moins un habitat prioritaire de la directive « Habitats » et considéré comme menacé Présence d'au moins une espèce végétale inscrite sur la liste rouge nationale comme prioritaire
Fort	Espèce mentionnée en annexe II de la Directive « Habitats » ; Espèce considérée comme vulnérable (VU) sur la liste rouge régionale	Espèce nicheuse mentionnée en annexe I de la Directive « Oiseaux » ; Espèce nicheuse considérée comme en danger (EN) sur la liste rouge	Espèce mentionnée en annexe II de la Directive « Habitats » ; Espèce considérée comme vulnérable (VU) sur la liste rouge	Espèce mentionnée en annexe II de la Directive « Habitats » ; Espèce protégée Espèce considérée comme en danger (EN) sur la liste rouge	Présence d'au moins un habitat rare et menacé dans la région Habitat caractéristique de zone humide Présence d'au moins une espèce végétale protégée
Moyen	Espèce commune protégée par l'art.2 de l'arrêté du 23/04/2007 Espèce considérée comme quasiment menacée (NT) sur la liste rouge régionale. Espèce déterminante de ZNIEFF	Espèce nicheuse considérée comme vulnérable (VU) sur la liste rouge Espèce migratrices/hivernantes de l'Annexe I de la Directive « Oiseaux » Espèce nicheuse déterminante de ZNIEFF ou considérée comme quasi menacée (NT)	Espèce protégée par l'article 2 de l'arrêté du 19 novembre 2007 Espèce considérée comme quasiment menacée (NT) sur la liste rouge Espèce déterminante de ZNIEFF	Espèce considérée comme vulnérable (VU) sur la liste rouge Espèce considérée comme quasiment menacée (NT) sur la liste rouge Espèce déterminante de ZNIEFF	Présence d'au moins un habitat naturel peu fréquent et/ou inscrit en annexe I de la directive « Habitats » et considéré comme non menacé dans la région Présence d'au moins une espèce végétale quasi-menacée NT sur liste rouge régionale Présence d'espèces déterminantes ZNIEFF
Faible	Espèce commune à très commune	Espèce nicheuse non menacée Espèce migratrice ou hivernante	Espèce protégée par l'article 3 ou 5 de l'arrêté du 19 novembre 2007 Espèce commune à très commune	Espèce non protégée commune à très communes	Habitat sans rôle fonctionnel particulier

TABLEAU 2: CRITERES UTILISES POUR HIERARCHISER LES ENJEUX FAUNE / FLORE

4. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DU MILIEU NATUREL

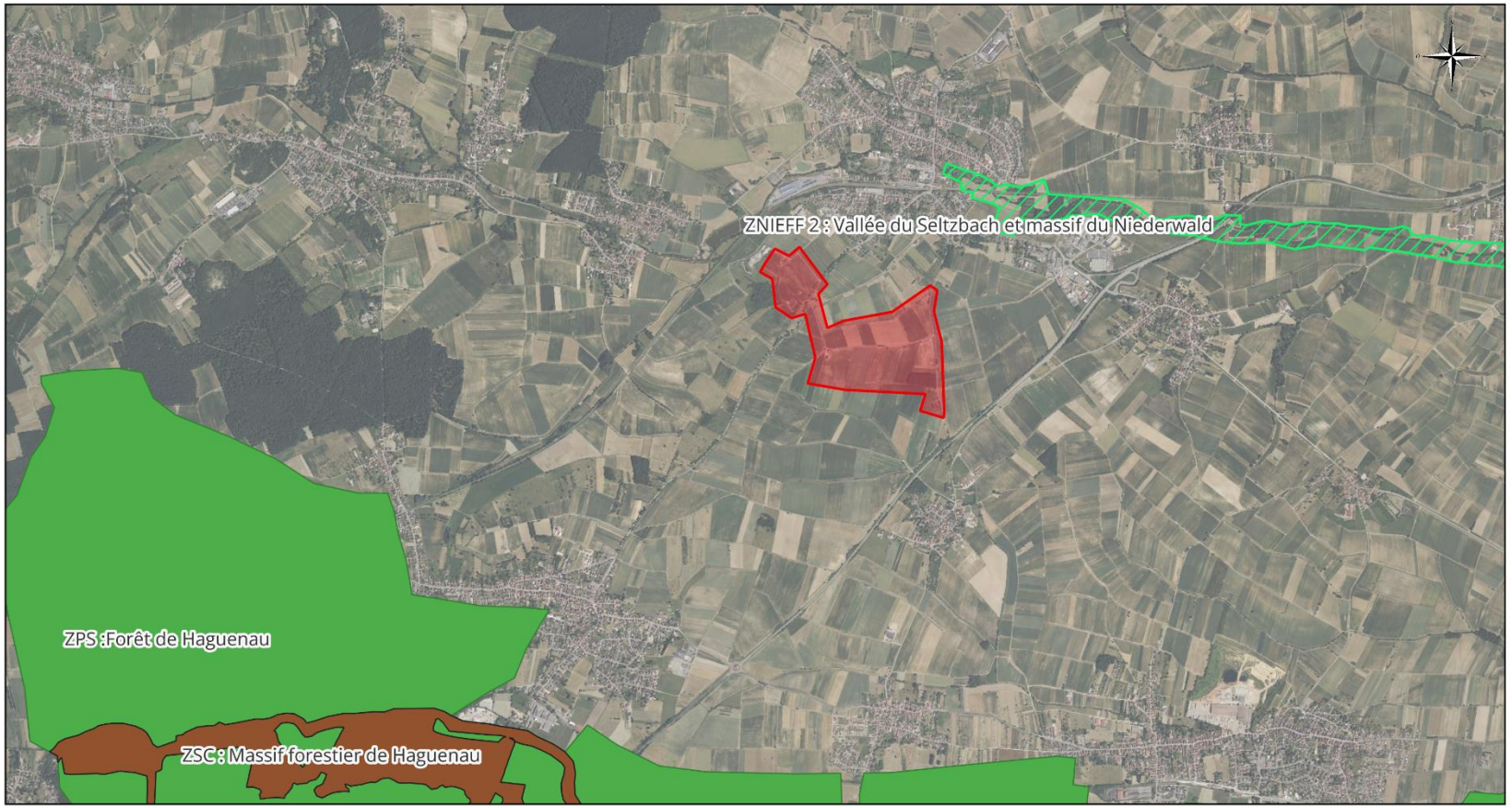
4.1. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

4.1.1. Périmètres d'inventaire et de protection

La zone d'étude ne recoupe pas de périmètre de protection. Elle se trouve cependant à 600 m de la ZNIEFF de type 2 « Vallée du Seltzbach et massif du Niederwald » et à plus de 2 km des ZPS « FR4211790 Forêt de Haguenau » et ZSC « FR4201798 Massif forestier de Haguenau ».

TABLEAU 3 : PERIMETRES D'INVENTAIRE ET DE PROTECTION RECOUPES OU A PROXIMITE DE LA ZONE D'ETUDE

Nom de la zone	Type	Situation par rapport au projet	Surface (ha)	Description sommaire
420007113 Vallée du Seltzbach et massif du Niederwald	ZNIEFF 2	Le projet se situe à environ 600 mètres de ce périmètre	791	Cette zone correspond au lit majeur d'une petite rivière issue des Vosges du Nord, le Seltzbach, présentant une ripisylve relativement continue et des secteurs relictuels de prairies humides. Dans un contexte largement dominé par la grande culture, cette vallée forme une trame verte importante, et une zone refuge quasi continue pour la faune et la flore. Ainsi, certains secteurs abritent encore le Courlis cendré et des populations importantes de Lièvre brun.
FR4211790 Forêt de Haguenau	ZPS	Le projet se situe à environ 2,4 km de ce périmètre	19 220	La forêt indivise de Haguenau est l'un des plus grands massifs forestiers de plaine. Elle accueille de nombreuses espèces forestières et notamment des Pics. Ce site a été inventorié en ZICO puis désigné en ZPS car il accueille plusieurs espèces de l'annexe I de la Directive (Pic mar, du Pic noir, du Pic cendré, de la Bondrée apivore, du Milan noir, du Milan royal, de la Pie grièche)
FR4201798 Massif forestier de Haguenau	ZSC	Le projet se situe à environ 3,1 km de ce périmètre	3 111	Le massif forestier de Haguenau est l'unique représentant français des forêts mixtes de type méridioeuropéen à résineux et feuillus naturels. La forêt indivise de Haguenau est la sixième forêt de France en superficie et reste préservée des grandes infrastructures. Elle croît sur des sols hydromorphes et présente une grande diversité de peuplements forestiers. A cet ensemble forestier s'adjoint un ensemble de dunes sableuses continentales situées dans le terrain militaire d'Oberhoffen, présentant des complexes de pelouses psammophiles, des landes sèches et une végétation paratourbeuse.



PROJET OPS4 A SOULTZ-SOUS-FORÊTS (67)

Périmètres d'inventaire et de protection

Zone d'étude
ZNIEFF de Type 2
ZPS (Directive Oiseaux)
ZSC (Directive Habitats)

0 500 1 000 m

Réalisation : O.G.E., 2023 // Source des données : O.G.E. // Fond de plan : IGN BDOrtho

CARTE 2 : PERIMETRES D'INVENTAIRE ET DE PROTECTION A PROXIMITE DE LA ZONE D'ETUDE

4.1.2. Données naturalistes disponibles

Les ressources bibliographiques ont été recherchées dans la commune de Soultz-sous-Forêts afin notamment d'orienter les prospections en fonction des potentialités connues ou suspectées. Bien sûr, certaines des espèces citées ont une très faible probabilité d'être trouvées dans le site d'étude de par leurs exigences écologiques.

Les données analysées sont de différents ordres :

- données issues des périmètres d'inventaire et de protection (fiches des ZNIEFF 1 et 2) ;
- données issues du site internet « Faune Alsace » (http://www.faune-alsace.org/).

Les données bibliographiques ont été consultées pour recueillir les informations naturalistes relatives au secteur d'étude. Elles donnent une première vision des espèces potentiellement présentes sur la zone étudiée. La précision des données est communale avec mention de la dernière année d'observation.

4.1.2.1. Flore

Situé dans un contexte très artificialisé, les milieux potentiellement présents au sein du site d'étude sont peu diversifiés. On y retrouve principalement des espaces occupés par des parcelles de grande cuture, avec quelques prairies et haies arbustives.

D'après les données bibliographiques disponibles, aucune espèce patrimoniale n'a été recensée sur le secteur d'étude. La faible diversité d'habitat, dans des faciès plus ou moins dégradés, présente peu d'enjeu floristique.

4.1.2.2. Faune

Concernant la faune, l'acquisition des données naturalistes pour les amphibiens, reptiles et les insectes n'a pas été faite auprès de l'ODONAT. La zone d'étude présente en effet peu de milieux favorables aux espèces. De plus, au vu de la précision des données, l'acquisition de données pour ces groupes n'apporte pas d'information utile à ce projet.

- **Les mammifères**

Pour les mammifères, **20 espèces sont signalées sur la commune de Soultz-sous-Forêts**. La commune montre une bonne diversité. Parmi ces espèces, certaines sont susceptibles d'être présentes sur la zone d'étude comme le Lièvre d'Europe *Lepus europaeus*, le Blaireau européen *Meles meles*, le Hérisson d'Europe *Erinaceus europaeus* et l'Écureuil roux *Sciurus vulgaris*.

- **Les chiroptères**

15 espèces de chiroptères sont signalées dans la commune. La zone d'étude présente malgré tout peu d'intérêt pour ce groupe qui utilise peu les grandes cultures, formant la majorité du paysage sur le site.

- **Les oiseaux**

Pour les oiseaux, **107 espèces sont signalées** sur la commune de Soultz-sous-Forêts. Une partie des espèces recensées sont des espèces vues occasionnellement ou lors de leur migration comme la Grue cendrée *Grus grus*.

Quelques espèces remarquables sont indiquées sur la commune :

- l'Engoulevent d'Europe *Caprimulgus europaeus*, observé en 2018 ;
- l'Hypolaïs ictérine *Hypolais icterina*, nicheur possible en 2018 ;
- le Vanneau huppé *Vanellus vanellus*, nicheur probable en 2022 ;
- le Chardonneret élégant *Carduelis carduelis*, nicheur certain en 2023.

- **Les amphibiens et reptiles**

Pour les amphibiens, **6 espèces** sont signalées sur la commune. Certaines sont intéressantes mais leurs milieux de vies ne se trouvent pas sur le site d'étude. Seules deux espèces sont susceptibles d'être trouvées :

- la Grenouille rousse *Rana temporaria*, observée en 2018 ;
- la Grenouille verte *Pelophylax sp.*, observée en 2019 ;

La zone d'étude ne présente pas d'habitat favorable à la reproduction des amphibiens, la présence de ce groupe sur la zone d'étude est donc très limitée.

Pour les reptiles, **4 espèces sont signalées**. Il s'agit d'espèces communes et peu exigeantes :

- le Lézard des murailles *Podarcis muralis*, observé en 2022 ;
- l'Orvet fragile *Anguis fragilis*, observé en 2019 ;
- le Lézard des souches *Lacerta agilis*, observé en 2020 ;
- la Couleuvre helvétique *Natrix helvetica*, observé en 2020.

- **Les Insectes**

Pour ce groupe, **80 espèces** appartenant à 3 grands groupes sont signalées dans la commune :

- 19 espèces d'odonates (libellules et demoiselles) ;
- 39 espèces de lépidoptères (papillons) ;
- 22 espèces d'orthoptères (criquets et sauterelles).

Le site n'étant pas favorable aux insectes, les enjeux sont minimes. En effet, on ne retrouve pas de milieux humides favorables aux Odonates et aucune espèce d'orthoptères à enjeu n'est notée sur la commune.

Toutefois, on note quelques espèces intéressantes de Lépidoptères :

- le Plain-chant ou Hespérie du Faux-buis *Pyrgus alveus*, observé en 2020 ;
- la Grande Tortue *Nymphalis polychloros*, observée en 2023 ;
- le Petit sylvain *Limenitis camilla*, observé en 2020.

4.2. EXPERTISE FAUNE-FLORE

4.2.1. Caractérisation des habitats naturels

Comme ceci a été précisé dans la notice méthodologique, les habitats ont été définis sur la base des référentiels phytosociologiques existant, à savoir : EUNIS, CORINE Biotopes, Cahiers d'habitats, Eur 27, Baseveg - Julve 2003 et le synopsis des groupements végétaux de Franche-Comté (Ferrez Y. & al., 2009).

La zone d'étude est dominée par des habitats artificialisés ou fortement dégradés. En effet, elle est principalement définie sur une zone de grande culture. Sur de très faible surface, on distingue également des milieux prairiaux gérés par fauche ou pâturage, des haies décrites par des fruticées mésophiles, mais aussi des milieux plus humides tels que les roselières à *Phragmites australis*.

Le graphique et le tableau suivant présentent la répartition des habitats observés au sein de l'aire d'étude, ainsi que leur représentation à l'échelle de la zone d'étude.

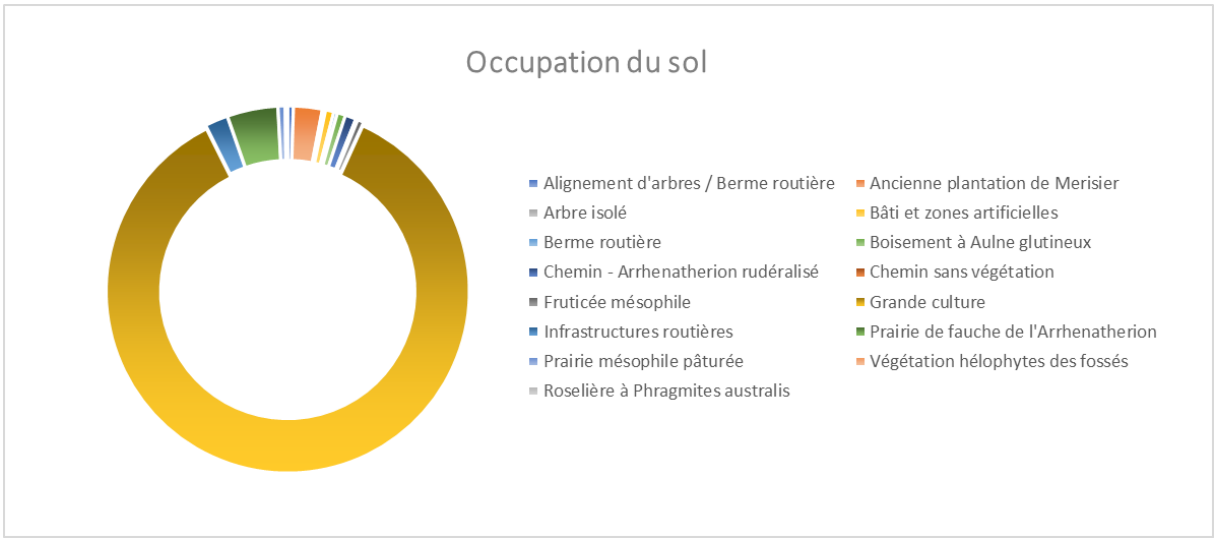


FIGURE 2 : OCCUPATION DU SOL AU SEIN DE LA ZONE D'ETUDE

TABLEAU 4 : HABITATS OBSERVES SUR LA ZONE D'ETUDE

Habitats	Natura 2000	EUNIS	Surface (en ha)	Enjeu	
				Niveau d'enjeu	Justification
Alignement d'arbres / Berme routière		G5.1 x E2.22	0,33	Faible	/
Ancienne plantation de Merisier		G2.8	1,72	Moyen	Fermeture du milieu suite à l'absence de gestion
Arbre isolé		G5.2	0,19	Faible	/
Bâti et zones artificielles		J	0,50	Très faible	/
Berme routière		E2.22	0,22	Faible	/
Boisement à Aulne glutineux		G1.B	0,49	Moyen	/
Chemin - *Arrhenatherion* rudéralisé		E2.22	0,65	Faible	Réception des produits phytosanitaires appliqués sur les cultures, favorisé par la topographie
Chemin (sans végétation)		J	0,12	Très faible	/
Fruticée mésophile		F3.11	0,37	Moyen	/
Grande culture		I1.1	58,05	Faible	/
Infrastructures routières		J4.2	1,38	Très faible	/
Prairie de fauche de l'*Arrhenatherion*		E2.22	3,05	Moyen	/
Prairie mésophile pâturée		E2.11	0,43	Faible	Pâturage intensif - surpâturage
Végétation hélophytes des fossés		E5.4	0,09	Moyen	Habitat descriptif de zone humide mais associé à un fossé de drainage
Roselière à *Phragmites australis*		D5.1	0,06	Fort	Habitat zone humide
Total			**67,65**		

4.2.1.1. Grande culture

GRANDE CULTURE

EUNIS I1.1

La grande culture est l'habitat le plus représenté au sein de la zone d'étude, il occupe plus de 80% du site. Ces espaces de cultures annuelles, traités avec des produits phytosanitaires multiples présentent peu d'intérêt écologique. La végétation associée est composée d'espèces tolérantes aux multiples interventions et produits chimiques. Les espèces caractéristiques sont la Mercuriale annuelle *Mercurialis annua*, l'Euphorbe réveil matin *Euphorbia helioscopia*, la Morelle noire *Solanum nigrum* ou encore la Capselle bourse à pasteur *Capsella bursa-pastoris*.



SECTEUR DE GRANDE CULTURE

4.2.1.2. Milieux forestiers

BOISEMENT A AULNE GLUTINEUX

EUNIS G1.B

La state arborée est dominée par l'Aulne glutineux *Alnus glutinosa,* accompagné par le Saule blanc *Salix alba*, le Peuplier tremble *Populus tremula* et quelques Noyers *Juglans regia.* La strate arbustive est composée d'espèces des fruticées mésophiles comme le Noisetier *Corylus avellana*, l'Aubépine *Crataegus monogyna,* ou encore le Cornouiller sanguin *Cornus sanguinea*. La strate herbacée est principalement composée de Ronce *Rubus fruticosus,* et d'espèces nitrophiles comme le Gaillet gratteron *Galium aparine* et l'Ortie dioïque *Urtica dioica.*

En lisière, le boisement se dégrade par la colonisation d'une espèce exotique envahissante : le Robinier faux-acacia *Robina pseudoacacia.*

FRUTICEE MESOPHILE

EUNIS F3.11



HAIE AU SEIN DU SECTEUR DE GRANDE CULTURE

Il s'agit de haies denses de buissons, dominées par le Prunellier *Prunus spinosa*, l'Aubépine *Crataegus monogyna*, le Sureau noir *Sambucus nigra* ou l'Eglantier *Rosa canina*. Ces buissons sont accompagnés en sous-strate de ronces communes Rubus *fructicosus aggr*. La haie d'une hauteur de 3 m est parfois dominée par quelques arbres plus grands, souvent des Noyers *Juglans regia*. La strate herbacée regroupe des espèces forestières comme le Lierre grimpant *Hedera helix* et l'Anémone des bois *Anemone nemorosa* et des espèces nitrophiles tels que le Gaillet gratteron *Galium aparine,* l'Ortie dioïque *Urtica dioica,* etc.

ANCIENNE PLANTATION DE MERISIER

EUNIS G2.8

Ce groupement végétal se caractérise par une strate arborée dominée par le Merisier *Prunus avium,* résultant d'une ancienne plantation, accompagnée de Frênes *Fraxinus excelsior* et une strate arbustive dense. La strate herbacée est représentée par des espèces des ourlets nitrophiles (Alliance de l'*Aegopodion* + *Alliarion*). En lisière, la strate arborée est largement dominée par le Robinier.



BOISEMENT AU SUD EST DE LA ZONE D'ETUDE

4.2.1.3. Milieux prairiaux

PRAIRIES DE FAUCHE DE L'ARRHENATHERION

EUNIS E2.22

Selon l'hygrométrie du sol et le mode de gestion appliqué, les prairies de l'Arrhenatherion se déclinent sous différentes formes.

- les prairies mésophiles de fauche : le cortège des espèces prairiales de l'*Arrhenatherion* domine, les espèces rudérales comme les Cirses *Cirsium arvense* et *Cirsium vulgare,* sont présentes mais peu représentées. Citons le Fromental *Arrhenatherion elatius*, la Houlque laineuse *Holcus lanatus*, l'Achillée millefeuille *Achillea millefolium*, le Dactyle *Dactylis glomerata*, le Trèfle des près *Trifolium pratense*, la Marguerite *Leucanthemum ircutianum*, la Renoncule âcre *Ranunculus acris*, le Plantain lancéolé *Plantago lanceolata*, etc. Au nord-est du site, ce type de prairie se trouve en mosaïque avec des éléments de vergers.



PRAIRIE DE FAUCHE ET ELEMENTS DE VERGERS, SECTEUR NORD-EST



CHEMIN AU SEIN DU SECTEUR AGRICOLE

- les prairies de l'*Arrhenatherion* rudéralisées : on retrouve le groupement végétal de l'habitat précédent, beaucoup moins diversifié, principalement au niveau des bermes routières et des chemin traversant les parcelles agricoles, en mosaïque avec des éléments des friches nitrophiles comme l'Armoise commune *Artemisia vulgaris*, la Ronce commune *Rubus fruticosus*, l'Ortie dioïque *Urtica dioica,* le Laiteron épineux *Sonchus asper,* ou encore le Brome stérile *Anisantha stérilis*.

Sur certaines prairies de bas de pente, la présence d'une microtopographie permet au sein de la prairie mésophile le développement d'espèces hygrophiles telles que la Consoude officinale *Symphytum officinale*.

PRAIRIE MESOPHILE PATUREE

EUNIS E2.11



PRAIRIE AU NORD-EST DU SITE

Présente sur une petite surface, au nord-est du site, cette formation prairiale, fortement dégradée par le surpâturage (équin), regroupe des espèces résistantes au pâturage comme le Ray-grass anglais *Lolium perenne*, la Crételle *Cynosurus cristatus*, le Trèfle rampant *Trifolium repens*, la Renoncule rampante *Ranunculus repens*, la Pâquerette *Bellis perennis*, ou encore le Pissenlit *Taraxacum officinale*.

Ces espèces se trouvent avec diverses espèces généralistes des prairies comme le Fromental *Arrhenatherum elatius* et la Houlque laineuse *Holcus lanatus*.

4.2.1.4. Milieux palustres

ROSELIERE A *PHRAGMITES AUSTRALIS*

EUNIS D5.1

Cette formation végétale est à rattacher à l'alliance du *Phragmition australis*. Le cortège floristique y est pauvre, s'agissant d'un peuplement quasi monospécifique de Roseau *Phragmites australis*. Les espèces de ce groupement sont l'Ortie dioïque *Urtica dioica*, la Ronce commune *Rubus fruticosus*, le Liseron des haies *Convolvulus sepium*, la Reine des près *Filipendula ulmaria*, ou encore la Clématite des haies *Clematis vitalba*.



ROSELIERE SECHE A *PHRAGMITES AUSTRALIS*

Ces espèces soulignent le fait que ce groupement est souvent issu des mégaphorbiaies ou ourlets hygrophiles eutrophes du *Calystegion sepium*.

VEGETATION HELOPHYTES DES FOSSES

EUNIS E5.4

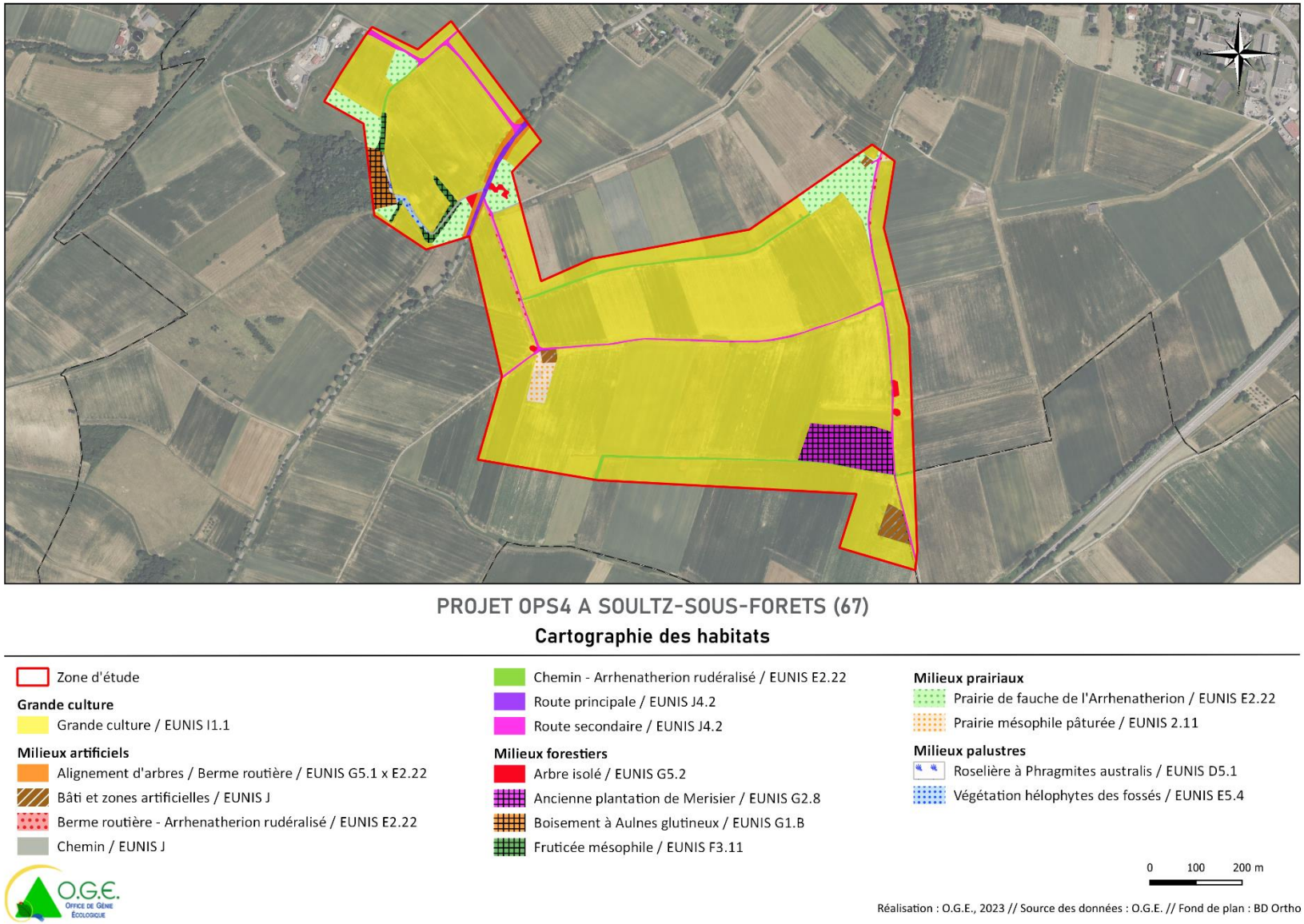


VEGETATION DES FOSSES EN BORDURE DE PARCELLE AGRICOLE

Cette formation se rencontre au niveau des fossés de drainage longeant les routes et chemins. La qualité de l'eau, lorsqu'elle est présente, est fortement impactée par les nombreux traitements agricoles, et le débit est faible. La végétation des berges correspond à une végétation riveraine à hautes herbes nitrophiles. Le cortège floristique regroupe principalement :

- des espèces des mégaphorbiaies (*Filipendulo-Convolvuletea*) : la Reine des près *Filipendula ulmaria,* l'Epilobe hirsute *Epilobium hirsutum*, la Consoude officinale *Symphytum officinale,* l'Eupatoire chanvrine *Eupatorium cannabicum* ;
- des espèces des roselières (*Phragmiti-Magnocaricetea*) : la Salicaire commune *Lythrum salicaria*, la Massette à feuilles larges *Typha latifolia* ;
- des espèces des ourlets nitrophiles (*Galio-Urticetea*) : le Liseron des haies *Convolvulus sepium*, l'Ortie dioïque *Urtica dioica,* l'Armoise commune *Artemisia vulgaris*. Sur certains secteurs, les berges sont colonisées par des ligneux hygrophiles (*Salix* sp.), reformant progressivement une ripisylve.

La carte suivante illustre la localisation de chaque habitat au sein de la zone d'étude.



CARTE 3 : CARTOGRAPHIE DES HABITATS NATURELS INVENTORIES

4.2.2. Patrimoine floristique

Environ 261 données floristiques ont été enregistrées au cours de la saison 2023 sur la zone d'étude. Ces données concernent 116 taxons. Le référentiel utilisé pour évaluer le statut des espèces est le référentiel de la SBA (Société botanique d'Alsace) ainsi que la liste rouge régionale de 2014.

Aucune espèce végétale protégée et/ou patrimoniale n'a été détectée.

A minima, 3 espèces végétales exotiques envahissantes ont été recensées sur la zone d'étude.

TABLEAU 5 : LISTE HIERARCHISEE DES ESPECES VEGETALES EXOTIQUES D'APRES DUVAL M. & AL. (2020)

Plante Exotique Envahissante implantée	
Robinia pseudoacacia L., 1753	Robinier faux-acacia
Solidago gigantea Aiton, 1789	Solidage géant
Plante Exotique potentiellement invasive	
Phytolacca americana L., 1753	Raisin d'Amérique

Au sein de la zone d'étude, la problématique des plantes exotiques envahissantes concerne principalement les lisières forestières et les fossés bordant les parcelles de grande culture.

Les plantes exotiques envahissantes sont des plantes non-indigènes, introduites intentionnellement ou non, et réussissant à s'établir dans la nature, à se multiplier et à se répandre massivement aux dépens des espèces indigènes.

Ces espèces ont comme point commun d'être particulièrement compétitives et fortement adaptées voire favorisées par les perturbations. Les conséquences de l'invasion de ses espèces se traduisent par une diminution de la diversité végétale, celles-ci supplantant les espèces indigènes moins compétitives.

4.2.3. Les mammifères (hors chiroptères)

Pour ce groupe, **3 espèces** sont dénombrées sur le site d'étude : le Chevreuil *Capreolus capreolus*, le Renard roux *Vulpes vulpes* et le Lièvre d'Europe *Lepus europaeus*, espèce patrimoniale en Alsace. Ce sont des espèces communes typiques des milieux agricoles. On note aussi la reproduction du Renard roux dans le bosquet au sud-est du site, où un terrier avec des renardeaux a été observé.

Il y a donc peu d'enjeu pour les mammifères sur le site d'étude, qui présente peu d'habitats favorables à ces espèces à l'exception des haies de la partie nord du site et des différents bosquets. Cependant, certaines parties du site présentent des habitats favorables à certaines espèces à enjeu comme le Hérisson.



RENARDEAU *VULPES VULPES* OBSERVE SUR LE SITE

TABLEAU 6 : ESPECES DE MAMMIFERES TERRESTRES RECENSEES DANS LA ZONE D'ETUDE ET LEUR STATUTS

Nom français	Nom scientifique	Liste rouge France (2017)	Dir. H	Statut de protection arrêté du 23 avril 2007	Liste rouge Alsace	Espèces déterminantes ZNIEFF Alsace	Présence sur la zone d'étude	Enjeu
Chevreuil	*Capreolus capreolus*	LC			LC		Passage/ alimentation	Faible
Renard roux	*Vulpes vulpes*	LC			LC		Passage/ alimentation/reproduction	Faible
Lièvre d'Europe	*Lepus europaeus*	LC			NT	10	Passage/alimentation/repos	Moyen

4.2.4. Les chiroptères

Comme précisé précédemment, aucun inventaire spécifique n'a été réalisé pour ce groupe taxonomique. Aucune espèce n'a alors été recensée sur le site d'étude. Il constitue en effet un milieu peu favorable aux chiroptères.

4.2.5. Les oiseaux

On dénombre **44 espèces d'oiseaux** sur le site. Celui-ci est peu favorable aux oiseaux avec une majorité de grandes cultures. Toutefois, il comporte de petites zones de haies comme dans la partie nord du site mais aussi le long du grillage entourant la structure géothermique au sud. On retrouve quelques petites zones boisées qui accueillent quelques espèces à enjeux.

On distingue 3 cortèges différents d'oiseaux sur le site :

- ✓ Le **cortège des espèces ubiquistes** qui comprend toutes les espèces qui n'ont pas de préférence pour un type de milieu et s'adaptent facilement aux différentes conditions environnementales. Ces espèces sont souvent communes et peu exigeantes, elles se maintiennent partout y compris en milieu urbain : Bergeronnette grise *Motacilla cinerea*, Étourneau sansonnet *Sturnus vulgaris*, Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla*, Merle noir *Turdus merula*, Mésange charbonnière *Parus major*, Rougequeue noir *Phoenicurus ochruros*.
- ✓ Le **cortège des milieux boisés** est inféodé à des écosystèmes plutôt riches, avec des habitats variés. Les espèces cavernicoles (pics, sittelles, grimpereaux) et les rapaces s'y plaisent notamment. Sur l'aire d'étude, les boisements sont de taille réduite (bosquets). On y trouve par exemple le Pic épeiche *Dendrocops major* et le Gobemouche Gris *Muscicapa striata.*

- ✓ Le **cortège des milieux semi-ouverts** est particulièrement attractif pour les oiseaux insectivores et frugivores. Les ressources alimentaires y sont importantes. Ce cortège fréquente les zones de prairies. Ces milieux sont potentiellement occupés par quelques espèces typiques comme la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio.* Le Chardonneret élégant *Carduelis carduelis*, le Bruant jaune *Emberiza citrinella* et le Tarier pâtre *Saxicola rubicola* sont des espèces représentatives de ce cortège qui ont été observées.



MILIEU SEMI-OUVERT AU NORD DU SITE



MOINEAU FRIQUET *PASSER MONTANUS*, NICHEUR PROBABLE SUR LE SITE D'ETUDE

Parmi les espèces du site, on compte **13 espèces patrimoniales**, dont 9 sont potentiellement nicheuses. En effet, le Milan royal *Milvus milvus*, la Bondrée apivore *Pernis apivorus*, la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* et le Choucas des tours *Corvus monedula* n'utilisent le site que pour se nourrir ou comme passage bien que leur nidification soit possible à proximité du site. Les enjeux pour ces espèces sont alors faibles.

L'enjeu le plus fort pour l'avifaune concerne la **Pie-grièche écorcheur** *Lanius collurio*, inscrite dans l'annexe 1 de la Directive Oiseaux. Elle est potentiellement nicheuse sur la zone d'étude au vu des habitats et des comportements observés (couple cantonnés, cris d'alertes). L'habitat de prédilection de la Pie-grièche écorcheur comporte des prairies de fauche et des zones de pâturages avec plusieurs haies notamment des buissons épineux. On retrouve **deux couples sur le site**, l'un dans une haie au nord du site, l'autre dans les épineux qui entourent la structure grillagée au sud. En France, l'espèce semble en régression. Les habitats pour cette espèce étant assez restreints sur le site d'étude (et dans le secteur plus globalement), ces sites de nidifications ont une importance.

Aussi, des enjeux moyens sont à noter pour d'autres espèces de milieux semi-ouverts ainsi que des milieux boisés (voir tableau suivant).

TABLEAU 7 : ESPECES D'OISEAUX PATRIMONIAUX NICHEURS RECENSES DANS LA ZONE D'ETUDE ET LEUR STATUT

Nom latin	Nom vernaculaire	Statut de protection arrêté du 29 octobre 2009	Liste rouge France Oiseaux nicheurs (2016)	Dir. Oiseaux	Liste rouge Alsace (2014)	Cotation ZNIEFF	Présence sur la zone d'étude	Enjeu
Milvus milvus	Milan royal	article 3	VU	Annexe 1	EN	100	Passage	Faible
Pernis apivorus	Bondrée apivore	article 3	LC	Annexe 1	VU	5	Passage	Faible
Alauda arvensis	Alouette des champs		NT	Annexe 2	NT		Nicheur potentiel	Moyen
Corvus monedula	Choucas des tours	article 3	LC	Annexe 2	NT		Passage	Faible
Emberiza citrinella	Bruant jaune	article 3	VU		VU		Nicheur potentiel	Moyen
Linaria cannabina	Linotte mélodieuse	article 3	VU		VU		Nicheur potentiel	Moyen
Lanius collurio	Pie-grièche écorcheur	article 3	NT	Annexe 1	VU		Nicheur potentiel	Fort
Motacilla flava	Bergeronnette printanière	article 3	LC		VU	100	Nicheur potentiel	Moyen
Muscicapa striata	Gobemouche gris	article 3	NT		NT	20	Nicheur potentiel	Moyen
Passer montanus	Moineau friquet	article 3	EN		NT		Nicheur potentiel	Moyen
Phylloscopus trochilus	Pouillot fitis	article 3	NT		NT		Nicheur potentiel	Moyen
Carduelis carduelis	Chardonneret élégant	article 3	VU		LC		Nicheur potentiel	Moyen
Ciconia ciconia	Cigogne Blanche	article 3	LC	Annexe 1	LC	5	Passage	Faible
Chloris chloris	Verdier d'Europe	article 3	NT		LC		Nicheur potentiel	Moyen
Saxicola rubicola	Tarier pâtre	article 3	NT		LC		Nicheur potentiel	Moyen
Falco tinnunculus	Faucon crécerelle	article 3	NT		LC		Nicheur certain	Moyen

4.2.6. Les amphibiens

Aucune espèce n'a été observée sur le site. En effet, aucune zone humide favorable n'a été relevée sur le site, il n'est donc pas favorable aux amphibiens. Les enjeux pour ce groupe sont alors nuls.

4.2.7. Les reptiles

Concernant les reptiles, **3 espèces** sur les 4 signalées sur la commune ont pu être observées : le Lézard des murailles *Podarcis muralis*, le Lézard des souches *Lacerta agilis* et l'Orvet fragile *Anguis fragilis*, retrouvé sous une des plaques reptiles disposées sur le site.

Bien que commun, seul **le Lézard des murailles est patrimonial,** les deux autres espèces n'ont pas d'enjeu en région. Globalement, la diversité en reptiles du site est moyenne, puisqu'il est dominé par les grandes cultures. On y trouve tout de même des habitats favorables à ces espèces, comme des haies et des friches.



LEZARD DES SOUCHES *LACERTA AGILIS* DANS LA ZONE D'ETUDE

Les enjeux reptiles sont alors globalement faibles sur le site d'étude.

TABLEAU 8 : ESPECES DE REPTILES RECENSEES DANS LA ZONE D'ETUDE ET LEUR STATUT

Nom français	Nom scientifique	Dir. H	Statut de protection arrêté du 19 nov 2007	Liste rouge Alsace 2014	Espèces déterminantes ZNIEFF Alsace	Enjeu
Lézard des murailles	*Podarcis muralis*	IV	Article 2	LC	5	Moyen
Lézard des souches	*Lacerta agilis agilis*	IV	Article 2	LC		Faible
Orvet fragile	*Anguis fragilis*	0	Article 3	LC		Faible

4.2.8. Les insectes

Les inventaires ont permis de contacter **28 espèces d'insectes** sur le site :

- 2 espèces d'Odonates ;
- 13 espèces de Lépidoptères ;
- 13 espèces d'Orthoptères.

4.2.8.1. Les Odonates

Seules **2 espèces** ont été observées sur le site : l'Agrion à larges pattes *Platycnemis pennipes* et l'Orthétrum réticulé *Orthetrum cancellatum*. Aucune zone humide favorable n'a été relevée, ce qui explique la très faible diversité de ce groupe sur le site. Les enjeux sont alors nuls pour ce groupe.

4.2.8.2. Les Lépidoptères

Un total de **13 espèces** sont dénombrées pour ce groupe. Les passages printaniers ont coïncidé avec la fauche des quelques habitats favorables, ce qui réduit nettement la diversité d'espèces observables. Les espèces les plus communes sont le Fadet commun *Coenonympha pamphilus*, la Piéride de la rave *Pieris rapae* et le Myrtil *Maniola jurtina.* Les habitats favorables aux lépidoptères sont limités sur le site et largement minoritaires. Il n'y a donc aucun enjeu identifié pour ce groupe.

4.2.8.3. Les Orthoptères

Les inventaires ont permis de contacter **13 espèces** pour ce groupe. Malgré une majorité de cultures, quelques patchs thermophiles ou humides ont permis de contacter des espèces telles que le Criquet ensanglanté *Stethophyma grossum*, le Criquet marginé *Chorthippus albomarginatus* et l'Aïolope émeraudine *Aiolopus thalassinus*. On arrive donc avec ces inventaires à **4 espèces patrimoniales.**

TABLEAU 9 : ESPECES D'ORTHOPTERES PATRIMONIAUX RECENSEES DANS LA ZONE D'ETUDE ET LEUR STATUT

Nom français	Nom scientifique	Dir. H	Liste rouge Alsace 2014	Espèces déterminantes ZNIEFF Alsace	Enjeu
Conocéphale gracieux	*Ruspolia nitidula*		Nar	5	Moyen
Oedipode émeraudine	*Aiolopus thalassinus*		NT	20	Moyen
Criquet ensanglanté	*Stethophyma grossum*		NT	10	Moyen
Criquet marginé	*Chorthippus albomarginatus*		NT	20	Moyen



PROJET OPS4 A SOULTZ-SOUS-FORÊTS (67)

Espèces à enjeux du site d'étude

Zone d'étude
Site GPK2
Site OPS4

Mammifères
Lièvre brun

Insectes
Ruspolie à tête de cône
Criquet marginé
Criquet ensanglanté
Oedipode émeraudine

Oiseaux
Chardoneret élégant
Verdier d'Europe
Cigogne blanche
Bruant jaune
Pie-grièche écorcheur
Linotte mélodieuse
Moineau friquet
Alouette des champs
Bergeronette printanière
Faucon crécerelle
Tarier pâtre
Milan royal
Milan noir
Gobemouche gris
Bondré apivore

Reptiles
Orvet fragile
Lézard agile
Lézard des murailles

Réalisation : O.G.E., 2023 // Source des données : O.G.E. // Fond de plan : Vue aérienne RVB complète Grand-Est

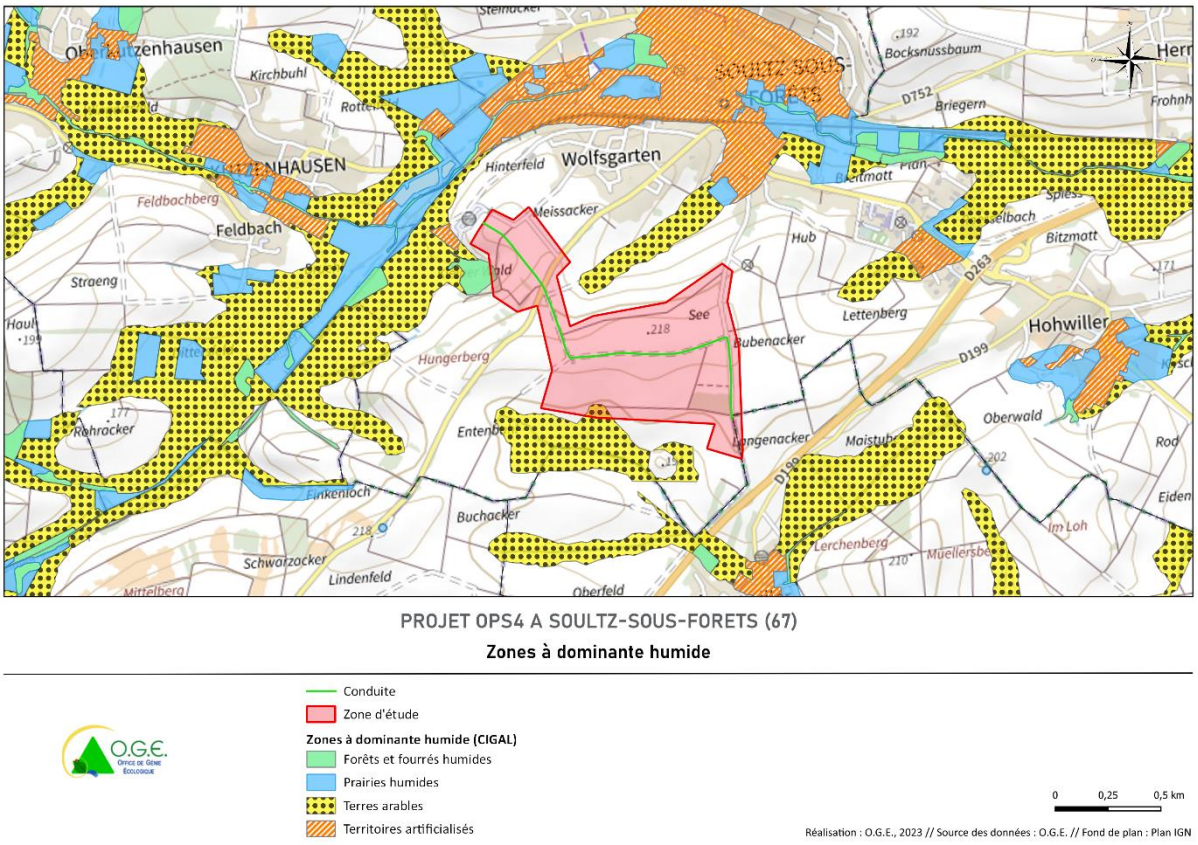
CARTE 4 : ESPECES PATRIMONIALES OBSERVEES SUR LE SITE D'ETUDE

4.3. LES ZONES HUMIDES

4.3.1. Bibliographie

Comme le montre la carte des zones à dominante humide (BdZDH2008-CIGAL[2]) ci-dessous, la zone d'étude se situe en bordure de zones humides, mais elle n'est pas signalée comme milieu potentiellement humide d'après la carte élaborée par l'INRA et l'Agrocampus Ouest (BERTHIER & al., 2014).

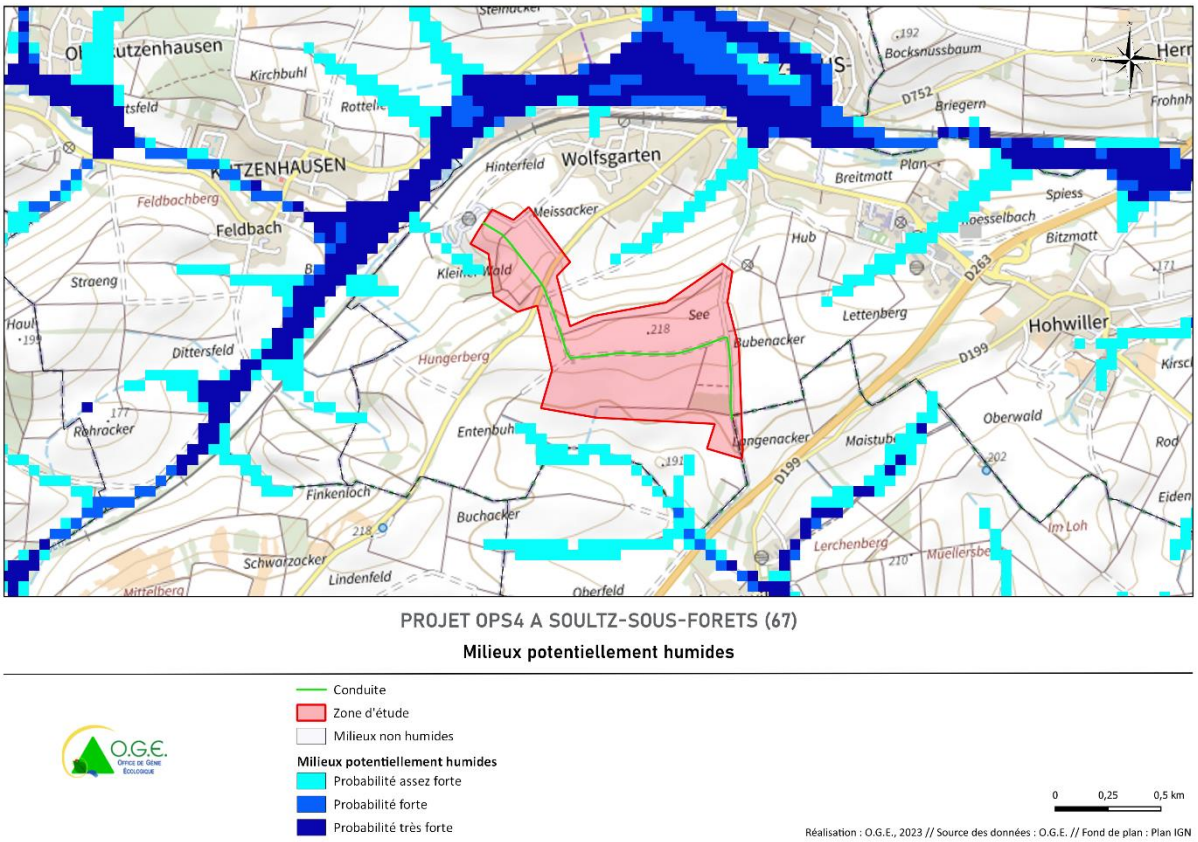
Cependant, l'échelle de ces cartes (au 1/10 000) ne permet pas d'affirmer que les sols présents sont hydromorphes.



CARTE 5 : ZONES A DOMINANTE HUMIDE D'APRES LA BDZDH2008-CIGAL

[2] BdZDH2008-CIGAL : La Base de données des Zones à dominante humide. La Région Alsace, dans le cadre du partenariat public de Coopération pour l'Information Géographique en Alsace (CIGAL), a élaboré une Base de Données des Zones à Dominante Humide exploitable à l'échelle du 1/10 000e sur les territoires de la Région Alsace et des Parcs Naturels Régionaux des Ballons des Vosges et des Vosges du Nord. Elle est appelée BdZDH2008- CIGAL. Elle est réalisée par l'interprétation d'images satellitaires SPOT5 en date de fin 2007 et début 2008 et de photographies aériennes de l'IGN de 2007. Des données exogènes d'inventaires de terrain réalisés par différentes partenaires ont également été mobilisées pour aider la photo-interprétation (y compris les zones potentiellement humides).

La BdZDH2008-CIGAL a pour objectif de réaliser un relevé le plus exhaustif possible des zones à dominante humide, mais ne constitue en aucun cas ni un inventaire exhaustif des zones humides, ni une donnée réglementaire. Des investigations complémentaires et précises seront nécessaires à l'identification des zones humides.



CARTE 6 : MILIEUX POTENTIELLEMENT HUMIDES D'APRES L'AGROCAMPUS-OUEST

Comme ceci apparait sur l'extrait de carte ci-dessous du zonage agro-pédologique (Sol Conseil, 2004), l'emprise du projet repose sur principalement sur l'unité cartographique correspondant à du « loess en place ».

Cette entité ne correspond pas à des sols hydromorphes.

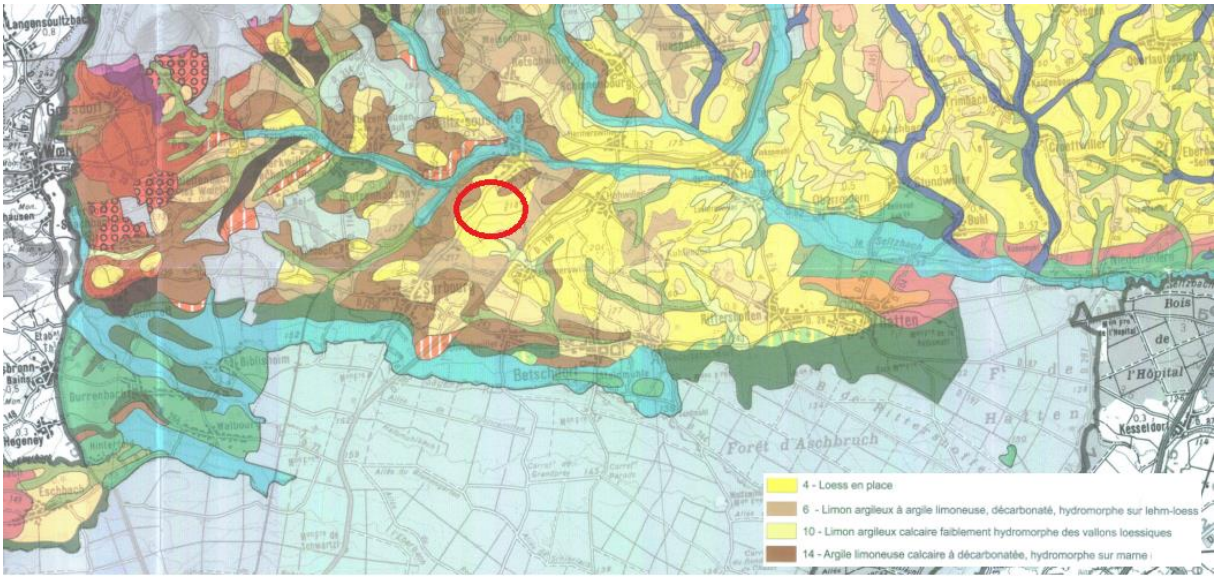


FIGURE 3 : EXTRAIT DU ZONAGE AGRO-PEDOLOGIQUE DE LA PETITE REGION NATURELLE "OUTRE-FORET" (SOL CONSEIL, 2004)

Ainsi, les éléments bibliographiques démontrent l'absence de zones humides au droit de la zone d'étude, ou alors leur présence sur de très faibles surfaces. Toutefois, l'échelle de ces études ne permet pas d'affiner l'analyse.

4.3.2. Analyse pédologique

Au vu des conditions météorologiques de 2023, particulièrement sèches, les sondages pédologiques ont été réalisés en novembre 2023 suite à un épisode pluvieux.

En tout, 11 sondages pédologiques à la tarière manuelle ont été répartis au sein de zone d'étude, en fonction de la topographie. Les sondages ont été faits aux points les plus bas des parcelles ou du site d'étude.

⇨ **Aucun des sondages ne s'est révélé humide au titre de l'arrêté du 24 juin 2008.**

Le détail des sondages à la tarière manuelle est présenté en annexe 11.4.1.

10 types de sols ont été distingués :

1. **Sol argilo-limoneux**, foncé en surface, frais, compact et possédant des traces d'oxydation dès 40 cm de profondeur et se poursuivant jusqu'à 120 cm. Les traces d'hydromorphies apparaissent après 25 cm de profondeur, le sol est donc non caractéristique de zones humides.

2. **Sol argilo-limoneux**, avec du limon dominant en surface, plus malléable et possédant des traces d'oxydation dès 40 cm de profondeur et se poursuivant jusqu'à 120 cm. Les traces d'hydromorphies apparaissent après 25 cm de profondeur, le sol est donc non caractéristique de zones humides.



3. **Sol argilo-limoneux**, riche en argile, similaire aux précédents. Il possède cependant une couche argilo-limono-sableuse après 60 cm de profondeur. Les traces d'oxydation sont présentes qu'à 30 cm.



4. A l'inverse du précèdent, cette entité possède du sable dans le premier horizon et uniquement de l'argile et des limons dans le deuxième horizon avec des traces d'hydromorphies à partir de 40 cm.

5. **Sol limono-argilo-sableux**, un seul horizon possédant des sables. Les traces d'hydromorphies sont profondes (75 cm) et s'intensifient en profondeur.

6. **Sol sous prairie mésophile permanente**, il possède une couche limono-argilo-sableuse sur le premier horizon puis une couche argilo-limoneuse. Des traces d'hydromorphies qui s'intensifient en profondeur ne commencent qu'à 50 cm.



7. **Sol avec une alternance de limon puis d'argile.** Les traces d'oxydation sont peu marquées à 25 cm et s'intensifient à partir de 30 cm.



8. **Sol limono-argilo-sableux**, en alternance limon-argile sur les deux horizons. Traces d'hydromorphie à partir de 40 cm. C'est le point le plus proche du seul habitat de zone humide identifié : la roselière.

9. **Sol alternant limon et argile**. Le seul sol dont les traces d'hydromorphies sont les plus lointaines : à partir d'un mètre de profondeur avec une densité inférieure à 5%.



10. **Sols limono-argileux**, uniforme sur les deux horizons. Traces d'oxydation à environ 70 cm mais toujours non caractéristiques des zones humides.



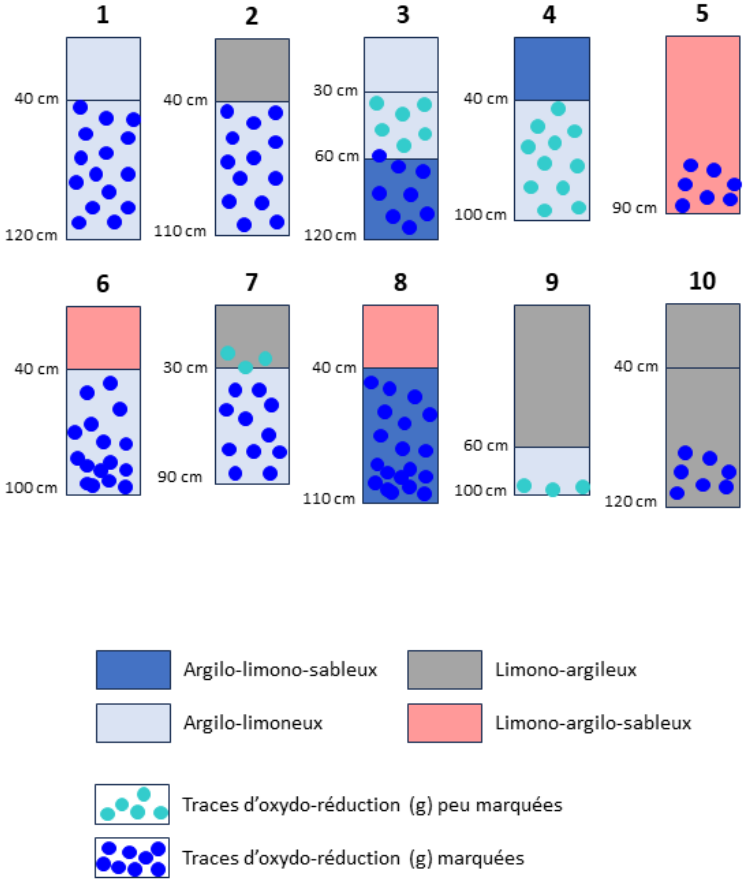


FIGURE 4 : DESCRIPTION DES SOLS RECENSES

D'après l'analyse pédologique, aucun profil ne présente un sol nettement hydromorphe d'après l'arrêté du 24 juin 2008. Les sondages n°9, 10 et 11 sont classés IIb selon le GEPPA et les autres sondages sont tous classés IIIb. Ces types de sols ne sont pas caractéristiques de zones humides.

Les sols étudiés sont situés sur des loess, une roche calcaire, qui ne supporte pas les sols hydromorphes. De plus, les sols sont en présence d'une nappe proche mais celle-ci est trop éloignée pour définir la zone comme humide.

La carte suivante (Carte 7) présente la localisation des sondages pédologiques réalisés. Tous ses sondages sont non caractéristiques des zones humides.

4.3.3. Analyse de la végétation

Le critère relatif à la végétation peut être appréhendé à partir soit directement des espèces végétales, soit des habitats. Dans le cas présent, l'approche par les habitats a été privilégiée. Elle consiste à évaluer la présence d'habitats caractéristiques des zones humides dans l'une des listes figurant à l'annexe 2.2.2. de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009.

Dans la liste mentionnée précédemment, deux mentions sont possibles : la mention « H » et la mention « p ».

- La mention « H » signifie que cet habitat ainsi que, le cas échéant, tous les habitats des niveaux hiérarchiques inférieurs sont caractéristiques de zones humides.
- Pour les habitats cotés « p » (*pro parte*), l'habitat d'un niveau hiérarchique donné ne peut pas être considéré comme systématiquement ou entièrement caractéristique de zones humides soit parce que les habitats de niveaux inférieurs ne sont pas tous humides, soit parce qu'il n'existe pas de déclinaison typologique plus précise permettant de distinguer celle typique de zones humides. Ainsi, il n'est pas possible de conclure sur la nature humide de la zone à partir de la seule lecture des données ou cartes relatives aux habitats.

La délimitation des zones humides d'après le critère « végétation » a consisté à reprendre les limites des habitats humides côtés « H » d'après l'arrêté du 24 juin 2008 sur la base de la cartographie des habitats.



PROJET OPS4 A SOULTZ-SOUS-FORETS (67)

Localisation des sondages pédologiques

Zone d'étude
- Zone d'étude
- Conduite
- Emprise OPS4
- Emprise GPK2

Localisation des sondages
- Non caractéristique de zones humides
- Caractéristique de zones humides

0 0,25 0,5 km

Réalisation : O.G.E., 2023 // Source des données : O.G.E. // Fond de plan : Vue aérienne RVB complète Grand-Est

CARTE 7 : LOCALISATION DES SONDAGES PEDOLOGIQUES

TABLEAU 10 : REPARTITION SURFACIQUE DES HABITATS ET HYGROPHILIE D'APRES L'ARRETE DU 24 JUIN 2008

Habitats	Natura 2000	Code Corine biotopes	EUNIS	Hygrophilie d'après l'arrêté (Annexe 2)	Surface (en ha)
Roselière à *Phragmites australis*		53.11	D5.1	H	0,06
Total végétation hygrophile					**0,06**
Alignement d'arbres / Berme routière		84.1 x 38.2	G5.1 x E2.22	p.	0,33
Ancienne plantation de Merisier		83.32	G2.8	p.	1,72
Arbre isolé		85.11	G5.2		0,19
Bâti et zones artificielles		86	J		0,50
Berme routière		38.2	E2.22	p.	0,22
Boisement à Aulne glutineux		41.C	G1.B	p.	0,49
Chemin - *Arrhenatherion* rudéralisé		38.2	E2.22	p.	0,65
Chemin sans végétation		-	J		0,12
Fruticée mésophile		31.81	F3.11	p.	0,37
Grande culture		82.11	I1.1		58,05
Infrastructures routières		-	J4.2		1,38
Prairie de fauche de l'*Arrhenatherion*		38.2	E2.22	p.	3,05
Prairie mésophile pâturée		38.11	E2.11	p.	0,43
Végétation hélophytes des fossés		37.7	E5.4	H	0,09
Total hors végétation hygrophile					**67,65**

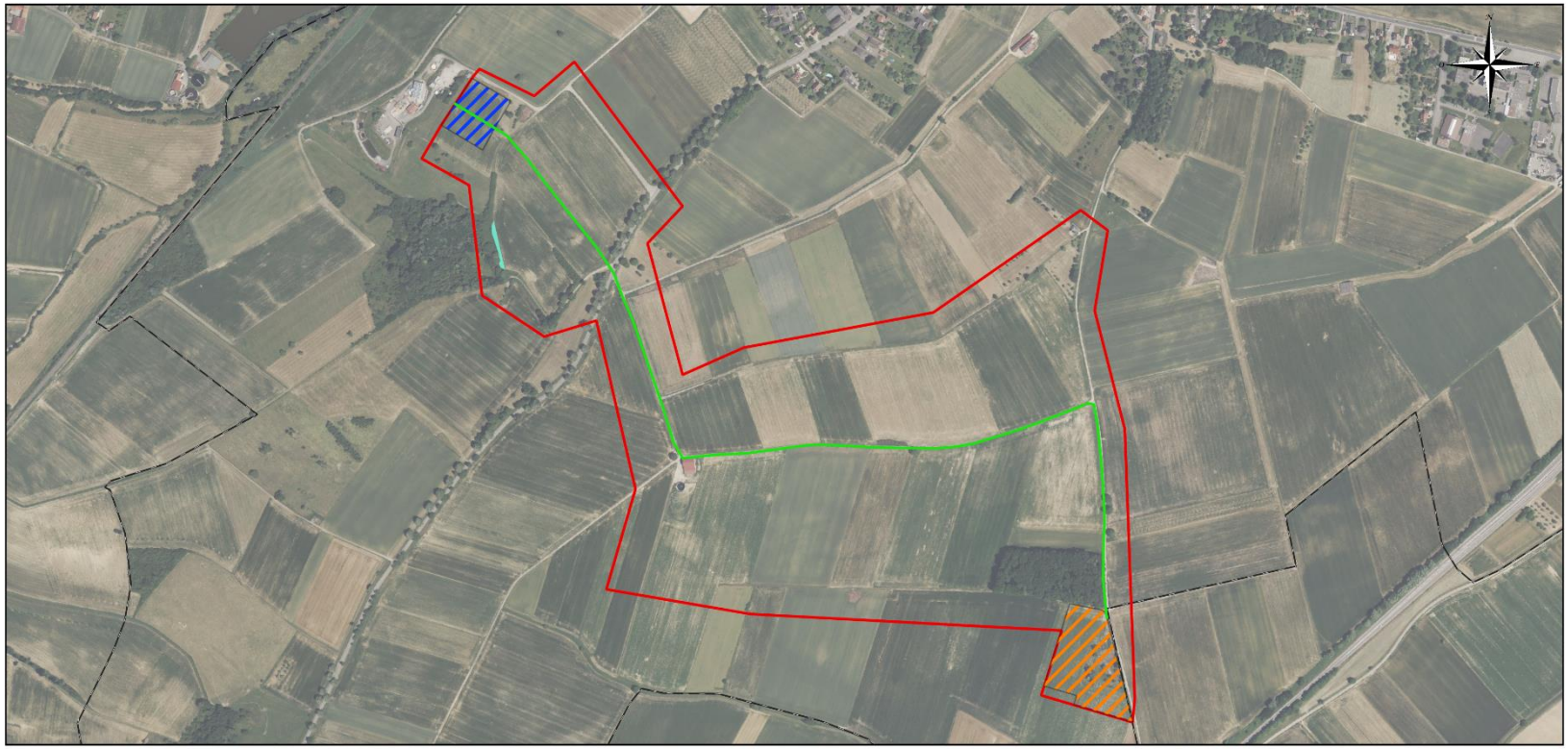
Le tableau ci-dessus montre que la délimitation des zones humides sur la base de l'analyse de la végétation représente **0,06 hectares**.

Il est à noter que les habitats « aquatiques », comme les mares et les cours d'eau, ne sont pas considérés comme des habitats de « zone humide ». Par ailleurs, d'après l'alinéa 4 de l'article R211-108 du code de l'environnement, les **fossés drainants correspondent à des infrastructures de traitement des eaux pluviales et ne peuvent pas être affiliés à la définition d'une zone humide**, et ce même avec l'observation de plantes hygrophiles.

La carte suivante présente la délimitation des zones humides selon le critère végétation.

4.3.1. Synthèse des résultats

Seulement **0,06 ha** de zones humides peuvent être définis au sein de la zone d'étude, selon le critère végétation, au titre de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1er octobre 2009, complétée par la circulaire du 18 janvier 2010. Les sondages pédologiques n'ont pas permis de recenser d'autres zones humides sur la zone d'étude. La roselière est donc à préserver.



PROJET OPS4 A SOULTZ-SOUS-FORETS (67)

Délimitation des zones humides d'après la végétation

Habitats hygrophiles
Zone d'étude
Conduite
Emprise GPK2
Emprise OPS4

0 100 200 m

Réalisation : O.G.E., 2023 // Source des données : O.G.E. // Fond de plan : BDOrtho

CARTE 8 : DELIMITATION DES ZONES HUMIDES D'APRES LA VEGETATION

4.4. ANALYSE DES CONTINUITES ECOLOGIQUES

Les milieux naturels sont organisés en fonction de la topographie, de la nature des sols, des gradients d'humidité, de l'utilisation des terrains par les activités humaines passées et actuelles.

En conséquence, la répartition des espèces animales et végétales est hétérogène. La survie des populations dépend des possibilités de déplacement entre les milieux favorables. Ces voies sont autant de continuités écologiques qui contribuent à la structuration de l'espace pour la faune et la flore.

La Trame verte et bleue est une mesure phare du Grenelle Environnement qui porte l'ambition d'enrayer le déclin de la biodiversité au travers de la préservation et de la restauration des continuités écologiques. Cet outil d'aménagement du territoire vise à (re)constituer un réseau écologique cohérent, à l'échelle du territoire national, qui permette aux espèces animales et végétales, de circuler, de s'alimenter, de se reproduire, de se reposer... En d'autres termes, d'assurer leur survie, et permettre aux écosystèmes de continuer à rendre à l'homme leurs services.

Les continuités écologiques correspondent à l'ensemble des zones vitales (réservoirs de biodiversité) et des éléments qui permettent à une population d'espèces de circuler et d'accéder aux zones vitales (corridors écologiques). La Trame verte et bleue est ainsi constituée des réservoirs de biodiversité et des corridors qui les relient.

La définition des continuités écologiques est fortement dépendante des espèces choisies pour définir ces continuités. Le choix des sous-réseaux écologiques à développer pour une région donnée est donc une étape importante de l'élaboration de la trame. Dans le cas de l'Alsace, 5 grands réseaux ont été définis dans le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) datant de 2014.

La zone d'étude est concernée par certains de ces grands types de milieux. Il s'agit :

- des milieux forestiers ;
- des milieux ouverts non humides (à couvert permanent) ;
- des milieux agricoles et anthropisés

Le bon fonctionnement écologique de ce réseau permet la conservation des espèces au niveau démographique (système de métapopulation dans le contexte de milieu anthropisé et fractionné). Cette approche se réalise à différents niveaux (Europe, France, Région, Commune…).

Le SRCE s'inscrit en Alsace dans la continuité des actions entreprises ou initiées de longue date par les différents partenaires locaux pour la préservation de la biodiversité. Il définit les orientations en faveur d'un réseau écologique à l'échelle de l'Alsace, en faveur de la biodiversité dans son ensemble, qu'il s'agisse de nature ordinaire ou de nature remarquable. Ainsi, il donne une vision intégrée et prospective des enjeux de biodiversité, permettant d'anticiper et de concilier les besoins d'aménagement et économiques avec le maintien des continuités écologiques.

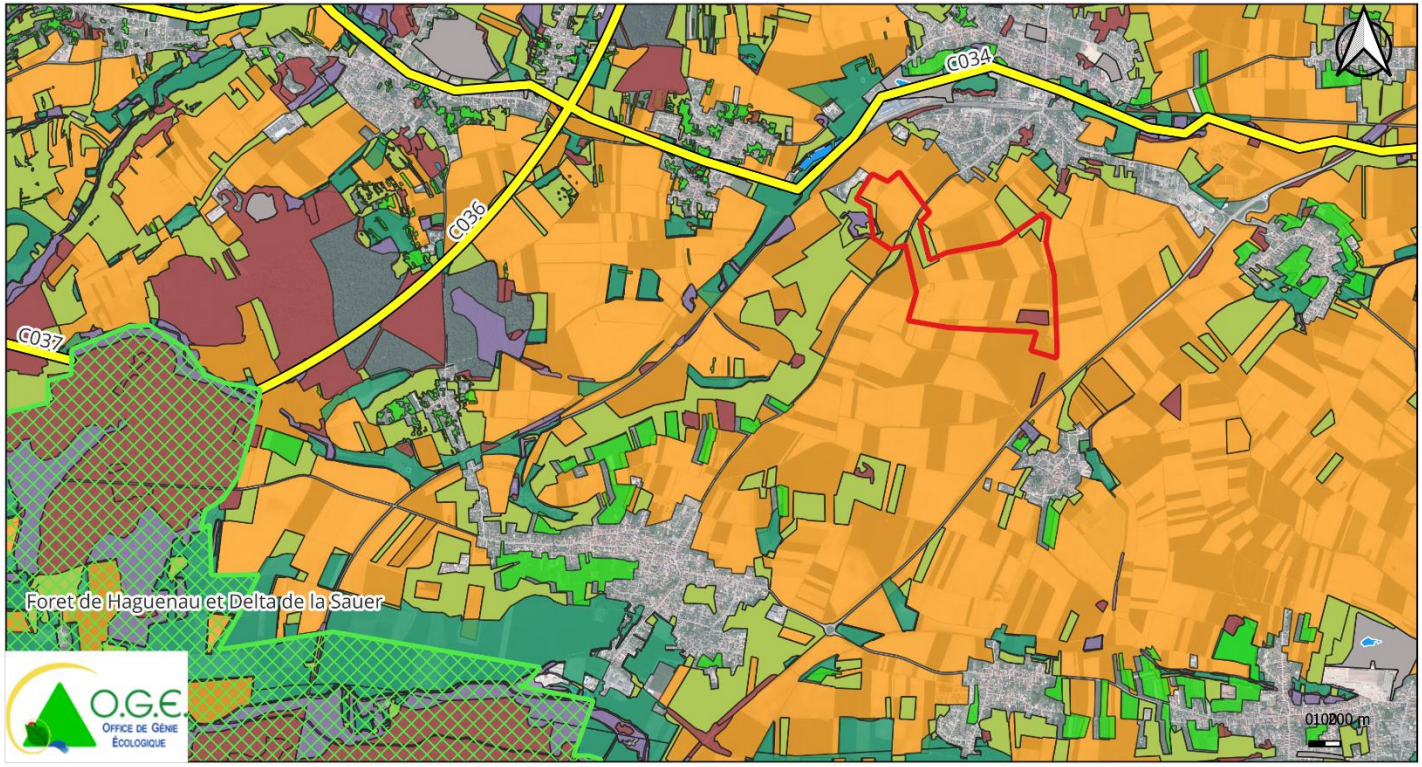
L'échelle de travail au 1/100 000 retenue par le législateur, offre, en outre, une réelle marge de manœuvre aux acteurs locaux, pour adapter ce schéma aux réalités locales et caler les continuités au plus près du territoire.

L'analyse du SRCE montre que la zone d'étude se trouve à proximité d'un **corridor d'importance régionale (C034)** : **le cours d'eau du Seltzbach** qui relie les réservoirs de biodiversité **RB15 « La Sauer et ses affluents et bassin du Lembach »** et **RB27 « Forêt de Haguenau et Delta de la Sauer ».** Ce corridor comprend les sous-trames « milieux-forestiers humides », « milieux ouverts humides », « prairies » et « vergers » et son état fonctionnel est jugé satisfaisant malgré une fragmentation par les routes départementales D28, D263 et D264. L'espèce cible de ce corridor est le Gobemouche noir *Ficedula hypoleuca.*

Le réservoir de biodiversité de la Forêt de Haguenau et du Delta de la Sauer RB27 est situé à 2,5km au sud du projet. Il est composé essentiellement de milieux forestiers et accueille certaines espèces sensibles à la fragmentation comme le Criquet des roseaux *Mecostethus parapleurus*, le Gobemouche noir *Ficedula hypoleuca* et l'Hypolaïs ictérine *Hippolais icterina.*

La zone d'étude comprend des milieux ouverts et forestiers qui peuvent être inclus dans une corridor écologique discontinu en « pas-japonais » : ces patchs d'habitats permettent alors à des espèces comme celles citées précédemment de rejoindre ce réservoir de biodiversité ou d'en partir (migration, dispersion, etc.). D'après le diagnostic écologique et après analyse du contexte élargi, **3 espèces des milieux ouverts présentes sur la zone sont à prendre en compte pour la trame verte et bleue** : le Lézard des souches *Lacerta agilis*, la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio* et le Criquet ensanglanté *Stetophyma grossum*. Bien sûr, d'autres espèces non recensées lors des passages sur le terrain peuvent bénéficier de ces habitats sur le site en tant que milieux secondaires.

On peut constater sur la carte suivante que la continuité est aujourd'hui assurée sur le secteur pour les milieux ouverts et forestiers. En effet, les travaux ne prévoient pas de détruire ces milieux pour le projet d'aménagement. L'enjeu principal consiste donc à maintenir cette continuité en « pas japonais », une continuité de milieux naturels de qualité. **Les milieux de la zone d'étude sont des milieux secondaires** favorables à une grande partie des espèces liées aux milieux ouverts ou forestiers. Par ailleurs, les espèces patrimoniales recensées sont en majorité liées aux milieux ouverts ou semi-ouverts, ceci impliquant que l'enjeu principal réside dans la continuité de ces milieux, en « pas japonais ». Il s'agit de maintenir une succession de biotopes favorables à ces espèces liées à ces milieux, en particulier au niveau de la plateforme.



PROJET OPS4 A SOULTZ-SOUS-FORÊTS (67)
Continuités écologiques

- Zone d'étude
- Réservoirs de biodiversité
- Corridors écologiques
- Trame des milieux ouverts non-humides (prairies)
- Trame des milieux forestiers
- Sous-trame des vergers
- Sous-trame des milieux ouverts humides
- Sous-trame des milieux aquatiques
- Sous-trame des milieux agricoles intensifs
- Sous-trame des milieux forestiers humides
- Sous-trame des milieux anthropises

Réalisation : O.G.E., 2023 // Source des données : O.G.E. // Fond de plan : Vue aérienne RVB complète Grand-Est

CARTE 9 : CONTINUITES ECOLOGIQUES

5. SYNTHESE DES ENJEUX – BIOEVALUATION

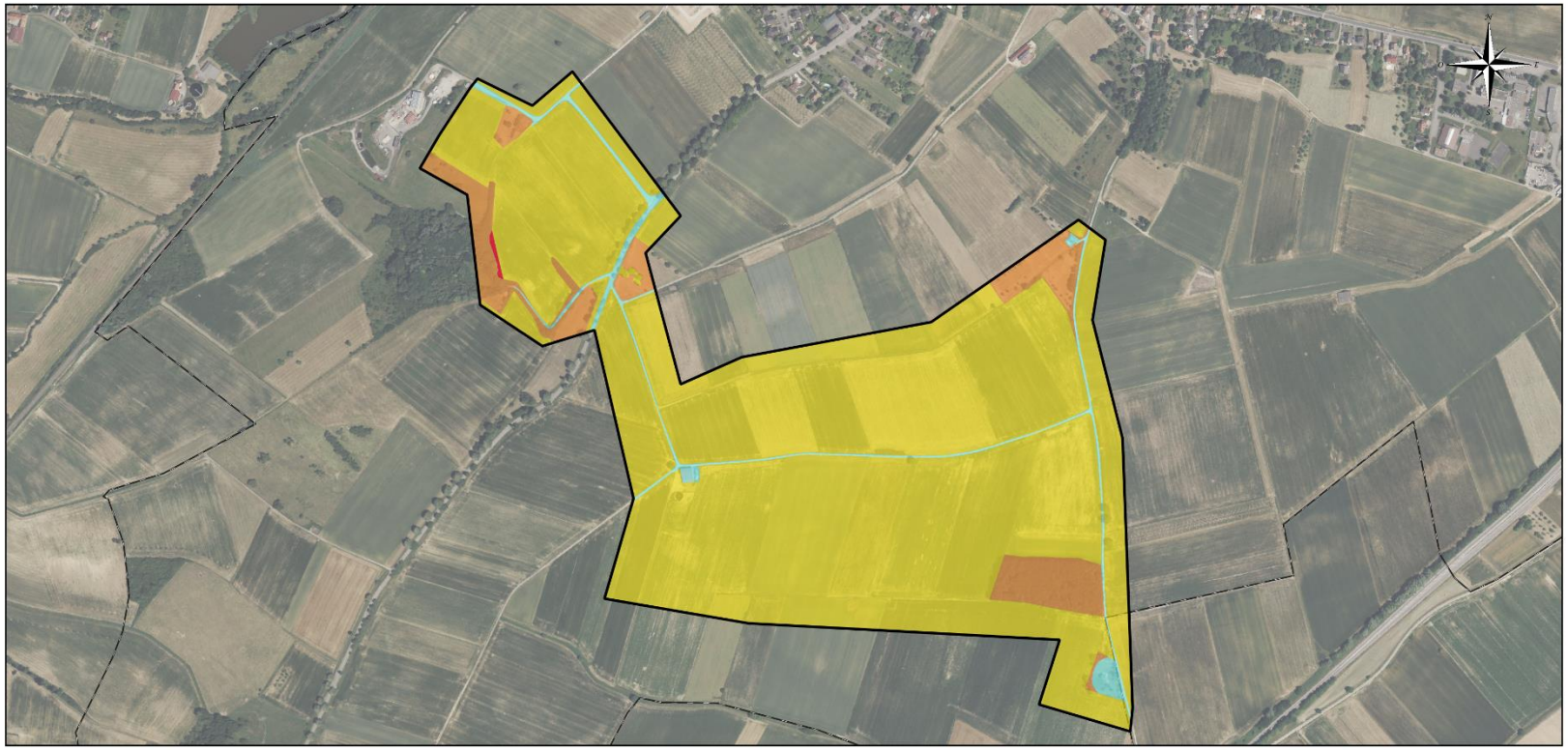
Concernant la flore et la végétation, aucune espèce patrimoniale (protégée et/ou rare) n'est observée. La flore observée est banale ; la flore nitrophile et rudérale est sur-représentée. Les habitats naturels présentent un état de conservation médiocre, avec une présence très importante des parcelles de grande culture, présentant peu d'intérêt d'un point vu écologique. Ainsi, d'après les données obtenues, aucun enjeu notable n'est à mettre en avant concernant la flore.

Les enjeux concernant les zones humides sont limités en superficie. En effet, les sondages pédologiques ne se sont pas révélés concluants et mais un habitat de zone humide a été inventorié. Il s'agit de la roselière présente au Nord-Ouest de la zone d'étude. L'enjeu est fort localement pour cet habitat de 0,06 ha.

Concernant la faune, **la zone d'étude abrite des espèces communes et peu exigeantes** liées principalement aux milieux semi-ouverts. Le secteur offre peu de milieux favorisant le maintien de ces espèces. Les populations sont fortement réduites étant donné le manque d'habitats favorables sur le site d'étude. La zone présente un **enjeu écologique faible pour les mammifères, les reptiles, les amphibiens et les insectes**, du fait du contexte très agricole et de la faible diversité d'habitats naturels. On notera seulement une petite population d'Oedipode émeraudine *Aiolopus thalassinus* aux abords de la station OPS4. Les **enjeux sont en revanche un peu plus forts concernant l'avifaune** avec des nicheurs à enjeu moyen et une espèce à enjeu fort : la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio*, dont les nids semblent se trouver à proximité ou au sein des futurs travaux et dont les milieux favorables sont rares dans le secteur.

Du point de vue règlementaire, plusieurs espèces protégées sont présentes ou potentiellement présentes. Mais il s'agit essentiellement d'espèces communes liées aux milieux forestiers et/ou semi-ouverts.

Pour ce qui est des **continuités écologiques identifiées sur le site, les impacts du projet sur celles-ci seront considérés comme négligeables.** En effet, aucun habitat compris dans les différentes trames ne sera atteint ou détruit, à l'exception de la sous-trame des milieux agricoles intensifs qui ne comporte que peu d'enjeux sur le site et dans le secteur. Les mesures de compensation des impacts prévues pourront en revanche améliorer la connectivité des habitats du secteur en créant de nouveaux patchs favorables (par exemple des haies).



PROJET OPS4 A SOULTZ-SOUS-FORETS (67)

Enjeux écologiques

Zone d'étude

Niveau d'enjeu

- Très faible
- Faible
- Moyen
- Fort

0 100 200 m

Réalisation : O.G.E., 2023 // Source des données : O.G.E. // Fond de plan : BD Ortho

CARTE 10 : CARTOGRAPHIE DES ENJEUX ECOLOGIQUES DU SITE

6. EVALUATION DES IMPACTS DU PROJET

6.1. BREVE PRESENTATION DU PROJET

Le projet est un projet d'exploitation géothermique qui nécessite l'aménagement de trois zones géographiques : une nouvelle centrale sur le site GPK2, le site de forage OPS4 et la conduite qui relie ces deux entités.

Il se déroule selon **3 temporalités** :

- D'abord une phase de travaux de forage sur le site OPS4 qui débuterait mi-2024 pour une durée de 2 ans sur une surface de 1,8 ha.
- Puis une phase d'aménagement sur les sites GPK2 (0,8 ha) et OPS4 (1,2 ha) ainsi que la construction de la conduite entre ces deux structures (environ 1,9 km de long). Les travaux dureraient alors 2 ans.
- Et enfin, la phase d'exploitation des sites.

Chacune de ces phases peuvent engendrer différents impacts écologiques sur le site d'étude.

6.2. EVALUATION DES IMPACTS

Les impacts du projet sur la faune, la flore, les habitats et les corridors recensés consistent en :

- la destruction d'habitats par effet d'emprise ou une altération de l'état écologique de ces derniers ;
- un dérangement de la faune pendant les travaux et en phase d'exploitation ;

Les impacts du projet sont locaux, temporaires et globalement directs. Les enjeux écologiques étant faibles, les impacts le sont également pour la plupart. Les paragraphes suivants présentent les différents types d'impacts potentiels pour l'ensemble des sites concernés en l'absence de mesures.

6.2.1. Principe général

L'analyse des impacts porte sur le projet dans son ensemble. Pour évaluer les impacts du projet, une analyse détaillée du projet est menée en superposant l'état initial avec le projet : ceci permet de voir si des impacts sont susceptibles d'impacter chacun des sites à enjeux identifiés pour la faune et les corridors, la flore et les habitats.

L'évaluation des impacts est réalisée en considérant par défaut une destruction totale de l'ensemble des habitats présents dans l'emprise du projet. Il est fort probable qu'une partie de l'emprise ne sera pas détruite, c'est pourquoi les impacts ainsi évalués à l'excès sont a priori un maximum.

Lorsqu'un site à enjeu n'est pas concerné par l'aménagement, un impact nul est retenu. Lorsque le site est concerné par l'aménagement, l'évaluation du niveau d'impact est faite pour la faune et pour la flore selon 5 niveaux : majeur, fort, moyen, faible et négligeable.

L'ensemble des impacts est reporté dans un tableau et récapitule pour la flore, les habitats, les zones humides et la faune, les impacts temporaires ou permanents et le niveau retenu pour l'impact. Ce

niveau d'impact est évalué avant (impacts bruts) puis après la mise en place des mesures d'évitement et de réduction préconisées pour y remédier (impacts résiduels).

Si l'impact résiduel est supérieur à « négligeable » des mesures de compensation sont proposées.

6.2.2. Type d'impacts

On distingue deux types d'impacts :

- **les impacts directs** sont les impacts résultant de l'action directe de la mise en place ou du fonctionnement de l'aménagement sur les milieux naturels. Pour identifier les impacts directs, il faut prendre en compte à la fois les emprises de l'aménagement mais aussi l'ensemble des modifications qui lui sont directement liées (zone d'emprunt et de dépôts, pistes d'accès...). ;

- **les impacts indirects** correspondent aux conséquences des impacts directs, conséquences se produisant parfois à distance de l'aménagement (par ex. cas d'une modification des écoulements au niveau d'un aménagement, engendrant une perturbation du régime d'alimentation en eau d'une zone humide située en aval hydraulique d'un projet).

6.2.3. Evaluation du niveau d'impact

Le niveau d'impact est quantifié et qualifié en 5 niveaux en tenant compte de plusieurs facteurs :

- **le niveau d'enjeu initial du site** : ce niveau d'enjeu est défini par l'état initial et détermine au maximum un impact de même niveau. Par exemple, pour un site à enjeu moyen concerné par le projet, le niveau des impacts sera au maximum moyen, mais pourra être moindre car il faut aussi prendre en compte les facteurs suivants :

  - **la surface de la zone impactée** par rapport à la surface totale du site à enjeu : ainsi pour une prairie à enjeu fort et qui n'est impactée par le projet que sur sa bordure et pour une surface très réduite, le niveau d'impact pourra n'être que moyen ou même faible ;

  - **le contexte local** : par exemple, la destruction de l'unique pied d'une plante à enjeu fort génère un impact fort mais le niveau d'impact peut être réduit si la même plante est très abondante à côté, hors de la zone impactée par le projet. Le niveau d'enjeu et donc d'impact est ainsi relativisé en fonction de la présence ou non de l'espèce impactée à proximité ou non, donc des connaissances sur la répartition locale de l'espèce permise par un état initial sur un large fuseau ;

- **la nature de l'impact** (direct ou indirect) : un site à enjeu très fort ne génère pas automatiquement un impact de même niveau, même quand ce site est affecté par le projet, car le niveau d'impact est fonction de la nature de ce dernier. Par exemple, la présence d'une station de plante à enjeu très fort génère un impact très fort si la plante est dans l'emprise du projet car il s'agit d'un impact direct. Au contraire, pour un site à enjeu très fort du fait de la nidification d'un oiseau, on pourra retenir un impact de niveau inférieur (jusqu'à faible) si l'oiseau peut toujours nicher à proximité et trouve toujours des surfaces favorables à sa nidification, l'impact étant en effet indirect.

L'évaluation de niveau de chaque impact est donc réalisée au cas par cas ; elle demande une analyse détaillée du projet pour voir dans quelle mesure sont affectés : l'intégrité, la viabilité ou la fonctionnalité des éléments les plus remarquables du site, et analyser si le projet est susceptible d'entraîner des modifications ou des changements plus ou moins notables.

6.2.4. Prise en compte de la temporalité des impacts

L'analyse des impacts distingue le caractère permanent ou temporaire des impacts.

- Les **impacts temporaires** sont en général liés à la phase travaux ou à la mise en service de l'aménagement. Ils sont limités dans le temps mais leur effet peut être très important.

- Les **impacts permanents** sont des impacts liés à la phase d'exploitation. C'est par exemple la rupture de corridor et l'altération qui en découle.

L'analyse des impacts prend donc en compte la phase chantier mais aussi la phase d'exploitation.

6.2.5. Prise en compte de l'échelle des impacts

La prise en compte de l'échelle de l'impact (impact local, régional ou national) est réalisée dès l'évaluation du niveau d'enjeu des sites en prenant en compte la répartition de l'espèce ou de l'habitat à différentes échelles. L'analyse des impacts permet de distinguer :

- les **impacts nationaux** : ces impacts ont des conséquences perceptibles à l'échelle nationale. Il s'agit alors d'impacts qui touchent des populations ou des habitats peu représentés au niveau national ;

- les **impacts régionaux** : ces impacts ont des conséquences perceptibles à l'échelle de la région. Ils sont susceptibles de concerner un territoire vaste aux caractéristiques physiques et biologiques homogènes (massif forestier, marais…) ou une population donnée ;

- les **impacts locaux** : ces derniers affectent une proportion restreinte du territoire. Ils se limitent à un milieu naturel particulier ou à un territoire communal donné.

6.3. IMPACTS DIRECTS

6.3.1. Impacts bruts sur la flore et la végétation à enjeu

Les impacts sur la végétation peuvent être classés en trois catégories :

- destruction et/ou dégradation d'habitats naturels ;
- disparition d'espèces végétales remarquables ;
- artificialisation des milieux.

Concernant la flore et les habitats, le secteur est dominé par la grande culture et occupé par une flore « banale », dominée par les espèces rudérales et nitrophiles.

Aucune espèce présentant un statut patrimonial n'a été observée. En conséquence l'impact du projet est négligeable pour la flore. Toutefois, il est important de veiller à ce que la roselière, présentant un enjeu réglementaire et située au nord-ouest du périmètre d'étude, ne soit pas impactée.

6.3.2. Impacts bruts sur la faune à enjeu

Les impacts théoriques sur la faune peuvent être classés en trois catégories :

- destruction et/ou dégradation d'habitats d'espèces animales ;
- destruction d'espèces animales remarquables lors des travaux ;
- dérangement ou perturbation de la faune durant la phase travaux (faune fréquentant l'aire d'étude et/ou ses abords immédiats).

Sur le site, les **impacts concernent principalement l'avifaune**. En effet, les espèces à enjeux identifiées sur le site sont pour la grande majorité des oiseaux, le site étant assez peu favorables aux autres groupes (insectes, reptiles, mammifères). Les espèces à enjeux identifiées sont principalement du **cortège des milieux semi-ouverts**, comme le Bruant jaune *Emberiza citrinella* ou encore la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio*, dont deux couples nicheurs sont suspectés à proximité des travaux d'aménagements. Cette dernière, inscrite à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux et classée Vulnérable à l'échelle régionale, pourrait être impactée par le projet avec la destruction de son habitat de nidification (ronciers autour du site OPS4) ou bien par dérangement lors de la phase travaux. On peut aussi noter la présence d'Oedipode émeraudine *Aiolopus thalassinus* sur les milieux à végétation basse au niveau du portail du site OPS4, milieu inclus dans la zone d'emprise des travaux sur le site OPS4.

Les impacts sur les espèces d'autres groupes taxonomiques sont jugés négligeables étant donné la nature des travaux, leurs faibles surfaces ainsi que les faibles enjeux identifiés au sein des zones d'emprise des projets.

TABLEAU 11 : IMPACTS SUR LES DIFFERENTES ESPECES A ENJEU DU SITE

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Enjeu	Impact potentiel	Justification
Mammifères				
Lièvre d'Europe	*Lepus europaeus*	Moyen	Négligeable	Espèce commune et surface impactée négligeable au vu du contexte
Oiseaux				
Cortège des milieux semi-ouverts		Moyen	Moyen	Surface impactée faible mais des sites de nidification sont impactés dans un contexte où ils sont relativement peu nombreux (dérangement/destruction)
Reptiles				
Lézard des murailles	*Podarcis muralis*	Moyen	Négligeable	Espèce commune observée en marge des zones impactées et surface impactée négligeable au vu du contexte
Insectes				
Conocéphale gracieux	*Ruspolia nitidula*	Moyen	Négligeable	Espèces communes observées en marge des zones impactées et surface impactée négligeable au vu du contexte
Criquet ensanglanté	*Stethophyma grossum*	Moyen	Négligeable	
Criquet marginé	*Chorthippus albomarginatus*	Moyen	Négligeable	
Oedipode émeraudine	*Aiolopus thalassinus*	Moyen	Faible	Population isolée observée dans la zone d'emprise des travaux et habitats favorables identifiés seulement dans celle-ci

6.4. IMPACTS INDIRECTS

6.4.1. Cas des espèces invasives

L'altération des habitats comprend également la menace des espèces invasives. En effet, ces espèces exotiques à potentiel colonisateur fort sont grandement favorisées par les activités humaines et notamment les remaniements de matériaux. Il s'agira de prendre en compte cet élément en phase travaux, mais soulignons que les milieux concernés sont déjà impactés par la présence d'invasives. Les mesures doivent viser à limiter leur propagation à d'autres espaces, non impactés à ce jour. **L'impact est faible.**

6.4.2. Dérangement de la faune du site

Le dérangement de la faune sur un site est lié à la fréquentation humaine qui peut contribuer à diminuer sa tranquillité : bruits et vibrations dues aux forages réalisés et/ou à la circulation des engins pendant les travaux, présence du personnel, peuvent gêner et éloigner les animaux plus ou moins sensibles aux dérangements. Ce dérangement de la faune du site est un impact qui peut être considéré comme temporaire, car assez rapidement les animaux s'adapteront en trouvant de nouveaux lieux de reproduction et d'alimentation. Cet impact est local pour l'ensemble des espèces qui seront gênées par le bruit et les vibrations provenant des engins de chantiers ou de l'activité de forage.

7. MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

7.1. MESURES D'EVITEMENT

La surface d'emprise des travaux (OPS4, GPK2 et la conduite) comprend peu d'espaces favorables à la biodiversité, les impacts directs de ces projets sont globalement négligeables. De plus, les seuls impacts qui ne sont pas « négligeables » (Pie-grièche écorcheur, Oedipode émeraudine) ne sont pas adaptables : les ronciers autour d'OPS4 devront être détruits pour permettre l'extension de la structure. Même s'ils n'étaient pas détruits, le point de forage et les travaux à proximité engendreraient une perturbation importante pour les couples nicheurs. Ce sont alors seulement des mesures de réduction qui seront mises en place.

7.2. MESURES DE REDUCTION

7.2.1. MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année

Référence Théma : R3.1a	MR1 : Adaptation de la période des travaux sur l'année
Phase concernée	Réduction temporelle : phase travaux
Espèces ou habitats concernés	Biodiversité au sens large
Localisation	Contour des sites d'exploitations
Objectifs	
Afin de limiter les impacts sur la faune, la réalisation des travaux devront être effectuée en dehors des périodes de reproduction, de floraison ou d'hibernation. Il s'agit en effet d'empêcher la destruction/le dérangement des nids et/ou des individus d'espèces en adaptant les périodes de travaux aux exigences écologiques des espèces.	
Description de la mesure	
L'ensemble de l'emprise projet, en dehors des mesures d'évitement ou de réduction, sera potentiellement détruit par les travaux de dégagement des emprises (défrichement ; terrassement) liés au projet. Afin de réduire les dégâts sur les individus d'espèces patrimoniales ou non, il est important de réaliser ces travaux, dans la mesure du possible, à une période où un maximum d'individus sont mobiles. Ainsi, il est nécessaire **d'éviter** : • la période printanière où une majorité d'espèces se reproduisent, fleurissent et pondent/mettent bas ; • le début d'été où une majorité d'espèces élèvent leurs jeunes encore peu mobiles ; De ce fait, **la période de fin d'été jusqu'à la fin de l'hiver** constitue la **meilleure période** pour réaliser des travaux, notamment de défrichement, dans les secteurs à enjeu les plus sensibles. Le tableau ci-après présente les périodes optimales pour la réalisation des différentes phases des travaux. Remarque : ce tableau ne concerne que les travaux de dégagement des emprises (défrichement, terrassement) qui sont les plus impactants pour la biodiversité. Les travaux d'enfouissement de la conduite ont des impacts temporaires négligeables au regard des milieux et de la surface concernés.	

Groupes	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Aout
Flore												
Mammifères terrestres												
Chiroptères												
Avifaune												
Amphibiens & Reptiles												
Insectes												
Synthèse												

	Période optimale pour la réalisation de travaux
	Période faiblement sensible pour le groupe concerné (des contraintes peuvent exister, exemple : oiseaux hivernants, reproduction précoce d'amphibiens, etc.). Des travaux, **hors défrichement**, peuvent être menés sous certaines conditions (climatologie favorable, travaux légers, etc.), mais **après validation auprès d'un écologue**
	Période durant laquelle les travaux ne doivent pas débuter. **En cas d'impossibilité** d'évitement de cette période pour les travaux de terrassement notamment, le **passage d'un écologue** sera réalisé avant le démarrage des travaux pour identifier les enjeux potentiels et les précautions particulières à mettre en oeuvre

Les mois de **septembre à mars** correspondent donc à la période la moins sensible vis-à-vis de l'ensemble des groupes taxonomiques à enjeux du site. C'est donc la **période à privilégier pour tous les travaux** (dans la mesure du possible) mais **l'unique période pour les défrichements**. C'est à cette période que la majorité des espèces des groupes recherchés n'est plus en phase reproduction mais est encore active ou absente. Les **travaux autres que le défrichement** seront **possibles de novembre à février** uniquement au cas par cas, avec **validation de l'écologue**, et un **passage sur site** quelques jours avant le lancement afin de définir les sensibilités écologiques.

Notons que les milieux tout juste défrichés sont des habitats favorables pour les espèces pionnières ayant tendance à coloniser rapidement les milieux. En cas de découverte d'individus, une procédure spécifique sera proposée par l'écologue selon les enjeux et statuts du site (transit, reproduction, hivernage).

Tous les individus/espèces ne seront pas pour autant sauvés avec cette mesure. Il est en effet presque impossible de proposer un calendrier qui supprime entièrement la destruction des espèces (protégées et/ou remarquables) ainsi que le dérangement pendant la phase travaux. Néanmoins, cette mesure permet de limiter les atteintes aux groupes taxonomiques les plus sensibles à l'échelle de l'aire d'étude. En cas d'arrêt prolongé du chantier, il sera nécessaire de :

- réaliser un entretien permettant de maintenir une végétation herbacée très rase afin de rendre le site non favorable aux espèces trouvant refuge dans les hautes herbes ;
- faire une vérification des zones ouvertes par un écologue avant la reprise des travaux afin de s'assurer de l'absence de colonisation du site par certaines espèces pionnières.

Limites/observations

Les travaux vont à priori se dérouler sur des durées assez longues, on tentera alors d'éviter au maximum les actions les plus impactantes pour la biodiversité lors des périodes les plus sensibles.

Modalités de suivi

Vérification du respect du calendrier de travaux par l'écologue mandaté.

7.2.2. MR2 : Limiter la prolifération d'espèces exotiques envahissantes

Référence Théma : R2.1f	MR2 : Limitation la prolifération des espèces végétales exotiques envahissantes
Phase concernée	Réduction technique : phase travaux et exploitation
Espèces ou groupes concernés	Ensemble de la biodiversité
Localisation	Sites GPK2, OPS4 et tracé de la conduite

Objectifs de la mesure

Trois plantes exotiques envahissantes ont été identifiées sur l'aire d'étude. Parmi elles, le **Robinier faux-acacia *Robinia pseudoacacia et* le Solidage géant *Solidago gigantea***, qui possèdent un fort potentiel de colonisation, et leur expansion doit être suivie et limitée en cas de menace trop importante. Les espèces invasives sont susceptibles de se répandre suite aux travaux, soit par dispersion des plantes déjà présentes sur site, soit par l'apport de plantes par les engins. Elles peuvent donc également être propagées à l'extérieur de la zone de projet vers des secteurs aujourd'hui vierges.

Une vigilance particulière devra être maintenue sur la zone d'emprise des travaux, car les zones remaniées constituent une niche écologique de choix pour la prolifération des espèces végétales invasives.

Cette mesure est à décliner lors des différentes étapes de travaux.

Descriptif de la mesure

- ***En amont des travaux***

Une visite sera réalisée par un écologue sur les zones d'accès au chantier et les zones de stockage des matériaux et des engins afin de mettre en évidence les **foyers d'espèces invasives.** Des **secteurs de stockage temporaire** de ces espèces devront être prévus (les secteurs voués à l'imperméabilisation/excavation seront favorisés). Les emplacements des **zones de nettoyage des engins** en entrée et sortie de chantier seront définis. Une campagne d'arrachage pourra alors être mise en œuvre selon les enjeux identifiés et les espèces retirées devront être exportées dans un centre de traitement spécialisés, ou enterrés in situ à une profondeur suffisante (3 m), ou dirigés vers un centre de compostage, de méthanisation, d'enfouissement technique ou d'incinération.

- ***Lors de la phase travaux***

Une attention particulière sera accordée pour **veiller à ne pas disséminer d'espèces envahissantes vers le chantier comme vers l'extérieur du chantier** (semence et bouture) avec les engins de travaux. Les voies de passage empruntées par ces engins devront être délimitées. Un **nettoyage des roues sera nécessaire régulièrement et obligatoirement à l'entrée et à la sortie des zones de chantiers**. Ces nettoyages devront être réalisés sur les zones prévues à cet effet et imperméabilisées.

- ***Après la phase de travaux***

Une surveillance des surfaces remaniées par les travaux sera nécessaire, jusqu'à la recolonisation complète par les espèces autochtones, à la non-installation d'espèces envahissantes au niveau des sols remaniés lors du terrassement. **Un suivi du développement des espèces invasives** devra être mené et des opérations d'arrachage ponctuelles pourront être prévues et réalisées si nécessaire.

Modalités de suivi

- Vérification du respect des prescriptions.
- Suivi post-chantier de la reprise de la végétation (limité aux zones non artificialisées, non exploitées par l'agriculture).

8. IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE COMPENSATION

Les mesures de réduction proposées précédemment ne suffiront pas à réduire suffisamment les impacts du projet sur la biodiversité du site. On propose alors une mesure de compensation qui vise à réduire les impacts de ce projet, voire d'améliorer la qualité écologique du secteur. Pour cela, la plantation de haies bocagères peut être réalisée.

Référence Théma : C1.1a	MC1 : Plantation de haies bocagères
Phase concernée	Création de milieux : phase travaux
Espèces ou groupes concernés	Ensemble de la biodiversité, plus particulièrement la faune (oiseaux, reptiles, amphibiens)
Localisation	A définir

Objectifs de la mesure

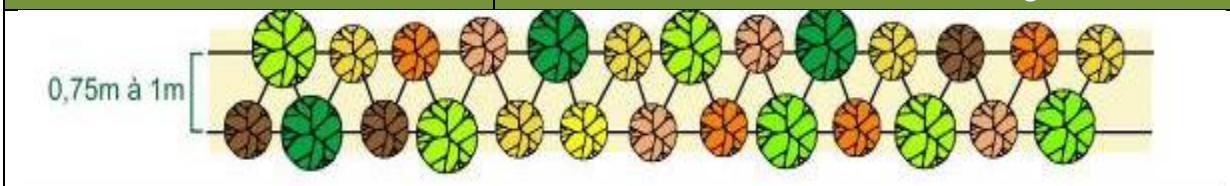
Les travaux sur les différentes structures du site vont engendrer des dérangements (bruits, présence humaine) au niveau des haies qui accueillent certaines espèces à enjeux. Aussi, une de ces haies est destinée à être défrichée autour du site OPS4. Cette mesure consiste alors à créer une ou de nouvelles haies bocagères à proximité, afin de compenser la perte de fonctionnalités écologiques pour la faune (milieu de reproduction, d'alimentation, de transit et de repos). Ainsi, la plantation de haies multistrates fournira des abris au sol pour la petite faune, un milieu arbustif pour les oiseaux nicheurs et potentiellement des arbres à cavités pour les espèces arboricoles. Par ailleurs, les haies remplissent d'autres fonctionnalités : mur anti-bruit, corridors de déplacement, stabilisation des sols, régulation des inondations et épuration des eaux… Une haie du même type pourrait aussi être mise en place autour de GPK2. Cela contribuerait à améliorer la qualité écologique du secteur et à favoriser les espèces impactées par le projet (compensation positive). De plus, elle permettrait au site une certaine intégration paysagère.

Descriptif de la mesure

Afin de compenser les **ronciers défrichés**, des haies seront plantées selon les modalités suivantes :

- le **sol des futures plantations sera travaillé** entre juillet et octobre pour assurer une bonne reprise des végétaux ;
- **plantation entre octobre et février** (hors période de gel) sur **2 rangs** ;
- plantation sur **mulch naturel ou paillage biodégradable** (pour permettre l'installation d'une flore herbacée d'ourlet, proscrire les bâches plastiques) ;
- utilisation **d'essences indigènes et d'origine génétique locale** (label Végétal local) ;
- utilisation **d'essences diverses**, permettant une floraison et une fructification étalée dans l'année ;
- protection des plants avec des **manchons anti-gibier biodégradables**.
- Pour rendre la haie plus dense :
  - recépage des arbustes à N+1 ;
  - défourchage des arbres à N+2 et N+3.

Référence Théma : C1.1a	MC1 : Plantation de haies bocagères



Exemple de séquence de haie bocagère © O.G.E.

(les grands ronds correspondent aux arbres, les petits aux arbustes,
les couleurs aux différentes essences)

Modalités d'entretien des haies :

- **taille des côtés tous les 2 ans au lamier** (épareuse proscrite) ;
- **émondage des arbres tous les 7 ans** pour favoriser la formation de cavités utilisables par la faune cavernicole.

Les **essences horticoles et invasives sont à proscrire**, les espèces seront exclusivement choisies parmi les suivantes :

Arbres : *Acer campestre* Érable champêtre*, Castanea sativa* Châtaignier*, Fagus sylvatica* Hêtre*, Fraxinus excelsior* Frêne élevé*, , Quercus robur* Chêne pédonculé.

Arbustes *: Salix caprea* Saule marsault, *Cornus sanguinea* Cornouiller sanguin, *Corylus avellana* Noisetier, *Crataegus laevigata* Aubépine à deux styles, *Crataegus monogyna* Aubépine à un style, *Euonymus europaeus* Fusain d'Europe, *Ilex aquifolium* Houx, *Ligustrum vulgare* Troène commun, *Prunus spinosa* Prunellier, *Rosa canina* Rosier des chiens.

La **strate arborée** comptera au **minimum 3 essences** différentes, la **strate arbustive 6.**

Des arbrisseaux peuvent également venir en complément : *Calluna vulgaris* Callune*, Erica cinerea* Bruyère cendrée*, Ulex europaeus* Ajonc d'Europe, *Cytisus scoparius* Genêt à balais.

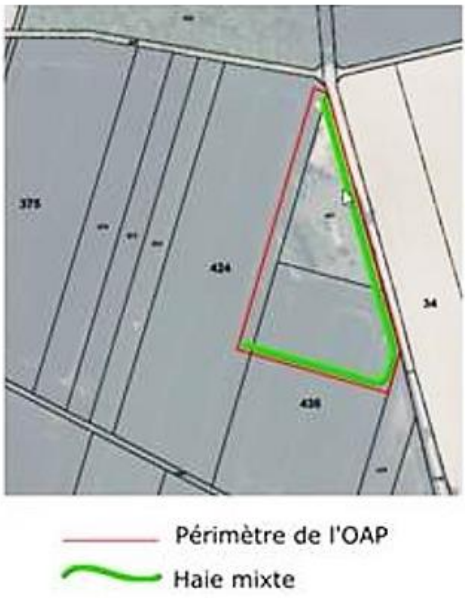
Ces listes correspondent à une proposition, la palette végétale pourra être adaptée selon les conditions édaphiques en discussion avec un écologue et l'entreprise chargée de la plantation.

Limites, observations

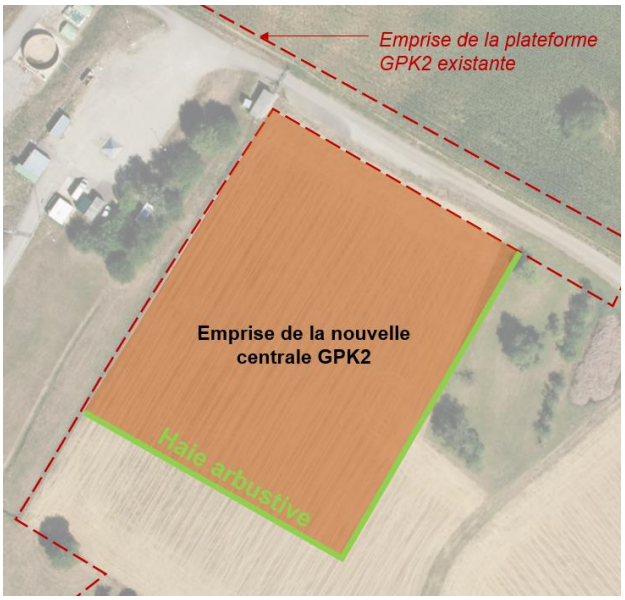
Si le cahier des charges de l'entretien n'est pas respecté ou que les espèces choisies ne sont pas adaptées, la haie risque de mourir avant même d'être fonctionnelle.

Référence Théma : C1.1a	MC1 : Plantation de haies bocagères

Localisation



LOCALISATION DE LA FUTURE HAIE BOCAGERE D'OPS4



POTENTIELLE PLANTATION DE HAIE AUTOUR DU PROJET GPK2

Modalités de suivi

- Vérification du respect des prescriptions.
- Suivi de la colonisation des haies par la faune.
- Suivi du bon état sanitaire des plantations.

9. ETUDE D'INCIDENCES NATURA 2000

Le site d'étude est à plus de 2 km des zones Natura 2000 les plus proches qui sont la ZPS «FR4211790 Forêt de Haguenau », désignée au titre de la Directive Oiseaux et la ZSC « FR4201798 Massif forestier de Haguenau » au titre de la Directive Habitats. La **directive « Oiseaux** » (1979) propose la conservation à long terme des espèces d'oiseaux sauvages de l'Union Européenne en ciblant 181 espèces et sous-espèces menacées qui nécessitent une attention particulière. Plus de 3 000 sites ont été classés par les Etats de l'Union en tant que Zones de Protection Spéciales (ZPS). **La directive « Habitats-faune-flore »** (1992) quant à elle établit un cadre pour les actions communautaires de conservation d'espèces de faune et de flore sauvages ainsi que de leur habitat. Cette directive répertorie plus de 200 types d'habitats naturels, 200 espèces animales et 500 espèces végétales présentant un intérêt communautaire et nécessitant une protection. Les Zones Spéciales de Conservation (ZSC), actuellement plus de 20 000 pour 12% du territoire européen, permettent une protection de ces habitats et espèces menacées.

Etant donné la nature des travaux prévus et la distance qui sépare les deux zones, **on considère que les impacts directs du projet seront négligeables** pour ces zones. Par ailleurs, on ne retrouve aucun habitat d'intérêt communautaire sur le site.

9.1. DESTRUCTION ET/OU ALTERATION D'HABITATS D'ESPECES D'INTERET COMMUNAUTAIRE

Comme décrit précédemment, la Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio,* espèce déterminante ZNIEFF inscrite à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux niche sur le site d'étude. Les emplacements présumés des nids sont à proximité immédiate des futures zones de travaux. Le projet semble donc avoir des impacts sur cette espèce, que cela soit par dérangement ou par destruction directe du milieu. **Toutefois, les impacts sur la population de Pie-grièche écorcheur des zones de protection Natura 2000 les plus proches seront négligeables**.

D'autres espèces comprises dans la liste des espèces déterminantes pour les ZPS et ZSC les plus proches des milieux semi-ouverts pourraient subir ce dérangement en phase travaux. Toutefois si jamais la période de travaux venait à être adaptée, avec une conservation de ces haies, l'impact du projet serait minime.

D'autres espèces figurant à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux fréquentent le site mais n'y nichent pas (Milan royal, Cigogne blanche). **Les impacts sur celles-ci seront donc négligeables.**

9.2. ANALYSE DES EFFETS ET CONCLUSION

Du fait de la distance qui sépare la zone d'étude et les zones Natura 2000 les plus proches, **on considère les impacts directs du projet sur ces zones comme négligeables**. Ainsi, la nature des travaux réalisés additionnée à cette distance fait que les impacts sur les espèces et les habitats de ces zones Natura 2000 sont aussi négligeables. En revanche, le projet pourrait porter atteinte à certaines espèces déterminantes inscrites à l'Annexe 1 de la Directive Oiseaux, sans pour autant affecter significativement les populations qui y vivent et remettre en cause l'état de conservation des espèces ayant justifié la désignation des sites. Les mesures prévues permettront de réduire et compenser ces impacts.

10. BIBLIOGRAPHIE

ACEMAV coll., DUGUET R. & MELKI F. éd, 2003. *Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg*. Collection Parthénope, éditions Biotope, 480 p.

ANONYME, 1999.- *Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne - EUR15*. Commission européenne, DG Environnement, Protection de la nature, zones côtières et tourisme. 132 p.

BELLMANN H. & LUQUET G., 1995. *Guide des Sauterelles, Grillons et Criquets d'Europe*. Delachaux et Niestlé, 383 p.

CHINERY M., 1998. *Insectes d'Europe*. Arthaud, 320 p.

CHOPARD L., 1951. *Faune de France* : *Orthoptéroïdes*. Ed. Lechevallier, Paris, 531 p.

CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS & OFFICE NATIONAL DES FORETS (coord.), 2004. *Référentiel des habitats reconnus d'intérêt communautaire de la bande rhénane : Description, états de conservation & mesures de gestion*. Programme LIFE Nature de conservation et restauration des habitats de la bande rhénane. 158 p.

CORAY A. & THORENS Ph., 2001. *Orthoptères de Suisse : clé de détermination*. Centre suisse de cartographie de la faune. Fauna helvetica 5, 229 p.

DEFAUT B., 2001. *La détermination des Orthoptères de France* – deuxième édition. Ed. BD, Aynat, 09400. 85 p.

DEFAUT B., SARDET E. & BRAUD Y. (coordinateurs au titre de l'ASCETE), 2009 – *Catalogue permanent de l'entomofaune française, fascicule 7, Orthoptera : Ensifera et Caelifera*. U.E.F. éditeur, Dijon, 94 p.

DUVAL M., HOG J., & SAINT-VAL M., 2020. Liste catégorisée des espèces exotiques envahissantes de la région Grand Est. Pôle lorrain du futur Conservatoire Botanique National Nord-Est, Conservatoire Botanique d'Alsace et Conservatoire botanique du Bassin Parisien (antenne de Champagne Ardenne). 17 p. + annexe.

FERREZ Y. et al., 2011. *Synopsis des groupements végétaux de Franche-Comté*. Société Botanique de Franche-Comté, Conservatoire Botanique National de Franche-Comté, Les Nouvelles Archives de Flore jurassienne et du Nord-Est de la Franche, n°spécial, 1, 281 p.

FERREZ Y., 2006. Définition d'une stratégie de lutte contre les espèces invasives de Franche-Comté - Proposition d'une liste hiérarchisée. Conservatoire Botanique de Franche-Comté, DIREN Franche-Comté, Union Européenne, 71 p + annexes.

KONRAD L. et GERHART W., 2001. *Flora Helvetica – Flore illustrée de Suisse*. 2ème édition. Haupt, 1616 p. + clé de détermination.

LAFRANCHIS T., 2000. *Les Papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles*. Parthénope Collection, 448 p.

LAFRANCHIS T., 2007. *Les Papillons d'Europe.* DIATHEO, 379 p.

LANGHE (de) J.-E., DELVOSALLE L., DUVIGNEAUD J., LAMBIBON J., VANDEN BERGHEN C., 1983. *Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines*. Edit. du Patrimoine du jardin botanique national de Belgique.

MARCHESI P., BLANT M. & CAPT S.,éds., 2008. *Mammifères de Suisse – Clés de détermination*. Fauna – helvetica 21, CSF & SSBF Neuchâtel, 289 p.

MULLARNEY K., SVENSSON L., ZETTERSTROM D., J. GRANT P., 2004. *Le Guide ornitho*. Delachaux et Niestlé éd, Paris, 400 p.

MULLER S. (coord.), 2004. *Plantes invasives en France*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 168 p.

OLIVIER L., GALLAND J.-P., MAURIN H. (Coord.), 1995. *Livre rouge de la flore menacée de France, Tome 1 : espèces prioritaires*. MNHN, CBN Porquerolles, Ministère de l'Environnement, 486 p.

RAMEAU J.-C., MANSION D., DUMÉ G.,1989. *Flore forestière française. T1 plaines et collines*. IDF.

TOLMAN T. & LEWINGTON R., 1999. *Guide des Papillons d'Europe et d'Afrique du Nord*. Ed. Delachaux & Niestlé, 320 p.

ZNIEFF, ZPS et ZSC :

B. Toury et F. Schaller, Office de Génie Écologique - O.G.E., .- 420007113, Vallée du Seltzbach et massif du Niederwald. - INPN, SPN-MNHN Paris, 14 p.

MNHN. INPN - FSD Natura 2000 - FR4201798 - Massif forestier de Haguenau - Description. 2005, https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR4201798.

MNHN. INPN - FSD Natura 2000 - FR4211790 - Forêt de Haguenau - Description. 2005, https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR4211790.

11. ANNEXES

11.1. LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES DANS LES TABLEAUX

Dir. H. : Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 dite « **directive Habitats-Faune-Flore** » concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, elle est entrée en vigueur le 5 juin 1994. Elle a pour objet de maintenir la biodiversité en Europe par la prise en compte des habitats naturels les plus menacés ainsi que de leur faune et de leur flore sauvages, tout en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles et régionales.

Dir. O. : Directive 79/409/CEE dite « **directive Oiseaux** », entrée en vigueur le 6 avril 1981. Ce texte établit un système général de protection de toutes les espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen des états membres. En outre, la directive met l'accent sur la préservation, le maintien et le rétablissement d'une diversité et d'une superficie suffisante d'habitats.

Les catégories des listes rouges (LR) France sont :

CR	En danger critique d'extinction
EN	En danger
VU	Vulnérable

NT : quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises) ;

LC : préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible) ;

DD ou **NE** : données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes).

Les catégories UICN des listes rouges Alsace 2014 sont :

RE : Taxon éteint en Alsace

Taxons menacés de disparition en Alsace :

CR*	Présumé disparu
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable

Autres catégories :

NT : Quasi-menacé (taxon proche du seuil des taxons menacés ou qui pourrait être menacé si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises).

LC : Préoccupation mineure (taxon pour lequel le risque de disparition d'Alsace est faible).

DD : Données insuffisantes (taxon pour lequel l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes).

NA : Non applicable. Taxon non évalué car :

(i) : Taxon introduit en Alsace dans la période récente (après 1500 pour la faune et la fonge, après 1900 pour la flore) ;

(o) : Taxon occasionnel, non implanté en Alsace.

(r) : Taxon apparu depuis moins de 10 ans.

(nc) : Taxon au statut d'indigénat non confirmé.

nc : Taxon non confirmé, signalé dans la période récente (après 1500), mais présence non confirmée ou jugée douteuse.

Cotation ZNIEFF :

Pour chaque espèce de la liste d'espèces déterminantes, un coefficient révélateur de l'importance de l'espèce dans la définition des ZNIEFF a été calculé et attribué aux espèces. Ainsi, il a été décidé de définir quatre valeurs de cotation :

1 : la présence du taxon suffit à la désignation d'une ZNIEFF ;

2 : 2 à 4 taxons de note 2 peuvent justifier la désignation d'une ZNIEFF ;

3 : la présence de plusieurs taxons de note 3 est nécessaire à la désignation d'une ZNIEFF ;

0 : le taxon peut être considéré comme déterminant ZNIEFF mais sous condition.

Les catégories de la liste rouge France Orthoptères et domaine némoral sont :

1 : Espèce proche de l'extinction ou déjà éteinte ;

2 : Espèce fortement menacée d'extinction ;

3 : Espèce menacée, à surveiller ;

4 : Espèce non menacée, en l'état actuel des connaissances ;

? : Statut inconnu.

11.2. LISTE DES ESPECES VEGETALES RECENSEES SUR LA ZONE D'ETUDE

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection (N et R)	Liste Rouge Alsace	ZNIEFF
Achillea millefolium L., 1753	Achillée millefeuille		LC	
Agrimonia eupatoria L., 1753	Aigremoine eupatoire		LC	
Agrostis capillaris L., 1753	Agrostide capillaire		LC	
Alnus glutinosa (L.) Gaertn., 1790	Aulne glutineux		LC	
Amaranthus retroflexus L., 1753	Amarante réfléchie			
Anemone nemorosa L., 1753	Anémone des bois		LC	
Anisantha sterilis (L.) Nevski, 1934	Brome stérile		LC	
Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm., 1814	Anthrisque sylvestre		LC	
Argentina anserina (L.) Rydb., 1899	Potentille ansérine		LC	
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl, 1819	Fromental élevé		LC	
Artemisia vulgaris L., 1753	Armoise commune		LC	
Bellis perennis L., 1753	Pâquerette vivace		LC	
Betula pubescens Ehrh., 1791	Bouleau pubescent		LC	
Bromus hordeaceus L., 1753	Brome mou		LC	
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik., 1792	Capselle bourse-à-pasteur		LC	
Carex flacca Schreb., 1771	Laîche glauque		LC	
Carex hirta L., 1753	Laîche hérissée		LC	
Centaurea jacea subsp. jacea L., 1753	Centaurée jacée		LC	
Cerastium fontanum subsp. vulgare (Hartm.) Greuter & Burdet, 1982	Céraiste commun		LC	
Chenopodium album L., 1753	Chénopode blanc		LC	
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	Cirse des champs		LC	
Cirsium vulgare (Savi) Ten., 1838	Cirse commun		LC	
Clematis vitalba L., 1753	Clématite des haies		LC	
Convolvulus arvensis L., 1753	Liseron des champs		LC	
Convolvulus sepium L., 1753	Liseron des haies		LC	
Cornus sanguinea L., 1753	Cornouiller sanguin		LC	
Corylus avellana L., 1753	Noisetier commun		LC	
Crataegus monogyna Jacq., 1775	Aubépine à un style		LC	
Cynosurus cristatus L., 1753	Crételle		LC	
Dactylis glomerata L., 1753	Dactyle aggloméré		LC	
Daucus carota L., 1753	Carotte sauvage		LC	
Echinochloa crus-galli (L.) P.Beauv., 1812	Échinochloa pied-de-coq			
Epilobium hirsutum L., 1753	Épilobe hérissé		LC	
Equisetum arvense L., 1753	Prêle des champs		LC	
Ervilia hirsuta (L.) Opiz, 1852	Vesce hérissée		LC	
Eupatorium cannabinum L., 1753	Eupatoire chanvrine		LC	
Euphorbia cyparissias L., 1753	Euphorbe faux cyprès		LC	
Euphorbia helioscopia L., 1753	Euphorbe réveil matin		LC	
Festuca rubra L., 1753	Fétuque rouge		LC	
Filipendula ulmaria (L.) Maxim., 1879	Reine des près		LC	
Fraxinus excelsior L., 1753	Frêne commun		LC	
Galium album Mill., 1768	Gaillet blanc			
Galium aparine L., 1753	Gaillet gratteron		LC	
Galium mollugo L., 1753	Gaillet commun		LC	
Geranium dissectum L., 1755	Géranium découpé		LC	
Geranium robertianum L., 1753	Géranium herbe-à-Robert		LC	
Geum urbanum L., 1753	Benoîte des villes		LC	

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection (N et R)	Liste Rouge Alsace	ZNIEFF
Glechoma hederacea L., 1753	Lierre terrestre		LC	
Hedera helix L., 1753	Lierre grimpant		LC	
Holcus lanatus L., 1753	Houlque laineuse		LC	
Hypericum perforatum L., 1753	Millepertuis perforé		LC	
Jacobaea vulgaris Gaertn., 1791	Jacobée commune		LC	
Juglans regia L., 1753	Noyer			
Lactuca serriola L., 1756	Laitue scariole		LC	
Lamium album L., 1753	Lamier blanc		LC	
Lathyrus pratensis L., 1753	Gesse des prés		LC	
Leucanthemum ircutianum DC., 1838	Marguerite			
Ligustrum vulgare L., 1753	Troène commun		LC	
Linaria vulgaris Mill., 1768	Linaire commune		LC	
Lolium perenne L., 1753	Ray-grass anglais		LC	
Lotus corniculatus L., 1753	Lotier corniculé		LC	
Lysimachia arvensis (L.) U.Manns & Anderb., 2009	Lysimaque des champs		LC	
Lysimachia nummularia L., 1753	Lysimaque nummulaire		LC	
Lythrum salicaria L., 1753	Salicaire commune		LC	
Medicago lupulina L., 1753	Luzerne lupuline		LC	
Melilotus albus Medik., 1787	Mélilot blanc		LC	
Mentha suaveolens Ehrh., 1792	Menthe à feuilles rondes			
Mercurialis annua L., 1753	Mercurile annuelle		LC	
Papaver rhoeas L., 1753	Coquelicot		LC	
Phalaris arundinacea L., 1753	Baldingère faux roseau		LC	
Phytolacca americana L., 1753	Raisin d'Amérique			
Pimpinella saxifraga L., 1753	Petit boucage		LC	
Plantago lanceolata L., 1753	Plantain lancéolé		LC	
Plantago major L., 1753	Plantain élevé		LC	
Poa annua L., 1753	Pâturin annuel		LC	
Poa pratensis L., 1753	Pâturin des prés		LC	
Poa trivialis L., 1753	Pâturin commun		LC	
Polygonum aviculare L., 1753	Renouée des oiseaux		LC	
Populus nigra L., 1753	Peuplier noir		LC	
Populus tremula L., 1753	Peuplier tremble		LC	
Potentilla argentea L., 1753	Potentille argentée		LC	
Potentilla reptans L., 1753	Potentille rampante		LC	
Prunus avium (L.) L., 1755	Prunier merisier		LC	
Prunus domestica L., 1753	Prunier domestique			
Prunus spinosa L., 1753	Epine noire		LC	
Ranunculus acris L., 1753	Renoncule âcre		LC	
Robinia pseudoacacia L., 1753	Robinier faux-acacia			
Rosa L., 1753	Églantier			
Rubus fruticosus L., 1753	Ronce commune		LC	
Rubus L., 1753	Ronce			
Rumex obtusifolius L., 1753	Patience à feuilles obtuses		LC	
Salix alba L., 1753	Saule blanc		LC	
Salix cinerea L., 1753	Saule cendré		LC	
Sambucus nigra L., 1753	Sureau noir		LC	
Schedonorus arundinaceus (Schreb.) Dumort., 1824	Schédonore roseau		LC	
Schedonorus pratensis (Huds.) P.Beauv., 1812	Fétuque des prés		LC	
Setaria pumila (Poir.) Roem. & Schult., 1817	Sétaire naine			

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection (N et R)	Liste Rouge Alsace	ZNIEFF
Silene latifolia Poir., 1789	Silène à feuilles larges		LC	
Solanum nigrum L., 1753	Morelle noire		LC	
Solidago gigantea Aiton, 1789	Tête d'or			
Sonchus asper (L.) Hill, 1769	Laiteron épineux		LC	
Stellaria graminea L., 1753	Stellaire graminée		LC	
Symphytum officinale L., 1753	Consoude officinale		LC	
Tanacetum vulgare L., 1753	Tanaisie commune		LC	
Taraxacum F.H.Wigg., 1780	Pissenlit			
Tilia cordata Mill., 1768	Tilleul à petites feuilles		LC	
Trifolium pratense L., 1753	Trèfle des prés		LC	
Trifolium repens L., 1753	Trèfle rampant		LC	
Trisetum flavescens (L.) P.Beauv., 1812	Trisète jaunissant		LC	
Typha latifolia L., 1753	Massette à feuilles larges		LC	
Urtica dioica L., 1753	Ortie dioïque		LC	
Verbena officinalis L., 1753	Verveine officinale		LC	
Veronica arvensis L., 1753	Véronique des champs		LC	
Veronica persica Poir., 1808	Véronique de Perse			
Vicia sepium L., 1753	Vesce des haies		LC	
Vulpia myuros (L.) C.C.Gmel., 1805	Vulpie queue-de-rat		LC	

11.3. RESULTATS TOUS TAXONS DES INVENTAIRES FAUNE

11.3.1. Les mammifères

Nom français	Nom scientifique	Liste rouge France (2017)	Dir. H	Statut de protection arrêté du 23 avril 2007	Liste rouge Alsace	Espèces déterminantes ZNIEFF Alsace	Présence sur la zone d'étude	Enjeu
Chevreuil	*Capreolus capreolus*	LC			LC		passage/ alimentation	Faible
Renard roux	*Vulpes vulpes*	LC			LC		passage/ alimentation/reproduction	Faible
Lièvre d'Europe	*Lepus europaeus*	LC			NT	10	passage/alimentation/repos	Moyen

11.3.2. Les reptiles

Nom français	Nom scientifique	Dir. H	Statut de protection arrêté du 19 nov 2007	Liste rouge Alsace 2014	Espèces déterminantes ZNIEFF Alsace	Enjeu
Lézard des murailles	*Podarcis muralis*	IV	Article 2	LC	5	Moyen
Lézard des souches	*Lacerta agilis agilis*	IV	Article 2	LC		Faible
Orvet fragile	*Anguis fragilis*	0	Article 3	LC		Faible

11.3.3. Les oiseaux

Nom latin	Nom vernaculaire	Statut de protection arrêté du 29 octobre 2009	Liste rouge France Oiseaux nicheurs (2016)	Dir. Oiseaux	Liste rouge Alsace (2014)	Cotation ZNIEFF	Présence sur la zone d'étude	Enjeu
Mésange bleue	*Cyanistes caeruleus*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Buse variable	*Buteo buteo*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Milan royal	*Milvus milvus*	article 3	VU	Annexe 1	EN	100	Passage	Faible
Bondrée apivore	*Pernis apivorus*	article 3	LC	Annexe 1	VU	5	Passage	Faible
Faucon crécerelle	*Falco tinnunculus*	article 3	NT		LC		Nicheur certain	Faible
Cigogne blanche	*Ciconia ciconia*	article 3	LC	Annexe 1	LC	5	Passage	Faible
Pigeon ramier	*Columba palumbus*		LC	Annexe 3	LC		Nicheur potentiel	Faible
Coucou gris	*Cuculus canorus*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Alouette des champs	*Alauda arvensis*		NT	Annexe 2	NT		Nicheur potentiel	Moyen
Grimpereau des jardins	*Certhia brachydactyla*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Corneille noire	*Corvus corone*		LC	Annexe 2	LC		Nicheur potentiel	Faible
Corbeau freux	*Corvus frugilegus*		LC	Annexe 2	LC		Passage	Faible
Choucas des tours	*Corvus monedula*	article 3	LC	Annexe 2	NT		Passage	Faible
Geai des chênes	*Garrulus glandarius*		LC	Annexe 2	LC		Nicheur potentiel	Faible
Pie bavarde	*Pica pica*		LC	Annexe 2	LC		Nicheur potentiel	Faible
Bruant jaune	*Emberiza citrinella*	article 3	VU		VU		Nicheur potentiel	Moyen
Linotte mélodieuse	*Linaria cannabina*	article 3	VU		VU		Nicheur potentiel	Moyen
Chardonneret élégant	*Carduelis carduelis*	article 3	VU		LC		Nicheur potentiel	Moyen
Verdier d'Europe	*Chloris chloris*	article 3	VU		LC		Nicheur potentiel	Moyen
Pinson des arbres	*Fringilla coelebs*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Pie-grièche écorcheur	*Lanius collurio*	article 3	NT	Annexe 1	VU		Nicheur potentiel	Fort
Pipit des arbres	*Anthus trivialis*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Bergeronnette grise	*Motacilla alba*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Bergeronnette printanière	*Motacilla flava*	article 3	LC		VU	100	Nicheur potentiel	Moyen
Gobemouche gris	*Muscicapa striata*	article 3	NT		NT	20	Nicheur potentiel	Moyen
Loriot d'Europe	*Oriolus oriolus*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Mésange charbonnière	*Parus major*	article 3	LC		LC		Nicheur certain	Faible
Moineau domestique	*Passer domesticus*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Moineau friquet	*Passer montanus*	article 3	EN		NT		Nicheur potentiel	Moyen
Accenteur mouchet	*Prunella modularis*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Étourneau sansonnet	*Sturnus vulgaris*		LC	Annexe 2	LC		Nicheur potentiel	Faible
Rougegorge familier	*Erithacus rubecula*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Rossignol philomèle	*Luscinia megarhynchos*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Rougequeue noir	*Phoenicurus ochruros*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Rougequeue à front blanc	*Phoenicurus phoenicurus*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Pouillot véloce	*Phylloscopus collybita*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Pouillot fitis	*Phylloscopus trochilus*	article 3	NT		NT		Nicheur potentiel	Moyen
Fauvette à tête noire	*Sylvia atricapilla*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Fauvette des jardins	*Sylvia borin*	article 3	NT		LC		Nicheur potentiel	Faible
Fauvette grisette	*Sylvia communis*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Merle noir	*Turdus merula*		LC	Annexe 2	LC		Nicheur potentiel	Faible
Grive musicienne	*Turdus philomelos*		LC	Annexe 2	LC		Nicheur potentiel	Faible
Pic épeiche	*Dendrocopos major*	article 3	LC		LC		Nicheur potentiel	Faible
Tarier pâtre	*Saxicola rubicola*	article 3	NT		LC		Nicheur potentiel	Moyen

11.3.4. Les insectes

Nom français	Nom scientifique	Statut de protection arrêté du 23 avril 2007	Liste rouge France	Dir. H	Liste rouge Alsace 2014	Espèces déterminantes ZNIEFF Alsace	Enjeu
Orthoptères							
Aïolope émeraudine	*Aiolopus thalassinus*		4		NT	20	Moyen
Conocéphale bigarré	*Conocephalus fuscus*		4		LC		Faible
Conocéphale gracieux	*Ruspolia nitidula*		4		Nar	5	Moyen
Criquet des pâtures	*Pseudochorthippus parallelus*		4		LC		Faible
Criquet duettiste	*Gomphocerippus brunneus*		4		LC		Faible
Criquet ensanglanté	*Stethophyma grossum*		4		NT	10	Moyen
Criquet marginé	*Chorthippus albomarginatus*		4		NT	20	Moyen
Criquet mélodieux	*Gomphocerippus biguttulus*		4		LC		Faible
Criquet verte-échine	*Chorthippus dorsatus*		4		NT		Faible
Decticelle cendrée	*Pholidoptera griseoaptera*		4		LC		Faible
Gomphocère roux	*Gomphocerippus rufus*		4		LC		Faible
Grande Sauterelle verte	*Tettigonia viridissima*		4		LC		Faible
Grillon champêtre	*Gryllus campestris*		4		LC		Faible
Odonates							
Orthétrum réticulé	*Orthetrum cancellatum*		LC		LC		Faible
Agrion à larges pattes	*Platycnemis pennipes*		LC		LC		Faible
Lépidoptères							
Petite Tortue	*Aglais urticae*		LC		LC		Faible
Azuré des Nerpruns	*Celastrina argiolus*		LC		LC		Faible
Fadet commun	*Coenonympha pamphilus*		LC		LC		Faible
Mégère	*Lasiommata megera*		LC		LC		Faible
Myrtil	*Maniola jurtina*		LC		LC		Faible
Demi-Deuil	*Melanargia galathea*		LC		LC		Faible
Sylvaine	*Ochlodes sylvanus*		LC		LC		Faible
Tircis	*Pararge aegeria*		LC		LC		Faible
Piéride de la Rave	*Pieris rapae*		LC		LC		Faible
Azuré de la Bugrane	*Polyommatus icarus*		LC		LC		Faible
Amaryllis	*Pyronia tithonus*		LC		LC		Faible
Vulcain	*Vanessa atalanta*		LC		LC		Faible

11.4. RESULTATS DES SONDAGES PEDOLOGIQUES

11.4.1. Description des sondages

N°	Emplacement	Type de sol (cf. plus haut)	Horizons / texture	Synthèse zone humide d'après la pédologie	Profondeur de refus (impénétrable)	Profondeur d'apparition des traces d'oxydo-réduction g marquée	Profondeur d'apparition des traces d'oxydo-réduction (g) peu marquée	Remarques
1	Dans une culture	1	• 0 à 40 cm Argilo-limoneux, Munsel (10YR) 4/4, sans trace de pseudogley • 40 à 120 cm Argilo-limoneux, Munsel (10YR) 5/4, traces de pseudogley à partir de 40 cm	Non	120	40	/	
2	Dans une culture	2	• 0 à 40 cm Limono-argileux, Munsel (10YR) 6/3, sans trace de pseudogley • 40 à 80 cm Argilo-limoneux, Munsel (10YR) 5/6, traces de pseudogley à partir de 40 cm • 80-110 cm Argilo-limoneux, Munsel (10YR) 5/6, traces de pseudogley, sol compact à 110 cm	Non	110	40	/	
3	Dans une culture	3	• 0 à 30 cm Argilo-limoneux, Munsel (10YR) 4/4, sans trace de pseudogley • 30 à 60 cm Argilo-limoneux, Munsel (10YR) 8/8, traces de pseudogley peu marqués à partir de 30 cm • 60-120 cm Argilo-limono-sableux, Munsel (10YR) 8/4, traces de pseudogley à 60 cm, sol compact à 110 cm	Non	120	60	30	

N°	Emplacement	Type de sol (cf. plus haut)	Horizons / texture	Synthèse zone humide d'après la pédologie	Profondeur de refus (impénétrable)	Profondeur d'apparition des traces d'oxydo-réduction g marquée	Profondeur d'apparition des traces d'oxydo-réduction (g) peu marquée	Remarques
4	Dans une culture de colza	4	• 0 à 40 cm Argilo-limono-sableux, Munsel (10YR) 4/4, sans trace de pseudogley • 40 à 100 cm Argilo-limoneux, Munsel (10YR) 6/6, traces de pseudogley peu marqué à partir de 40 cm, sol compact à 100 cm	Non	100	/	40	
5	Dans une culture de Betterave sucrière	5	• 0 à 90 cm Limono-argilo-sableux, Munsel (10YR) 4/4, traces de pseudogley à partir de 75 cm, s'intensifie en profondeur, sol compact à 90 cm	Non	90	75	/	
6	Dans une prairie mésophile	6	• 0 à 40 cm Limono-argilo-sableux, Munsel (7.5YR) 4/4, sans trace de pseudogley • 40 à 100 cm Argilo-limoneux, Munsel (10YR) 6/6, traces de pseudogley à partir de 50 cm, s'intensifie en profondeur, sol compact à 100 cm	Non	100	50	/	
7	Dans une culture de colza	7	• 0 à 30 cm Limono-argileux, Munsel (10YR) 5/6, traces de pseudogley à 25 cm mais inférieur à 5% • 30 à 90 cm Argilo-limoneux, Munsel (10YR) 6/6, traces de pseudogley à partir de 30 cm, sol compact à 90 cm	Non	90	30	25	

N°	Emplacement	Type de sol (cf. plus haut)	Horizons / texture	Synthèse zone humide d'après la pédologie	Profondeur de refus (impénétrable)	Profondeur d'apparition des traces d'oxydo-réduction g marquée	Profondeur d'apparition des traces d'oxydo-réduction (g) peu marquée	Remarques
8	Dans une culture de colza	8	• 0 à 40 cm Limono-argilo-sableux, Munsel (10YR) 4/2, pas de trace de pseudogley • 40 à 110 cm Argilo-limono-sableux, Munsel (10YR) 7/4, traces de pseudogley à partir de 40 cm, s'intensifie en profondeur, sol compact à 110 cm	Non	110	40	/	
9	Dans une culture de maïs	9	• 0 à 60 cm Limono-argileux, Munsel (10YR) 4/4, pas de trace de pseudogley • 60 à 100 cm Argilo-limoneux, Munsel (10YR) 7/4, traces de pseudogley à partir de 100 cm mais inférieur à 5%	Non	120	/	100	
10	Dans une culture de colza	10	• 0 à 30 cm Limono-argileux, Munsel (10YR) 4/4, pas de trace de pseudogley • 30 à 120 cm Limono-argileux, Munsel (10YR) 7/4, traces de pseudogley à partir de 60 cm, sol saturé en eau à 80 cm	Non	120	60	/	
11	Dans une culture de maïs	10	• 0 à 50 cm Limono-argileux, Munsel (10YR) 2.5/3, pas de trace de pseudogley • 50 à 120 cm Limono-argileux, Munsel (10YR) 6/8, traces de pseudogley à partir de 80 cm	Non	120	80	/	

11.4.2. Photographie des sondages

Sondage 1



Sondage 2



Sondage 3



Sondage 4



Sondage 5



Sondage 6



Sondage 7



Sondage 8



Sondage 9



Sondage 10



Sondage 11

