



**Autorité environnementale**

**Avis délibéré de l’Autorité environnementale  
sur le permis exclusif de recherches  
d’hydrogène natif des Trois-Évêchés (54-57)**

**n°Ae : 2025-022**

Avis délibéré n° 2025-022 adopté lors de la séance du 15 mai 2025

## **Préambule relatif à l'élaboration de l'avis**

*L'Ae<sup>1</sup> s'est réunie le 15 mai 2025 à La Défense. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur le permis exclusif de recherches d'hydrogène natif des Trois-Évêchés (54, 57).*

*Ont délibéré collégalement : Sylvie Banoun, Nathalie Bertrand, Karine Brulé, Marc Clément, Virginie Dumoulin, Christine Jean, Noël Jouteur, François Letourneux, Olivier Milan, Jean-Michel Nataf, Éric Vindimian*

*En application de l'article 4 du règlement intérieur de l'Ae, chacun des membres délibérants cités ci-dessus atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans le présent avis.*

*N'ont pas participé à la délibération, en application de l'article 4 du règlement intérieur de l'Ae : Laurent Michel, Alby Schmitt.*

*Étaient absent(e)s : Serge Muller, Laure Tourjansky, Véronique Wormser.*

\* \*

*L'Ae a été saisie pour avis par la Direction générale de l'énergie et du climat, l'ensemble des pièces constitutives du dossier ayant été reçues le 7 février 2025.*

*Cette saisine étant conforme aux dispositions de l'article R. 122-26 du code de l'environnement relatif à l'autorité environnementale prévue à l'article L. 122-1 du même code, il en a été accusé réception et l'avis a vocation à être rendu dans un délai de trois mois.*

*Conformément aux articles R. 122-7 et R. 122-21 du code de l'environnement, l'Ae a consulté par courriers du 11 février 2025 :*

- Le préfet de la région Grand Est (direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement), qui a transmis une contribution le 5 mars 2025,*
- la préfète de Meurthe-et-Moselle, qui a transmis une contribution le 11 mars 2025 et le préfet de Moselle, qui a transmis une contribution le 24 avril 2025,*
- la directrice générale de l'Agence régionale de santé (ARS) de Grand Est, qui a transmis une contribution le 10 et le 14 mars 2025.*

*Sur le rapport de Sylvie Banoun qui a rencontré sur site la société La Française de l'énergie le 25 avril 2025, après en avoir délibéré, l'Ae rend l'avis qui suit.*

**Pour chaque plan, programme et projet soumis à évaluation environnementale, une autorité environnementale désignée par la réglementation doit donner son avis et le mettre à disposition du maître d'ouvrage, de l'autorité décisionnaire et du public.**

**Cet avis porte sur la qualité de l'évaluation environnementale présentée par le maître d'ouvrage ou la personne responsable et sur la prise en compte de l'environnement par le plan, le programme ou le projet. Il vise à permettre d'améliorer sa conception, ainsi que l'information du public et sa participation à l'élaboration des décisions qui s'y rapportent. L'avis ne lui est ni favorable, ni défavorable et ne porte pas sur son opportunité.**

**Le présent avis est publié sur le site de l'Ae. Il est intégré dans le dossier soumis à la consultation du public.**

<sup>1</sup> Formation d'autorité environnementale de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD).

# Synthèse de l'avis

La société La Française de l'énergie (FDE), société anonyme à conseil d'administration, introduite en bourse en juin 2016, a déposé une demande de permis exclusif de recherches (PER) de mines d'hydrogène natif dissous dans l'aquifère du Carbonifère lorrain, dit « Permis des Trois-Évêchés » sur un périmètre de 2 254 km<sup>2</sup>, inscrits dans le bassin houiller lorrain au sud de la faille de Metz, dans les départements de la Moselle (57) et de la Meurthe-et-Moselle (54). Un tel permis, s'il était octroyé, lui donnerait l'exclusivité de la recherche dans cette zone. Les forages qui en découleraient seraient soumis à une procédure d'autorisation de travaux. L'avis de l'Ae porte sur le seul dossier de PER.

La demande de PER s'inscrit dans le prolongement de la découverte fortuite, au cours du programme de recherches Regalor conduit sous la responsabilité scientifique de l'Université de Lorraine et du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), dans un puits exploité par FDE d'environ 1 100 m de profondeur, de la présence d'hydrogène natif dont la concentration croît fortement avec la profondeur. La demande de PER est effectuée en parallèle d'un deuxième programme de recherches (Regalor II) dans le même cadre partenarial, qui comprend la réalisation d'un nouveau forage de 4 000 m, en vue d'affiner la connaissance des modalités de production d'hydrogène en vue de son éventuelle exploitation ultérieure.

Le rapport environnemental est suffisamment précis sur l'état initial à ce stade mais l'articulation entre Regalor II et le PER est mal explicitée alors qu'ils participent sans doute d'un même projet au sens du code de l'environnement.

Le PER visant principalement à réaliser un modèle géologique en trois dimensions à l'échelle de la région pour améliorer la connaissance des phénomènes à l'œuvre, ses incidences sont évidemment limitées mais le nouveau forage réalisé pour Regalor II et le forage susceptible de l'être dans le cadre du PER sont susceptibles d'incidences plus significatives, qui, outre les nuisances liées aux travaux, porteront principalement sur la ressource en eau, les habitats naturels et la biodiversité.

Une description des modalités possibles d'exploitation du gisement, s'il devait être confirmé, manque au dossier en vue d'anticiper de possibles difficultés et d'analyser leurs principales incidences prévisibles sur les milieux naturels (notamment les eaux souterraines) et la sécurité des populations.

L'Ae recommande en conséquence principalement de compléter le dossier à l'échelle du projet d'ensemble en incluant Regalor II et le raccordement au projet de canalisation de transport d'hydrogène transfrontalier, de préciser les engagements du maître d'ouvrage en matière d'évitement des zones à enjeux, y compris les servitudes d'utilité publique qui ne figurent pas dans le rapport environnemental, de prendre en considération le changement climatique sur l'hydrogène dissous dans les aquifères et l'évolution de la vulnérabilité des eaux souterraines et superficielles aux risques de pollution dans le cas d'une exploitation du gisement, de hiérarchiser les enjeux et de proposer un dispositif de suivi des incidences en conséquence.

L'ensemble des recommandations figurent dans l'avis détaillé.

# Avis détaillé

Cet avis de l'Ae porte sur une demande de permis exclusif de recherches (PER) d'hydrogène naturel (ou hydrogène natif) dans les départements de la Moselle (57) et de la Meurthe-et-Moselle (54), dit « PER des Trois-Évêchés », sur un vaste périmètre de 2 254 km<sup>2</sup> inscrit dans le bassin houiller lorrain au sud de la faille de Metz jusqu'au saillant de Saint-Mihiel<sup>2</sup>. Un tel permis, s'il était octroyé à la société La Française de l'énergie (FDE), société anonyme à conseil d'administration, introduite en bourse en juin 2016, lui donnerait l'exclusivité de la recherche dans cette zone. Les forages qui en découleraient seraient soumis à une procédure d'autorisation de travaux. L'avis de l'Ae porte sur le seul dossier de PER.

Le dossier présenté est clair et bien illustré. Certains aspects techniques nécessiteraient cependant une explication qui permettrait à un lecteur moins familier de ces questions de les appréhender plus aisément. Un glossaire et une liste des abréviations utilisées par exemple pour les servitudes d'utilité publique serait utile.

***L'Ae recommande d'intégrer au dossier un glossaire des termes techniques utilisés et une liste des sigles, notamment pour les servitudes d'utilité publique.***

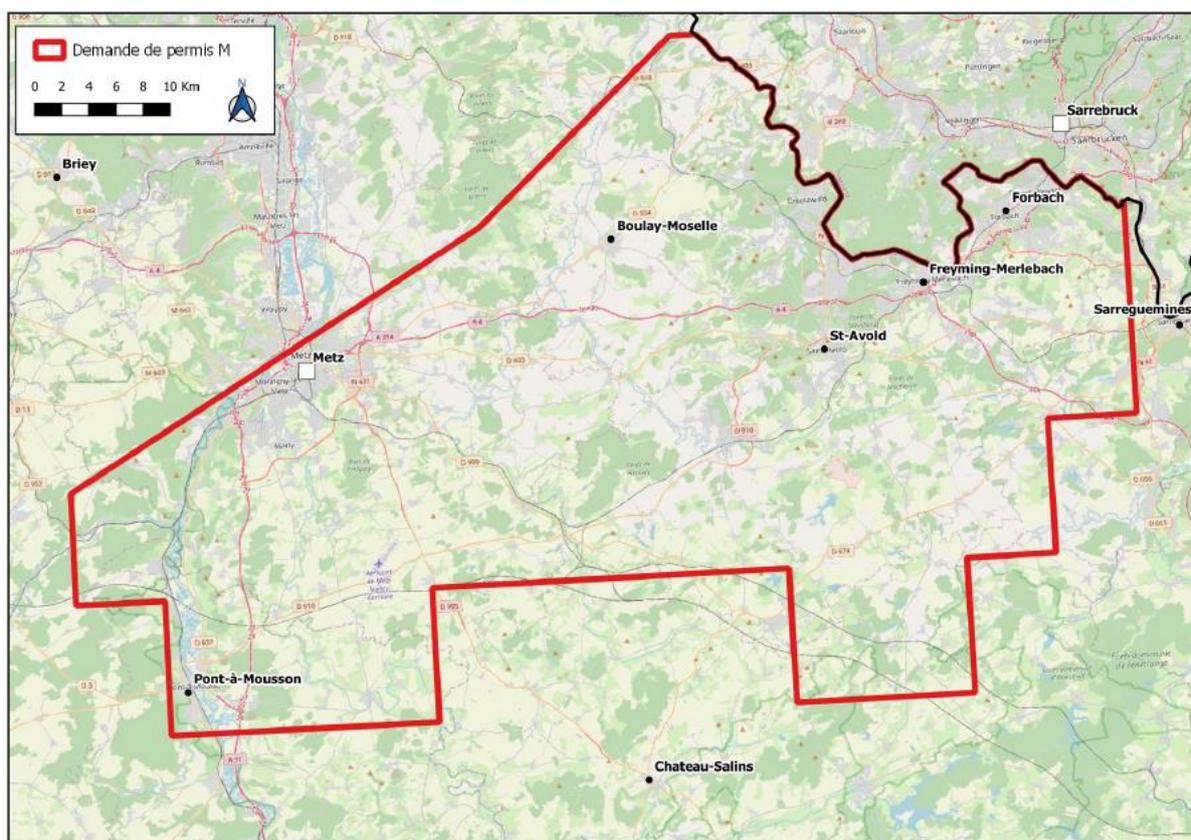


Figure 1 : localisation du PER sollicité – source : dossier

<sup>2</sup> Le saillant de Saint-Mihiel est la zone occupée par l'armée allemande pendant la première guerre mondiale en territoire français à cet endroit. Cette occupation prolongée a provoqué une évolution du paysage conduisant à décrire cette ligne de front comme un lieu à part entière.

# 1. Contexte, présentation du programme de recherches et enjeux environnementaux

## 1.1 L'hydrogène natif (ou hydrogène blanc)

L'hydrogène natif (H<sub>2</sub>) est naturellement présent sur la Terre, par opposition à celui fabriqué industriellement<sup>3</sup>. C'est une source d'énergie primaire. Cet hydrogène est généralement produit par la réaction, dans le sous-sol, de l'eau soit sur des roches riches en fer comme l'olivine (l'oxyde de fer réduit l'eau et produit de l'hydrogène<sup>4</sup>), soit sur des roches très radioactives, par radiolyse de l'eau avec production d'hélium.

Il est constaté que de l'hydrogène provenant du sous-sol peut dans certaines zones diffuser jusqu'à la surface de la Terre même si on ne sait pas si l'hydrogène, à l'instar du pétrole, s'y serait accumulé en sous-sol dans des réservoirs depuis des millions d'années. Un seul puits est aujourd'hui en production dans le monde, au Mali (1 500 m<sup>3</sup> par jour).

Les principales émissions naturelles d'hydrogène trouvées en différents endroits émergés de la planète se situent notamment dans les domaines intraplaques (en France métropolitaine, Alpes et Pyrénées) ou dans certains systèmes volcaniques ainsi que dans les bassins profonds avec matière organique très mature (anciens bassins houillers).

De nombreux forages ont été réalisés sur le territoire français, notamment dans le cadre de prospections à finalité pétrolière ou gazière mais peu ont été dédiés à la recherche d'hydrogène. L'examen des résultats des analyses de gaz réalisées en France en surface et en forage doit par conséquent être regardé comme révélant des indices de la présence d'hydrogène, soit sous forme de flux, soit sous forme d'accumulations en profondeur.

La France a autorisé l'exploration minière de l'hydrogène natif en 2022<sup>5</sup>, permettant ainsi sa recherche (permis exclusif de recherches) ou son exploitation (concession). Un premier PER a été autorisé fin 2023 dans les Pyrénées. Deux PER sont en cours d'octroi dans les Landes (Marensin) et les Pyrénées (Grand Rieu) ; d'autres sont en cours d'instruction.

À ce stade, aucune information concernant des mesures de flux n'a été rendue publique ; on ne sait donc pas s'il est possible de générer une quantité suffisante d'hydrogène gazeux à partir d'un gisement. Disposer d'abord d'une compréhension approfondie de la dynamique spatio-temporelle de l'hydrogène naturel (mode d'accumulation, zone d'altération, etc.), et des flux associés, de son devenir dans le sous-sol, ses processus de migration de la source à son accumulation sous forme gazeuse dans des pièges géologiques (à l'instar des hydrocarbures comme c'est le cas au Mali), ou son émission en surface ainsi que sa réactivité géochimique et microbiologique dans le sous-sol, est nécessaire pour estimer la ressource, sa pérennité et son exploitabilité. En effet, des flux

---

<sup>3</sup> « L'hydrogène gris correspond ainsi à l'hydrogène produit en usine par transformation de gaz naturel. Il s'agit actuellement de la première provenance d'hydrogène utilisée comme source d'énergie, qui est critiquée pour la quantité de CO<sub>2</sub> émise durant le procédé. L'hydrogène noir est quant à lui produit à partir de charbon, l'hydrogène vert est le résultat d'électrolyse de l'eau avec de l'électricité produite à partir d'énergie renouvelable. » - [The Conversation](#)

<sup>4</sup> Serpentinisation cf. par exemple [Wikipédia](#)

<sup>5</sup> La France est un des premiers pays à l'avoir introduit dans le code minier (article L.111-1) : « relèvent du régime légal des mines les gîtes renfermés dans le sein de la terre ou existant à la surface connus pour contenir les substances minérales ou fossiles suivantes (...) : 16° De l'hydrogène natif » (ordonnance du 13 avril 2022)

profonds d'hydrogène naturel pourraient alimenter des réservoirs plus superficiels. L'hydrogène pourrait aussi être dissous dans un aquifère, comme c'est le cas pour d'autres gaz. Les cinétiques de génération de l'hydrogène naturel étant pour certaines rapides, il peut se retrouver sous forme de flux depuis la roche-mère jusqu'à un réservoir (recharge dynamique) ou jusqu'à la surface (émanations).

Les méthodes d'exploration actuellement appliquées dérivent essentiellement des pratiques et techniques de l'industrie pétrolière pour les ressources de type « réservoir », et des techniques de caractérisation hydrogéologique et d'ingénieries spécifiques en cours de développement pour les accumulations sous forme de « gaz dissous » dans l'eau ou la saumure d'un aquifère.

Si aucune étude n'a été menée sur l'acceptabilité sociale de l'exploitation de l'hydrogène naturel en France, la perception de l'hydrogène en général (production, usages, stockage) est associée à des préoccupations de sécurité et de santé, et son importance dans le bouquet énergétique est encore mal appréciée.

## ***1.2 Le bassin houiller lorrain***

Le bassin houiller lorrain date du Carbonifère (300 millions d'années). Il s'étend de la Sarre, où le charbon affleure, jusqu'en Meuse, où des séries charbonneuses ont été reconnues à plus de 1 100 m de profondeur (forage de Gironville en 1963). Le bassin s'étend sur une superficie d'environ 140 km de long pour 70 à 80 km de large. Il est limité au nord par la faille de Metz jusqu'au secteur de Saint-Mihiel de la Woèvre, au sud par une ligne proche de la faille de Vittel passant par Sarrebourg, et à l'ouest par le grand accident de la vallée de la Marne. Les terrains houillers du Carbonifère présentent une structure fortement plissée et faillée, formant de grands anticlinaux et synclinaux, orientés nord-est / sud-ouest, c'est-à-dire parallèlement à l'axe Sarrebruck - Freyming-Merlebach - Saint-Avold.

À partir de la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle et jusqu'en 2004, plus de 600 puits stratigraphiques ont été forés pour l'exploitation minière ; certains l'ont été ensuite par FDE dans le cadre de l'exploration du gaz de charbon depuis 2004 (cf. figure ci-dessous) ; beaucoup d'entre eux ont été carottés, et décrits de façon détaillée.

En 2015, le projet « GazHouille », regroupant dix laboratoires dont ceux de l'Université de Lorraine et du CNRS, a publié un mémoire sur le projet d'exploitation du gaz de charbon en Lorraine<sup>6</sup> et son intégration dans le territoire.

S'appuyant sur les résultats du projet GazHouille, le projet de recherches Regalor<sup>7</sup> a été lancé en 2018, pour une durée de quatre ans, par le laboratoire GeoRessources de l'Université de Lorraine et le CNRS, en partenariat avec FDE, avec un soutien du Fonds européen de développement régional et de la Région afin, notamment, de caractériser le contexte géologique régional du bassin houiller, et ses implications sur la formation, la distribution de la ressource gazière et son exploitation. FDE a mis notamment à disposition le puits FOLS-1A à Folschviller (d'une profondeur de 1 092 m) comme site pilote expérimental pour y déployer des systèmes de mesures et de surveillance nécessaires au projet.

<sup>6</sup> Gazhouille, 2015, « *Le projet d'exploitation du gaz de charbon en Lorraine et son intégration dans le territoire* »

<sup>7</sup> Contraction de « Ressources gazières de Lorraine »

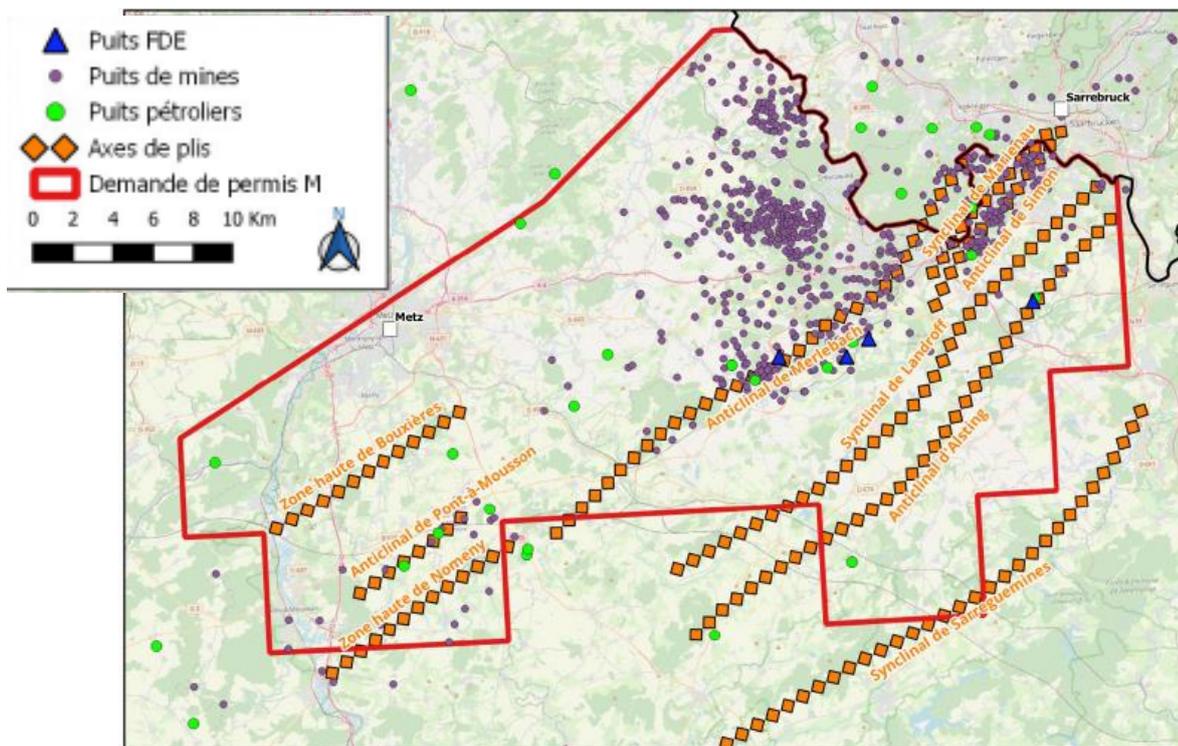


Figure 2 : puits de mines, forages pétroliers antérieurs et de FDE, axes de plis et périmètre du PER demandé – source : dossier

L'objectif était de vérifier la présence d'une assez grande quantité de méthane dans la couche souterraine de roches perméables à l'eau à plus de mille mètres de profondeur à l'aide d'une sonde spécifique (Sysmog)<sup>8</sup>, brevetée en avril 2023, permettant d'établir un profil des concentrations en gaz à différentes profondeurs. La présence de méthane a été confirmée mais en outre, a été détectée la présence d'hydrogène blanc dissous dans l'aquifère du Carbonifère lorrain, dont la concentration augmentait significativement avec la profondeur, le taux atteignant 15 % à 1 100 m de profondeur<sup>9</sup>.

### 1.3 Regalor II et le PER des Trois-Évêchés

Consécutivement à cette découverte fortuite, FDE a entrepris deux démarches parallèles :

- d'une part l'entreprise s'est engagée dans Regalor II<sup>10</sup>, un nouveau programme de recherches lancé en 2024 qu'elle pilote avec le même encadrement scientifique de l'Université de Lorraine et du CNRS, et des partenaires institutionnels et industriels (BRGM, Solexperts, etc.), d'une durée de trois ans au minimum, en vue d'apprécier la profondeur de l'aquifère présentant la concentration la plus élevée en hydrogène. Cette exploration suppose d'une part la réalisation, sur le site de Pontpierre (près des bureaux de FDE), d'un forage dédié de 4 000 m de profondeur (en cours de réalisation), mais ne permettant pas d'exploitation ultérieure, « *la profondeur et l'architecture (...) du puits de Folschviller n'étant pas compatibles avec un approfondissement par reprise de l'existant* », et d'autre part la

<sup>8</sup> Sysmog est un dispositif expérimental pour l'analyse des gaz du sous-sol conçu et fabriqué par la société Solexperts en collaboration avec l'université de Lorraine. Du fait de son petit diamètre (6 pouces et demi), elle tient à l'intérieur du tube télescopique inséré dans le puits cimenté et cuvelé (cuvelage final crépiné de diamètre 7 pouces pour la partie inférieure). Elle permet de véhiculer les fluides jusqu'en surface et de mesurer en continu les concentrations de gaz en mode statique d'équilibre et en régime dynamique (circulation d'eau et agitation mécanique en circuit fermé) à différentes profondeurs, jusqu'à 1 092 m.

<sup>9</sup> Sources : le Journal du CNRS article du 6 juillet 2023 [Un gisement géant d'hydrogène en Lorraine ?](#) et [Découverte d'un potentiel gisement d'hydrogène colossal en Lorraine](#) (The Conversation)

<sup>10</sup> Cf. annexe

réalisation d'une nouvelle sonde, inspirée de Sysmog, mais permettant un échantillonnage à plus grande profondeur<sup>11</sup> ; la durée des travaux est de six à neuf mois et a démarré en avril 2025 ;

- un permis exclusif de recherches portant sur un périmètre très étendu en vue de réaliser un modèle régional en trois dimensions de l'ensemble du bassin houiller en vue d'approcher les modalités de formation de l'hydrogène repéré.

### 1.3.1 Le périmètre du permis sollicité

Destiné à la réalisation d'un modèle régional, le périmètre du permis sollicité par FDE est très étendu. Sa limite nord est la faille de Metz, la limite nord-orientale étant la frontière allemande<sup>12</sup>. Pour le reste il inclut l'essentiel des périmètres des permis d'exploration sollicités<sup>13</sup> ou obtenus par l'entreprise dans le bassin houiller, dans la mesure où FDE estime avoir des données suffisantes sur ces secteurs pour lui permettre de réaliser le modèle. En fonction des parties du dossier, le nombre de communes concernées varie : 238 intégralement et 107 partiellement ou 305 en Moselle et 38 en Meurthe-et-Moselle. Il conviendra de mettre en cohérence ces données.

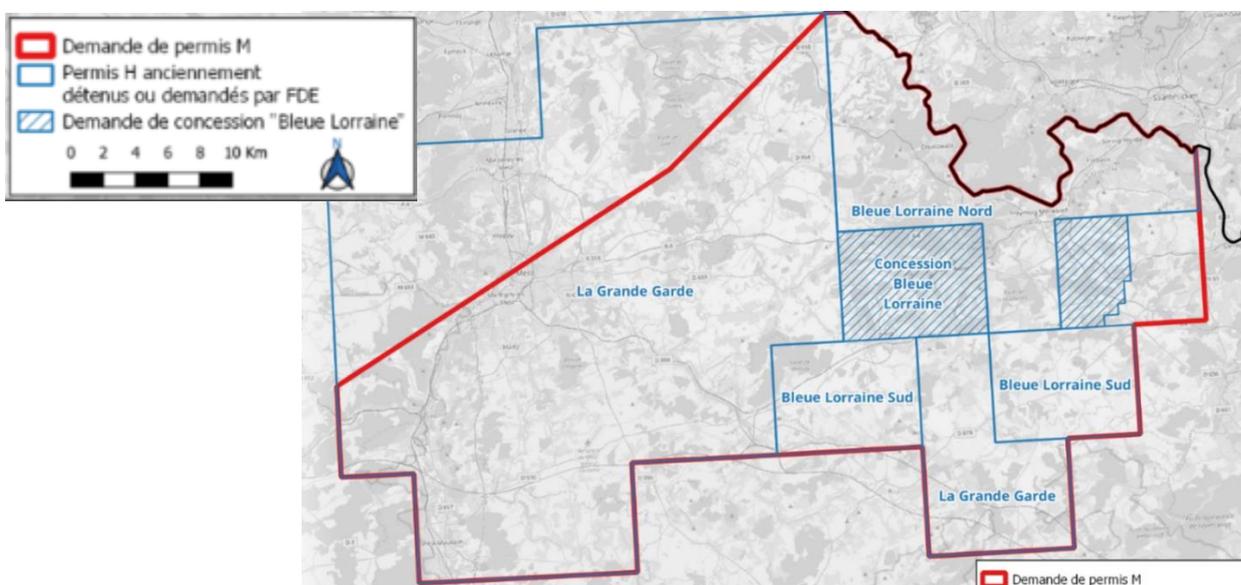


Figure 3 : superposition des permis de recherche ou d'exploitation obtenus ou sollicités par FDE (entourés en bleu) et du PER des Trois-Évêchés (entouré de rouge) – source : FDE à la demande de la rapporteure

Pour un grand nombre des puits, FDE estime disposer de données suffisantes par diagraphies<sup>14</sup> pour permettre de les intégrer au modèle pour disposer d'un schéma structural d'ensemble. Il est prévu en outre d'y agréger les lignes sismiques, notamment celles issues de la sismique réflexion<sup>15</sup> des dernières zones exploitées ou étudiées, avec des cartes de profondeur des veines interprétées.

<sup>11</sup> « Les chercheurs démontrent que la concentration d'hydrogène naturel augmente avec la profondeur et estiment que sa genèse se produit entre 3 000 et 5 000 m de profondeur dans les formations carbonifères lorraines » – source : document fourni à la rapporteure sur le projet Regalor II.

<sup>12</sup> Sans que cette restriction au territoire national soit justifiée dans le dossier par des considérations géologiques.

<sup>13</sup> Trois font l'objet d'un recours contentieux : Bleue Lorraine Sud, Bleue Lorraine Nord et La Grande Garde (il s'agit de permis de recherche d'hydrocarbures liquides ou gazeux)

<sup>14</sup> Une diagraphie consiste à mesurer, à l'aide de différentes sondes, les caractéristiques des roches traversées lors d'un forage. D'une manière générale, on appelle diagraphie tout enregistrement, en fonction de la profondeur, d'une caractéristique d'une formation géologique traversée par un sondage.

<sup>15</sup> La sismique réflexion est une méthode d'exploration dont le principe repose sur la génération d'un ébranlement à la surface du sol puis sur l'analyse de la propagation des ondes émises et de leur vitesse. Celle-ci se focalise principalement sur l'observation des ondes de compression primaires (c'est-à-dire les premières observées) réfléchies aux interfaces des couches. L'acquisition en deux dimensions se fait ligne par ligne tandis que l'acquisition en trois dimensions se fait simultanément sur plusieurs lignes qui forment une grille.

FDE a réalisé différents modèles géologiques statiques en trois dimensions<sup>16</sup> pour caractériser le bassin houiller mais ils ne couvrent que la moitié est du périmètre sollicité. Effectués dans le cadre du développement du gaz de couche de charbon, ils sont susceptibles d'être pertinents pour caractériser le bassin dans son fonctionnement géologique et notamment les terrains carbonifères.

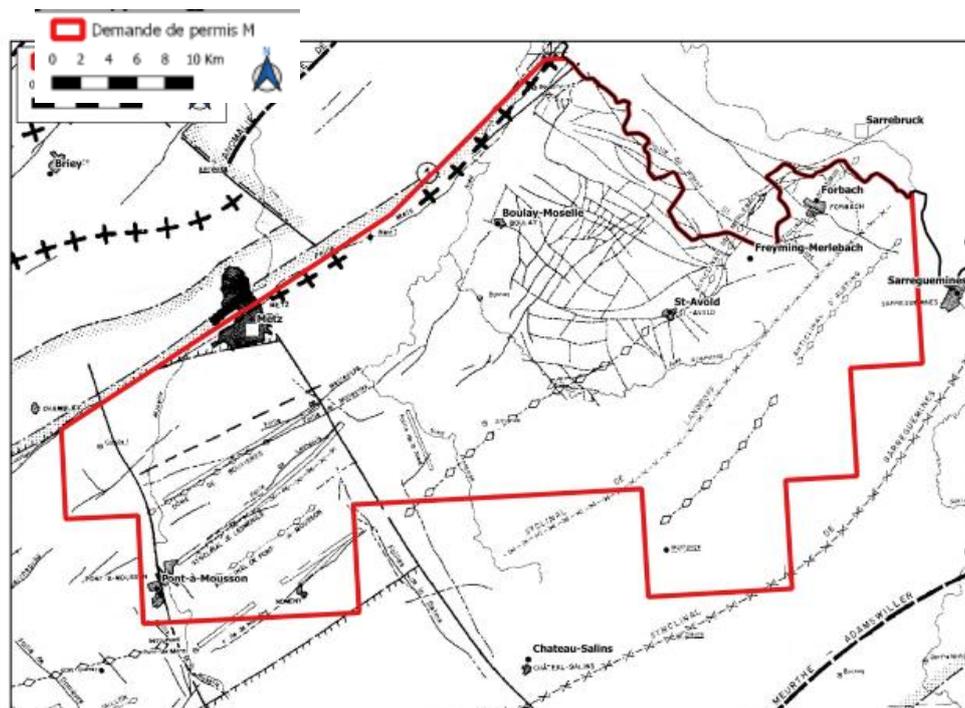


Figure 4 : carte de structure du bassin houiller lorrain ; les anticlinaux principaux (nord-est/sud-est) ont été remaniés par les failles (+++) – source : dossier

Le modèle Beicip<sup>17</sup> (IFP énergies nouvelles), réalisé en 2015 dans le cadre de la certification de ressources et réserves<sup>18</sup> de gaz de charbon réalisée par le Beicip, a été approfondi en 2016 vers le sud (modèle sud-Longeville, 2016). L'ensemble des travaux existants sur le permis Bleu Lorraine (hachuré sur la figure 2) ont été concaténés en 2018 dans un seul modèle correspondant à la concession demandée. En outre, dans le cadre de la demande de permis de recherches d'hydrocarbures La Grande Garde, une étude générale a été réalisée par FDE sur l'analyse des lignes sismiques disponibles et les carottes des puits forés par l'entreprise Conoco dans les années 1990 et conservées dans la carothèque de FDE à Pontpierre.

FDE a par ailleurs réalisé plusieurs forages à Folschviller, Diebling, Tritteling, Pontpierre et Lachambre entre 2006 et 2017. Ils ont permis entre autres de confirmer les caractéristiques du réseau de fractures naturelles ouvertes conductrices dans les veines des charbons étudiées, très comparables entre veines d'un même puits comment entre puits éloignés de plusieurs kilomètres, ce qui accrédite l'idée d'une continuité des caractéristiques structurales des veines de charbon à grande échelle.

Selon le dossier, « la probable genèse de cet hydrogène [identifié dans le puits FOLS -1a] est liée à un processus d'hydrolyse des minéraux présents dans les couches profondes du Carbonifère en lien avec la formation des carbonates ferreux. La présence de ces minéraux est intrinsèquement liée à

<sup>16</sup> Modèles généraux tels Alsting, Cocheren, Faulquemont, La Houve... 2012-2015 puis en 2015 le modèle Beicip

<sup>17</sup> « Beicip-Franlab réalise des études techniques et technico-économiques pour l'industrie du pétrole et du gaz, et commercialise des logiciels de géosciences développés par IFPEN » – source <https://www.ifpenouvelles.fr>

<sup>18</sup> Le dépôt d'une demande de permis d'exploitation suppose d'avoir fait certifier en amont l'existence de ressources et réserves.

*un environnement de dépôt favorisant la formation des couches riches en charbon. L'histoire tectonique joue donc un rôle clé dans le processus de formation de l'hydrogène favorisant ainsi la circulation des fluides entre les couches, catalysant ainsi ces réactions. Le charbon lorrain, naturellement fracturé, représente également un chemin de migration préférentiel pour cet hydrogène naturel*». L'hypothèse sous-jacente à la réalisation de ce modèle est que l'hydrogène identifié à Folschviller résulterait d'un flux de production et non d'une poche de stockage.

### 1.3.2 Un « écosystème » régional en lien avec l'hydrogène

À supposer même que la présence d'hydrogène en concentration utile pour une exploitation soit avérée, la question du coût d'exploitation et d'acheminement est importante pour fonder une perspective de concession ultérieure, les exemples étant à cette date trop peu nombreux pour apprécier à quelle concentration ou à quel flux une exploitation peut trouver un modèle économique. Le dossier présente par conséquent le contexte régional qui lui paraît favorable avec la présence à proximité du projet d'infrastructure de transport d'hydrogène de 70 km MosaHYc (GRT Gaz et Creos), projet transfrontalier France-Allemagne-Luxembourg. Un marché local existe également, pour des quantités assez faibles avec la flotte de bus et de camions-bennes de l'Eurométropole de Metz (dès 2025). Participeraient également de cet écosystème les projets de stockage d'hydrogène en cavités salines, sur lesquels l'Ae a rendu deux avis dans le cadre de permis exclusifs de recherches<sup>19</sup>.

### 1.3.3 Programme de travaux

Le programme de travaux associé à la demande de PER distingue assez mal ce qui relève du programme de recherches Regalor II et ce qui relève du PER lui-même, le programme de recherches étant en outre une composante possible du programme de travaux. En tout état de cause, ce programme combine des mesures dans des puits existants, une étude des mécanismes de formation, de transfert et de production de l'hydrogène dans le contexte du bassin lorrain, la production d'un modèle géologique en trois dimensions à l'échelle de la région, l'identification d'un site pilote de production (le cas échéant, en option, avec forage d'un nouveau puits) et la conduite d'études d'exploitation et de valorisation de l'hydrogène, voire la certification de réserves d'hydrogène (en option).

#### Mesures effectuées dans des puits existants et études

Une optimisation de la sonde Sysmog sera réalisée pour permettre d'effectuer des mesures sur des puits existants exploités par FDE à Folschviller, Tritteling et Lachambre, ce qui suppose d'une part l'adaptation (« workover ») des puits de Trutteling et de Lachambre pour permettre la descente de la sonde et la réalisation des mesures, et d'autre part des évolutions de la sonde Sysmog : la gamme de gaz analysée sera élargie afin de mieux caractériser les substances connexes, les capteurs de gaz seront améliorés (précision de la mesure au ppm (partie par million) pour chaque gaz), et la sonde optimisée pour les analyses et les prélèvements gaz/eau.

En parallèle de ces nouvelles mesures à acquérir et de leur interprétation, des études tenteront de définir les mécanismes de formation de l'hydrogène naturel dans le bassin houiller lorrain par des

<sup>19</sup> [PER de recherches de sites de stockage souterrain d'hydrogène dit PER Sélestat](#) du 24 avril 2025 et [PER de sites de stockage souterrain d'hydrogène dit PER Nancy](#) du 10 avril 2025

analyses isotopiques et l'examen des carottes pour caractériser la diagénèse<sup>20</sup> minérale et organique et son lien avec l'hydrogène naturel. Des études en laboratoire porteront sur la diffusion et l'adsorption de l'hydrogène en fonction du milieu et les mécanismes de transfert dans les terrains carbonifères et des études de simulation de production d'hydrogène seront dédiées à la relation entre sidérite, hydrogène et eau en fonction de la température, de la pression et du pH (un indicateur de l'acidité ou de l'alcalinité d'une solution).

### Modèle géologique en trois dimensions

Après avoir concaténé les modèles géologiques existants sur la moitié est du permis, un modèle étendu sera réalisé sur la moitié ouest (zone de La Grande Garde) dans laquelle ont été cartographiées les principales structures géologiques à partir des données des puits existants (environ 150) et des données sismiques (940 km). Le modèle régional devrait fournir une représentation cohérente des caractéristiques géologiques du bassin houiller et, en lien avec les mesures et les études, permettre d'identifier les zones présentant le meilleur potentiel en hydrogène pour déterminer un site pilote de production d'hydrogène naturel, soit par réutilisation d'un puits existant, soit avec forage d'un nouveau puits (en ce cas il faudra une demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers et un programme de forage associé). Une étude spécifique portera sur la mise au point d'une sonde membranaire pour séparer sur site l'hydrogène des autres fluides, en mettant à profit les compétences d'une filiale de FDE en matière d'épuration et de liquéfaction des gaz.

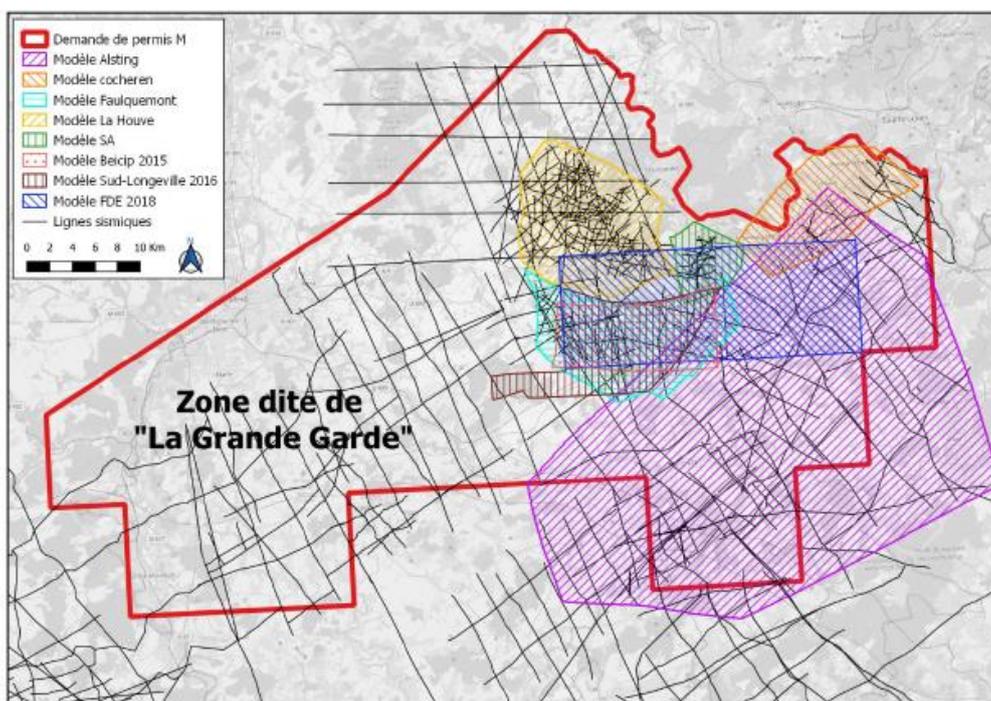


Figure 5 : principaux modèles géologiques en trois dimensions déjà réalisés – source : dossier

### Forage d'un puits pilote et essais de production

Sur la base du modèle régional réalisé, et à condition qu'une autorisation de réalisation d'un nouveau puits intervienne en temps utile dans la période de validité du PER, un puits pilote pourra

<sup>20</sup> Ensemble des processus physico-chimiques et biochimiques par lesquels les dépôts de sédiments meubles sont transformés en roches sédimentaires, en général à faible profondeur, dans des conditions de pression et de température peu élevées et où les interactions eaux-roches jouent un rôle prépondérant dans les processus d'induration (Wikipédia)

être foré, qui sera nécessairement distinct de celui réalisé dans le cadre du programme de recherches Regalor II à Pontpierre<sup>21</sup>. Dans le cas de la réutilisation d'un puits existant, son réaménagement, et son approfondissement le cas échéant, permettront des essais de production avec différents systèmes métrologiques et de séparation en place. En cas de résultats positifs, et avant qu'une demande de concession intervienne, il conviendra d'évaluer le potentiel valorisable et de le certifier. Il semblerait toutefois qu'à ce jour aucune certification de réserves d'hydrogène n'ait été effectuée au plan mondial et les modalités de certification sont peut-être encore du domaine de la recherche.

### Engagement financier

L'engagement financier est détaillé sur les cinq années avec un programme ferme (2 039 000 euros) principalement concentré sur la première et la troisième année, et un programme optionnel (réparti sur les deux dernières années) de 5 914 000 euros, dont l'essentiel porte sur des opérations de forage d'un puits pilote et des essais de production prévus en cinquième année.

## **1.4 Procédures**

Le permis exclusif de recherches de mines (PER dit M) dit « des Trois-Évêchés » porte sur l'hydrogène natif et les substances connexes<sup>22</sup>. Il s'applique aux travaux d'exploration en vue de découvrir des gisements. Son titulaire, en l'obtenant, acquiert l'exclusivité du droit de recherche sur un secteur géographique ainsi que la possibilité exclusive de demander ensuite une concession d'exploitation sur la zone du permis. Le PER est sollicité pour une durée de cinq ans, durée maximale possible pour un PER, renouvelable deux fois.

La procédure d'instruction des demandes et de délivrance des permis de recherches est définie par le [décret n°2006-648 du 2 juin 2006](#) relatif aux titres miniers et aux titres de stockage souterrain.

Les demandes de permis exclusifs de recherches font l'objet d'une évaluation environnementale en tant que plan ou programme. L'approbation du titre minier donnant lieu à une décision ministérielle, l'Ae est l'autorité environnementale compétente.

Si un forage est rendu nécessaire par les conclusions des recherches entreprises dans le cadre du PER, d'interprétations géologiques et de l'analyse des modèles en trois dimensions produits, de nouvelles autorisations seront nécessaires pour lesquelles une étude d'impact et une étude de dangers détaillées seront requises à l'échelle du projet de forage, dont l'implantation est à ce stade inconnue.

Son raccordement éventuel à une infrastructure de transport d'hydrogène ou ses modalités d'acheminement jusqu'au consommateur final seront à intégrer à l'étude d'impact comme les aménagements et travaux d'exploitation, l'alimentation électrique, les modalités de traitement des boues de production et la gestion des eaux d'exploitation et de ruissellement.

---

<sup>21</sup> Suivant ce qui a été dit à la rapporteure lors de sa visite

<sup>22</sup> Il s'agit de substances connexes à l'exploitation principale, dans une logique d'opportunité en quelque sorte ; à titre d'illustration, il n'est pas possible d'exploiter de l'hydrogène avec un permis accordé pour du méthane dans la mesure où on ne récupère pas de l'hydrogène en exploitant du méthane mais un peu d'hélium est susceptible d'être associé à l'hydrogène et il pourrait être exploité en même temps.

## ***1.5 Principaux enjeux environnementaux du projet relevés par l'Ae***

À ce stade, l'impact du PER est limité aux aménagements des puits existants et principalement aux nuisances liées aux travaux. Néanmoins, l'étude d'impact a proposé une évaluation grossière des enjeux à prendre en compte dans le cadre d'une exploration sur la ressource en eau, les habitats naturels et la biodiversité. Le PER visant principalement à réaliser un modèle géologique en trois dimensions à l'échelle de la région pour améliorer la connaissance des phénomènes à l'œuvre, ses incidences sont évidemment limitées mais le nouveau forage réalisé pour Regalor II et le forage susceptible de l'être dans le cadre du PER sont susceptibles d'incidences plus significatives, qui, outre les nuisances liées aux travaux, porteront principalement sur la ressource en eau, les habitats naturels et la biodiversité.

## **2. Analyse de l'évaluation environnementale**

L'évaluation environnementale considère à juste titre que les incidences du PER sont limitées dès lors qu'il ne s'agit que de l'exploitation de données et de l'aménagement de puits, même s'il s'agit d'un approfondissement de puits existants, l'impact principal étant induit par la venue des véhicules chargés des instruments et outillages nécessaires aux campagnes de recherches. La réalisation d'un forage constituerait la seule activité susceptible d'affecter significativement l'environnement. De ce point de vue, la réalisation d'un forage à Pontpierre, dans le cadre du programme de recherches, devrait être incluse dans le projet dans la mesure où les deux éléments (PER d'un côté et programme Regalor II d'autre part) paraissent interdépendants et difficiles à distinguer, quand bien même les calendriers, et pour partie les maîtrises d'ouvrage, sont dissociés.

La zone d'étude se limite au seul périmètre du PER, ce qui est justifié eu égard aux travaux envisagés. Elle devra être étendue pour les étapes suivantes (notamment pour l'acheminement de l'hydrogène au consommateur) et le traitement éventuel des boues de forage.

Le PER se limite à un programme de recherches et ne conduit pas nécessairement à une demande de concession et à un début d'exploitation. Pour autant, l'évaluation environnementale du permis pourrait constituer l'opportunité de préciser et d'anticiper les problématiques auxquelles sera confrontée l'entreprise en termes d'étude d'impact et d'étude de dangers en phase d'exploitation en fonction des modalités d'exploitation possibles. Il serait utile que le rapport environnemental en décrive, dès l'étape du PER, les principales incidences possibles.

Cela permettrait d'éclairer le public sur les enjeux du projet d'ensemble et d'identifier les premières mesures d'évitement, de réduction ou de compensation (ERC) à envisager, comme les secteurs à éviter du fait des enjeux environnementaux qu'ils présentent (réserves biologiques, forêts de protection...) ou par suite de servitudes. Cette opportunité n'a pas été saisie dans le dossier présenté : absence d'étude de dangers même générale, engagement très général et ambigu à éviter les secteurs à enjeux, carte des servitudes (fournie au dossier hors de l'étude d'impact qui ne comprend qu'une carte des périmètres de protection des captages d'eau destinée à l'alimentation humaine) dont il ne semble pas qu'il soit tiré des enseignements pour la suite des opérations.

***L'Ae recommande de compléter le dossier par une analyse sommaire des incidences et un premier ensemble de mesures ERC à envisager du futur projet d'ensemble comprenant les travaux***

*d'exploitation et de raccordement et intégrant les travaux liés au programme de recherches Regalor II en cours.*

## **2.1 État initial**

L'état initial de l'environnement constitue à ce stade d'imprécision du devenir des prospections l'élément le plus détaillé de l'évaluation environnementale. La cartographie des enjeux devrait permettre d'orienter les choix d'implantation des ouvrages nécessaires dans le cadre du PER, mais surtout dans celui d'une éventuelle exploitation.

L'état initial de l'environnement a été établi sur une base bibliographique et des inventaires déjà existants accessibles en ligne, complétés de données et d'informations collectées auprès des services de l'État et des collectivités territoriales. Les données relatives aux périmètres d'inventaires et de protection sont actualisées mais celles relatives au contexte humain sont très anciennes (avec un produit intérieur brut de l'ancienne région Lorraine, une population et un taux de chômage datés de 2005 ou 2006 alors que l'Insee fournit des données actualisées en 2021, au moins à l'échelle départementale). Il conviendra de les actualiser et de reprendre le cas échéant les enjeux associés. Pour les enjeux liés aux milieux naturels, l'analyse devra être détaillée et assortie de données de terrain pour les espaces affectés par le projet d'ensemble (sites de forage, de stockage, de traitement et de raccordement).

***L'Ae recommande de reprendre intégralement le volet de l'étude d'impact consacré au milieu humain à partir de données actualisées en vue, le cas échéant, d'identifier des enjeux spécifiques.***

### **2.1.1 Milieu physique**

Le PER s'inscrit dans la partie orientale du Bassin parisien bordé à l'ouest par des plateaux calcaires qui surplombent la vallée de la Moselle et à l'est par des plaines argileuses et humides riches en étangs. Les reliefs les plus importants sont au centre et à l'est, à l'ouest de Saint-Avoid (altitudes de 380 à 400 m) et sur les bordures nord-est, sud-est et ouest du périmètre (350 m) ; la vallée de la Moselle (180 m à Pont-à-Mousson et 165 m à Metz) constitue le point bas.

#### *Géologie*

La zone du PER est constituée de terrains d'âge triasique (en violet et rose sur la figure ci-dessous) et jurassique inférieur et moyen (bleu foncé et bleu clair). Les terrains représentés à l'affleurement sont principalement gréseux et argileux pour les terrains triasiques et marno-calcaires pour les terrains jurassiques. Dans les zones humides de la vallée de la Moselle, les terrains sont recouverts d'alluvions (en blanc-gris).

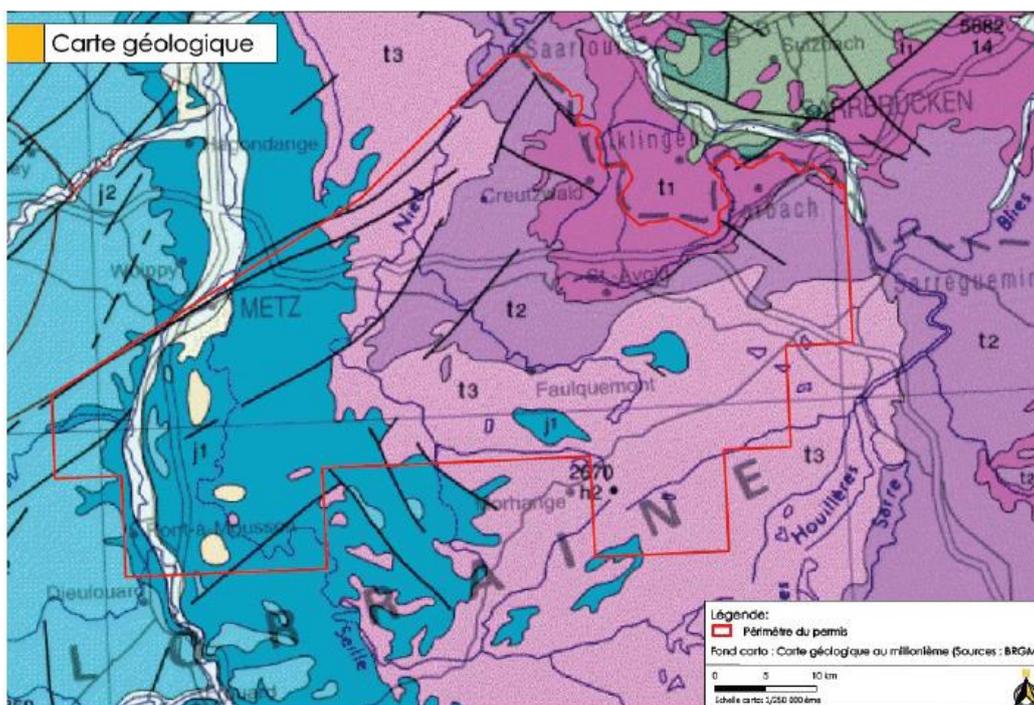


Figure 6 : carte géologique – source : dossier.

### Hydrologie

Le permis des Trois-Évêchés est inclus dans le bassin versant de la rivière Moselle (dont le bassin versant est de 11 500 km<sup>2</sup>). Affluent en rive gauche du Rhin, d'une longueur de 560 km (314 km en France), elle se jette dans le Rhin à Coblenz (Allemagne). Trois cours d'eau principaux (qui s'écoulent vers le nord) sont présents dans le périmètre : la Moselle (qui passe à Pont-à-Mousson et Metz dans le périmètre), la Seille qui rejoint la Moselle en rive droite à Metz et la Nied, née de la confluence entre Nied française et Nied allemande, dans l'emprise du permis. Ils sont alimentés par de nombreux petits ruisseaux, notamment dans les plaines argileuses de la Seille et de la Nied.

Le périmètre relève du secteur Moselle–Sarre du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) Rhin–Meuse et de deux schémas d'aménagement et de gestion des eaux (Sage), celui du bassin houiller (Creutzwald – hors périmètre, Faulquemont et Forbach) dont une étude commencée en 2019 sur le fonctionnement hydrologique du territoire en situation de nappe reconstituée est évoquée dans le dossier<sup>23</sup> et celui Rupt de Mad, Esch, Trey en phase d'élaboration. Cette étude permettrait d'appréhender plus précisément le degré de vulnérabilité des nappes aux pollutions dans le cas de forages et dans un contexte d'exploitation éventuelle ultérieure et de mieux prendre en compte l'enjeu associé.

La formation aquifère la plus profonde est à environ 3 000 m de profondeur. Six masses d'eau souterraines sont concernées directement ou indirectement par le projet ; elles font l'objet d'une présentation détaillée en annexe de l'étude d'impact : une masse d'eau alluvionnaire (alluvions de la Meurthe, de la Moselle et de leurs affluents), deux à dominante sédimentaire (grès du Trias inférieur au nord de la faille de Vittel et grès du Trias inférieur du bassin houiller lorrain), deux à

<sup>23</sup> Elle est évoquée sur le [site du Sage](#) mais ne semble pas disponible ; le Sage souhaite disposer d'une étude sur le fonctionnement hydrologique des bassins versants de la Rosselle et de la Bisten (passé, actuel et en situation de nappe reconstituée) fondée notamment sur des recherches historiques dans la mesure où l'arrêt de l'activité minière peut se traduire par la reconstitution de la nappe d'eau souterraine avec à terme une nappe proche de la surface dans les principaux fonds de vallée et la réapparition possible de zones détrempées ou marécageuses, la réactivation de sources, l'ennoyage de sous-sols, la modification des débits des cours d'eau, etc.

dominante sédimentaire avec présence de karstifications (calcaires et argiles du Muschelkalk et calcaires du Dogger des côtes de Moselle) pour partie sous couverture, une de type imperméable localement aquifère comportant des aquifères locaux de grès et des buttes témoins de calcaires du Dogger (domaine du Lias et du Keuper du plateau lorrain). Leur état quantitatif est bon. Mais seules deux d'entre elles, celles qui sont à dominante sédimentaire, ne sont pas concernées par un risque de pollution aux nitrates et aux produits phytosanitaires. Leur vulnérabilité à une pollution résultant de techniques d'exploitation doit être évaluée.

L'analyse gagnerait à être menée par aquifère homogène plutôt que par masse d'eau souterraine. Il n'est pas indiqué s'il y a des nappes présentes entre les trois masses d'eau souterraines. Les périmètres de protection des captages sont cartographiés mais il n'est pas présenté de cartographie de leurs aires d'alimentation, qui permettrait d'appréhender les incidences chroniques possibles, en particulier pour les forages.

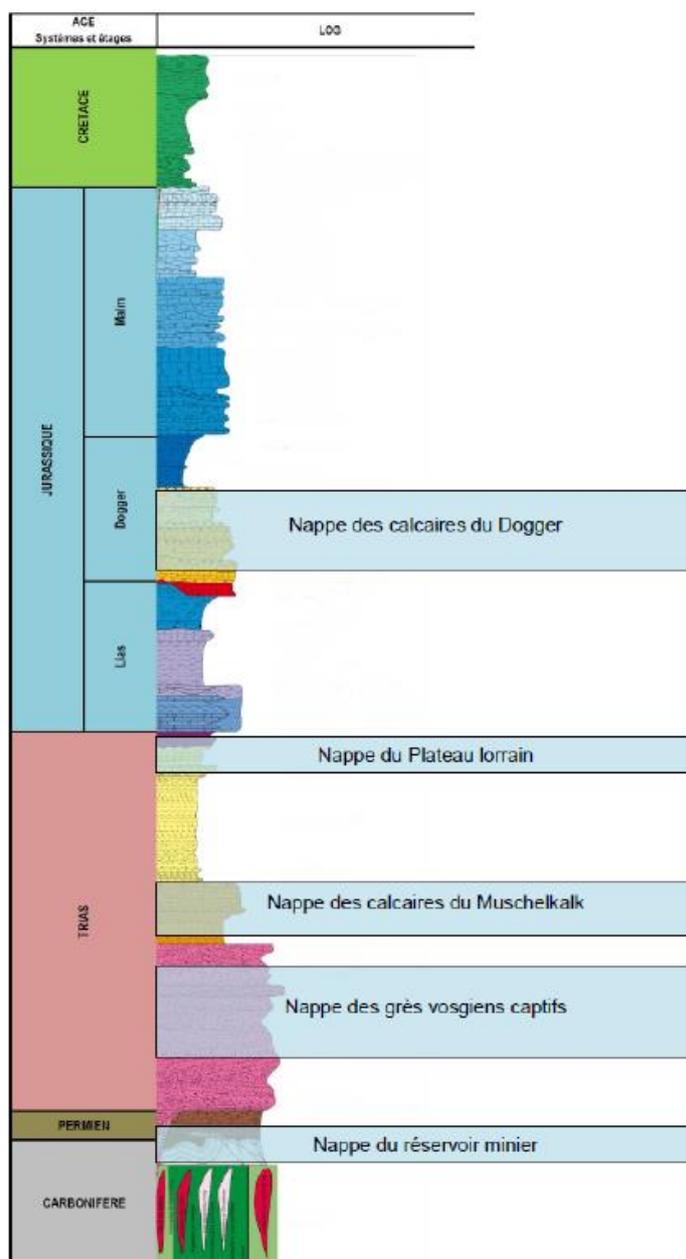


Figure 7 : coupe type des formations du secteur avec masses d'eau souterraines – source : dossier

***L'Ae recommande de compléter l'inventaire et la caractérisation des eaux souterraines par une approche par aquifère homogène, à l'échelle des nappes situées dans le périmètre du PER et sur l'ensemble de la profondeur du sous-sol jusqu'au Carbonifère et de cartographier les aires d'alimentation de captages d'eaux souterraines (forages et sources).***

### Climat

La présentation effectuée dans l'étude d'impact porte sur des données 1991–2020 mais elle ne prend pas en considération l'évolution attendue avec le réchauffement climatique telle qu'elle figure dans la trajectoire de référence d'adaptation au changement climatique. Il conviendrait d'apprécier si cette évolution est susceptible d'affecter les conditions d'une éventuelle exploitation de l'hydrogène, à supposer que sa présence en concentration et en flux utiles soit avérée.

***L'Ae recommande d'évaluer la sensibilité d'une éventuelle exploitation de l'hydrogène dissous dans les aquifères au changement climatique en utilisant la trajectoire nationale de référence de l'adaptation au changement climatique qui prévoit une augmentation moyenne des températures en France de 4 °C à l'horizon 2100.***

#### 2.1.2 Risques

L'étude d'impact indique que 144 communes situées dans l'emprise du PER sont exposées au risque d'inondation par débordement de cours d'eau (Moselle, Seille et Nied) sans indiquer en quoi ce risque pourrait avoir un effet sur les conditions d'exploration ou d'exploitation. De même, l'exposition au risque de mouvements de terrain, qu'il résulte de l'exploitation minière du sous-sol, de cavités naturelles ou induites par la circulation des fluides, de phénomènes gravitaires ou de présence d'argiles sujettes au phénomène de retrait et de gonflement, concerne l'ensemble du périmètre mais il n'en est pas tiré d'enseignement pour la prospection ou l'exploitation ultérieure éventuelle. Il n'est pas non plus précisé s'il est prévu d'éviter l'exploration ou l'exploitation dans les neuf communes concernées par un risque de rupture de barrage.

Si le risque sismique intrinsèque<sup>24</sup> paraît faible dans le secteur, l'enjeu que représente le risque industriel ne semble pas pris en compte correctement ; même si les critères d'inscription dans les dossiers départementaux des risques majeurs des deux départements sont différents, il conviendrait à tout le moins de recenser les établissements Seveso<sup>25</sup>.

La carte des servitudes présentes dans le périmètre du PER sollicité figure au dossier mais elle n'est pas référencée dans l'étude d'impact et le type de servitude n'est pas explicité au-delà de leur abréviation<sup>26</sup>.

---

<sup>24</sup> L'activité houillère a généré une sismicité anthropique (jusqu'à des magnitudes de 4,5 environ). La question de la sécurité des forages eux-mêmes (accroissement du risque de pollution des nappes en cas de rupture du forage et de dégagement d'hydrogène qui diffuserait dans les roches non noyées proches de la surface) n'est pas abordée.

<sup>25</sup> Ville italienne où eut lieu en 1976 un grave accident industriel mettant en jeu de la dioxine. Ce nom qualifie la directive européenne de 1982 relative aux risques d'accidents majeurs liés à des substances dangereuses. Elle a été révisée à deux reprises, le 9 décembre 1996 par la directive 96/82/CE dite « Seveso 2 » et le 4 juillet 2012 par la directive 2012/18/UE dite « Seveso 3 ». Elle impose d'identifier les sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs, classés en « seuil bas » et « seuil haut » en fonction des quantités et des types de produits dangereux.

<sup>26</sup> Ainsi a4 est une servitude de passage dans le lit ou sur les berges d'un cours d'eau, a7 relative aux forêts de protection, a9 aux zones agricoles protégées, ac1 aux monuments historiques, ac2 aux sites inscrits et classés, pm, aux plans de prévention des risques naturels prévisibles et plans de prévention des risques miniers, pm2 aux installations classées pour la protection de l'environnement et aux sites pollués, de stockage de déchets ou d'anciennes carrières, pm3 aux plans de prévention des risques technologiques, etc.

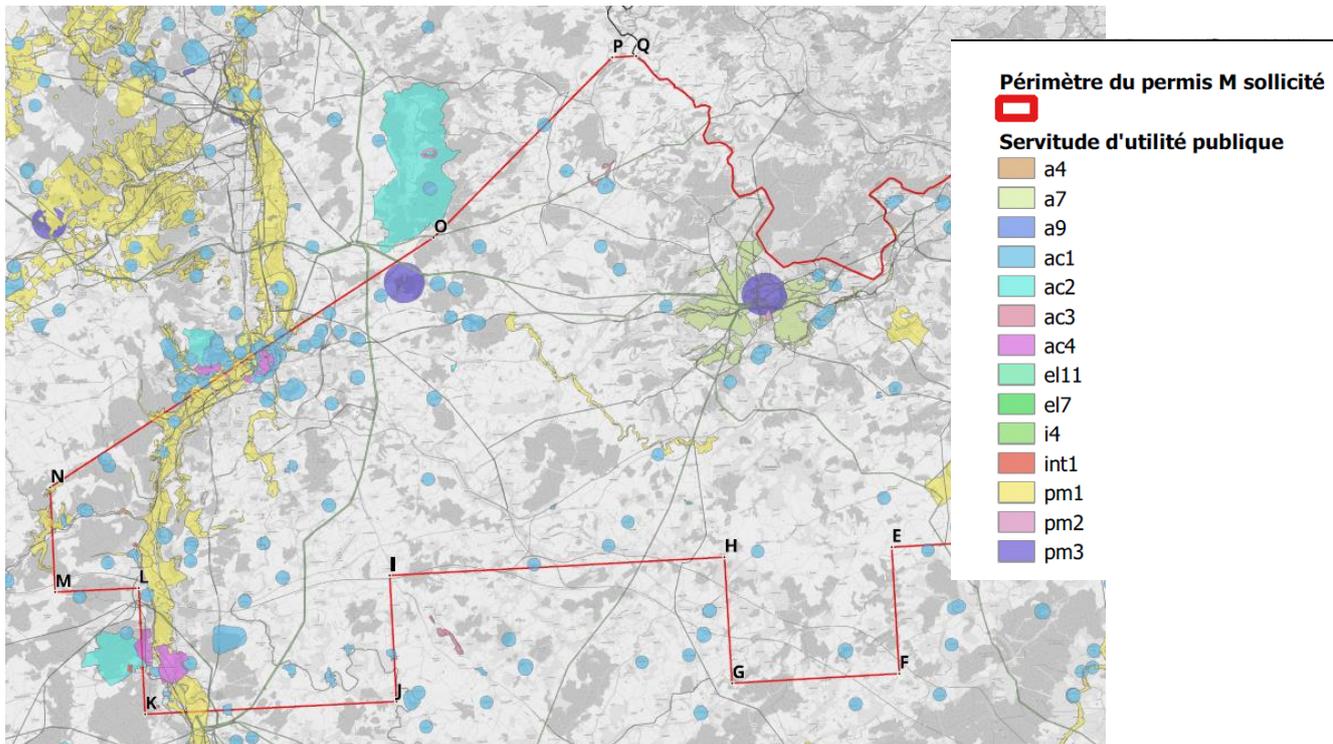


Figure 8 : servitudes d'utilité publique connues dans le périmètre du PER sollicité – source : dossier

*L'Ae recommande d'établir une cartographie des établissements Seveso présents dans le périmètre, de représenter sur la carte les risques susceptibles de se traduire par des restrictions de prospection ou d'exploitation pour le projet et en général d'expliciter les conséquences tirées de l'exposition aux risques identifiée dans l'étude d'impact.*

### 2.1.3 Milieu humain

En dehors même du caractère obsolète des données présentées, la carte du périmètre (figure 1) ne fait apparaître que peu de localités, comme si le périmètre concernait de nombreuses communes mais peu de lieux habités... C'est assez trompeur comme le fait apparaître une carte géoportail.

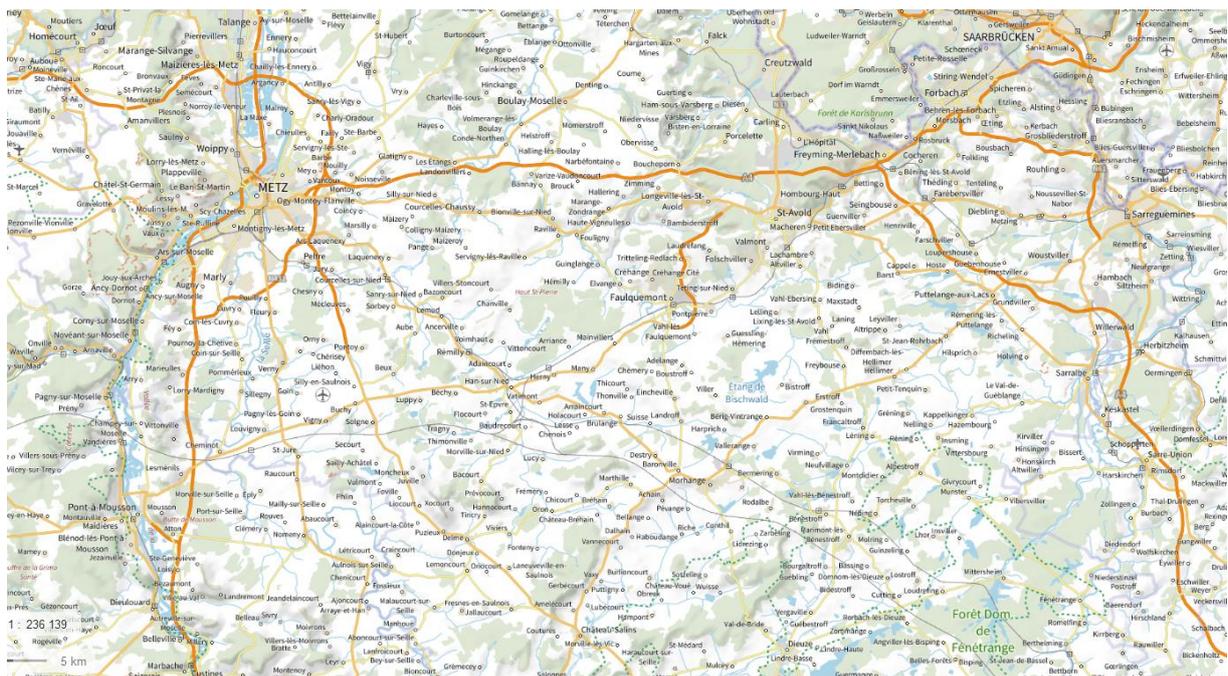


Figure 9 : contexte du périmètre – source : géoportail

Le patrimoine culturel et industriel est cartographié et sa richesse est soulignée avec les périmètres de protection correspondants (ac1, ac2, ac3 notamment). Il est mentionné qu'il « *est recommandé d'éviter les fonds de vallée et la proximité des hameaux et des bourgs dont le potentiel archéologique est le plus élevé* » sans qu'il soit indiqué si cette assertion correspond à une préconisation figurant dans l'étude d'impact ou à un engagement du pétitionnaire, ce qui devrait être précisé.

#### 2.1.4 Milieux naturels et paysages

La Lorraine est une région boisée et l'emprise du permis concerne de nombreux périmètres d'inventaires et de protection.

De nombreuses Znieff <sup>27</sup> y sont définies (partiellement ou en totalité dans l'emprise) : six de type II (Pays des étangs – 29 630 ha, Arc Mosellan – 22 390 ha, Coteaux calcaires du Rupt de Mad au Pays messin – 15 177 ha, Vallée de l'Esch et boisements associés – 7 510 ha, Vallée de la Seille de Lindre à Marly – 7 336 ha et Coteaux calcaires de la Moselle en aval de Pont-à-Mousson – 3 935 ha) et 69 de type I : marais, milieux ouverts, mares, carrières, étangs, vallons boisés, vallées, forêts, zones humides, pelouses, prairies, prés, gîtes à chiroptères, friches, vergers, rochers, sites à amphibiens... de 3 ha (Mare des quatre Tritons à Laudrefang) à près de 3 000 ha (Forêt du Warndt à Saint-Avold).

L'étude d'impact indique la présence d'une réserve naturelle régionale, la zone humide du moulin de Velving Téterchen (93 ha), de deux réserves biologiques, celle la Tonne (55 ha) et celle des Landes de Saint-Avold (92 ha), de sept arrêtés préfectoraux de protection de biotope de surfaces disparates (Pelouses calcaires de Lorry Mardigny – 105 ha, Cavité Robert Fey – 68 ha, Marais et tourbière de Vittoncourt – 35 ha, Milieux humides de la vallée de la Seille – 30 ha, Étang Pré du taureau et prairies avoisinantes – 16 ha, Milieux humides de la presqu'île de la Saussaie – 7 ha et Mare de la Michotte et ses abords – 1,5 ha), du parc naturel régional de Lorraine dont les deux parties concernent pour partie le périmètre du permis, et de la réserve de biosphère de la zone tampon de la réserve Moselle sud.

Le périmètre concerne également plusieurs sites du réseau Natura 2000<sup>28</sup> : quatre zones de protection spéciale, Plaine et étang du Bischwald (2 528 ha), Marais de Francaltroff-Erstroff, de Lening et d'Albe (79 ha), Marais de Vittoncourt (56 ha) et Marais d'Ipppling (54 ha) ; dix zones spéciales de conservation, Vallée de la Nied réunie (partiellement) (1 302 ha), Pelouses et vallons forestiers du Rupt de Mad (1 702 ha), Vallée de la Sarre, de l'Albe et de l'Isch – Marais de Francaltroff (970 ha), Secteurs halophiles et prairies humides de la vallée de la Nied (737 ha), Pelouses du Pays messin (680 ha), Vallons de Gorze et grotte de Robert Fey (partiellement) (299 ha), Mines du Warndt (169 ha), Pelouses de Lorry-Mardigny et Vittonville (127 ha), Marais de Vittoncourt (56 ha) et Marais d'Ipppling (54 ha).

<sup>27</sup> L'inventaire des zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (*Znieff*) a pour objectif d'identifier et de décrire des secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. On distingue deux types de *Znieff* : les Znieff de type I : secteurs de grand intérêt biologique ou écologique ; les Znieff de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes.

<sup>28</sup> Les sites Natura 2000 constituent un réseau européen en application de la directive 79/409/CEE « Oiseaux » (codifiée en 2009) et de la directive 92/43/CEE « Habitats faune flore », garantissant l'état de conservation favorable des habitats et espèces d'intérêt communautaire. Les sites inventoriés au titre de la directive « habitats » sont des zones spéciales de conservation (ZSC), ceux qui le sont au titre de la directive « oiseaux » sont des zones de protection spéciale (ZPS).

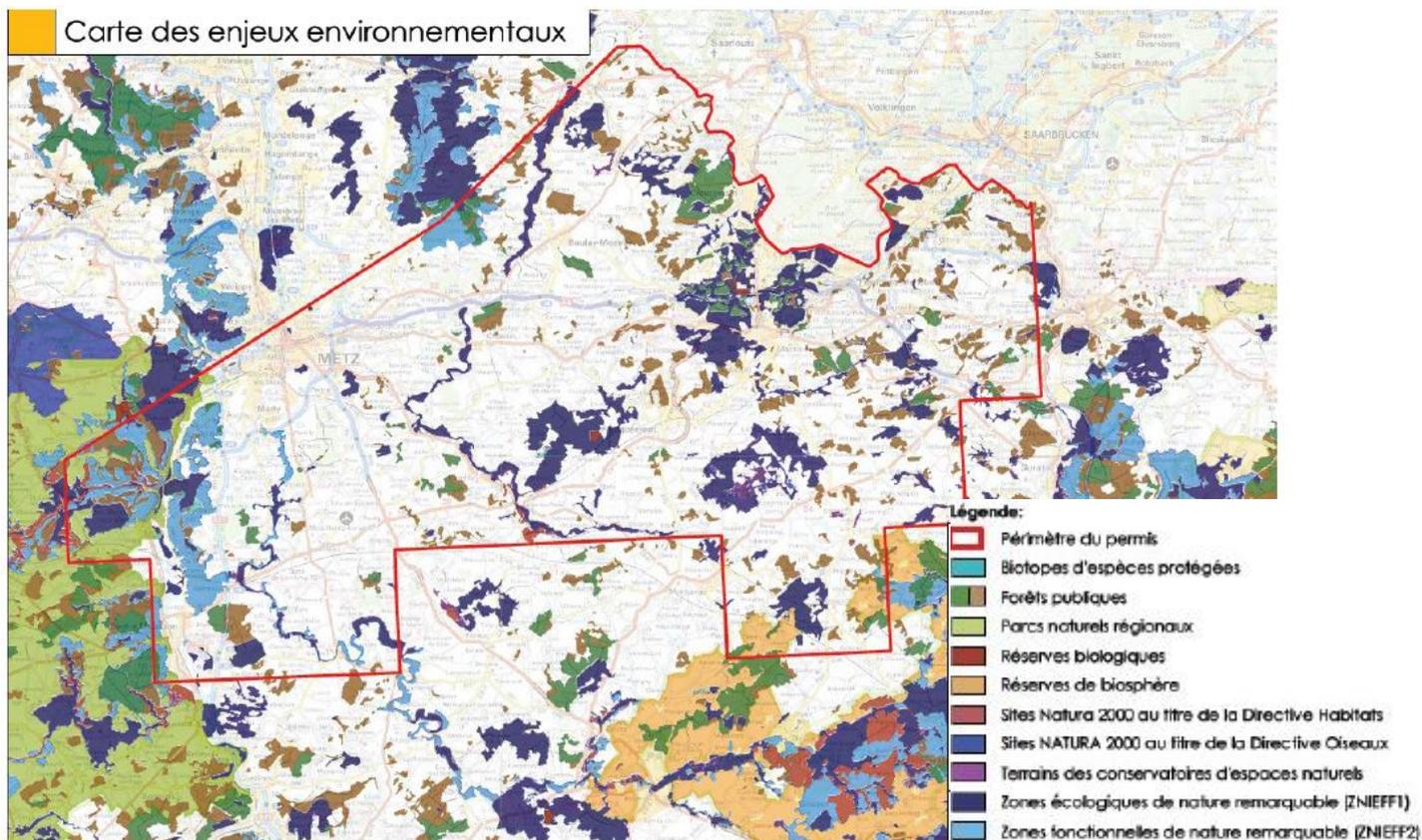


Figure 10: enjeux liés au patrimoine naturel – source : dossier

## 2.2 Analyse des incidences et mesures d'évitement, de réduction et de compensation de ces incidences

Le dossier ne hiérarchise pas les enjeux environnementaux. Il se borne à indiquer que « *dans la mesure du possible, FDE s'engage à éviter au maximum les zones habitées, les secteurs à haute valeur patrimoniale et les zones protégées ou sensibles* ». La portée de cet engagement est ambiguë. Le pétitionnaire a laissé entendre oralement qu'il s'agissait d'un engagement réel et que seuls feraient exception éventuellement des bâtis isolés. Il conviendrait d'être plus explicite sur les engagements souscrits en amont des projets d'exploitation.

***L'Ae recommande de préciser clairement la portée réelle des engagements portant sur l'évitement des zones à enjeux en se fondant sur une hiérarchisation explicite des enjeux.***

En l'absence de localisation de potentielles recherches se traduisant par de nouveaux forages ou l'approfondissement de puits existants, l'étude d'impact procède à une description succincte mais bienvenue des travaux associés et des incidences attendues en s'appuyant sur un retour d'expérience d'autres forages.

Il est indiqué que le choix du site d'implantation d'une plateforme de forage et de ses accès prend en compte l'aléa glissement de terrain mais il n'est pas précisé si la prise en compte intervient dès le niveau 1 (faible à nul) ou seulement au niveau 4 (très fort).

### 2.2.1 Préparation et éléments constitutifs d'un forage

La réalisation d'un forage suppose des travaux de terrassement (d'une durée de quatre semaines environ) pour obtenir une plateforme nivelée et compactée en vue d'accueillir l'appareil de forage et ses installations annexes : citerne de stockage d'eau industrielle et de réserve incendie, bassins tampons d'eau recyclée de lavage et de ruissellement sur les surfaces imperméabilisées après passage par un débourbeur-déshuileur, zone de stockage en bacs métalliques<sup>29</sup> des effluents de forage avant évacuation et traitement en centre agréé par camions, fosse étanche en béton, dite « cave de forage » creusée sous la plate-forme, un tube en acier étant battu, avant d'accueillir ensuite la tête de puits<sup>30</sup> et réseau extérieur de caniveaux étanches pour la collecte des égouttures de l'appareil recueillies sur les surfaces imperméabilisées, orientées vers les bourniers ou un bac de récupération en fonction des effluents. Il faut souvent aussi aménager les accès pour permettre la circulation de semi-remorques (engins conventionnels de travaux publics).

La plate-forme ainsi créée (environ un hectare) est consolidée sur une épaisseur de 20 à 30 cm par des matériaux durs, propres et compactés en couches successives. Les zones susceptibles de recevoir des égouttures en cours de forage sont équipées d'un géotextile et imperméabilisées. Les forages anciens disposaient d'une plate-forme imperméabilisée très réduite (à Folschviller un demi-hectare) tandis que la surface imperméabilisée du puits le plus récent (Lachambre) (deux hectares), nécessite une gestion importante des eaux de ruissellement, faute de possibilité d'infiltration des eaux pluviales à la parcelle. Il semblerait qu'une surface imperméabilisée plus réduite soit désormais recommandée pour éviter les risques de pollution.

Le sondage suppose la mise en place d'un appareil de forage (durée de l'opération environ un mois) qui nécessite une cinquantaine de colis apportés par des semi-remorques en une semaine. Ils comprennent un mât de forage (structure métallique de 50 m au maximum, fixée sur une sous-structure), un treuil de forage et son câble qui supportent le train de tiges de forage et permettent la descente des cuvelages, une tête de rotation hydraulique qui provoque la rotation de l'outil en fond de puits, deux pompes de forage qui font circuler le fluide de forage de la surface jusqu'au fond du puits (cette boue de forage refroidit l'outil, permet la remontée des déblais et consolide la paroi du puits en y évitant l'entrée de fluides par équilibrage de la pression sur les parois du puits), une fourniture d'énergie (moteur thermique ou générateur), des bassins de fabrication de boue de forage à partir de bentonite et d'eau et des obturateurs de puits constitués d'équipements de sécurité anti-éruption fixés sur la tête de puits pour isoler le puits de la surface en cours d'opération.

### 2.2.2 Réalisation

L'outil de forage est relié à la surface par un train de tiges métalliques supportées par le mât grâce à un ensemble treuil-moufle fixe. Un moufle mobile (dispositif de levage) est utilisé pour broyer la roche et permettre le forage du puits. La roche broyée par l'outil est remontée en surface par circulation d'un fluide ("boue de forage") ayant des propriétés de suspension des solides.

Ce fluide circule depuis la surface dans les tiges de forage et pénètre dans le puits au niveau du front de taille grâce à des événements aménagés sur l'outil de forage puis remonte ensuite du fond jusqu'en surface par l'espace annulaire créé entre les tiges de forage et les parois du trou en

<sup>29</sup> Le cas échéant permettant le prélèvement et la séparation des effluents de caractéristiques différentes en vue de traitements ultérieurs, associés à un système de déshydratation des boues et recyclage de l'eau qu'elles contiennent

<sup>30</sup> Terminaison du puits en surface

entraînant avec lui les déblais de roche broyée. En surface, la boue de forage est traitée et débarrassée des solides avant d'être réinjectée dans le puits. Les déblais de forage sont stockés temporairement dans des bassins de rétention puis déshydratés et évacués en site de traitement et d'élimination.

Pendant l'exécution du forage, des cuvelages en acier sont descendus dans le puits à différentes profondeurs et cimentés à la paroi pour la stabiliser, isoler les unes des autres les différentes zones poreuses et perméables rencontrées et rendre possible l'approfondissement du forage. Les zones à pertes éventuelles dans les terrains superficiels sont forées à l'eau puis isolées par la pose d'un cuvelage cimenté du bas en haut pour séparer les terrains producteurs entre eux sur toute la hauteur supposée productrice ainsi que sur une hauteur de couverture d'au moins 100 mètres.

### **2.2.3 Les incidences décrites et les précautions pour les prévenir et les réduire**

Le rapport environnemental décrit l'impact visuel temporaire du chantier (mât de forage) et la plate-forme (pérenne), évoque un risque de pollution accidentelle des eaux souterraines, au niveau du forage ou en surface, limité par les mesures classiques de protection (cave et zones de stockage étanches, cuvelages cimentés, atelier de forage sur rétention, etc.) ; il mentionne le bruit et l'effet sur la circulation du chantier et précise que l'impact sur le milieu naturel est limité par le choix de sites à distance des enjeux identifiés, si nécessaire par le recours à un forage dévié, l'absence de défrichement, etc.

La réalisation d'un forage dans le cadre du PER est optionnelle et nécessiterait une autorisation de travaux et la consultation du public. Le site en serait positionné à distance des exploitations agricoles et des localités, pour éviter les nuisances sonores et un contact permanent serait assuré avec la population pour résoudre les difficultés éventuelles.

Il est précisé que la terre agricole retirée pour réaliser la plate-forme est décapée par couches puis stockée autour du site et qu'en cas d'abandon du puits elle est réutilisée pour la remise en état du site après que l'étanchéité initiale entre les différents ensembles poreux et perméables traversés aura été restaurée par la pose de bouchons de ciment successifs, et après le démontage des matériels. Si une telle modalité a un sens pour un puits de recherche ou d'exploration, elle n'en a pas dans le cas d'une concession (d'une durée de 25 ans renouvelable deux fois). Il n'est donc pas nécessaire de l'affirmer, d'autant que cette terre a été utilisée jusqu'à présent autour des puits réalisés pour constituer des merlons paysagers autour du site. L'emprise et les bassins sont réduits au minimum nécessaire pour y inclure la cave, la clôture et l'accès à l'emplacement ; les surfaces devenues inutiles sont rendues à leur vocation initiale.

### **2.2.4 Les modalités d'exploitation**

Dès ce stade il serait nécessaire de préciser dans le rapport environnemental les modalités d'exploitation (extraction du gaz en fonds de puits ou séparation en surface, etc.) qui pourraient être mises en œuvre dans le cadre où l'hypothèse d'un gisement alimenté par un flux significatif de production d'hydrogène justifierait une demande de concession.

Une étude de dangers préliminaire et une évaluation de la quantité d'eau susceptible d'être consommée, la nature et la quantité des boues produites et leur mode de traitement, une description des risques associés aux modalités retenues et au contexte, la probabilité de pollution des aquifères, etc. devraient y être intégrées.

*L'Ae recommande d'intégrer dès ce stade au dossier une description des éventuelles modalités d'exploitation en cas de confirmation d'un gisement exploitable d'hydrogène, des consommations attendues d'eau et d'énergie ainsi qu'une étude de dangers préliminaire en vue d'évaluer les risques associés à ces modalités d'exploitation pour les milieux et les populations alentour.*

### **2.3 Évaluation des incidences Natura 2000**

Compte tenu du caractère exploratoire de la démarche conduite pour le PER, l'évaluation des incidences du projet sur les sites Natura 2000 n'est pas effectuée. L'Ae n'a pas de remarques sur cette approche. Il conviendra de procéder à une analyse précise au fur et à mesure de la définition des développements ultérieurs.

### **2.4 Articulation avec les autres plans et programmes**

L'évaluation environnementale évoque seulement le Sdage et les Sage et ne fait pas état notamment des documents d'urbanisme applicables au PER, en particulier les prescriptions de ces documents pouvant s'appliquer à tout ou partie du projet d'ensemble, voire les interdire et n'intègre pas les servitudes identifiées dans l'emprise.

Les demandes qui succéderont au PER devront intégrer ces informations et les analyser pour permettre de préciser les zones aptes à l'accueil des opérations prévues pour l'exploration comme pour l'exploitation éventuelle ainsi que les mesures d'évitement, réduction voire compensation nécessaires.

### **2.5 Suivi du projet, de ses incidences, des mesures et de leurs effets**

Le dossier ne fait pas état de modalités de suivi des incidences, des mesures et des effets du projet d'ensemble. Il serait cependant utile qu'il identifie les enjeux pour lesquels un suivi sera nécessaire pour vérifier que les incidences sont correctement maîtrisées, durant les travaux d'exploration (points d'alerte sur d'éventuelles pollution des nappes et des milieux naturels notamment) comme pour préfigurer le suivi à mettre en place durant l'exploitation (piézomètres de suivi ou d'alerte des éventuelles pollutions...). Le suivi de la phase d'exploration pourra donner des indications sur l'amélioration des mesures de prévention pour la phase d'exploitation.

*L'Ae recommande d'établir dès le stade du PER un premier programme d'identification et de suivi des incidences des phases d'exploration puis d'exploitation.*

### **2.6 Résumé non technique**

Le dossier ne comprend pas de « résumé non technique ». Il serait utile de le prévoir en synthétisant la description du projet et les développements de l'évaluation environnementale et en prenant en compte les recommandations du présent avis.

*L'Ae recommande d'intégrer au dossier un résumé non technique dans un fascicule séparé en intégrant les recommandations du présent avis.*

### 3. Annexe : Éléments portant sur le programme de recherches Regalor II

