



## **Autorité environnementale**

**Avis délibéré de l’Autorité environnementale  
sur le permis exclusif de recherches de sites  
de stockage souterrain d’hydrogène, dit « PER  
Nancy », aux environs de Nancy (54)**

**n°Ae : 2025-008**

Avis délibéré n° 2025-008 adopté lors de la séance du 10 avril 2025

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

*L'Ae<sup>1</sup> s'est réunie le 10 avril 2025 à la Défense. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur le permis exclusif de recherches de sites de stockage d'hydrogène, dit « PER Nancy », dans les environs de Nancy (54).*

*Ont délibéré collégalement : Sylvie Banoun, Nathalie Bertrand, Barbara Bour-Desprez, Karine Brulé, Marc Clément, Virginie Dumoulin, Christine Jean, Noël Jouteur, François Letourneux, Olivier Milan, Serge Muller, Jean-Michel Nataf, Alby Schmitt, 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'a pas participé à la délibération, en application de l'article 4 du règlement intérieur de l'Ae : Laurent Michel.*

*Étaient absent(e)s : 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 27 janvier 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. 1221 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 30 janvier 2025 :*

- le préfet de la région Grand Est,*
- la préfète de Meurthe-et-Moselle,*
- la directrice générale de l'Agence régionale de santé (ARS) de Grand Est.*

*Sur le rapport de Gilles Croquette et d'Alby Schmitt qui ont rencontré sur site la société Storengy le 21 mars 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 Storengy a déposé une demande de permis exclusif de recherches (PER) de stockage d'hydrogène en cavités salines dans la région de Nancy (54), dit « Permis de Nancy ». Un tel permis, s'il est 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.

Les incidences seront limitées à celles des éventuels forages d'exploration et, outre les nuisances liées aux travaux, porteront principalement sur la ressource en eau, les habitats naturels et la biodiversité. L'évaluation environnementale de la phase suivante d'exploitation devra également prendre en compte la contribution du projet à la réduction de la pollution atmosphérique et des émissions de gaz à effet de serre, la sécurité des populations et la préservation des paysages.

L'établissement d'un état initial de l'environnement plus précis, en particulier sur les enjeux en matière d'eau et de milieu naturel, permettrait de mieux définir les sites les plus favorables à l'implantation de forages, voire d'écarter certains secteurs de la recherche et, demain, de l'exploitation. Aucune mesure opérationnelle d'évitement, de réduction ou de compensation des effets des travaux d'exploration sur le milieu naturel n'est proposée. Peu d'informations sont données sur les risques liés aux forages d'exploration (composition des boues) et les moyens de les prévenir. Ces risques sont augmentés du fait de la présence dans le sol et le sous-sol de cavités souterraines et de munitions anciennes.

L'évaluation environnementale de la demande de PER pourrait constituer l'opportunité de préciser et d'anticiper les problématiques auxquelles sera confrontée Storengy pour le projet d'ensemble qui comprendra les travaux d'exploration finale nécessaires et travaux d'exploitation, les raccordements éventuels aux canalisations d'alimentation et d'expédition d'hydrogène, l'alimentation électrique, les équipements liés aux rejets ou à la valorisation de la saumure. Il serait utile que le rapport environnemental décrive, dès l'étape du PER, les principales incidences possibles de la phase d'exploitation, notamment : devenir de la saumure issue du lessivage des cavités, affaissements, risques d'incendie ou d'explosion... Cela permettrait d'éclairer le public sur les principaux enjeux du projet d'ensemble et d'identifier les premières mesures d'évitement, de réduction ou de compensation (ERC) à envisager. Cette opportunité n'a pas été saisie dans le dossier présenté.

# Avis détaillé

Cet avis de l'Ae porte sur la demande d'octroi du permis exclusif de recherches (PER) de sites de stockage d'hydrogène, dit « PER Nancy », aux environs de Nancy (54), porté par la société Storengy. Est analysée à ce titre la qualité du rapport d'évaluation environnementale.

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

### 1.1 Contexte général du stockage en cavités salines

#### 1.1.1 Des besoins croissants en stockage d'hydrogène

La transition énergétique a favorisé l'émergence de divers concepts de stockage d'énergie, visant principalement à résoudre le problème de l'intermittence de certaines énergies renouvelables. L'hydrogène peut être utilisé comme vecteur énergétique dans un large éventail d'applications, notamment pour la production d'électricité, le stockage d'énergie<sup>2</sup>, la mobilité et l'industrie.

D'ici 2050, la demande en hydrogène pourrait, selon les industriels, être multipliée par dix par rapport à 2015, notamment dans les secteurs des transports et de l'industrie<sup>3</sup>. Les objectifs de développement de l'hydrogène engagés par l'Europe et la France à l'horizon 2050 impliquent la création de nouvelles capacités de stockage.

Selon Storengy, ces nouvelles capacités seront en majorité des cavités salines, moyen de stockage le plus adapté aujourd'hui. Mais d'autres méthodes de stockage existent, d'un degré de maturité moindre : stockages en aquifère, en gisements déplétés<sup>4</sup> et en cavités minées revêtues<sup>5</sup>. Dans le cas du stockage en cavité saline, l'étanchéité naturelle offerte par le sel constitue un intérêt majeur.

#### 1.1.2 Des sites favorables en région Grand Est

La région Grand-Est, et plus particulièrement le département de la Meurthe-et-Moselle, présente dans son sous-sol des couches de sel de superficies importantes et d'épaisseurs significatives.

Storengy exploite historiquement un site de stockage de gaz naturel en aquifère dans la commune de Cerville, non loin de Nancy, où est identifiée une couche de sel peu profonde dont les

---

<sup>2</sup> Un kg d'hydrogène stocke 33,3 kWh, plus de deux fois celle du méthane.

<sup>3</sup> Source : « Hydrogen scaling up », Hydrogen Council, 2017

<sup>4</sup> Gisements d'hydrocarbures épuisés.

<sup>5</sup> Une cavité minée est un ouvrage souterrain composé de galeries creusées dans un massif rocheux. Les galeries sont typiquement situées à une profondeur de 50 à 200 m. L'étanchéité d'une cavité minée est fondée sur le principe du confinement hydrodynamique : la profondeur des cavités permet à l'eau contenue dans la roche environnante de s'écouler en tout point vers la cavité minée, assurant le confinement du produit à l'intérieur du stockage souterrain.

Dans le cas du stockage des produits gazeux à haute pression, le concept de confinement hydrodynamique nécessiterait des profondeurs prohibitives. À défaut, une membrane en acier est alors nécessaire pour assurer l'étanchéité du produit tout en gardant une profondeur de stockage standard pour les cavités minées, de l'ordre de la centaine de mètres. On parle alors de cavité minée revêtue (LRC ou « Lined Rock Cavern »).

caractéristiques semblent cohérentes avec l'usage recherché. Ce contexte géologique est propice à la découverte d'un sous-sol adapté à la création de nouvelles cavités salines.

La zone d'intérêt se situe à l'est du Bassin parisien, aux alentours de Nancy où le sel du Keuper<sup>6</sup> inférieur a été identifié dans la plupart des puits. Il est largement exploité au sud de Nancy, à faible profondeur, par l'industrie de la soude et les saliniers.

Comme indiqué par la coupe figure 1, les couches salifères sont incluses dans les marnes irisées inférieures du Keuper. Cette série des marnes irisées est située entre deux niveaux : la dolomie, à la base du Keuper inférieur (Lettenkohle), et la dolomie de Beaumont à son sommet.

L'épaisseur de la formation salifère du Keuper est variable. Elle est constituée d'une succession de couches, ou « faisceaux », à dominante argileuse ou saline. Dans les environs de Nancy, seuls les faisceaux N, O, P voire Q (lorsque ce dernier est présent) paraissent suffisamment épais et de bonne qualité pour développer des cavités. Autour de Nancy, le toit du sel se trouve à une profondeur comprise entre 100 et 600 m par rapport à la surface du sol. L'épaisseur cumulée des faisceaux N à Q, reconnue sur différents puits, oscille entre 40 et 115 m (figure 2).

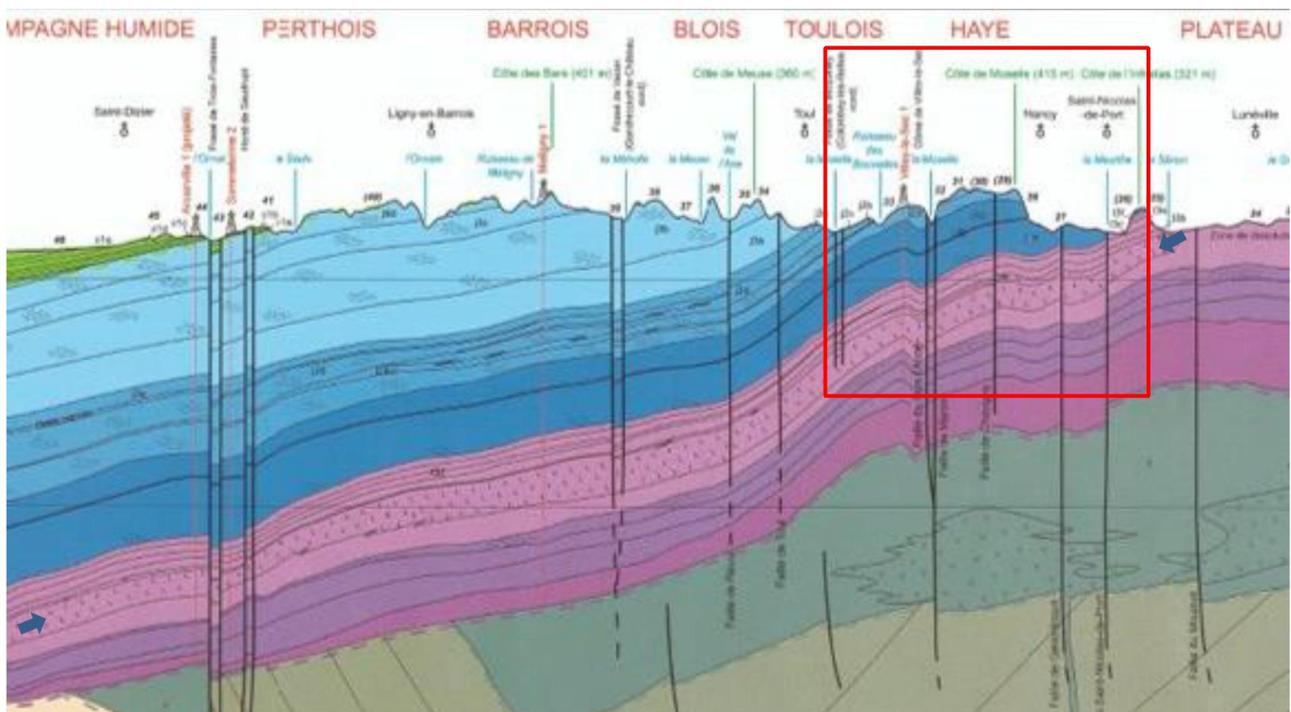


Figure 1 : Coupe partielle du Bassin de Paris entre Saint-Dizier et Lunéville – Source : dossier

<sup>6</sup> Le Trias dit « germanique », présent en Lorraine, est divisé en Bundsandstein (un peu plus étendu que le Trias inférieur), en Muschelkalk (un peu moins étendu que le Trias moyen) et en Keuper (un peu plus étendu que le Trias supérieur).

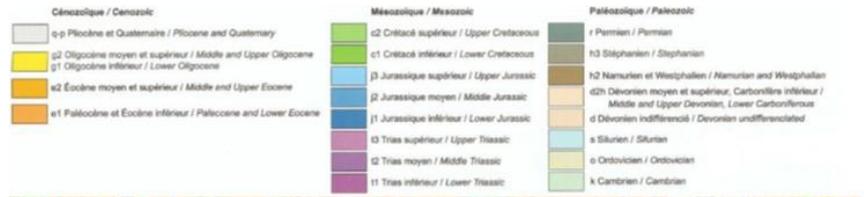


Figure 2 : Carte géologique et coupe partielle du Bassin de Paris entre Saint-Dizier et Lunéville. La couche de sel du Keuper inférieur est soulignée par les flèches bleues. La zone d'intérêt est indiquée par l'encadré rouge - Source : dossier

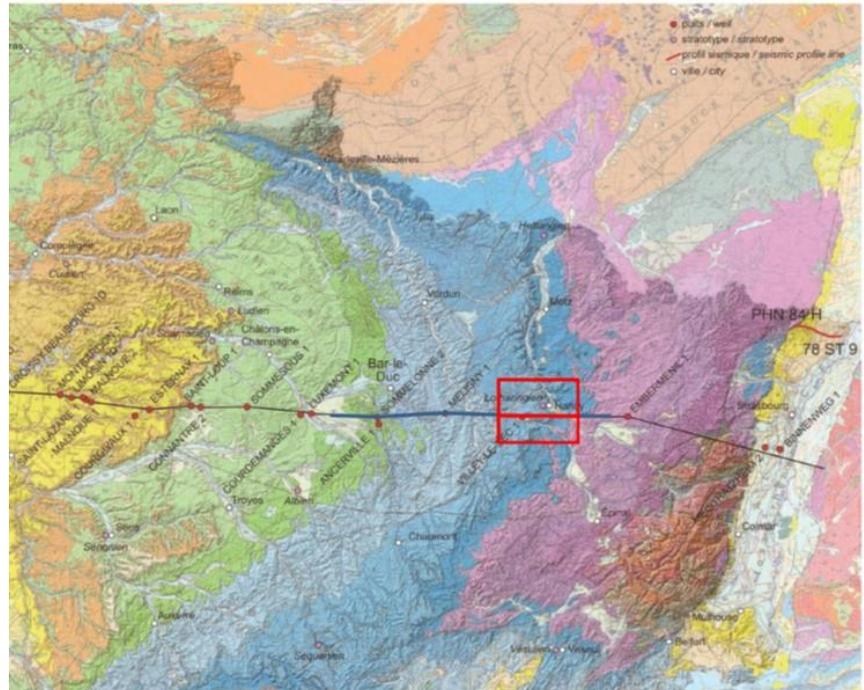
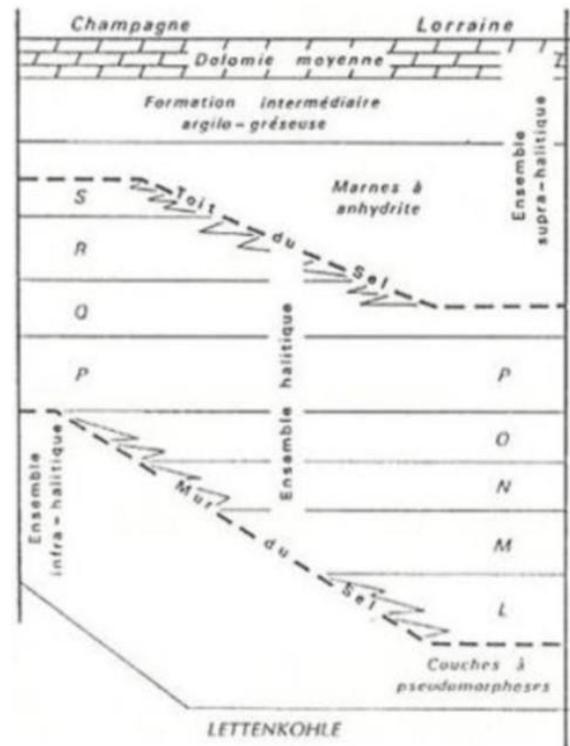


Figure 3 : Colonne stratigraphique entre la dolomie de Beaumont et la Lettenkohle et « faisceaux de couches de sel (L à S) » - Source : dossier



### 1.1.3 Le stockage d'hydrogène en cavités salines

Le stockage en cavités salines implique la création de ces cavités par la technique du lessivage qui consiste à injecter de l'eau par passes successives dans un forage atteignant une formation de sel, pour le dissoudre et ainsi créer une cavité. Bien que cette technique implique un temps de lessivage important et présente des volumes stockés plus faibles qu'en aquifères, elle présente notamment deux avantages :

- un seul forage est nécessaire et la technique est simple ;
- les propriétés du sel, chimiquement stable et très étanche grâce à sa faible perméabilité et porosité.

La pression maximale du gaz stocké, et donc la capacité maximale de stockage de gaz pour un volume donné, correspond sensiblement à la pression des terrains environnant. Plus le stockage est profond, plus la pression maximale du gaz peut être élevée<sup>7</sup>.

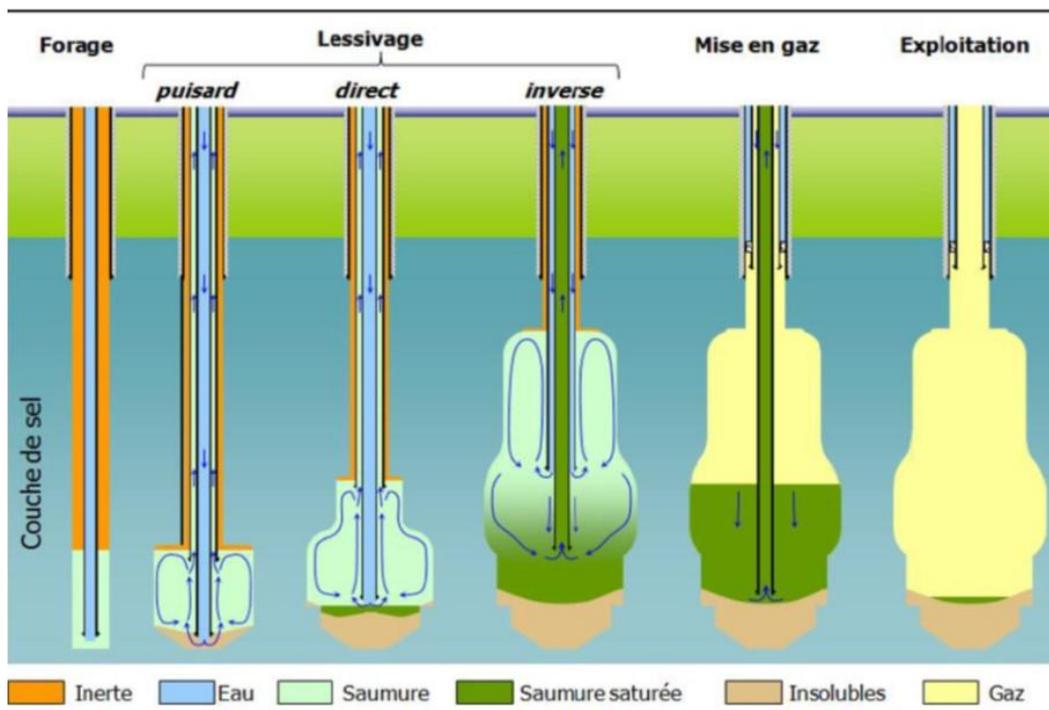


Figure 4 : Phases de création et d'exploitation d'une cavité- Source : stockage d'hydrogène en cavités salines, Q. BEROUD et al., Mines de Paris, 2018

### 1.1.4 Le permis exclusif de recherches (PER)

Les PER s'appliquent aux travaux d'exploration en vue de découvrir les gisements de substances minières. Son titulaire, en l'obtenant, acquiert l'exclusivité du droit de recherche sur un secteur géographique ainsi que la possibilité exclusive de demander une concession d'exploitation sur la zone du permis. Les PER concernent également la recherche de sites de stockage de gaz.

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.

<sup>7</sup> La pression maximale du gaz stocké (mesurée en bars) correspond ainsi à environ 0,18 fois la profondeur (mesurée en mètres), pour une densité du sol de 1,8.

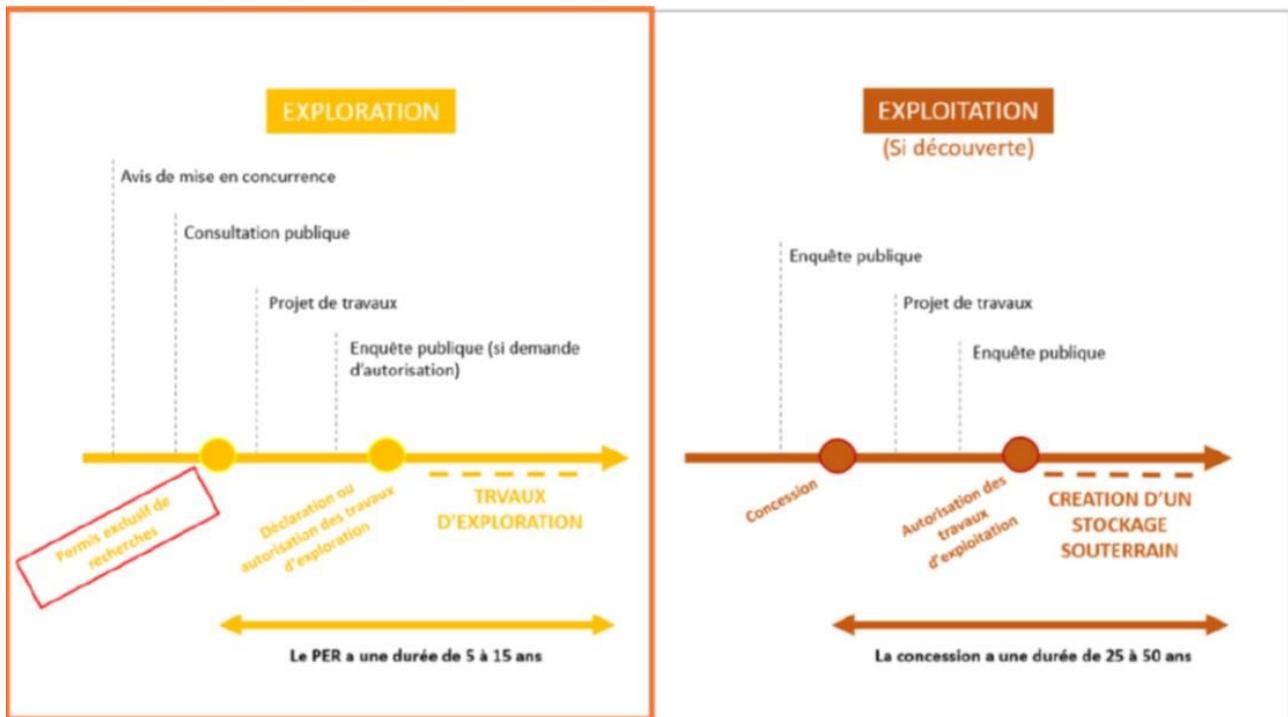


Figure 5 : Schéma d'une demande d'exploitation d'une mine – Source : dossier

## 1.2 Présentation du permis « PER Nancy »

### 1.2.1 Travaux déjà réalisés

Une étude qualitative des faisceaux de sel a été menée afin de focaliser les travaux sur un ensemble continu de faisceaux de qualité suffisante pour le développement de cavités de taille appréciable.

Des diagraphies<sup>8</sup> sont disponibles pour de nombreux puits. Leur analyse a conduit à écarter les faisceaux L et M. Le faisceau Q n'est présent que sur certains puits au nord et à l'est de Nancy

Une première étude géologique a utilisé les données de l'exploitation du sel et des nombreux puits autour du stockage de Cerville et ainsi qu'un retraitement récent de mesures existantes de sismique réflexion<sup>9</sup> pour produire une cartographie du sel gemme et de son épaisseur à l'est de Nancy.

Une seconde étude, plus large, s'est appuyée sur une densité de données plus réduite, concernant le sel plus profond (plus de 300 m) de l'ensemble Champagne-Lorraine avec une cartographie qui s'étend à l'est jusqu'à Nancy. Les cartes recoupent les informations et tendances fournies par la première étude à l'est de Nancy. Des données de puits éparses ont permis de cartographier la profondeur du sel du Keuper Inférieur.

<sup>8</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, de caractéristiques d'une formation géologique traversée par un sondage.

<sup>9</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 2D (deux dimensions) se fait ligne par ligne tandis que l'acquisition en 3D (trois dimensions) se fait simultanément sur plusieurs lignes qui forment une grille.

La cartographie des épaisseurs de sel a été établie sur la base des données de la bibliographie, recalées avec les données de puits disponibles sur les faisceaux N, O, P, Q.

## 1.2.2 Synthèse des résultats et justification du périmètre du permis « PER Nancy »

Les cartes réalisées, qui seront à affiner, permettent de distinguer trois zones autour de Nancy :

- une zone autour du stockage de gaz de Cerville, à l'est de Nancy, bien renseignée. Le sel y est peu profond et peu épais. Storengy estime pouvoir y développer des cavités de petites capacités (3 à 150 tonnes d'hydrogène utile<sup>10</sup>). Ce secteur présente l'avantage d'un exutoire industriel proche pour la saumure issue de la dissolution nécessaire à la création des cavités ;
- une zone au nord du stockage de gaz de Cerville, complètement dépourvue de puits et de sismique, mais où les cartes régionales et locales montrent une tendance à l'approfondissement et à l'épaississement de la couche de sel par rapport à la zone précédente ; Storengy considère que cette partie mérite une exploration plus poussée et que le potentiel de stockage d'hydrogène utile pourrait y atteindre 1 000 tonnes ;
- une zone au nord-ouest et à l'ouest de Nancy, autour de la forêt de Haye, dans le prolongement de la précédente en termes d'approfondissement et d'épaississement. Des données issues de relevés sismiques 2D sont disponibles et quelques rares puits l'encadrent. Storengy espère y développer des cavités plus importantes, pouvant atteindre 1 200 tonnes d'hydrogène utile.

À partir de ces cartes simplifiées et de contraintes sur l'utilisation des terrains en surface, Storengy propose le périmètre de PER indiqué à la figure 6. Celui-ci évite les concessions d'exploitation de sel au sud du stockage de gaz de Cerville (les points A et B se trouvent au centre de la commune de Cerville), les grandes zones urbaines, certaines zones Natura 2000<sup>11</sup> et le parc naturel régional de Lorraine. Sa superficie totale est de 296 km<sup>2</sup>.

---

<sup>10</sup> « L'hydrogène utile » correspond à la différence entre la quantité de gaz stockée à pression maximale et celle stockée à pression minimale.

<sup>11</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).

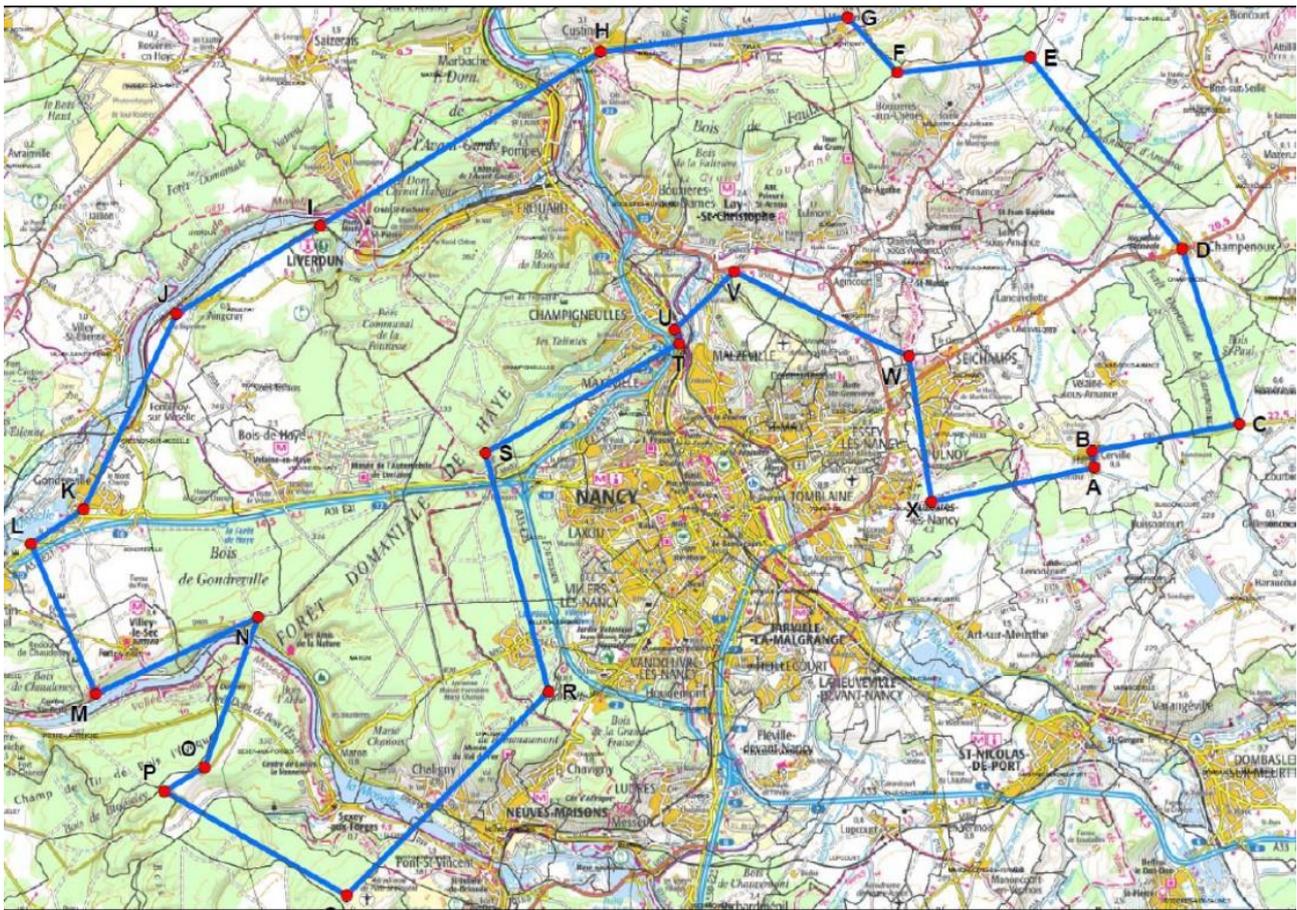


Figure 6 : Périmètre du « PER Nancy » proposé par Storengy – Source : dossier

### 1.2.3 Programmes de travaux

Les travaux viseront à caractériser la couche de sel du Keuper inférieur au sein du périmètre par l'étude des données existantes et l'acquisition de sismique réflexion 2D haute résolution, puis d'engager le forage d'au minimum deux puits d'exploration, non-réutilisables pour la construction de cavités salines. En fonction de ces premiers résultats, trois puits pourraient être implantés. Le dossier mentionne également qu'une opération de lessivage pourrait être engagée dans les cinq ans du PER mais il a été indiqué aux rapporteurs que cette option était écartée, ce qu'il conviendrait d'établir de façon claire dans le dossier.

Les travaux programmés diffèrent en fonction du niveau de connaissance des couches de sel :

- en zone Cerville, Storengy s'attachera à affiner les cartes existantes, à sélectionner une zone d'implantation probable d'une cavité et à y réaliser une campagne d'acquisition de sismique 2D haute résolution. Si l'interprétation sismique confirme la profondeur et l'épaisseur du sel, l'implantation d'un forage sera proposée ;
- en zone nord, où aucune donnée n'est disponible, les travaux consisteront à réaliser une campagne d'acquisition de lignes sismiques 2D haute résolution permettant de caractériser la profondeur et l'épaisseur de la couche de sel. Un puits d'exploration sera réalisé dans le but de calibrer la sismique et son interprétation ;
- en zone Nancy-Toul-Forêt de Haye, où de la sismique réflexion 2D existe, les travaux commenceront donc par le traitement et l'interprétation de ces données sismiques et de celles des puits alentour. Une campagne complémentaire d'acquisition de sismique 2D haute

résolution dans une zone d'implantation probable sera réalisée et complétée par le forage d'un puits d'exploration pour confirmer et calibrer l'interprétation des résultats de la sismique réflexion.

Le programme des travaux est divisé en trois phases. Les phases 2 et 3 sont conditionnées aux premiers résultats obtenus :

- phase 1 : recherche et analyse de données bibliographiques ;
- phase 2 : réalisation d'une campagne d'acquisition sismique si les données bibliographiques recueillies s'avèrent insuffisantes ; elle sera effectuée en parcourant les lignes d'acquisition au moyen de dispositifs spécifiques (camions d'acquisition, camions vibreurs, etc.) qui se déplaceront au fur et à mesure sur le tracé d'études ;
- phase 3 (optionnelle) : réalisation d'un ou plusieurs forages d'exploration ; un chantier de forage représente en moyenne un an de travaux.

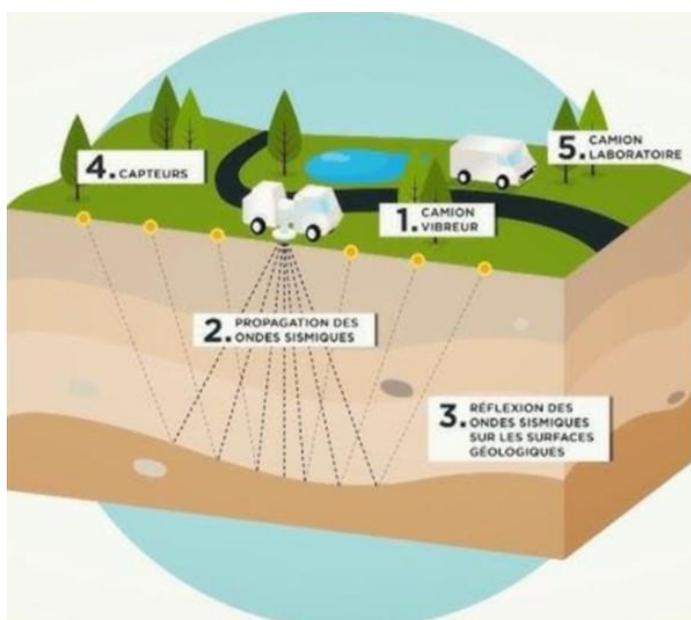


Figure 7 : Schéma d'une campagne géophysique – Source : dossier

Les engagements financiers de Storengy s'élèvent à 18,4 M€, dont 10,9 M€ optionnels.

### 1.3 Procédures

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

Si la campagne géophysique s'avère nécessaire, elle fera l'objet d'une déclaration d'ouverture de travaux miniers (DOT). La réalisation d'un ou de plusieurs forages (phase 3) nécessitera une demande d'autorisation ou une déclaration d'ouverture de travaux miniers (DAOTM). Une autorisation de défrichement pourra en outre être nécessaire pour la création des plateformes de forage.

Du point de vue de l'Ae, quand un projet d'exploitation sera décidé, les travaux d'exploration finale nécessaires et les aménagements et travaux d'exploitation, les raccordements éventuels aux canalisations d'alimentation et d'expédition d'hydrogène, l'alimentation électrique, les équipements

liés aux rejets ou à la valorisation de la saumure constitueront un seul projet, dont les incidences seront à apprécier dans leur globalité.

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

Les impacts du PER seront limités à ceux des forages d'exploration et, outre les nuisances liées aux travaux, porteront principalement sur la ressource en eau, les habitats naturels et la biodiversité. L'évaluation environnementale de la phase suivante, dans le cas où il serait décidé de passer en phase d'exploitation (le projet d'ensemble comprenant alors les travaux d'exploitation et les derniers travaux d'exploration nécessaires pour préparer la phase d'exploitation), devra également prendre en compte la contribution du projet à la réduction de la pollution atmosphérique et des émissions de gaz à effet de serre, la sécurité des populations et la préservation des paysages.

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

L'évaluation environnementale considère avec raison que les incidences de la phase 1 du PER sont très limitées dès lors qu'il ne s'agit que de l'exploitation de données bibliographiques. Elle considère également que les effets sur l'environnement de la phase 2 seront limités : l'impact principal sera généré par la venue des véhicules chargés des campagnes géophysiques et les campagnes seront limitées à quelques jours. Bien que non décrites dans l'évaluation environnementale, les incidences de la phase 2 du PER pourront être évitées avec des mesures simples et habituelles pour des campagnes géophysiques (tracé évitant les contraintes et enjeux, notamment environnementaux, en particulier en suivant autant que possible le réseau de routes et de pistes). La phase 3 inclut la réalisation de forages qui sont les seuls travaux susceptibles d'affecter significativement l'environnement. C'est cet aspect qui est principalement développé dans l'évaluation environnementale.

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 (autres forages d'exploration, demande de concession et travaux d'exploitation), en considérant l'étendue des incidences du projet d'ensemble dont certaines pourraient dépasser le périmètre du projet (rejet de saumures, incidences Natura 2000...).

Le PER se limite à un programme de recherches et ne conduit pas nécessairement à une demande de concession et 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 Storengy dans les phases suivantes de son projet (travaux d'exploration, demandes de concession, phase d'exploitation). Il serait utile que le rapport environnemental décrive, dès l'étape du PER, les incidences possibles des forages d'exploitation, puis de la phase d'exploitation, ne serait-ce que les principales, notamment le devenir de la saumure, les risques...). Cela permettrait d'éclairer le public sur les principaux 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 abandonner du fait des enjeux environnementaux qu'ils présentent (réserve biologique, forêts de protection...) ou d'aléas (anciens travaux miniers...). Cette opportunité n'a pas été saisie dans le dossier présenté.

*L'Ae recommande de compléter le dossier par une analyse sommaire des incidences du futur projet d'ensemble comprenant les travaux d'exploitation et les travaux d'exploration afférents, et une présentation des premières mesures d'évitement, réduction ou compensation (ERC) à envisager.*

## **2.1 État initial**

L'état initial de l'environnement constitue un élément majeur de l'évaluation environnementale du PER. La cartographie des enjeux doit ainsi permettre d'orienter les choix d'implantation des ouvrages, nécessaires dans le cadre du PER, mais aussi dans celui de la future exploitation.

L'état initial a été établi sur une base bibliographique, parfois ancienne et non actualisée. L'échelle utilisée pour les cartographies (environ 1/200 000<sup>e</sup>) semble suffisante pour le stade du PER. Sa précision devra être améliorée par des analyses bibliographiques plus poussées et des données de terrain pour les étapes suivantes, dont celle du projet d'ensemble.

### **2.1.1 Milieu physique**

Le PER recouvre essentiellement un plateau calcaire entaillé par des vallées encaissées (Moselle et affluents) et s'ouvrant sur les plaines argilo-marneuses à l'ouest (Woëvre) et à l'est. Les buttes témoins du « Grand Couronné » de Nancy dominant la plaine à l'est. Les altitudes s'étagent entre 175 et 420 m.

#### Qualité de l'air

Selon le dossier, la qualité de l'air est dans l'ensemble satisfaisante, mais se dégrade dans le département, en particulier pour l'ozone (+30 % depuis 1990) et le dioxyde d'azote (+60 % entre 1995 et 2018). L'Ae relève que l'évolution présentée pour le dioxyde d'azote n'est pas cohérente avec les données publiées par l'association régionale de surveillance de la qualité de l'air (Atmo Grand Est) qui fait état d'une diminution de 61 % des émissions entre 1990 et 2018 (et de 69 % entre 1990 et 2022)<sup>12</sup>.

#### Ressource en eau

Les eaux souterraines ne sont envisagées par le dossier qu'au regard des trois masses d'eau concernées par le PER, analyse peu pertinente à l'échelle du PER :

- « le domaine du Lias et du Keuper du plateau lorrain versant est », en fait secteur en grande partie imperméable sur le périmètre du PER,
- « les calcaires du Dogger des côtes de Moselle versant Rhin », masse d'eau qui regroupe différentes nappes rendues indépendantes les unes des autres par les vallées qui entaillent les plateaux du Dogger et qui constituent toutes des ressources intéressantes pour l'eau potable, car abondante et de bonne qualité, mais peu exploitées,
- « alluvions de la Meurthe, de la Moselle et de leurs affluents », dont il conviendrait de séparer la nappe de la Meurthe, polluée par des chlorures sur tout le domaine du PER, de la nappe de la Moselle, épargnée par cette pollution jusqu'à sa confluence avec la Meurthe.

<sup>12</sup> Source : données Opendata d'Atmo Grand Est (<https://observatoire.atmo-grandest.eu/inventair/>)

L'analyse gagnerait à être menée par aquifère homogène plutôt que par masse d'eau souterraine. Il n'est pas indiqué si des nappes sont présentes entre les trois masses d'eau souterraines (nappes phréatiques) et la couche de sel qui sera explorée, en particulier dans les dolomies de Beaumont.

Le dossier liste les 20 « bassins versants »<sup>13</sup> et les neuf masses d'eau superficielles qui sont concernées par le PER. Les principaux cours d'eau sont la Moselle et son affluent, la Meurthe. Si les ruisseaux secondaires sont en bon état général, ce n'est pas le cas de la Moselle, de la Meurthe et leurs deux principaux affluents sur le périmètre du PER. Le dossier ne donne aucune indication sur l'origine de cette dégradation. En particulier, alors même que la gestion des saumures pourrait constituer un enjeu majeur pour l'exploitation du stockage en cavité saline, le dossier n'évoque pas la pollution chronique de la Meurthe par les chlorures liés aux rejets des deux soudières Solvay et Novacarb au sud de Nancy.

L'état initial dresse un tableau précis des usages de l'eau, entre eaux souterraines et eaux de surface, entre industrie et eau potable, des forages et des prélèvements de surface (en y incluant les captages de sources).

Les périmètres de protection sont cartographiés, qu'ils soient en vigueur ou en projet. Pour autant, il n'est pas présenté de cartographie des aires d'alimentation de ces captages, notion plus pertinente pour appréhender les incidences chroniques possibles, en particulier pour des forages.

***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'aux couches de sel et de cartographier les aires d'alimentation de captages d'eaux souterraines (forages et sources).***

Les états initiaux des dossiers qui suivront le PER devront caractériser la pollution par les chlorures de la ressource en eau.

## 2.1.2 Milieux naturels

### Espaces protégés et d'inventaires

Les espaces protégés ou d'inventaires concernés par le périmètre sont :

- la réserve biologique du « Fond de Monveaux » ;
- une forêt de protection, le massif de Haye (10 400 ha), à l'ouest de Nancy ;
- la ZSC « Vallée de la Moselle du fond de Monvaux au vallon de la Deuille, ancienne poudrrière de Bois sous Roche » qui est dominée par deux classes d'habitats naturels, des forêts caducifoliées (74 %) et des eaux douces intérieures stagnantes ou courantes (16 %) et une seconde ZSC, limitrophe au PER et en bordure nord-est de l'agglomération de Nancy, le « Plateau de Malzéville », non décrite dans l'évaluation environnementale ;
- un arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB), l'étang de Merrey ;

<sup>13</sup> En fait pour la Meurthe et la Moselle, il s'agit des bassins versants latéraux de la masse d'eau considérée.

- 17 zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (Znieff)<sup>14</sup> de type I et une Znieff de type II.

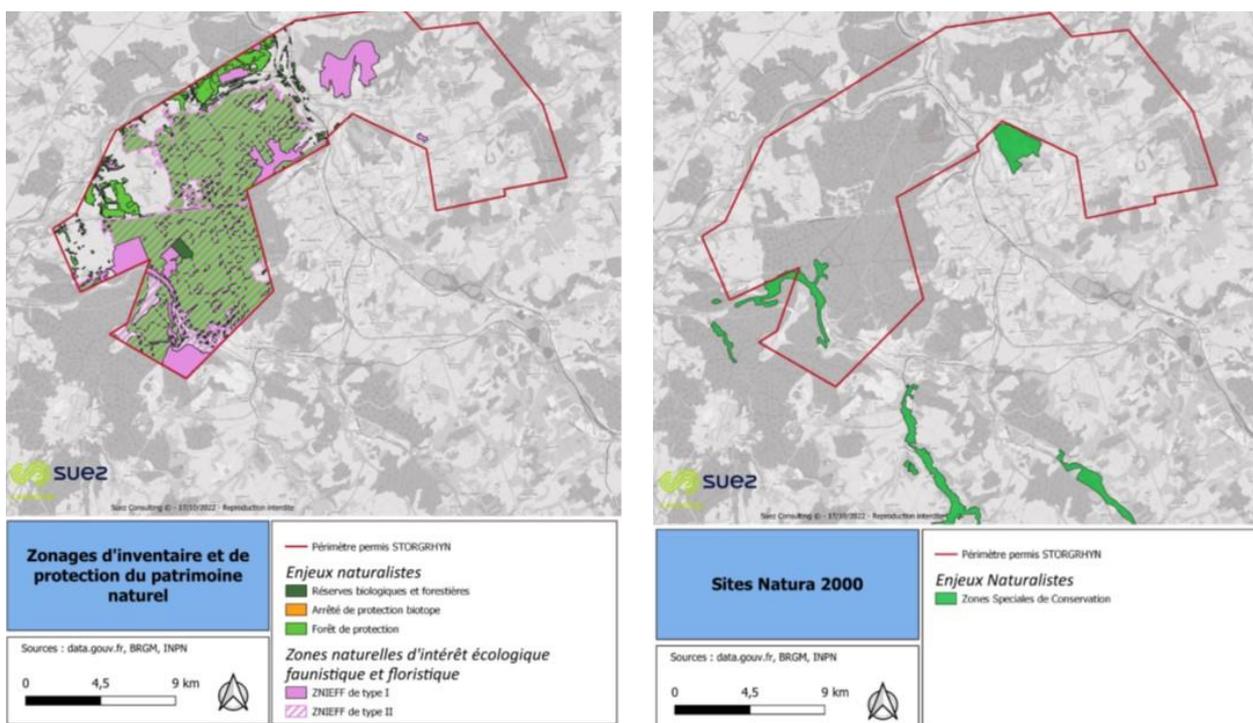


Figure 8 : Espaces de protection et d'inventaire – Source : dossier

### Habitats naturels, faune et flore

La géologie, la topographie et l'importance des surfaces aquatiques sont à l'origine d'habitats naturels variés.

Le territoire d'étude est jalonné d'infrastructures faisant obstacle à la continuité de la trame verte et bleue. Les parties nord et ouest du territoire sont identifiées comme des espaces propices aux espèces et à leurs déplacements. Les réservoirs de biodiversité correspondent pour l'essentiel aux zonages réglementaires et d'inventaire (sites Natura 2000, Znieff...).

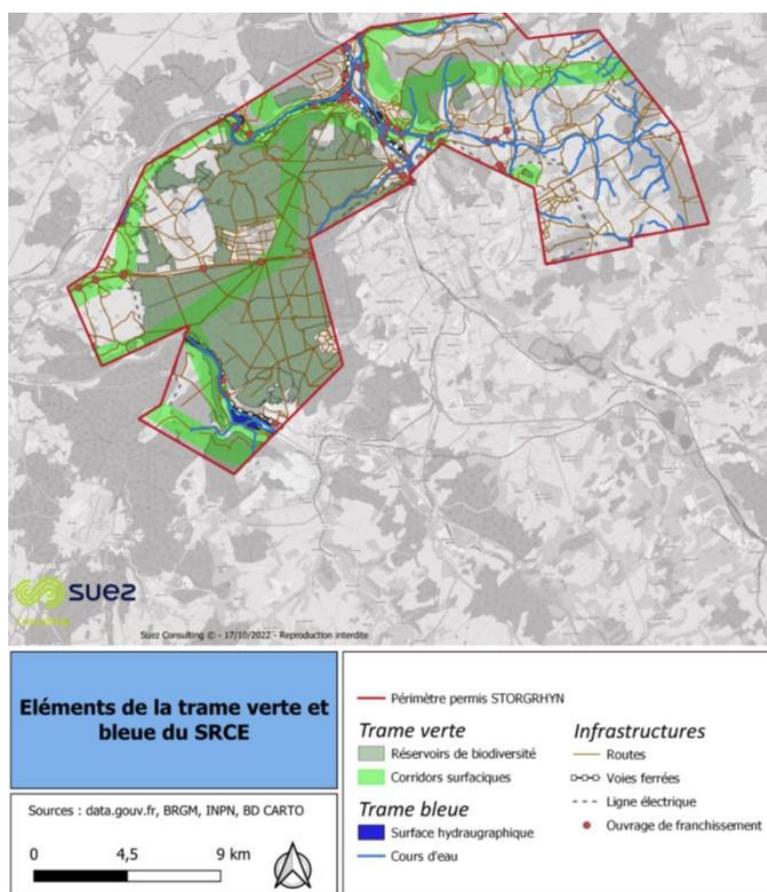
L'information donnée par le dossier est insuffisante sur les habitats naturels et les espèces. Il ne comprend pas d'inventaire des espèces animales et végétales présentes sur le PER, protégées ou non. Seul est fourni un tableau des plans nationaux d'action (PNA) en cours ou terminés applicables, selon le dossier, au périmètre concerné.

***L'Ae recommande de présenter l'état des connaissances sur les habitats naturels et les espèces protégées du secteur couvert par le PER.***

Un inventaire des espèces protégées et une cartographie de leurs habitats naturels à un niveau plus local devront compléter au plus tôt ces éléments, afin de pouvoir engager la démarche d'évitement lors du choix d'implantation des premiers travaux prévus par le PER.

<sup>14</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.

Figure 9 : Trame verte et bleue sur le périmètre – Source : dossier



### Zones humides

L'état initial présente une cartographie des zones humides « remarquables » – qui découlent d'un inventaire réalisé au niveau du bassin Rhin–Meuse – et des zones humides « effectives » – identifiées dans la base de données Carmen et qui résultent d'inventaires liés à des prospections de terrain. Réalisés localement, ces inventaires permettent d'avoir connaissance de certaines zones humides, mais sans viser à l'exhaustivité.

Ce premier inventaire est suffisant pour la demande de PER, mais devra être complété d'un inventaire de terrain à l'échelle des travaux envisagés pour les prochains dossiers.

### 2.1.3 Paysages et patrimoine culturel

Sur une base bibliographique large, le dossier présente une analyse détaillée et une cartographie des sept grands ensembles paysagers sur un territoire certes restreint, mais varié. La partie ouest et nord du périmètre est particulièrement boisée (massif de Haye). Les vallées de la Moselle, de la Meurthe et celles du Grand Couronné sont encaissées, découpant les plateaux calcaires, boisés, cultivés ou couverts de pelouses sèches<sup>15</sup>.

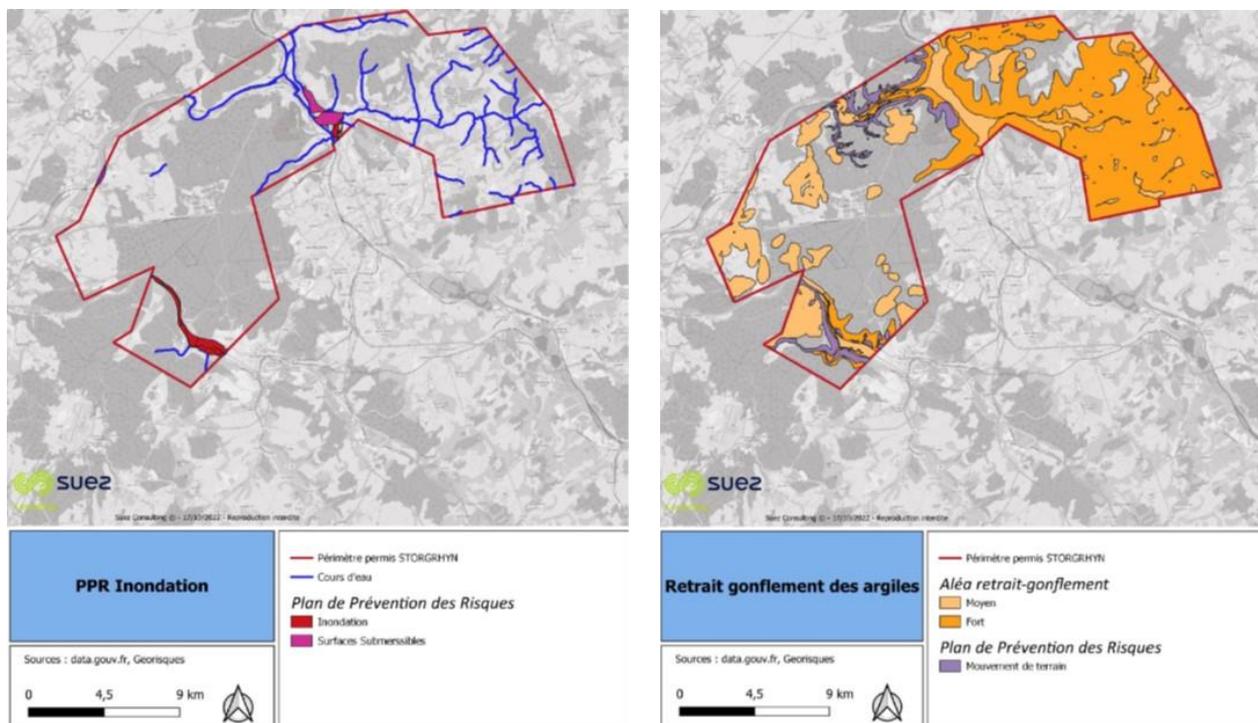
L'inventaire du patrimoine culturel est par ailleurs très détaillé, n'évoquant cependant pas certains vestiges archéologiques, comme la cité leuque du Camp d'Afrique.

<sup>15</sup> Le Plateau de Malzéville, qui jouxte le PER, accueille la plus grande pelouse sèche de l'est de la France (site Natura 2000).

## 2.1.4 Risques

### Risques naturels

Le dossier dresse l'inventaire des plans de préventions des risques (PPR) naturels : inondations et mouvements de terrain.



Le dossier n'évoque pas les cavités naturelles souterraines (karst) qui peuvent concerner une grande partie des plateaux calcaires du périmètre (massif de Haye, Grand Couronné). Ces plateaux dominent de 100 à 200 m les vallées et plaines environnantes, il s'agit de secteurs d'intérêt pour le stockage d'hydrogène, car les cavités y seraient plus profondes et permettraient d'atteindre des pressions de stockage plus élevées et donc des capacités de stockage plus importantes. Si le risque de cavités karstiques est moins prégnant pour les constructions que le risque minier, il peut constituer une source de difficultés supplémentaires pour les forages, nécessitant entre autres des mesures de prévention au regard de la ressource en eau. Les dossiers qui suivront le PER devront en tenir compte.

### Risques anthropiques

Vingt-huit installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation ou enregistrement sont présentes sur le périmètre du PER. Le stockage souterrain de gaz naturel de Cerville est un site classé Seveso<sup>16</sup> seuil haut. Un plan de prévention des risques technologiques délimite les secteurs à risque autour de ce site.

<sup>16</sup> Nom de 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 « Seveso seuil haut » ou en « Seveso seuil bas » selon leur aléa technologique, dépendant des quantités et des types de produits dangereux qu'ils accueillent.

Le territoire du PER est un nœud important est ouest et nord sud pour le transport de matières dangereuses, qu'il s'agisse de transport routier et ferroviaire, ou de canalisation de transport de gaz naturel ou de produits chimiques.

Le dossier dresse l'inventaire des plans de prévention des risques miniers<sup>17</sup> et des sites pollués référencés dans la base GéoRisques (six sites sur la base anciennement dénommée Basol et 582 sites sur la carte des anciens sites industriels et activités de service, Casias).

L'aléa « présence de munitions anciennes »<sup>18</sup> n'est qu'évoqué. Cet aléa constitue pourtant, comme le risque minier et les sites pollués, un enjeu majeur, dès lors que les travaux envisagés concernent en premier lieu le sol et le sous-sol. Une étude historique devrait au moins être présentée pour identifier les secteurs les plus sensibles où l'aléa est le plus fort.

***L'Ae recommande d'approfondir l'analyse de l'aléa « présence de munitions anciennes ».***

### 2.1.5 Classement des enjeux environnementaux

Le dossier classe les enjeux en « forts », « moyens », « faibles » et « nuls à favorables ». Les thématiques jugées à enjeux forts pour le PER sont :

- les eaux,
- la faune, la flore et les continuités écologiques,
- les risques d'inondation et de mouvement de terrain,
- les risques technologiques.

Le classement serait plus pertinent si certaines thématiques étaient déclinées en sous-thématiques ciblées. Ainsi, les risques technologiques constituent un enjeu majeur pour les travaux miniers, les munitions anciennes ou les sites pollués, mais non pour les activités industrielles.

L'évaluation environnementale du PER ne classe ces enjeux qu'au regard du PER et des travaux qu'il prévoit. Une projection de ce classement en phase exploitation serait intéressante, en particulier pour les enjeux qui pourraient constituer un obstacle à l'exploitation future : les eaux au regard du rejet de saumure, les risques liés au sol et sous-sol...

***L'Ae recommande de produire un classement des enjeux environnementaux d'une part plus précis et, d'autre part au regard de l'exploitation future.***

### 2.1.6 Évolution de l'environnement en l'absence de projet

Le dossier présente les incidences qu'aurait l'absence de PER sur l'environnement. Il s'agit d'un contre-sens sur ce qui est attendu. Cela ne porte pas à conséquence pour l'évaluation environnementale d'un PER qui ne durera que cinq années et qui n'aura pas d'effets majeurs sur l'environnement.

---

<sup>17</sup> L'exploitation du minerai de fer a concerné la quasi-totalité des plateaux du territoire du PER, pour l'essentiel à partir de galeries débouchant à flancs de coteaux.

<sup>18</sup> Les parties nord et est du territoire du PER ont fait l'objet d'intenses combats en août et septembre 1914 et les bombardements de la seconde guerre mondiale ont touché plus spécifiquement les vallées industrielles et les aérodromes.

En revanche, dans les futurs dossiers (projets de forages, concession, exploitation), il sera indispensable de disposer d'une estimation de l'état de l'environnement attendu à l'horizon de la durée d'exploitation des stockages, en particulier sur des thématiques environnementales sur lesquelles l'exploitation pourra avoir des incidences, négatives, mais aussi positives (émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques). Afin de pouvoir évaluer les incidences du projet, il conviendra d'avoir établi un scénario de référence (sans projet).

## ***2.2 Analyse des variantes – Justification et pertinence du permis « PER Nancy »***

Le dossier retient la solution de stockage de l'hydrogène en cavités salines. Les autres solutions de stockage d'hydrogène ne sont qu'évoquées, en précisant simplement que la solution retenue est la plus mature. Il a par ailleurs été indiqué aux rapporteurs que le stockage en cavité saline présentait des avantages techniques sur le stockage en nappe, en particulier la qualité de l'hydrogène extrait. Aucune comparaison n'est présentée sur les risques environnementaux associés aux différentes solutions : il est clair cependant que le devenir de la saumure de lessivage du sel sera un sujet prégnant si l'exploitation devait être envisagée. Or, il est exigé de justifier le choix retenu en comparant les solutions alternatives raisonnables envisagées au regard de leurs incidences sur l'environnement et la santé humaine. Cela manque dans le dossier.

La France dispose de plusieurs sites favorables au stockage d'hydrogène : la seule société Storengy a déposé trois demandes de PER pour des stockages en cavité saline en Alsace et en Lorraine. Il est également attendu que soient comparés les avantages et inconvénients des différents sites envisagés ou envisageables. Il a été indiqué oralement aux rapporteurs qu'un des intérêts du site de Nancy était la possibilité de valoriser le sel lessivé par les soudières ou les saliniers de la Meurthe, au sud de Nancy, ce qui nécessiterait la réalisation d'un saumoduc d'une dizaine à une quarantaine de kilomètres, selon l'implantation du stockage.

***L'Ae recommande de présenter les différentes solutions et lieux possibles de stockage d'hydrogène en les comparant au regard de leurs incidences sur l'environnement et la santé humaine.***

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

Seuls sont envisagés, de manière succincte, les effets des opérations prévues par la phase 3 du PER (exploration). Les phases 1 et 2 du PER ne sont pas susceptibles d'effets significatifs, au-delà de quelques impacts en termes de pollution de l'air, d'émission de GES et de nuisances sonores. La demande de concession et la phase d'exploitation ne sont évoquées que ponctuellement.

Les effets de la phase 3 incluent ceux des forages, de leurs plateformes et voie d'accès.

### **2.3.1 Milieu physique et aquatique**

L'évaluation environnementale détaille les types d'aléas que représente la réalisation des forages sur le milieu physique et aquatique : pollution des eaux par les boues, mise en communication de nappes, détérioration des sols, nuisances (bruit, pollution de l'air) liées aux travaux de forage et aux engins de surface – 24 heures sur 24 –. La composition des types de boues envisagées n'est pas précisée, alors qu'elles sont susceptibles de contenir des substances dangereuses pour la santé et

pouvant polluer les eaux souterraines. Les aléas envisagés n'incluent pas les pollutions par les hydrocarbures et les huiles utilisées sur les chantiers de forage. Le dossier considère les nuisances comme non quantifiables à ce stade, alors que le niveau des émissions sonores, de GES et de polluants atmosphériques pourrait être estimé.

Le dossier indique que Storengy mettra en œuvre des mesures d'évitement et de réduction correspondant aux techniques et aux pratiques conformes aux standards actuels : matériels et technologies conformes, mise en place de dispositifs d'insonorisation... Il sera tenu compte de l'environnement et des zones sensibles pour l'installation des têtes de puits et de l'aménagement des voies d'accès, afin de limiter la dégradation des sols et d'optimiser la régénération naturelle ultérieure.

Le dossier n'aborde pas le sujet du devenir des saumures produites par le lessivage du sel dans la phase exploitation, ni des nuisances liées à l'exploitation future. Ainsi, la création des cavités salines par « lessivage » générera l'évacuation de la saumure à raison de 20 à 100 m<sup>3</sup>/j<sup>19</sup> pendant plusieurs années. Le dossier ne fait qu'évoquer la possibilité de valorisation des saumures auprès des soudières ou des saliniers.

Ces points devront être envisagés dès le dossier de demande de réalisation des forages d'exploration et précisés lors de la demande de concession.

***L'Ae recommande de préciser la composition des boues qui sont susceptibles d'être utilisées et, dans le cas de substances polluantes, toxiques voire cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques, d'évaluer les risques associés et de mettre en place une démarche d'évitement, de réduction, voire, à défaut, de compensation (ERC).***

### 2.3.2 Effets sur le milieu naturel

Selon le dossier, les effets principaux résideront dans le changement d'occupation des sols, lié à la mise en place de la plateforme de forage, et dans le débroussaillage de la végétation. Une perturbation de la faune locale sera possible. Cependant, cette perturbation sera limitée à la durée des travaux de création de la plateforme, de sa voie d'accès et de la réalisation du forage.

Le dossier indique qu'aucun forage ne sera réalisé dans les sites sensibles (zones Natura 2000 et forêts de protection). Au-delà de cette mesure d'évitement, le dossier est peu disert sur les mesures ERC envisagées, se limitant simplement à donner quelques lignes directrices possibles sur les études d'impact des forages d'exploration, sans prendre d'engagement<sup>20</sup>.

Ces études préliminaires aux travaux devront être engagées dès que possible, s'agissant chaque fois d'opérations pouvant durer plusieurs mois, voire une année (inventaires faune, flore « quatre saisons »).

---

<sup>19</sup> Soit environ 2 à 10 kg/s de chlorure de sodium ou 1 à 5 kg de chlorures par seconde. À titre d'information, les soudières de la Meurthe sont autorisées à rejeter 31 kg de chlorures par seconde sur une base annuelle, le rejet étant régulé en fonction de différents paramètres, dont le débit de la Moselle et sa concentration en chlorures à Hauconcourt (57).

<sup>20</sup> « Une concertation pourra être organisée avec les administrations compétentes DREAL, ONF, organisme gestionnaire d'espaces protégés (...) afin d'envisager les mesures adaptées au contexte local » ; « Un inventaire faune-flore sera réalisé s'il s'avère nécessaire pour la réalisation des opérations de la phase 3. Ce diagnostic permettra de déterminer les mesures de réduction, d'évitement et potentiellement de compensations spécifiques à mettre en place dans le cas où cela s'avérerait nécessaire, en dehors des zones urbanisées ».

*L'Ae recommande de proposer des premières mesures d'évitement, de réduction et de compensation opérationnelles, d'engager les concertations avec les administrations pertinentes et de réaliser les inventaires faune flore, le tout dès que possible.*

### 2.3.3 Autres : risques, patrimoine, trafic, paysages

Le dossier considère que les autres enjeux environnementaux ne seront pas affectés par les travaux d'exploration et ne prévoit donc aucune mesure ERC à ce titre.

Il n'évoque pas l'accroissement des risques d'accidents de forage liés à la présence de cavités naturelles et minières dans le sol, ou d'engins militaires dans le sol et le sous-sol ni les mesures de prévention envisagées.

*L'Ae recommande d'approfondir le risque d'accidents de forage liés aux cavités souterraines et leurs conséquences, et de présenter des mesures de maîtrise de ce risque.*

Là encore, le dossier devrait évoquer même sommairement les effets du projet d'ensemble et les moyens de prévention envisagés.

Ainsi, nulle part dans le dossier n'est évoqué le classement au titre de la directive Seveso du stockage d'hydrogène s'il devait être créé<sup>21</sup>. Des servitudes d'utilité publique pourraient pourtant devoir être mises en place sur les zones de danger résiduel.

Par ailleurs, dans une région traumatisée par les désordres miniers, la création de cavités salines est un sujet sensible pour lequel l'évaluation des risques<sup>22</sup> et le dialogue avec les populations devront être approfondis.

## 2.4 Évaluation des incidences Natura 2000

Le PER évite en partie les zones Natura 2000. Le dossier indique cependant qu'« afin de présenter un polygone plus simple, il recoupe cependant une zone Natura 2000 le long de la vallée de la Moselle, dans laquelle ne seront toutefois réalisés aucun des travaux prévus sur le PER » et que « si les opérations [forages d'exploration] sont réalisées à proximité de ce site, une évaluation des incidences Natura 2000 sera réalisée ».

L'Ae n'a pas de remarques sur cette approche.

## 2.5 Articulation avec les autres plans et programmes

L'évaluation environnementale présente un inventaire exhaustif, mais qui n'est pas toujours actualisé, des documents d'urbanisme et des servitudes applicables au PER.

Le secteur est entièrement couvert par le schéma de cohérence territoriale (Scot) Sud54, approuvé le 14 décembre 2013. Les intercommunalités intéressant le PER disposent de plans locaux d'urbanisme intercommunaux : métropole du Grand Nancy, communauté de communes de Moselle-

<sup>21</sup> Un stockage d'hydrogène est classé Seveso à compter de cinq tonnes et Seveso seuil haut à compter de 50 tonnes au titre de la rubrique ICPE 4715. Il peut également relever d'autres rubriques.

<sup>22</sup> Il a été indiqué aux rapporteurs que ce risque était inexistant dès lors que les cavités étaient correctement dimensionnées.

Madon, du bassin de Pompey et de Seille–Grand Couronné ainsi que les communautés de communes des Terres toulouses et du Pays Colombey Sud Toulous. L'analyse ne donne aucune indication sur les prescriptions de ces documents pouvant s'appliquer à tout ou partie du projet d'ensemble, voire les interdire.

De même, beaucoup d'autres documents de planification sont inventoriés (plans de prévention des risques naturels, technologiques ou miniers ; schéma directeur d'aménagement et des eaux (Sdage) du bassin Rhin–Meuse...), sans analyser leur compatibilité avec les opérations envisagées.

Enfin, le dossier n'évoque pas les conventions et accords internationaux pertinents au regard du projet de stockage d'hydrogène en cavité saline, notamment la convention de 1976 de Bonn sur les chlorures dans le bassin du Rhin.

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 ainsi que les mesures d'évitement, réduction voire compensation nécessaires.

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

Le dossier reporte la production des indicateurs et des modalités de suivi aux étapes ultérieures du projet de stockage.

À l'échelle du PER, des indicateurs appropriés de son suivi doivent être établis. Ainsi, il serait utile que l'évaluation environnementale identifie les enjeux clés sur 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, mesures du bruit...), mais aussi durant l'exploitation (piézomètre de suivi ou d'alerte des éventuelles pollutions, surfaces artificialisées...). 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 et d'exploitation.***

## ***2.7 Résumé non technique***

Le dossier comprend un « résumé non technique » dont la taille (29 pages) est cohérente avec celle du rapport environnemental (203 pages). Il présente clairement en les synthétisant les développements de l'évaluation environnementale proprement dite. Il en présente aussi les insuffisances.