



# Chroniques semestrielles hors-série 2014-2015

## Mines ennoyées du bassin ferrifère lorrain : du réseau de surveillance... ...au modèle numérique de prévision

**Hors-série n°1 : Contexte de la création d'un réseau de surveillance**

**Hors-série n°2 : Définition d'un modèle conceptuel**

**Hors-série n°3 : Construction d'un modèle numérique de prévision**

BRGM Grand Est – Mise à jour 2017



### **Chronique hors-série n°1 : introduction**

L'arrêt progressif de l'exploitation minière dans le bassin ferrifère à partir des années 1990 a conduit à des modifications du régime des eaux souterraines et superficielles, ainsi qu'à l'altération de leur qualité : il en a résulté des impacts lourds vis-à-vis des usages (alimentation en eau), des risques naturels (variation du débit des cours d'eau) et des conditions d'alimentation des cours d'eau en période d'étiage.

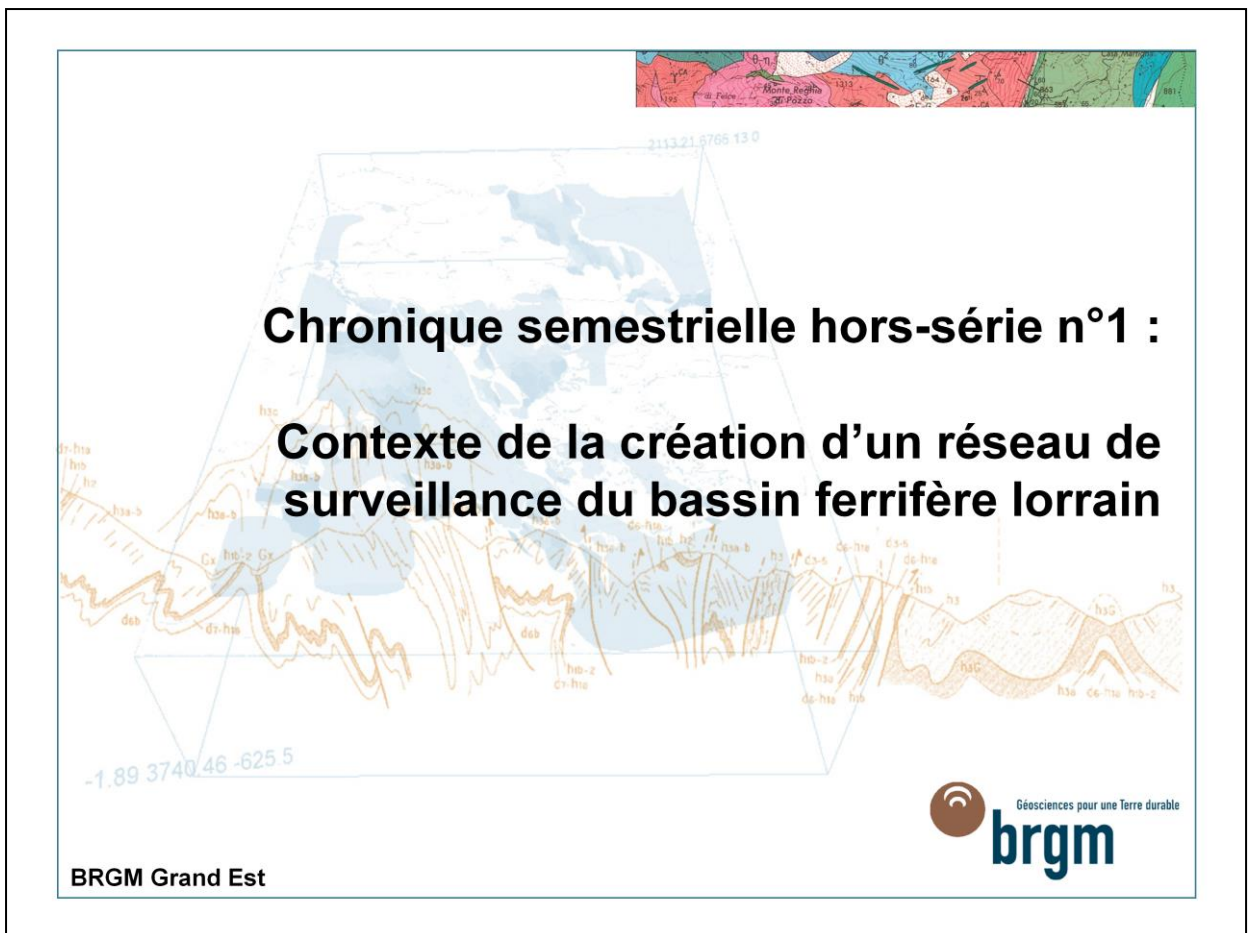
Ce constat a conduit les pouvoirs publics à initier en 2004 l'élaboration d'un SAGE du bassin ferrifère (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux. En 2005, le BRGM a été chargé par le Conseil Régional Lorrain, structure porteuse du SAGE du Bassin Ferrifère, de réaliser les deux premiers documents constitutifs de l'élaboration du SAGE : l'état des lieux et le diagnostic du SAGE du bassin ferrifère. Au terme de plus de 10 ans de travaux menés par la Commission Locale de l'Eau (CLE) du SAGE, ce dernier a été adopté en 2016 : il constitue désormais un fil conducteur pour toutes les actions menées sur le bassin pour la préservation de l'eau et des milieux aquatiques.

En parallèle, à partir de 1995, d'abord en complément puis en substitution de la surveillance prescrite aux anciens exploitants pendant une durée limitée, le BRGM, en partenariat avec l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, le Conseil Régional Lorrain et la

DREAL Lorraine, ont engagé des actions de connaissance et de protection de la ressource. Le BRGM assure depuis cette date la surveillance des eaux souterraines du bassin ferrifère lorrain, dans le cadre de ses activités de service public. En 2017, le réseau de surveillance est devenu un observatoire sous maîtrise d'ouvrage du BRGM, cofinancé par l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, la Région Grand Est et le BRGM.

Par ailleurs, le BRGM a contribué aux travaux de recherche du GISOS, Groupement d'intérêt scientifique de recherche sur l'Impact et la Sécurité des Ouvrages Souterrains, qui a eu pour objectifs entre 1999 et 2015 d'anticiper et de contribuer à résoudre les problèmes posés dans le cadre de l'après-mine en France. Les travaux menés par le BRGM dans le cadre du GISOS ont contribué au développement d'un modèle numérique de prévision.

Cette chronique hors-série n°1 présente le bassin ferrifère et le contexte de la création de son réseau de surveillance, dont les résultats ont permis la définition d'un modèle conceptuel de structure et de fonctionnement des réservoirs ennoyés (hors-série n°2) et la construction d'un modèle numérique de prévision de la qualité de l'eau (hors-série n°3).



### **Historique de l'exploitation**

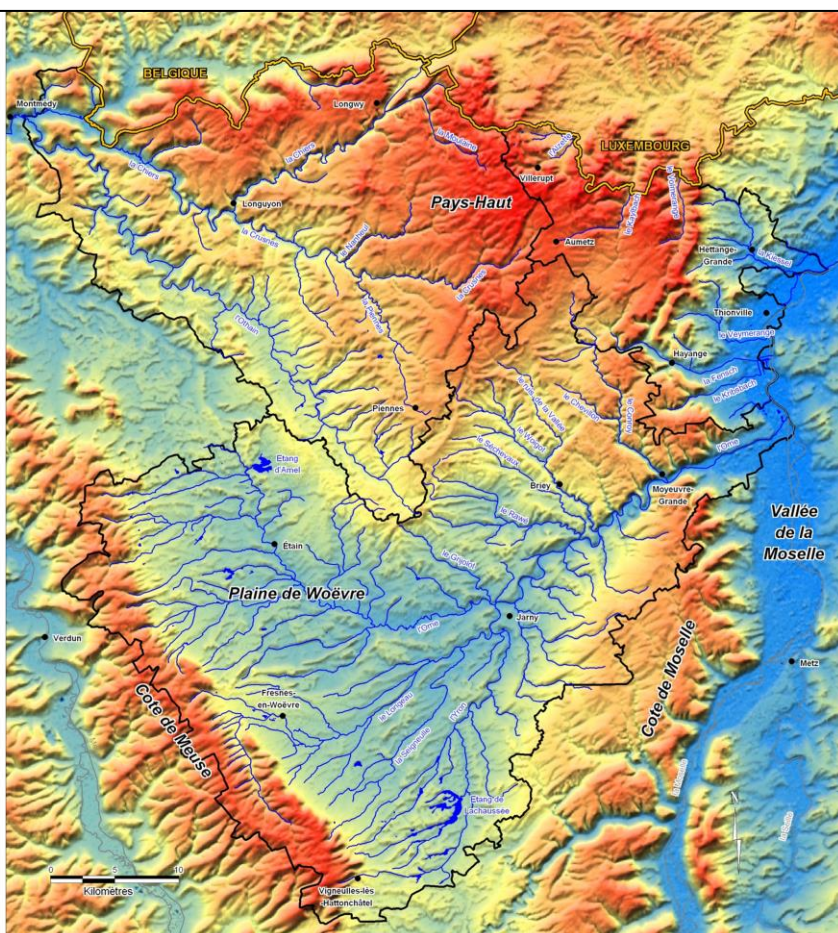
Le gisement lorrain a été exploité épisodiquement depuis le XIII<sup>ème</sup> siècle, et régulièrement depuis le XVIII<sup>ème</sup> siècle. Les mines de fer de Lorraine, qui produisaient un minerai assez pauvre et phosphoreux, ont été le support de la sidérurgie locale et ont connu leur heure de gloire tant que l'exploitation et le transport de minerais plus riches ne sont pas venus les concurrencer en Lorraine même. L'installation de sidérurgies portuaires, plus modernes et plus facilement approvisionnables en minerais, puis la crise générale de la sidérurgie, sont venues accélérer le déclin. Le processus de fermeture totale des mines est aujourd'hui achevé. Après avoir dépassé les 60 millions de tonnes de production annuelle de 1960 à 1962, les mines de fer ont connu un plateau de stabilisation de leur production autour de 50 millions de tonnes par an de 1968 à 1974, puis ont plongé pour descendre autour de 10 millions de tonnes par an après 1988. On estime que **trois milliards de tonnes ont été extraites** depuis l'origine.

Administrativement, le bassin a été morcelé en quelques centaines de concessions couvrant environ une centaine de km du nord au sud et une trentaine de km au maximum d'est en ouest, et s'étendant sur 3 départements (Meuse, Meurthe-et-Moselle, Moselle). Ces concessions étaient pour la plupart jointives (surtout dans le bassin Briey-Longwy), et la plupart du temps, les travaux d'une mine communiquaient avec ceux de la mine voisine. Les exploitants des différentes mines ont été multiples, au temps de la splendeur (mines marchandes, mines intégrées dans les grands groupes...). La crise de la sidérurgie les a fait disparaître ou se regrouper, et il n'en est resté finalement plus que deux : l'ARBED, qui a approvisionné la sidérurgie luxembourgeoise, et LORMINES, qui était la filiale du groupe USINOR-SACILOR ayant regroupé tous les intérêts miniers français.

*Source : Rapport sur l'exhaure des mines de fer en Lorraine, Suzanne et Fournieret, 1996.*

## Le relief et les grandes régions naturelles

- > 2 grandes régions naturelles :
  - La plaine argileuse de la **Woëvre** (altitude : **220 à 230 m**)
  - Le plateau marno-calcaire du **Pays-Haut** (altitude : **230 à 450 m**)
- > Région limitée par les reliefs de la **côte de Meuse** à l'est, de la **côte de Moselle** à l'ouest, et la **frontière** avec la Belgique et le Luxembourg au nord



### Relief et grandes régions naturelles

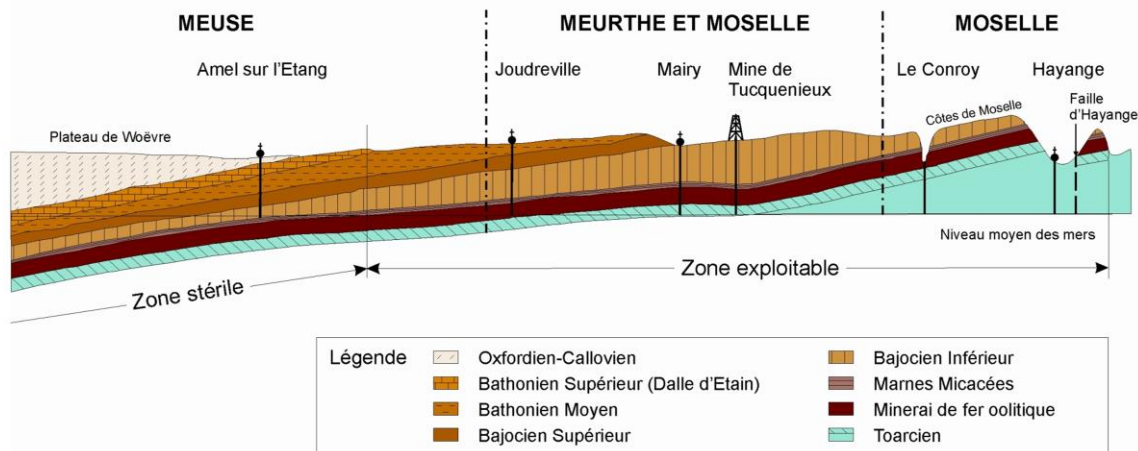
Le gisement de minerais de fer affleure le long de la côte de Moselle et s'interrompt sur près de 25 km en son centre, entre Pagny-sur-Moselle et Pont-à-Mousson. Cette discontinuité partage la région en deux zones distinctes, le bassin ferrifère de Nancy au sud (abandonné plus anciennement et non concerné par les études décrites ici) et le bassin ferrifère de Briey-Longwy au nord. Les exploitations minières se sont développées sous le plateau du revers occidental de la côte de Moselle. Le territoire du SAGE du bassin ferrifère (contour noir sur la carte ci-dessus) est situé entre les cours de la Meuse à l'ouest, et de la Moselle à l'est. Il est encadré par les grandes agglomérations de Verdun à l'ouest, Metz à l'est, Pont-à-Mousson au sud, tandis que sa limite nord est constituée par la frontière française avec la Belgique et le Luxembourg. Deux grandes régions naturelles, aux caractéristiques très différentes, peuvent être distinguées : la plaine de la Woëvre au sud du territoire, et le plateau du Pays-Haut au nord.

**La plaine de la Woëvre**, d'altitude comprise entre 220 et 230 mètres, occupe la plus grande partie de la moitié sud du territoire. Sur ses limites sud-ouest et sud-est, cette grande dépression

topographique s'appuie sur les reliefs calcaires des côtes de Meuse et de Moselle. La plaine de la Woëvre est constituée de terrains argileux imperméables, et caractérisée par la présence de nombreux terrains marécageux et de retenues telles que l'étang d'Amel et l'étang de Lachaussée.

**Le plateau marno-calcaire du Pays-Haut**, dans la partie nord du territoire, est limité à l'est par la vallée de la Moselle, à l'ouest par la confluence Chiers-Othain, au sud par la plaine de la Woëvre, tandis que sa limite nord correspond approximativement à la frontière avec la Belgique et le Luxembourg. La surface du plateau est légèrement inclinée du nord-est vers le sud-ouest, son altitude variant de 450 à 230 m. Le point culminant du Pays-Haut, situé à proximité d'Aumetz, est un point de partage des eaux vers les trois bassins versants du territoire (la Chiers, l'Orne, et les petits cours d'eau du bassin versant de la Moselle). Les cours d'eau parcourant le plateau calcaire s'y enfoncent rapidement, et coulent souvent dans des vallées encaissées.

## Coupe géologique ouest-est du bassin ferrifère lorrain



- ☀ Couche du minerais de fer : âge aalénien
- ☀ Repose sur l'étage terminal du Lias : le Toarcien
- ☀ Recouverte par la série sédimentaire complète du Dogger
- ☀ Accidents tectoniques (NE-SO) : subdivision du bassin en trois sous-bassins (Nord, Centre et Sud)

### Géologie et hydrogéologie

La couche de minerai de fer qui a été exploitée de manière industrielle pendant plus d'un siècle est d'âge Aalénien. Elle affleure à l'est au niveau des escarpements qui bordent la vallée de la Moselle, puis s'enfonce vers l'ouest avec un pendage moyen de l'ordre de 3 %, pour atteindre une profondeur d'environ 300 m à l'aplomb des limites de la zone exploitable et concédée (cf. coupe géologique ci-dessus).

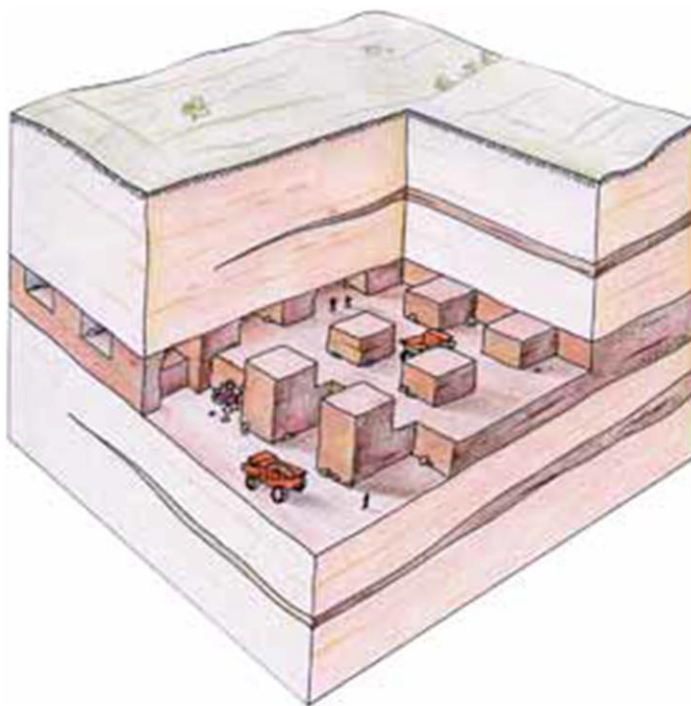
La **couche de minerai de fer** repose sur les marnes imperméables du Toarcien. Elle est progressivement recouverte d'est en ouest par la succession des formations calcaires et marneuses du Jurassique inférieur et moyen, constituant ainsi la série sédimentaire complète du Dogger. Plus à l'ouest, le Dogger est lui-même recouvert par les argiles de la Woëvre (Callovo-Oxfordien), puis par les calcaires oxfordiens formant le relief de la côte de Meuse.

D'un point de vue hydrogéologique, on peut distinguer, au droit des zones exploitées, trois ensembles aquifères superposés.

Du bas vers le haut, on trouve :

- **les nappes des réservoirs miniers**, dans la formation ferrifère : ces aquifères, modestes à l'état naturel, deviennent de véritables réservoirs d'eau souterraine artificiels, lorsqu'ils sont percés de galeries ; un réservoir peut être rempli ou non d'eau (il peut être ennoyé, partiellement ennoyé ou non ennoyé),
- **la nappe principale du Dogger** : contenue dans les calcaires à polypiers du Bajocien moyen et dans les calcaires du Bajocien inférieur,
- **plusieurs petites nappes perchées** et discontinues, les nappes des oolithes de Jaumont et de Doncourt, qui reposent sur des niveaux marneux,
- **quelques nappes alluviales** de faible importance : alluvions du Conroy, de l'Orne, de la Fensch.

## Méthode d'exploitation



Source image : L'après-mine en France, BRGM, 2006



### **Méthode d'exploitation**

Après une exploitation de type artisanale des couches minéralisées, qui s'est effectuée à partir des affleurements (du XVII<sup>ème</sup> au XIX<sup>ème</sup> siècle), une technique d'exploitation moderne par **chambres et piliers** est apparue en 1893, consistant à creuser dans la couche de minerai des galeries se recoupant perpendiculairement pour former un maillage carré ou rectangulaire de galeries interconnectées, en laissant en place de larges zones non exploitées (les piliers) qui soutenaient les terrains situés au-dessus. Avec cette méthode, les piliers étaient abandonnés, et on ne récupérait donc qu'une partie du gisement.

C'est pourquoi la méthode des chambres et piliers abandonnés a évolué vers la **méthode dite de traçage et dépilage**, qui s'est généralisée après la seconde guerre mondiale, et qui permettait un taux de récupération plus élevé grâce à la plus faible dimension des piliers résiduels (3 m x 3 m). Ces derniers étaient torpillés à l'explosif en fin d'exploitation, pour assurer la stabilité à long terme des terrains, entraînant l'effondrement des terrains sus-jacents.

L'exploitation se déroulait ainsi en trois phases principales :

- **phase de traçage** : après avoir divisé la zone à exploiter par le creusement de galeries principales, l'exploitant minier créait un réseau de galeries parallèles par creusement dans le minerai en place, en délimitant ainsi de longs piliers entre les galeries, donnant ainsi naissance à une « **zone tracée** » ;
- **phase de dépilage-foudroyage** : lorsque c'était possible sans risquer d'endommager des structures en surface (bâtiments, routes, voies ferrées), ces longs piliers étaient exploités par des creusements perpendiculaires successifs, jusqu'à ce que ne subsistent que de maigres piliers résiduels. Le dépilage se terminait alors par le torpillage des piliers résiduels à l'explosif, ce qui provoquait la chute du toit : c'était le foudroyage, qui donnait naissance à une « **zone dépilée** » (aussi appelée « **zone foudroyée** »). L'effondrement des terrains provoquait généralement la création d'une cuvette d'affaissement en surface.



40000 km de galeries



Plusieurs niveaux exploités



40 à 50% de travaux foudroyés



Jusqu'à 291 Mm<sup>3</sup> exhaure /an

### Conséquences de l'exploitation minière

Durant plus d'un siècle d'exploitation dans le bassin ferrifère lorrain, 3 milliards de tonnes de minerai de fer ont été excavés, 40000 km de galeries ont été creusés, sur plusieurs niveaux (3 généralement). La surface des zones foudroyées (dépilées) représente en moyenne 40 à 50 % de la surface exploitée.

Les **venues d'eau d'infiltration** furent toujours un problème majeur pour l'exploitation, puisqu'il fallait sortir de 5 à 20 m<sup>3</sup> d'eau pour une tonne de minerai extrait. Ce problème était très fortement lié à la méthode d'exploitation par traçage et dépilage. En effet, consécutivement à la pratique du foudroyage, l'écran imperméable constitué de marnes micacées sus-jacent à la formation ferrifère était fracturé sur une grande surface. Au droit des zones exploitées, la quasi-totalité de la nappe principale des calcaires du Dogger située au-dessus des travaux miniers a ainsi été drainée vers les exploitations minières par l'intermédiaire des zones foudroyées.

Le développement de l'activité minière, particulièrement depuis le milieu du XX<sup>ème</sup> siècle, n'a alors pu s'effectuer que grâce à la mise en œuvre de **pompages permanents « d'exhaure minière »** destinés à maintenir les travaux miniers au sec. Des galeries de drainage et des albraques (bassins d'accumulation) ont dû être réalisés en fond de mine, ainsi que des puits d'exhaure en surface. De plus, des interconnexions hydrauliques entre les mines ont été créées au fur et à mesure des regroupements de sièges d'exploitation au sein de chaque bassin.

L'exhaure moyenne annuelle du bassin ferrifère est évaluée à 179 millions de m<sup>3</sup> d'eau par an pour la période 1946-1993 (donc avant l'arrêt des exhaures des réservoirs Centre, Sud et Nord), pour un minimum de 70 (1946) et un maximum de 291 millions de m<sup>3</sup>/an (1981).

Une petite partie (10%) de l'eau d'exhaure était utilisée pour l'alimentation en eau potable et industrielle, tandis que l'essentiel du débit était déversé dans les cours d'eau, modifiant artificiellement le régime des cours d'eau du territoire.



L'ennoyage, après l'arrêt de l'exploitation  
et de l'exhaure minière

### ***L'ennoyage des mines***

Un tel prélèvement d'eau souterraine a considérablement **bouleversé les équilibres naturels**, tant pour le milieu souterrain que pour les écoulements superficiels. C'est ainsi que des sources ont disparu ou que certains tronçons de cours d'eau se sont asséchés. Inversement, le rejet massif des eaux d'exhaure dans les rivières de la région a conduit par endroits à une artificialisation du débit des cours d'eau. La prolongation de cet état de fait pendant quelques dizaines d'années a rendu possible l'installation d'un **nouvel équilibre dynamique artificiel**, auquel la population s'est habituée.

La fermeture des exploitations minières a entraîné **l'arrêt des exhaures et la remise en cause de cet équilibre dynamique**. Les pompages d'exhaure des 3 plus grands bassins ont été arrêtés à partir de 1994 : février 1994 pour le bassin Centre, mars 1995 pour le bassin Sud, décembre 2005 pour le bassin Nord. L'arrêt des pompages a eu pour conséquence **l'ennoyage progressif des travaux miniers** et la création de « réservoirs miniers ».

Par convention, un **réservoir minier** est défini comme un **aquifère artificiel** constitué de l'ensemble des vides laissés par l'homme dans la formation ferrifère. Chaque réservoir est indépendant de ses voisins au point de vue hydraulique (pas ou peu d'échanges d'eau entre réservoirs). Au sein de chaque réservoir, on distingue :

- **la zone ennoyée** (qui n'est pas toujours présente) dans laquelle les anciennes galeries minières abandonnées sont remplies d'eau, et qui déborde généralement vers un cours d'eau par un ou plusieurs exutoires aménagés spécialement (points de débordement),
- **la zone non ennoyée** qui collecte et conduit l'eau qui s'y infiltre vers la zone ennoyée et/ou vers un ou plusieurs exutoires situés à une cote supérieure à la cote d'ennoyage (si cette dernière existe).

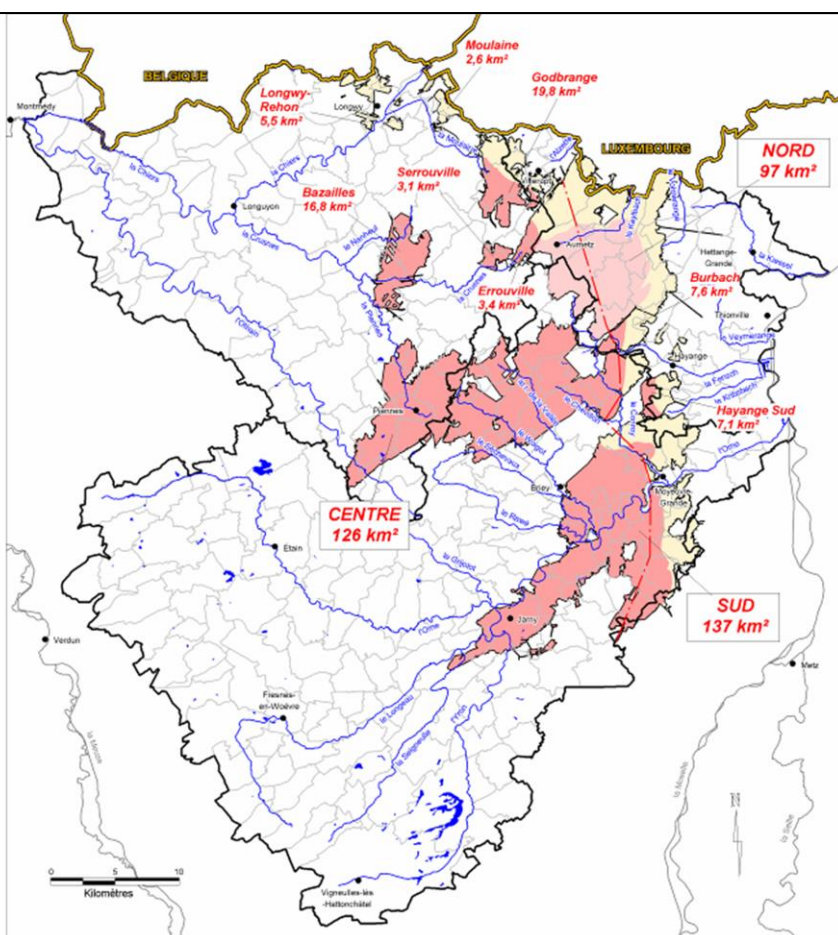
## Les réservoirs miniers du Bassin ferrifère lorrain

### > 11 réservoirs miniers :

- 430 km<sup>2</sup> de travaux miniers,
- ¾ de la surface est ennoyée
- Volume d'eau > 450 Mm<sup>3</sup>

### > 3 grands réservoirs (< 97 km<sup>2</sup>) : Sud, Centre, Nord

### > 8 petits réservoirs (> 20 km<sup>2</sup>)



### Les bassins et réservoirs miniers

La formation ferrifère est affectée par de nombreuses failles orientées principalement nord-est / sud-ouest, qui subdivisent le bassin ferrifère de Briey-Longwy en 4 bassins géographiques de taille plus restreinte, au sein desquels un ou plusieurs réservoirs miniers sont individualisés.

On rappelle qu'un **réservoir minier** est défini, par convention, comme un aquifère artificiel constitué de l'ensemble des vides laissés par l'homme dans la formation ferrifère, après la fin de l'exploitation du minerai de fer, ce réservoir pouvant être ennoyé, partiellement ennoyé ou non ennoyé.

On distingue donc :

- **le bassin Sud**, avec les réservoirs Sud (137 km<sup>2</sup>) et Hayange Sud (7,1 km<sup>2</sup>), situé entre les failles d'Amanvillers au sud et d'Avril et de Hayange au nord,
- **le bassin Centre**, avec les réservoirs Centre (126 km<sup>2</sup>) et Burbach (7,6 km<sup>2</sup>), au nord-ouest des failles d'Avril et de Hayange, et au sud des failles de Fontoy et d'Ottange,

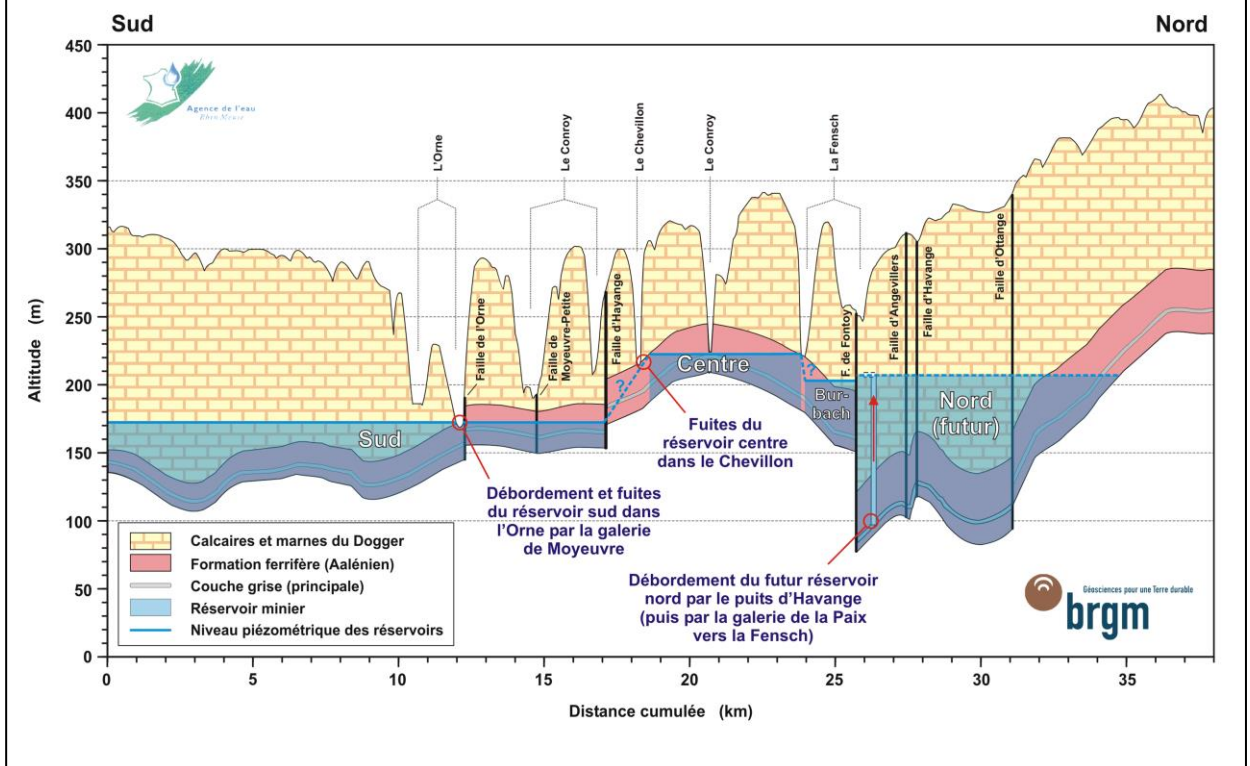
- **le bassin Nord**, avec les réservoirs Nord (97 km<sup>2</sup>) et Errouville (3,4 km<sup>2</sup>), limités au sud-est par la faille de Fontoy, et au nord-ouest par la faille de Mercy-Crusnes,
- **le bassin de Longwy**, avec les réservoirs Godbrange (19,8 km<sup>2</sup>), Bazailles (16,8 km<sup>2</sup>), Longwy-Rehon (5,5 km<sup>2</sup>), Serrouville (3,1 km<sup>2</sup>) et Moulaine (2,6 km<sup>2</sup>), situés au nord-ouest de la faille de Mercy-Crusnes.

Au total, **11 réservoirs miniers** sont donc identifiés dans le bassin ferrifère de Briey-Longwy, dont **3 grands réservoirs** de taille supérieure à 97 km<sup>2</sup> (Sud, Centre et Nord) et 8 petits réservoirs de taille inférieure à 20 km<sup>2</sup>.

La surface totale de l'ensemble des travaux miniers du bassin ferrifère s'élève à près de **430 km<sup>2</sup>**, dont les ¾ sont ennoyés, ce qui représente un volume d'eau supérieur à **450 millions de m<sup>3</sup>**.



## Coupe sud-nord passant par les points de débordement permanents des réservoirs miniers ennoyés



### Relations entre les réservoirs miniers

La coupe hydrogéologique Sud-Nord ci-dessus passe par les principaux points de débordement permanents des réservoirs miniers ennoyés (cf. en rouge la trace de la coupe sur la carte de la page précédente). Elle permet de visualiser les réservoirs miniers Sud, Centre, Burbach et Nord (NB : coupe réalisée avant l'ennoyage du réservoir Nord, d'où la mention « futur » qui n'est plus d'actualité).

Les réservoirs miniers sont considérés comme **indépendants du point de vue hydraulique**, c'est-à-dire qu'ils n'échangent pas d'eau avec les réservoirs miniers voisins (ou suffisamment peu pour que ces échanges ne puissent pas être quantifiés). Cette indépendance hydraulique des réservoirs peut résulter de l'histoire de l'exploitation minière, qui a laissé par endroit des zones vierges de travaux entre deux réservoirs ; de la configuration géologique des terrains exploités (faille importante) ; ou encore de la mise en place de barrages souterrains dans les travaux miniers avant l'ennoyage permettant de diriger les eaux d'ennoyage vers les points de débordement choisis. La principale conséquence de cette indépendance hydraulique des réservoirs miniers est l'existence de **cotes d'ennoyage très**

**différentes** d'un réservoir à l'autre, même s'ils sont très proches géographiquement, puisque la cote d'ennoyage d'un réservoir est contrôlée par son point de débordement le plus bas. La coupe hydrogéologique simplifiée ci-dessus permet d'apprécier les différences significatives de niveau d'ennoyage des réservoirs : près de 53 m séparent les cotes d'ennoyage des réservoirs Sud et Centre, et plus de 15 m celles des réservoirs Nord et Centre.

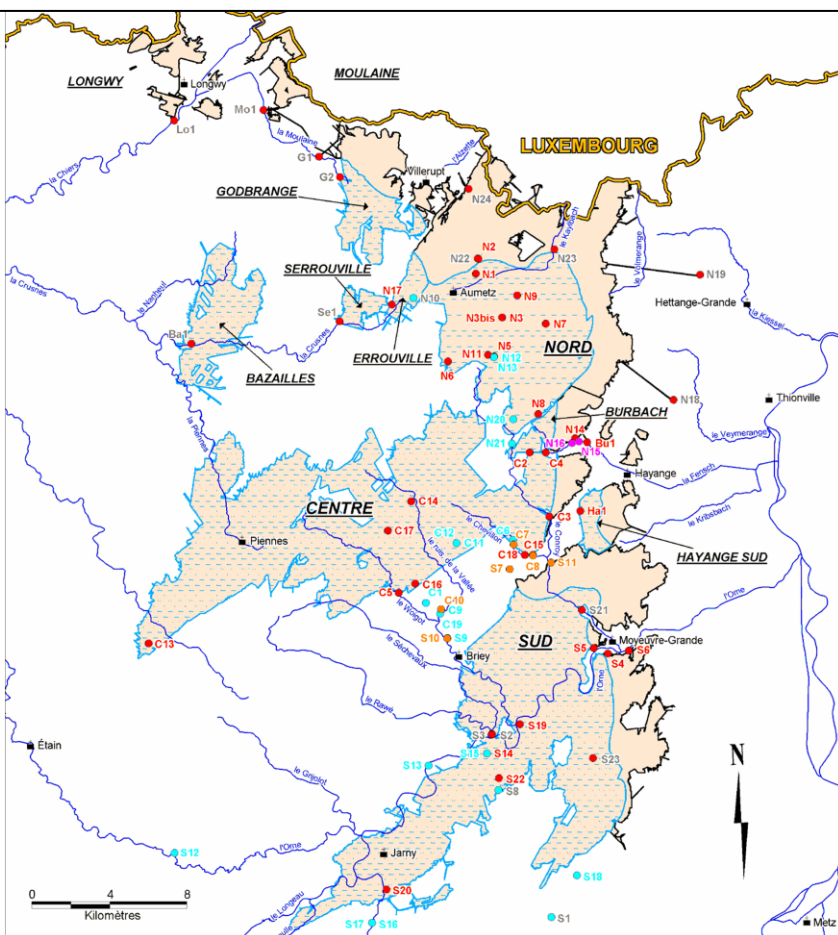
Ces différences d'altitude des niveaux d'ennoyage posent la question des transferts d'eau souterraine entre réservoirs (cf. les « ? » sur la coupe ci-dessus). A ce jour, **aucune donnée** concernant les niveaux piézométriques ou la qualité des eaux souterraines **n'indique l'existence de transferts d'eau** entre le réservoir Centre et ses voisins. Les seules relations hydrauliques entre réservoirs adjacents sont celles existant entre les réservoirs Errouville et Nord, à travers une zone foudroyée, ces deux réservoirs ne faisant plus qu'un depuis la fin de l'ennoyage du réservoir Nord.

## Le réseau de surveillance des eaux souterraines du bassin ferrifère

> Depuis 1995, un réseau en constante évolution (41 points en 2017 + points appartenant à d'autres réseaux) pour surveiller :

- les réservoirs miniers,
- les nappes des calcaires du Dogger
- la formation ferrifère non exploitée
- certaines nappes alluviales

> Le réseau permet de surveiller les niveaux, les débits de débordement des réservoirs et la qualité de l'eau



### La surveillance des eaux souterraines

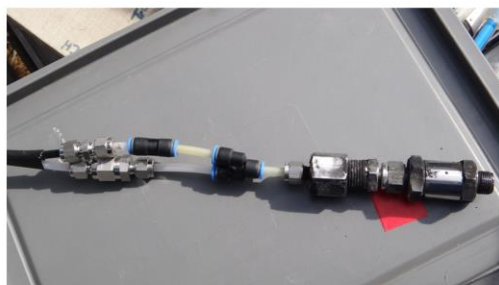
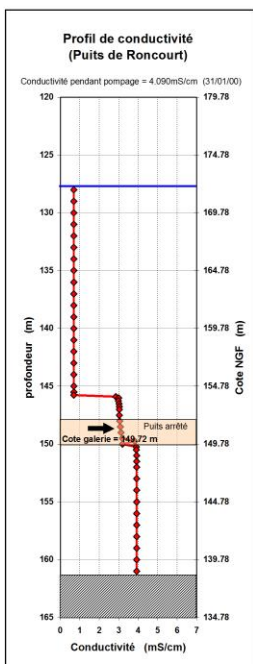
La surveillance de la quantité (niveaux, débits) et de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère lorrain a pour premier objectif de **mieux comprendre le fonctionnement** de ce système, et notamment les relations entre les réservoirs miniers et les aquifères adjacents, ainsi que les éventuelles communications entre réservoirs miniers. Il s'agit en second lieu de **constituer un ensemble de bases de données** (géographiques, géologiques, minières, hydrodynamiques, chimiques) destinées à alimenter des modèles numériques de prévision et de gestion.

Un **réseau de surveillance** a ainsi été progressivement constitué depuis 1993, il comprend **41 points en 2017**. Les résultats de la surveillance sont présentés par des rapports publics téléchargeables sur le site du BRGM ([www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)), ainsi que par le biais de chroniques périodiques. Par ailleurs, les données de surveillance sont bancarisées dans la banque ADES (Accès aux Données sur les Eaux Souterraines : [www.ades.eaufrance.fr](http://www.ades.eaufrance.fr)) où elles

peuvent être consultées et téléchargées. Le **Système d'information pour la gestion des eaux souterraines du bassin Rhin-Meuse (SIGES)** fournit un accès simplifié à ces données ainsi qu'à un grand nombre de d'autres données relatives aux eaux souterraines du bassin Rhin-Meuse ([sigesrm.brgm.fr](http://sigesrm.brgm.fr)).

Les **niveaux piézométriques et les débits de débordement** des réservoirs sont mesurés en continu par des centrales d'acquisition. Les **échantillonnages et les analyses** sont effectués à des fréquences mensuelles à annuelles, et concernent les éléments majeurs (calcium, magnésium, sodium, potassium, sulfate, chlorure, bicarbonate), les composés azotés (ammonium, nitrite, nitrate), certains éléments caractéristiques de l'eau d'ennoyage des réservoirs miniers (strontium, fer, manganèse, bore), et les certains polluants potentiellement présents dans l'eau des réservoirs miniers (nickel, hydrocarbures totaux, indice phénol).

## Conception d'un échantillonneur adapté aux contraintes des puits miniers, notamment en cours d'envoyage (BRGM)



### Echantillonnage dans les puits miniers

Des profils de température et de conductivité électrique de l'eau réalisés dans tous les puits de grand diamètre (5 à 7 m) du bassin ferrifère permettent de constater l'existence dans les puits d'une tranche d'eau supérieure peu minéralisée de composition proche de celle de l'eau des calcaires du Dogger, séparée par un palier très abrupt d'une tranche d'eau inférieure minéralisée représentative de l'eau d'envoyage des mines.

Il a été démontré qu'un échantillon représentatif de l'eau circulant dans le réseau de galeries du réservoir minier ne peut être obtenu que par prélèvement dans la tranche inférieure d'eau minéralisée, et de préférence à la profondeur du débouché de la galerie dans le puits.

L'échantillonnage correct de l'eau des puits et des piézomètres d'un réservoir minier exige donc de mettre en œuvre des techniques adaptées aux profondeurs importantes en jeu (jusqu'à 260 m) et à l'absence de moyens de pompage dans la plupart des cas.

Pour répondre à l'ensemble de ces contraintes, le BRGM a conçu un système d'échantillonnage fixe « pneumatique » sans purge préalable qui a été installé dans un grand nombre de puits à partir de 2005.

Ce système d'échantillonnage fonctionne par l'application de cycles successifs de compression et de décompression d'azote gazeux dans un tube double au bout duquel se trouve un système de deux clapets anti-retour. Le jeu de ces clapets permet alternativement le prélèvement d'eau souterraine (phase de décompression) puis sa circulation vers le haut (phase de compression).

La rusticité et le coût relativement modeste de ce système a permis de le mettre en place à demeure dans tous les ouvrages qui le nécessitaient, à la profondeur requise pour prélever de l'eau représentative de chaque réservoir minier, c'est-à-dire en face des ouvertures de galeries (puits miniers) ou des crépines (piézomètres).