

Document public



Surveillance des eaux souterraines du bassin ferrifère lorrain en 2003

Rapport final

BRGM/RP-53276-FR
juillet 2004

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 03-DEP-A02

L. Vaute
Avec la collaboration de
G. Frappier



Synthèse

La fermeture des exploitations du minerai de fer lorrain, entre les vallées de la Moselle et de l'Othain, et l'arrêt généralisé des pompages d'exhaure au niveau du bassin ferrifère de Briey (parties Centre et Sud) sont à l'origine de l'ennoyage progressif des terrains et de la minéralisation importante de l'eau souterraine. La remontée du niveau de l'eau s'est poursuivie jusqu'à ce qu'un équilibre soit trouvé entre les apports d'eau (la pluie) d'une part, et les débits de débordement (galeries aménagées), de fuite et de drainage (sources) d'autre part.

Cet équilibre est différent de celui qui existait avant l'exploitation minière, car la création de galeries et de drains, ainsi que la fracturation de l'écran imperméable qui séparait la formation ferrifère et les calcaires du Dogger, ont considérablement modifié la perméabilité locale de la roche, la nature et les axes de circulation de l'eau souterraine. Par ailleurs, l'immersion des parois laissées au contact de l'air pendant des décennies a entraîné une forte minéralisation de l'eau qui s'est chargée, entre autres éléments, du sulfate issu de l'oxydation de la pyrite des interbanques marneux.

L'ennoyage des deux réservoirs miniers Sud et Centre du bassin ferrifère lorrain (bassin de Briey) est terminé respectivement depuis octobre 1998 et mars 1999. On dispose actuellement de 5 années d'observations – niveaux piézométriques, débits et qualité des eaux souterraines – depuis cet événement majeur. Les principaux résultats sont présentés chaque mois dans la chronique d'information « Bassin ferrifère : Surveillance Eau », disponible sur le site Internet de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse. Le présent rapport annuel est destiné à faire une synthèse détaillée de l'ensemble des observations recueillies en 2003, en les replaçant dans leur contexte géographique et historique.

Au total, 43 points ont fait l'objet d'un suivi quantitatif et/ou qualitatif en 2003, dont 19 pour les réservoirs miniers, 18 pour les calcaires du Dogger et 6 pour la formation ferrifère non exploitée entre les réservoirs Centre et Sud. Tous les renseignements facilement disponibles sur l'ensemble des ouvrages fonctionnels situés dans le bassin ferrifère lorrain ont été saisis dans une base de donnée Access. Les 5 annexes à ce rapport (4 tableaux de données et la base de donnée) sont fournies au format numérique Excel 97 ou Access 97 sur un cd-rom joint.

Sommaire

Synthèse.....	3
Sommaire	5
Liste des figures	7
Introduction.....	11
1. Contexte général.....	13
1.1 Situation géographique	13
1.2 Cadre géologique et hydrogéologique	13
1.2.1 Morphologie du gisement.....	13
1.2.2 Nature des niveaux géologiques.....	16
1.3 Rappels sur la pratique des exhaures.....	19
1.3.1 Conditions de mise en oeuvre.....	19
1.3.2 Conséquences des exhaures.....	19
1.4 Présentation du phénomène d'ennoyage.....	21
1.4.1 L'arrêt des exhaures.....	21
1.4.2 La stabilisation de l'ennoyage	21
1.4.3 Les conséquences de l'ennoyage	23
1.4.4 Les mesures d'accompagnement	24
2. Le réseau de surveillance des eaux souterraines du bassin ferrifère	25
2.1 Surveillance des réservoirs miniers.....	25
2.1.1 Les points d'observation	25
2.1.2 Le problème de la représentativité des échantillons	27
2.2 Surveillance des calcaires du Dogger.....	30
2.3 Surveillance de la formation ferrifère non exploitée entre les réservoirs.....	
Centre et Sud	31
2.4 Diagraphies conductivité-température.....	31
2.4.1 Les puits	31
2.4.2 Les piézomètres	34
2.5 Constitution de la base de données des ouvrages situés dans le bassin ferrifère lorrain.....	46
2.5.1 Structure et fonctionnement de la base	46
2.5.2 Recherche et saisie des informations dans la base	47
2.5.3 Consultation de la base de données.....	48
3. Evolution des débits et des niveaux piézométriques.....	49
3.1 Réservoir Sud.....	49
3.2 Réservoir Centre	58

3.3 Calcaires du dogger du bassin Sud	61
3.3.1 Ouvrages dont le niveau est mesuré depuis 1995.....	61
3.3.2 Ouvrages créés en 1999.....	66
3.4 Calcaires du Dogger du bassin Centre	69
3.4.1 Ouvrages dont le niveau est mesuré depuis 1995.....	69
3.4.2 Nouveaux ouvrages créés en 1999	69
3.4.3 Source de Mance	70
3.5 Galeries de Fontoy et de Burbach.....	70
3.6 Etude des relations réservoir Centre – réservoir Sud	70
4. Surveillance de la qualité des eaux souterraines	75
4.1 Paramètres physico-chimiques et ions majeurs.....	75
4.1.1 Réservoirs miniers	75
4.1.2 Calcaires du Dogger	79
4.2 Eléments indésirables	90
4.2.1 Réservoirs miniers	90
4.2.2 Calcaires du Dogger	93
4.3 Eléments toxiques – nickel (Figure 46)	101
Conclusion	103
Bibliographie.....	107

Introduction

Pendant plus d'un siècle, les mines de fer de Lorraine ont exploité une couche minéralisée riche en minerai de fer (Aalénien) entre les vallées de la Moselle et de la Meuse, notamment dans le bassin de Briey. Le minerai était extrait de la manière suivante : des galeries étaient percées (traçage), puis le minerai était extrait entre les galeries jusqu'à ne laisser que de minces piliers, enfin les piliers étaient détruits à l'explosif (dépilage). L'effondrement des galeries abandonnées a provoqué la fracturation du calcaire sus-jacent (calcaires du Dogger).

Ainsi, l'extraction du minerai de fer, qui s'est effectuée sous la vaste nappe des calcaires du Dogger, a mis en communication hydraulique ces deux niveaux et a causé le dénoyage progressif de la nappe du Dogger par vidange dans les galeries minières. Pendant toute la durée de l'exploitation, cette eau a donc été pompée (exhaure) et rejetée massivement dans les cours d'eau, conduisant à leur artificialisation. En outre, la quasi-totalité de l'alimentation en eau potable ou industrielle de la région était effectuée grâce à cette ressource abondante et facile d'accès.

L'arrêt de l'extraction du minerai depuis une dizaine d'années, et surtout celui des pompages d'exhaure à partir de 1993 pour le réservoir Centre, et 1995 pour le réservoir Sud, a entraîné l'ennoyage du réseau de galeries minières et de la base des calcaires du Dogger. Les principales conséquences de l'ennoyage sont :

- La modification du régime des nappes d'eau souterraine et des rivières.
- La détérioration de la qualité de l'eau souterraine par augmentation de la minéralisation.
- L'arrêt de la fourniture d'eau d'exhaure pour l'alimentation en eau potable des collectivités et l'alimentation en eau industrielle.

Face à ces problèmes d'ampleur régionale, l'Agence de l'eau Rhin-Meuse et la DIREN Lorraine ont engagé des actions de prévention et de protection de la ressource. Ces actions doivent s'appuyer sur un contrôle précis de l'évolution du phénomène dans le temps et l'espace. A cette fin, l'Agence de l'eau et la DIREN Lorraine ont demandé au BRGM (Service Géologique Régional Lorraine) d'assurer, dans le cadre de ses actions de Service Public, le suivi d'un réseau de surveillance des eaux souterraines du bassin ferrifère.

Ce rapport présente les moyens de surveillance mis en place par l'Agence de l'eau dans le bassin ferrifère depuis 1994, et résume les événements survenus pendant l'année 2003. Les données fournies par la société Lormines, l'ancien exploitant minier (niveaux piézométriques et résultats d'analyse jusqu'à la fin de l'année 2000), par la société Bail Industries (niveaux piézométriques), et par les DDASS de Meurthe-et-Moselle et de Moselle (résultats d'analyse d'eau brute), sont aussi présentées et interprétées. Les 5 annexes à ce rapport (4 tableaux de données et une base de donnée) sont fournies au format numérique Excel 97 ou Access 97 sur un cd-rom joint.

1. Contexte général

1.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les exploitations minières de fer en Lorraine se situent sous le plateau du revers occidental de la côte de Moselle, à l'ouest d'une ligne Thionville - Metz - Nancy. Les bassins concédés s'étendent ainsi sur environ 100 km du nord au sud, entre la frontière franco-luxembourgeoise et Nancy, pour une largeur qui varie entre 10 et 30 km. Ils intéressent trois départements qui sont, d'est en ouest, la Moselle, la Meurthe-et-Moselle et, pour une faible part, la Meuse.

Le gisement, qui affleure en particulier le long de la côte de Moselle, 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,
- Le bassin ferrifère de Briey - Longwy au nord.

Le réseau de surveillance mis en place se rapporte aux nappes d'eau souterraine présentes dans ce dernier bassin (Figure 1), dont l'extension globale est d'environ 50 km du nord au sud pour 30 km de large.

D'un point de vue hydrographique, ce même bassin de Briey se divise en trois bassins versants principaux : l'Orne au sud et la Fensch au nord-est, qui sont des affluents de la Moselle, et l'Othain au nord-ouest, qui se jette dans la Meuse.

1.2 CADRE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

1.2.1 Morphologie du gisement

La couche de minerai de fer 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.

Sa structure s'inscrit dans celle de l'est du bassin parisien : de la sorte, la couche minéralisée aalénienne repose en conformité sur l'étage terminal du Lias, le Toarcien.

D'autre part, elle est progressivement recouverte d'est en ouest par la succession des formations calcaires et marneuses du Jurassique moyen, constituant ainsi la série sédimentaire complète du Dogger (Figure 2).

Conclusion

Le bassin ferrifère lorrain est un système hydrodynamique et chimique complexe, formé par la superposition d'un aquifère calcaire fracturé et localement karstique (nappe du Dogger) et d'un aquifère artificiel constitué de grands vides anastomosés (réservoir minier). Dans la continuité du suivi initié en 1995, la surveillance de la quantité (niveaux, débits) et de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère lorrain en 2003 a permis d'une part de mieux comprendre le fonctionnement de ce système, et d'autre part de continuer la constitution d'un ensemble de bases de données (géographiques, géologiques, minières, hydrodynamiques, chimiques, etc.) vouées aux eaux souterraines. A l'échelle du bassin, ces données serviront à nourrir les modèles de gestion des eaux souterraines et de surface en cours de développement ; à l'échelle locale, elles servent déjà à alimenter les études hydrogéologiques et environnementales. Les principaux résultats obtenus de 1995 à 2003 sont résumés ci-après.

Au 23 août 2002, un volume d'environ 271 millions de m^3 d'eau s'est écoulé par la galerie de Moyeuve depuis le débordement du 28 octobre 1998 (3 ans et 10 mois). Le volume écoulé par les fuites depuis le 1^{er} septembre 1998 étant estimé à environ 78 millions de m^3 (22 % du volume total), c'est un volume total de 349 millions de m^3 qui s'est écoulé du réservoir Sud en 46 mois, soit environ 250 000 m^3/j . Ce volume représente entre 1,5 et 1,7 fois le volume estimé du réservoir Sud (210 à 230 Mm^3).

De janvier 1999 à décembre 2003, un volume d'environ 55,2 millions de m^3 d'eau (Mm^3) s'est écoulé du réservoir Centre par les galeries (Woigot = 35,1 Mm^3 , soit 63,6 % ; Bois d'Avril : 2,2 Mm^3 , soit 4 %) et les fuites (17,9 Mm^3 au moins, soit 32,4 %). Ce volume s'est écoulé du réservoir Centre en presque 60 mois, donc à un débit moyen d'environ 30 000 m^3/j . Si les fuites du réservoir Centre sont toutes connues et correctement estimées, le volume moyen journalier écoulé du réservoir Centre serait ainsi environ 8 fois plus faible que celui du réservoir Sud.

Le volume total écoulé du réservoir centre représente seulement 25 à 30 % du volume estimé du réservoir (150 à 170 Mm^3), ce qui pourrait expliquer la différence d'évolution des concentrations en sulfate dans les réservoirs sud et centre : l'eau du réservoir centre étant renouvelée beaucoup plus lentement, les concentrations y resteraient élevées plus longtemps.

Dans chaque réservoir, les niveaux piézométriques mesurés en différents points sont très proches, ce qui démontre l'excellente continuité hydraulique existant en leur sein. Le battement maximal du niveau du réservoir Sud est de près de 1 m, contre presque 7 m pour le réservoir Centre.

Depuis 1999, la nappe du Dogger a trouvé un nouvel équilibre hydrodynamique. L'ennoyage des réservoirs a provoqué une forte remontée de la nappe à la périphérie et au centre des bassins. Dans le bassin Sud, les mesures effectuées précisent l'organisation des écoulements dans les calcaires du Dogger et l'ordre de grandeur des différences de niveau piézométrique en certains sites : en bordure immédiate du réservoir Sud, mais à l'écart des travaux miniers, le niveau de la nappe du Dogger peut être supérieur de 10 à 20 mètres au niveau du réservoir minier ; à l'aplomb des zones

tracées, le niveau de la nappe du Dogger est supérieur de 1 à 2 m au niveau du réservoir minier ; enfin, à l'aplomb des zones défilées, le niveau de la nappe est supérieur de quelques dizaines de cm seulement au niveau du réservoir minier.

Le réservoir minier ennoyé conserve donc son rôle de drainage général de la nappe du Dogger. Au-dessus des travaux miniers, la surface piézométrique de la nappe principale des calcaires du Dogger est déprimée, et présente probablement un relief « bosselé » : les creux correspondraient aux zones de drainage plus important (zones défilées ou fracturées), les bosses seraient liées aux zones de drainage moindre (zones tracées ou de perméabilité verticale plus faible).

Dans le bassin Centre, les zones défilées se comportent aussi comme des zones de drainage de l'aquifère des calcaires du Dogger : lorsqu'elles atteignent la nappe principale du Dogger, les eaux de pluie infiltrées dans les calcaires sont drainées vers la zone défilée sous-jacente et atteignent ensuite le réservoir minier Centre. Néanmoins, les circulations verticales se font beaucoup moins facilement sur le site de S^t-Pierremont (bassin Centre) que sur le site de Paradis (bassin Sud), bien que les deux sites soient tous deux situés à l'aplomb de zones défilées. Ainsi, les conditions d'écoulement locales introduisent probablement une grande variabilité des niveaux de la nappe des calcaires du Dogger à l'aplomb des travaux miniers.

Dans les réservoirs miniers, les eaux sont fortement minéralisées : les concentrations en sulfate, sodium et magnésium sont très supérieures aux CMA. D'autre part, ces eaux sont caractérisées par des concentrations en éléments indésirables parfois plus fortes que les CMA : ceci concerne les éléments fer, manganèse et bore, ainsi que les indicateurs de contamination humaine « indice hydrocarbures totaux », « indice phénols » et ammonium. A l'exception du nickel de façon ponctuelle, les concentrations en éléments toxiques sont toujours inférieures aux valeurs limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine actuellement en vigueur en France.

L'origine possible de l'ensemble de ces composés a été indiquée. Certains composés sont dissous lors de la circulation des eaux souterraines dans les couches de minerai (fer, manganèse, nickel), d'autres pendant la circulation des eaux dans les interbancs marneux (ions majeurs, bore), d'autres enfin sont des contaminants d'origine humaine liés aux anciennes activités en fond de mine ou en surface, ou aux activités actuelles de surface (ammonium, hydrocarbures, phénols).

La concentration des eaux prélevées dans les puits miniers du réservoir centre est stable depuis quatre ans, même si la concentration mesurée au niveau des fuites vers le Chevillon a baissé notablement pendant les deux premières années probablement en raison d'une particularité locale. Au contraire, les concentrations dans les puits du réservoir sud ont baissé sensiblement, de l'ordre de - 44 % pour Roncourt I, - 40 % pour Droitaumont II, - 20 % pour Paradis V, et - 35 % à la galerie de Moyeuve. On peut penser que cette situation est due au bien meilleur renouvellement du volume d'eau contenu dans le réservoir sud que de celui contenu dans le réservoir centre.

Dans l'aquifère des calcaires du Dogger, les teneurs des différents éléments correspondent aux valeurs habituelles de l'eau souterraine emmagasinée dans cette roche ; globalement, la qualité des eaux souterraines y reste stable. Localement, certains forages peuvent être contaminés par un ou plusieurs composés, selon la proximité d'une source de contamination et le contexte hydrogéologique local. On

remarquera que la contamination de la nappe des calcaires du Dogger par infiltration d'eau de rivière minéralisée (elle-même contaminée par des rejets de soutien d'étiage ou des rejets de nanofiltrats) est un phénomène assez général, observé autant dans le bassin Sud que dans le bassin Centre. Par contre, aucune observation ne montre de contamination de la nappe du Dogger par remontée d'eau d'ennoyage.

L'interprétation des deux premières années de mesures du niveau piézométrique et de la qualité sur les 6 nouveaux piézomètres implantés par l'Agence de l'eau entre les réservoirs Centre et Sud permet de conclure que :

- les deux réservoirs Centre et Sud sont en relation hydraulique par l'intermédiaire de la nappe de la formation ferrifère, malgré la présence de l'écran (imparfaitement imperméable) formé par la faille d'Avril ;
- les écoulements du réservoir Centre vers le réservoir Sud s'effectuent dans un milieu poreux à un débit suffisamment faible pour que quatre ans après l'ennoyage des réservoirs, aucune trace de contamination de la nappe de la formation ferrifère ne soit visible.

Une année supplémentaire d'observation permettra d'observer l'effet de l'abaissement définitif du niveau du réservoir Sud sur la nappe de la formation ferrifère non exploitée, et fournira ainsi des renseignements intéressants sur les échanges hydrauliques entre les deux réservoirs. Une campagne d'essais de pompage destinés à déterminer la transmissivité des différents forages dans ce secteur permettraient de quantifier les écoulements entre les deux réservoirs.

Les diagraphies réalisées en avril 2003 dans six puits (4 dans le bassin Sud et 2 dans le bassin Centre) et dans quatre piézomètres (2 dans le bassin Sud et 2 dans le bassin Centre) ont permis d'obtenir des profils de conductivité et de température. Qu'ils soient pompés ou non, la colonne d'eau des puits est toujours stratifiée : trois masses d'eau superposées s'individualisent toujours, séparées par des paliers de conductivité et de température très marqués. La masse d'eau supérieure provient essentiellement du Dogger par l'intermédiaire des fuites du cuvelage (conductivité la plus faible) ; la masse d'eau située sous le niveau du débouché de la galerie est représentative d'eau du réservoir minier (conductivité la plus forte) ; enfin la masse d'eau intermédiaire est un mélange de ces deux types d'eau.

La position des pompes dans les puits pompés semble avoir une influence déterminante sur la répartition verticale des différentes masses d'eau. Dans l'optique de pomper une eau de meilleure qualité, il semble qu'il est pénalisant de maintenir les pompes au-dessous de la cote du débouché des galeries dans un puits, puisque la dilution par les eaux peu minéralisées du Dogger semble nulle dans cette zone. C'est par contre un élément favorable dans le but d'accélérer le renouvellement de l'eau dans le réservoir, et donc le retour à une meilleure qualité de l'eau. Ces résultats sont à confirmer par la réalisation d'autre diagraphies, à d'autre périodes de l'année et après des arrêts plus prolongés.