

Mise en place de six piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère Lorrain
Dossier des ouvrages exécutés

SOMMAIRE

,

Mise en place de six piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère Lorrain
Dossier des ouvrages exécutés

Synthèse

L'exploitation des mines de fer en Lorraine a considérablement perturbé les équilibres hydrologiques et hydrogéologiques.

L'arrêt de l'exploitation signifie également l'arrêt des pompes d'exhaure, ce qui entraîne l'envoyage du réservoir minier et de l'aquifère du Dogger sus-jacent.

Cet envoi est actuellement en cours sur les bassins « centre » et « Sud ».

Son impact sur le milieu naturel est très important, que ce soit du point de vue quantitatif (remise en charge des aquifères, débordements gravitaires localisés), ou qualitatif (détérioration de la qualité des eaux).

La complexité des circulations souterraines et des phénomènes de détérioration de la qualité des eaux a décidé l'Agence de l'Eau Rhin Meuse à faire procéder aux travaux de mise en place de six piézomètres de contrôle.

A l'approche de la fin de l'envoyage, ces piézomètres permettront de mieux appréhender le fonctionnement hydrogéologique complexe du bassin ferrifère.

Le marché concerne les travaux et prestations pour la réalisation de six piézomètres en vue du contrôle de la qualité des eaux souterraines dans le bassin ferrifère Lorrain.

Les travaux ont été effectués du 07/12/1998 au 12/03/1999 par l'Entreprise GEOFOR.

La société ANTEA, agence Lorraine, a assuré la mise au point du cahier des charges et le suivi géologique et technique de la réalisation de ces six piézomètres.

La réception a été prononcée le 18/03/1999, sans réserve, suite aux contrôles de verticalité effectués sur chaque piézomètre.

Mise en place de six piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère Lorrain
Dossier des ouvrages exécutés

Liste des tableaux

Tableau 1 - Liste des intervenants du marché de travaux

Tableau 2 - Planning général des interventions

Tableau 3 - Caractéristiques techniques des ouvrages

Tableau 4 - Niveaux piézométriques dans les ouvrages

Liste des Annexes

Annexe A - Plan de situation des ouvrages au 1/25 000 et sur plan cadastral

Annexe B - Comptes rendus d'interventions ANTEA

Annexe C - Nivellement des ouvrages

Annexe D - Coupes géologiques et techniques des ouvrages exécutés

1. Objet et nature des travaux

L'exploitation des mines de fer en Lorraine a considérablement perturbé les équilibres hydrologiques et hydrogéologiques en place, notamment en raison de l'exhaure massive des eaux souterraines.

L'arrêt de l'exploitation signifie également l'arrêt des pompages d'exhaure, ce qui entraîne l'ennoyage du réservoir minier de l'aquifère du Dogger sus-jacent. Cet ennoyage est actuellement en cours dans les bassins centre et sud.

Son impact sur le milieu naturel est très important, que ce soit d'un point de vue quantitatif (nouvel équilibre hydrodynamique, débordements gravitaires localisés) ou qualitatif (détérioration de la qualité de l'eau, notamment en sulfates et sodium).

La complexité des circulations souterraines et des phénomènes de détérioration de la qualité des eaux justifie la mise en place d'un réseau de suivi dans le bassin ferrifère Lorrain.

En prévision de la fin de l'ennoyage, il est prévu d'implanter des piézomètres et des stations hydrométriques aux futurs points de débordement.

Le marché concerne les travaux et prestations pour la réalisation de six piézomètres de contrôle de l'aquifère du Dogger et des formations ferrifères de l'Aalénien (cf. annexe A).

Le marché comporte une tranche ferme et une tranche conditionnelle :

- La tranche ferme comporte deux lots :
 - lot A : réalisation de quatre piézomètres sur le site de Paradis (communes de Batilly et de Moineville) ;
 - lot B : réalisation d'un piézomètre sur le site d'Hatrize ;
- La tranche conditionnelle (lot C) porte sur la réalisation d'un piézomètre sur le territoire de la commune d'Avril (Saint Pierremont).

2. Nature du marché de travaux et intervenants

2.1 Nature du marché de travaux.

Le marché de travaux relatif à la mise en place des six piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère Lorrain est un marché de travaux public négocié en application de l'article 308 du C.M.P.

Les documents contractuels applicables sont :

- l'acte d'engagement (AE) ;
- le cahier des clauses administratives particulières (CCAP)
- le cahier des clauses techniques particulières (CCTP) et ses annexes ;
- le cahier des clauses administratives générales (CCAG) applicables aux marchés publics de travaux (décret n° 93/446 du 23 mars 1993 modifié).

2.2 Adjudication du marché de travaux :

- * Le marché de travaux à été confié à l'entreprise GEOFOR, suite à un appel d'offres.

Le marché de travaux à été notifié à l'Entreprise le 1^{er} décembre 1998 par l'Agence de l'Eau Rhin Meuse.

Mise en place de six piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère Lorrain
Dossier des ouvrages exécutés

2.3 Intervenants au marché de travaux

La liste des intervenants au marchés est jointe dans le tableau n°1 suivant :

Fonction	Nom	Société	Téléphone	Fax
Maître d'ouvrage	M. GRAS	Agence de l'Eau Rhin Meuse Rozerieulles 5 7 16 1 Moulins les Metz	03.87.34.48.81	03.87.60.49.85
Maître d'œuvre	M. ROUGIEUX M. POLLET	ANTEA Nancy 1 rue du parc de Brabois 54500 Vandoeuvre	03.83.44.81.45 03.83.44.81.44	03.83.44.45.36
Entreprise	M. CORMAN M. FRIES	GEOFOR Zone industrielle L-8287 Kehlen Luxembourg GF FORAGES 26 avenue Foch 57000 Metz	00.352.30.79.86 03.87.75.75.00	00.352.30.79.87 03.87.76.27.73

Tableau 1 : Liste des intervenants du marché des travaux

2.4 Autres intervenants

Les autres intervenants sont :

- CANTON - DEHOVE : géomètres experts
28 avenue du Général De Gaulle - 54800 CONFLANS en JARNISY

3. Déroulement Général du marché de travaux

3.1 Planning général des interventions

Les travaux se sont déroulés du 07/12/1998 au 12/03/1999.

La durée contractuelle des travaux est définie au CCAP comme égale à 16 semaines pour le marché principal.

La durée effective des travaux a été de 14 semaines. Il n'y a pas eu d'arrêt de chantier pour intempéries.

Le planning des interventions **ANTEA** est présenté dans le tableau n°2 suivant :

Date intervention	Objet
01/12/1998	ouverture préalable, visite des lieux + CR n° 1
07/12/1998	ouverture de chantier + CR n°2
09/12/1998	suivi de chantier, site Paradis + CR n°3
17/12/1998	suivi de chantier, site Paradis + CR n°4
19/12/1998	suivi de chantier, site Paradis + CR n°5
04/01/1999	suivi de chantier, site Paradis + CR n°6
06/01/1999	suivi de chantier, site Hatrise
08/01/1999	suivi de chantier, site Hatrise
14/01/1999	suivi de chantier, site Moineville + CR n°7
21/01/1999	suivi de chantier, site Moineville
22/01/1999	suivi de chantier, site Moineville + CR n°8
26/01/1999	suivi de chantier, site Moineville
27/01/1999	suivi de chantier, site Moineville + CR n°9
05/02/1999	suivi de chantier, site Moineville + CR n°10
08/02/1999	suivi de chantier, site Moineville + CR n°11
17/02/1999	suivi de chantier, site Saint Pierremont
22 au 24/02/1999	suivi de chantier, site Saint Pierremont + CR n°12
5/03/1999	suivi de chantier, site Saint Pierremont + CR n°13
18/03/1999	Réception finale + CR n°14

Mise en place de six piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère Lorrain
Dossier des ouvrages exécutés

3.2. Détails de la mission d'ANTEA

Le suivi des travaux comprenait :

- la visite des parcelles concernées par le projet avec les propriétaires des terrains, afin de définir exactement l'emplacement des ouvrages projetés, les accès aux futurs chantiers et les contraintes éventuelles ;
- les installations de chantier ;
- la vérification de la conformité du matériel utilisé au descriptif du CCTP et au marché signé par le foreur ;
- la vérification du respect par le foreur des différentes contraintes imposées sur le chantier ;
- la présence intermittente sur le chantier permettant la vérification des techniques employées et des composants utilisés, le suivi de l'évolution du forage et le tracé de la coupe géologique et technique de l'ouvrage ;
- la présence sur le chantier lors des changements de diamètre du forage ;
- le suivi de la mise en place de l'équipement du forage avec vérification des composants utilisés ;
- le suivi de la phase de cimentation de l'ouvrage avec vérification des composants utilisés ;
- la programmation et le suivi du nettoyage de l'ouvrage ;
- le suivi de la mise en place de la protection de la tête de l'ouvrage ;
- la vérification des tests de réception de l'ouvrage (rectitude) ;
- la vérification de la remise en état des lieux ;
- la réception des travaux ;
- le positionnement exact des ouvrages sur le parcellaire ;
- le nivellement de la tête des ouvrages.

3.3. Montant total du marché et pénalités de retard

Le montant global retenu dans le cadre du marché de travaux est de 525 850,00 F H.T.

Il n'y a pas eu de pénalités de retard.

4. Exécution des ouvrages.

4.1. Période de préparation du chantier

Ce lot comprend la réalisation de travaux préalables réalisés par l'Agence de l'Eau : implantation des ouvrages en accord avec les propriétaires, autorisations d'accès et de réalisation des ouvrages, contacts avec les administrations au titre de la loi sur l'eau et de la police des eaux..

4.2. Localisation des ouvrages

Voir plans de localisations cadastraux en annexe A.

4.2. 1. Tranche ferme

La tranche ferme a été modifiée par rapport au cahier des charges prévisionnel. En effet, il n'a pas été réalisé un troisième piézomètre sur le site de Moineville (MO3 aurait été sec), celui ci a été reporté sur le site de Saint Pierremont en accord et à la demande du Maître d'ouvrage.

4.2.1.1. Lot A : Bassin Sud - Secteur Paradis

Piézomètre amont BO1

- Commune de Batilly (54)
- Numéro d'inventaire national : 0 137-7X-0209
- Coordonnées Lambert : - X = 864 049,43 m
- Y = 171 370,02 m
- Z capot = 221,12 m NGF
- Lieu dit : Girauë
- Localisation cadastrale : parcelle n°73b, section ZD
- Etat : propriété communale non louée
- Accès : aisé depuis la Mine du Paradis par chemin d'accès aux étangs de Batilly.

Mise en place de six piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère Lorrain
Dossier des ouvrages exécutés

Piézomètres aval MO 1, MO2

- Commune de Moineville (54)
- Numéro d'inventaire national :
 - MO1 : 0137-7X-0211
 - MO2 : 0137-7X-0212
- Coordonnées Lambert :
 - MO1 : - X = 863 444,55 m
 - Y = 173 237,70 m
 - Z capot = 215,94 m NGF

 - M02: - X = 863 451,50 m
 - Y = 173 237,29 m
 - Z capot = 216,12 m NGF
- Lieu dit : Jeanne et Paradis
- Localisation cadastrale : parcelle n° 19, section ZD
- Etat : en limite de propriété de Monsieur HYPOLITES Cyril résidant à Moineville (écart de Beaumont)
- Accès : aisé depuis la voie communale n° 6 reliant Moineville à Batilly

4.2.1.2. Lot B : Bassin Sud - Secteur Orne

Piézomètre H01

- Commune de Hatrize (54), à proximité de la rivière l'Orne, au pied du remblai autoroutier.
- Numéro d'inventaire national : 0 137-6X-O 149
- Coordonnées Lambert : - X = 860 43 1,50 m
 - Y = 172 611,85 m
 - Z capot = 185, 84 m NGF
- Lieu dit : La Croix
- Localisation cadastrale : parcelle n° 64, section ZD
- Etat : propriété communale non louée (délaissée de l'autoroute A4)
- Accès : depuis départementale 136 par chemin de terre longeant l'Orne

Mise en place de six piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère Lorrain
Dossier des ouvrages exécutés

4.2.2. Tranche conditionnelle

Lot C : Bassin centre - Secteur Saint Pierremont

Piézomètres P01, P02

- Commune d'Avril (54), au Sud Ouest du hameau de St. Pierremont
- Numéro d'inventaire national :
 - P01 : 0137-3X-0132
 - P02 : 0137-3x-0133
- Coordonnées Lambert :
 - P01 : - X = 861 851,59 m
 - Y = 184 075,18 m
 - Z capot = 270,37 m NGF
 - P02 : -X=861 845,91 m
 - Y = 184 089,25 m
 - Z capot = 271,3 1 m NGF
- Lieu dit : Queue de Mance
- Localisation cadastrale : parcelle n° 4, section ZL
- Etat : propriété de M. Bernard BRODIER résidant Rue de l'école à FLEVILLE-LIXIERE
- Accès : aisé depuis départementale 906 par le chemin d'exploitation n°20. Ce chemin est propriété de l'Association foncière d'Avril.

Mise en place de six piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère Lorrain
Dossier des ouvrages exécutés

4.3. Géologie - hydrogéologie

Les terrains rencontrés lors de la foration appartiennent aux formations marno-calcaires du Bajocien soit, des plus récents aux plus anciens :

- les marnes de Gravelotte (série marno-calcaire de 10 à 30 m d'épaisseur)
- l'oolithe de Jaumont (calcaire oolithique et coquilliers - épaisseur de 5 à 25 m)
- les marnes de Longwy (série marno-calcaire gréseuse - épaisseur de 5 à 25 m)
- les calcaires à Polypiers (calcaires **récifaux** de 10 à 65 m d'épaisseur)
- les calcaires de Haut Pont (calcaire sableux 5 à 15 m)
- les calcaires **d'Ottange** (série marno-calcaire 5 à 15 m)
- les marnes de Charennes (marnes micacées de 10 à 30 m)
- les formations ferrugineuses de l'**Aalénien** (Toarcien)

Du point de vue hydrogéologique, l'aquifère principal se situe au toit des calcaires à Polypiers soit à des profondeurs variant entre 2,5 m (piézomètre H01) et 42,50 m (piézomètre B01). On notera également que les eaux rencontrées au droit des zones dépilées et *à fortiori* au droit des formations ferrifères seront très vraisemblablement fortement minéralisées (notamment en sulfates).

4.4. Foration

4.4.1. Méthode utilisée

Machine de marque MORI SM 80 (14 t).

Foration à la tarière 0 250 jusqu'au refus, puis au marteau fond de trou 0 250 jusqu'à 15 m et réalésage en 0 3 11 pour ancrage du tube acier, puis enfin en 0 225 (0 200 pour H01) jusqu'à la cote d'arrêt.

Avancement par tiges de 6 m.

4.4.2. Fluide de circulation

Afin d'éviter toute dégradation de l'aquifère capté, la foration a été effectuée uniquement à l'air. Aucune boue, eau ou tout autre fluide n'ont été utilisés.

Mise en place de six piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère Lorrain
Dossier des ouvrages exécutés

4.4.3. *Echantillonnage géologique*

L'ensemble des terrains traversés par les six sondages ont été échantillonnés mètre par mètre. Les échantillons recueillis ont été doublés et disposés dans des barquettes plastiques correctement étiquetées.

Les échantillons étaient mis à la disposition du maître d'ouvrage et d'ANTEA pour suivre l'évolution de chaque forage et fixer les cotes d'arrêt.

Enfin, les échantillons ont été distribués comme suit :

- une partie à l'entreprise de forage pour classement,
- une partie à ANTEA pour détermination de la coupe géologique et classement.

4.5. Incidents de chantier

Un seul incident a été relevé sur MO1 : arrêt de la foration à 147 m au lieu des 165 m initialement prévus.

Cet incident est dû à la présence d'une zone fracturée à partir de 145 m qui correspond à la zone défilée lors des travaux miniers.

Compte tenu que le toit de la formation ferrifère est à 140/141 m, il a été convenu, en accord avec le maître d'Ouvrage, d'arrêter la foration à la cote 147 m et d'équiper le trou.

4.6. Caractéristiques techniques des ouvrages

4.6.1. *Tubage*

Prétubage en acier ordinaire.

Tubage PVC de marque SOTRA, 0 112/125 sauf pour MO1 (0 120/140) et P02 (0 115/125), crépines avec fentes de 2 mm.

Tube décanteur PVC et bouchon de fond (sauf pour M01).

Pose d'un centreur tous les 15 m minimum.

Mise en place de six piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère Lorrain
Dossier des ouvrages exécutés

4.62. *Massif filtrant*

Les ouvrages comportent un massif filtrant au droit des parties crépinées. Il est constitué par du gravier lavé, siliceux, roulé de calibre 4/9 mm.
Ce massif filtrant remonte de quelques mètres au dessus de la partie crépiné afin de compenser les phénomènes de tassement.

4.63. *Cimentation et bouchon d 'argile*

Remblai argileux par mise en œuvre de Compactionite à expansion retardée et attente de 12 heures avant cimentation.

Cimentation de l'annulaire au droit du pré tubage par ciment ordinaire pour BO1 et H01, et par ciment sursulfaté pour les autres (un seul approvisionnement).

Cimentation du tube PVC par ciment sur-sulfaté CALCIA de type CLK - CEM II/C 32,5 PEM ES en sacs de 50 kg. Injection par canne de fond et remontée au jour en une seule passe.

Les caractéristiques techniques pour chaque piézomètre sont résumés dans le tableau ci dessous et en **annexe D**

Piézomètre	BO1	H01	MO1	MO2	P01	P02
Foration	0 250 0 à 14,5 m 0 225 14,5/110 m	03 11 0 à 5,8 m 0 200 5,8 à 27 m	0 311 0 à 15 m 0 225 15 à 147 m	0 311 0 à 15 m 0 225 15 à 120 m	0 311 0 à 15 m 0 225 15 à 112 m	0 311 0 à 15 m 0 225 15 à 66 m
Tube acier	0 230/244 0 à 14,5 m	0 2301244 0 à 5,5 m	0 2301244 0 à 15 m	0 2301244 0 à 15 m	0 2301244 0 à 15 m	0 2301244 0 à 15 m
Tube PVC plein	0 112/125 0 à 57 m	0 112/125 0 à 8,40 m	0 120/140 0 à 137,80 m	0 112/125 0 à 95 m	0 112/125 0 à 89,60 m	0 115/125 0 à 42,15 m
Tube PVC crépiné	0 112/125 57 à 104,80 m	0 112/125 8,40 à 24,20 m	0 112/125 137,80 à 145,80 m	0 112/125 95 à 119,30 m	0 112/125 89,60 à 109,30	0 115/125 42,15 à 64,10 m
Tube décanteur + sabot fond	0 112/125 104,80 à 106,80 m	0 112/125 24,20 à 25 m	0 112/125 -	0 112/125 119,30 à 120 m	0 112/125 109,30 à 110 m	0 115/125 64,10 à 65 m

Mise en place de six piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère Lorrain
Dossier des ouvrages exécutés

Piézomètre	B01	H01	M01	M02	P01	P02
Cimentation	0 à 34 m	0 à 5,80 m	0 à 98 m	0 à 48 m	0 à 55 m	0 à 20 et 26 à 29 m
Bouchon d'argile	34 à 56 m	5,80 à 6,60 m	98 à 133 m	48 à 85 m	55 à 83 m	20 à 26 et 29 à 38 m
Massif filtrant	46 à 106,80 m	6,60 à 27 m	133 à 147 m	85 à 120 m	83 à 112 m	38 à 66 m
capot de protection	oui	oui	oui	oui	oui	oui

4.7. Contrôles de verticalité

La verticalité des piézomètres a été contrôlée en fin d'équipement par la descente d'un tube de 6 m de longueur et de diamètre 101,6 mm (très légèrement supérieur à une pompe de 4") jusqu'en fond de trou.

Le gabarit est descendu sans problème jusqu'en fond pour chaque piézomètre.

4.8. Lavage et nettoyage des ouvrages - Piézométrie

4.8.1. Pompage de nettoyage

Il a été effectué pour chaque ouvrage par une pompe immergée 4" à un débit équivalent de 4 m³/h pendant deux heures minimum.

4.8.2 - Piézométrie

Les têtes des piézomètres ont été nivelées par un géomètre (cf. annexe C). Suite à ce nivellement, deux corrections ont été apportées, car, à la demande du Maître d'Ouvrage, l'entreprise a procédé à la recoupe de deux tubes (10 cm sur MO1 et 23 cm sur P01).

Mise en place de six piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère Lorrain
Dossier des ouvrages exécutés

Les niveaux piézométriques relevés dans chaque ouvrage le 0510311999 sont reportés dans le tableau n°3 suivant :

Désignation de l'ouvrage	Numéro national	cote du capot (m NGF)	Niveau d'eau (m NGF)
B01	0137-7X-0209	221,12 m	172,35 m
M01	0137-7X-0211	215,94 m	173,65 m
M02	0137-7X-0212	216,12 m	173,81 m
H01	0136-6X-0149	185,84 m	183,47 m
P01	0137-3X-0132	270,37 m	234,26 m
P02	0137-3X-0133	271,31 m	241,01 m

4.9. Qualité des eaux

Après chaque pompage de nettoyage, des prélèvements d'eau ont été effectués par le BRGM pour analyses au laboratoire central d'Orléans.

4.10. Remise en état des lieux

Après achèvement du ou des forages sur chaque site et repli du matériel, l'Entreprise a procédé à l'évacuation et le régalaage des terres, déblais et dépôts divers provenant du sondage.

Après achèvement des travaux, une visite de chaque site a été effectuée le 1810311999 en compagnie de l'Entreprise et du Maître d'Ouvrage.
Aucune réserve n'a été émise.

Mise en place de six piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines du bassin ferrifère Lorrain
Dossier des ouvrages exécutés

5. Réception des travaux

La réception finale des travaux a été prononcée sans réserve le 18/03/1999 en présence de :

- l'Agence de l'Eau Rhin Meuse : M. GRAS
- ANTEA : M. ROUGIEUX
- GEOFOR : M. CORMAN
- GF Forages : M. FRIES