



Agence de l'eau
Rhin-Meuse



MINISTÈRE DE
L'ENVIRONNEMENT

DIREN Lorraine

DOCUMENT PUBLIC

Surveillance des nappes d'eau souterraine dans le bassin ferrifère lorrain

*Campagnes de mesures 1994-1995 et 1995-1996
Bassins centre et sud*

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service public du BRGM
94 D 012 - 95 D 110 - 96 D 110

octobre 1996
R 38265



Mots clés : Dogger, eau souterraine, piézométrie, qualité, bassin ferrifère lorrain, mines de fer, exhaures, 1994, 1995, 1996.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

CAUDRON M., DURAND F., RENAUD J.C. (1996) - Surveillance des nappes d'eau souterraine dans le bassin ferrifère lorrain - Campagnes de mesures 1994-1995 et 1995-1996 - Bassins centre et sud - Rapport BRGM R 38265, 40 p., 13 fig., 4 ann.

Synthèse

A la demande de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse et de la DIREN de Lorraine, le BRGM - Service Géologique Régional de Lorraine - a été chargé de la mise en place et de la gestion d'un réseau de surveillance spécifique de la nappe des calcaires du Dogger, dans le bassin ferrifère lorrain.

En effet, l'arrêt des exploitations du minerai de fer, et celui des exhaures de mine chargées d'évacuer les eaux provenant du drainage gravitaire de l'aquifère des calcaires du Dogger sus-jacent, se traduisent par un ennoyage progressif du réseau de galeries minières et, à plus long terme, du réservoir du Dogger.

Ce phénomène de grande ampleur entraînera :

- la modification du fonctionnement des nappes d'eau souterraine et des rivières,
- la détérioration de la qualité de l'eau souterraine par minéralisation excessive,
- l'arrêt de la fourniture facilitée d'eau destinée à l'alimentation en eau potable des collectivités.

Le réseau de surveillance est actuellement constitué d'une dizaine de points, dont cinq ont été spécialement réalisés en 1995 pour cet objectif, sur financement mixte Agence de l'eau Rhin-Meuse et DIREN de Lorraine.

Les mesures réalisées de juin 1994 à juin 1996, ne montrent pas encore, à cette date, une influence manifeste de l'ennoyage du réservoir minier sur le fonctionnement hydrodynamique et hydrochimique de l'aquifère des calcaires du Dogger. Ces campagnes de surveillance constituent ainsi un état de référence vis à vis de l'évolution ultérieure attendue.

Les informations concernant le réservoir minier, relevées par l'ancien exploitant - la société LORMINES - dans le cadre des arrêtés d'abandon des travaux miniers, ont aussi été incluses dans ce rapport. Elles indiquent des vitesses d'ennoyage de l'ordre de 3 à 5 m/mois et une forte dégradation de la qualité de l'eau par minéralisation excessive en sulfates et sodium au contact des roches encaissantes.

Cette surveillance se poursuivra jusqu'à l'ennoyage complet du réservoir minier et de l'aquifère du Dogger, qui correspondra à l'établissement d'un nouvel équilibre des milieux et ressources en eau tant souterraines que superficielles.

Sommaire

Synthèse.....	3
Introduction	7
1. Contexte général.....	9
1.1. Situation géographique.....	9
1.2. Cadres géologique et hydrogéologique	9
1.2.1. Morphologie du gisement	9
1.2.2. Nature des niveaux géologiques	11
1.3. Rappels sur la pratique des exhaures.....	15
1.3.1. Conditions de mise en oeuvre.....	15
1.3.2. Conséquences des exhaures	15
1.4. Présentation du phénomène d'ennoyage.....	17
1.4.1. L'arrêt des exhaures.....	17
1.4.2. La stabilisation future de l'ennoyage.....	17
1.4.3. Les conséquences de l'ennoyage.....	18
1.4.4. Les mesures d'accompagnement.....	19
2. Surveillance du réservoir minier.....	21
2.1. Les points d'observation.....	21
2.2. Les résultats piézométriques	21
2.3. Les résultats qualitatifs.....	25
2.4. Synthèse	27
3. Surveillance de l'aquifère du Dogger	28
3.1. Les points d'observation.....	28
3.1.1. Ouvrages existants sélectionnés.....	29
3.1.2. Ouvrages réalisés	29
3.2. Les résultats piézométriques	31
3.3. Les résultats qualitatifs.....	34
3.4. Synthèse	35
4. Orientations du réseau de surveillance	36
Conclusions	37
Bibliographie.....	39

Liste des figures

Figure 1 : Contexte géographique et hydrogéologique.....	8
Figure 2 : Coupe géologique d'Ouest en Est.....	10
Figure 3 : Coupe géologique schématique.....	12
Figure 4 : Schéma de principe des écoulements souterrains dans les calcaires du Dogger et le réservoir minier.....	14
Figure 5 : Chronogramme d'arrêt des pompages d'exhaure	16
Figure 6 : Evolution du niveau piézométrique dans le réservoir minier.....	20
Figure 7 : Evolution du pH et de la conductivité dans le réservoir minier	22
Figure 8 : Evolution des teneurs en sulfates et sodium dans le réservoir minier	23
Figure 9 : Evolution des teneurs en hydrocarbures dans le réservoir minier	24
Figure 10 : Etat de l'ennoyage dans le réservoir minier à fin juin 1996	26
Figure 11 : Evolution du niveau piézométrique dans l'aquifère du Dogger.....	30
Figure 12 : Evolution du pH et de la conductivité dans l'aquifère du Dogger.....	32
Figure 13 : Evolution des teneurs en sulfates et sodium dans l'aquifère du Dogger	33

Listes des annexes

Annexe 1 : Liste des points de surveillance de l'eau souterraine
Annexe 2 : Relevés des niveaux piézométriques
Annexe 3 : Relevés des analyses de qualité
Annexe 4 : Localisation des zones d'exhaure et des points de surveillance

Introduction

Pendant plus d'un siècle, les mines de fer de Lorraine ont exploité la couche minéralisée de l'Aalénien entre les vallées de la Moselle et de la Meuse, notamment dans le bassin de Briey. La méthode employée, par traçage et défilage, entraîne le foudroyage des galeries abandonnées, et ces effondrements provoquent une intense fissuration dans les roches au dessus des zones exploitées.

Ainsi, l'extraction du minerai ferrifère, situé sous le vaste réservoir aquifère des calcaires du Dogger - qui s'étend par ailleurs sous tout le plateau lorrain et la plaine de la Woëvre - a mis en communication hydraulique les 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 aussi effectuée à partir de 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 bassin centre et 1995 pour le bassin sud, entraîne l'ennoyage actuel du réseau de galeries minières. A terme, cet ennoyage se propagera aussi vraisemblablement à la base des calcaires aquifères du Dogger.

Ces phénomènes hydrodynamiques auront trois principales répercussions :

- la modification du fonctionnement des nappes d'eau souterraine et des rivières.
- la détérioration de la qualité de l'eau souterraine par minéralisation excessive.
- l'arrêt de la fourniture facilitée d'eau destinée à l'alimentation en eau potable des collectivités locales.

Face à ces conséquences, d'ampleur régionale, qui affectent des milieux et leurs usages dont elles assurent pour partie la gestion, l'Agence de l'eau Rhin-Meuse et la DIREN de Lorraine ont engagé des actions de prévention et de protection de la ressource.

Pour cela, elles doivent s'appuyer sur un contrôle précis de l'évolution du phénomène dans le temps et l'espace. A cette fin, elles ont demandé au BRGM de mettre en place un réseau de surveillance et de le gérer dans le cadre de ses actions de Service Public.

Ce rapport présente les résultats des deux premières années de la surveillance (juin 1994 à juin 1996), d'une part de l'évolution du niveau piézométrique dans la nappe du Dogger et, d'autre part, de l'évolution de la qualité de l'eau dans cette même nappe.

Le même type d'informations, mais se rapportant au réservoir minier suivi sur arrêtés préfectoraux par l'ancien exploitant, la société LORMINES, a aussi été pris en compte.

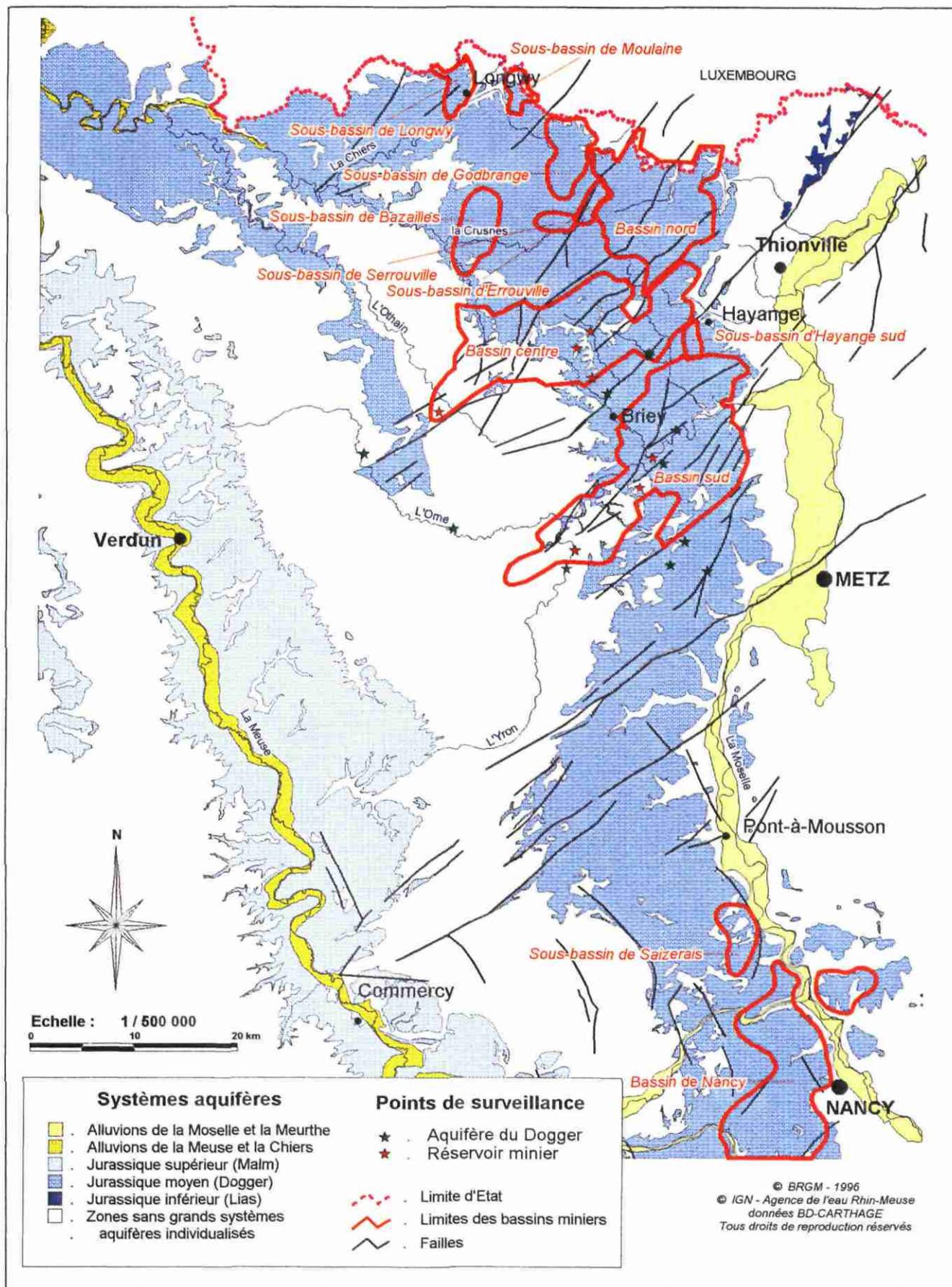


Figure 1 - Contexte géographique et hydrogéologique.

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 à la portion de la nappe d'eau souterraine présente 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. CADRES 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.

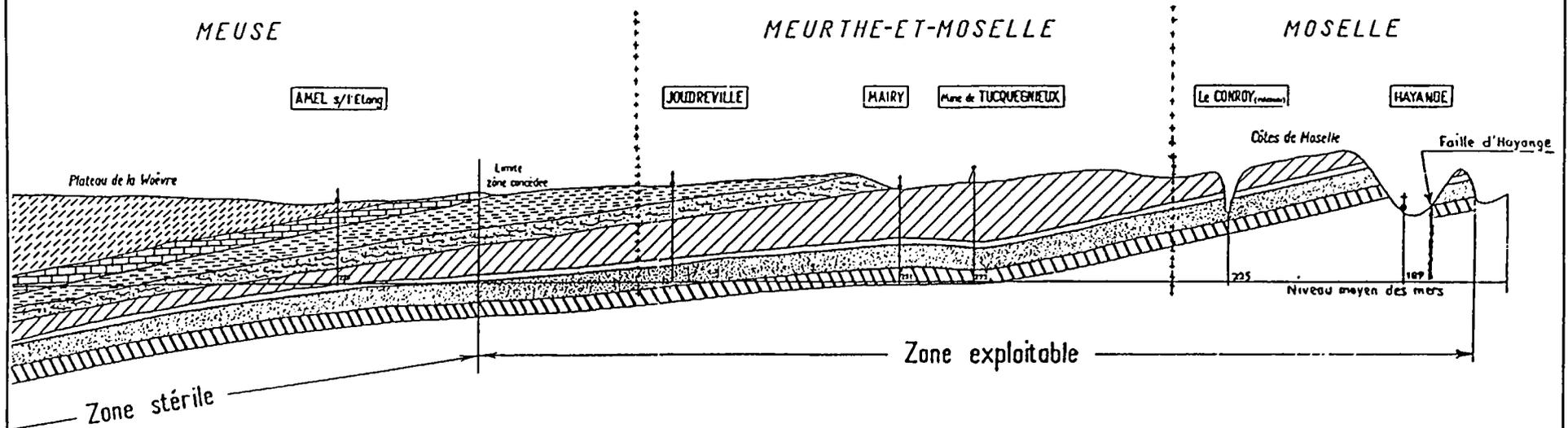
Sa structure s'inscrit dans celle de l'Est du bassin parisien : de la sorte, la couche minéralisée aalénienne repose en conformité sur l'étage terminal du Lias, le Toarcien.

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).

Figure 2

BASSIN FERRIFERE DE LORRAINE

Coupe géologique d'Ouest en Est



LEGENDE

- | | | | |
|--|-------------------------------------|--|---------------------------|
| | Rauracien et Argovien | | Bajocien inférieur |
| | Oxfordien - Callovien | | Marnes micacées |
| | Bathonien supérieur (Dalle d'Etain) | | Minerai de fer oolithique |
| | Bathonien moyen | | Toarcien |
| | Bajocien supérieur | | |

Par ailleurs, la formation ferrifère est affectée par de nombreux accidents tectoniques orientés principalement Nord-Est / Sud-Ouest. Les principales failles qui en découlent subdivisent le bassin de Briey en trois zones de taille plus restreinte, dans lesquelles la plupart des concessions ont été fusionnées (figure 1) :

- **le bassin nord**, en partie encore exploité par la société ARBED, et limité au Sud-Est par la faille de Fontoy ;
- **le bassin centre**, développé sur la partie haute du versant occidental du bassin hydrographique de l'Orne, à l'Ouest de la double faille d'Avril et de Hayange ;
- **le bassin sud**, développé sur le bassin hydrographique de l'Orne et particulièrement son versant oriental, restreint vers le Sud-Est au passage de la faille d'Amanvillers et limité encore plus au Sud par la fracture majeure de Metz-Gorze.

D'autres sous-bassins, de moindre importance, ont aussi été individualisés en fonction des caractéristiques du gisement ou de l'autonomie de l'exploitation, notamment au Nord-Ouest : Bazailles, Serrouville, Errouville, Godbrange, Moulaine et Longwy.

Ces bassins présentent des comportements hydrodynamiques relativement indépendants les uns des autres, en fonction de la nature des failles qui les limitent.

Seuls les phénomènes se produisant actuellement au niveau des deux bassins centre et sud font l'objet de la surveillance exposée dans ce rapport.

1.2.2. Nature des niveaux géologiques

Le substratum du gisement de fer est constitué par une épaisse couche de marnes du Toarcien, imperméables.

Le minerai de fer lorrain est, lui, de type oolithique : il s'agit d'une roche formée d'une multitude de petits grains arrondis, généralement constitués d'oxydes de fer hydratés (les oolithes) et liés entre eux par un ciment de nature carbonatée ou siliceuse.

L'épaisseur de la formation ferrugineuse aalénienne oscille entre 30 et 60 m au Nord et entre 30 et 40 m au Sud. La minéralisation de la roche est très hétérogène et on observe des alternances d'horizons plus ou moins riches en oolithes ferrugineuses, lesquels ont guidé les travaux d'exploitation. A l'état naturel, cette formation est déjà relativement perméable et aquifère, donnant naissance à quelques sources à flanc de coteau. Toutefois, les travaux miniers par traçages et dépilages du minerai ont massivement fracturé la roche et modifié considérablement ses caractéristiques hydrodynamiques initiales.

Le Dogger surmontant la formation ferrifère, est constitué par une alternance de calcaires et de marnes, qui détermine un système de nappes d'eau souterraine superposées, séparées par des écrans étanches.

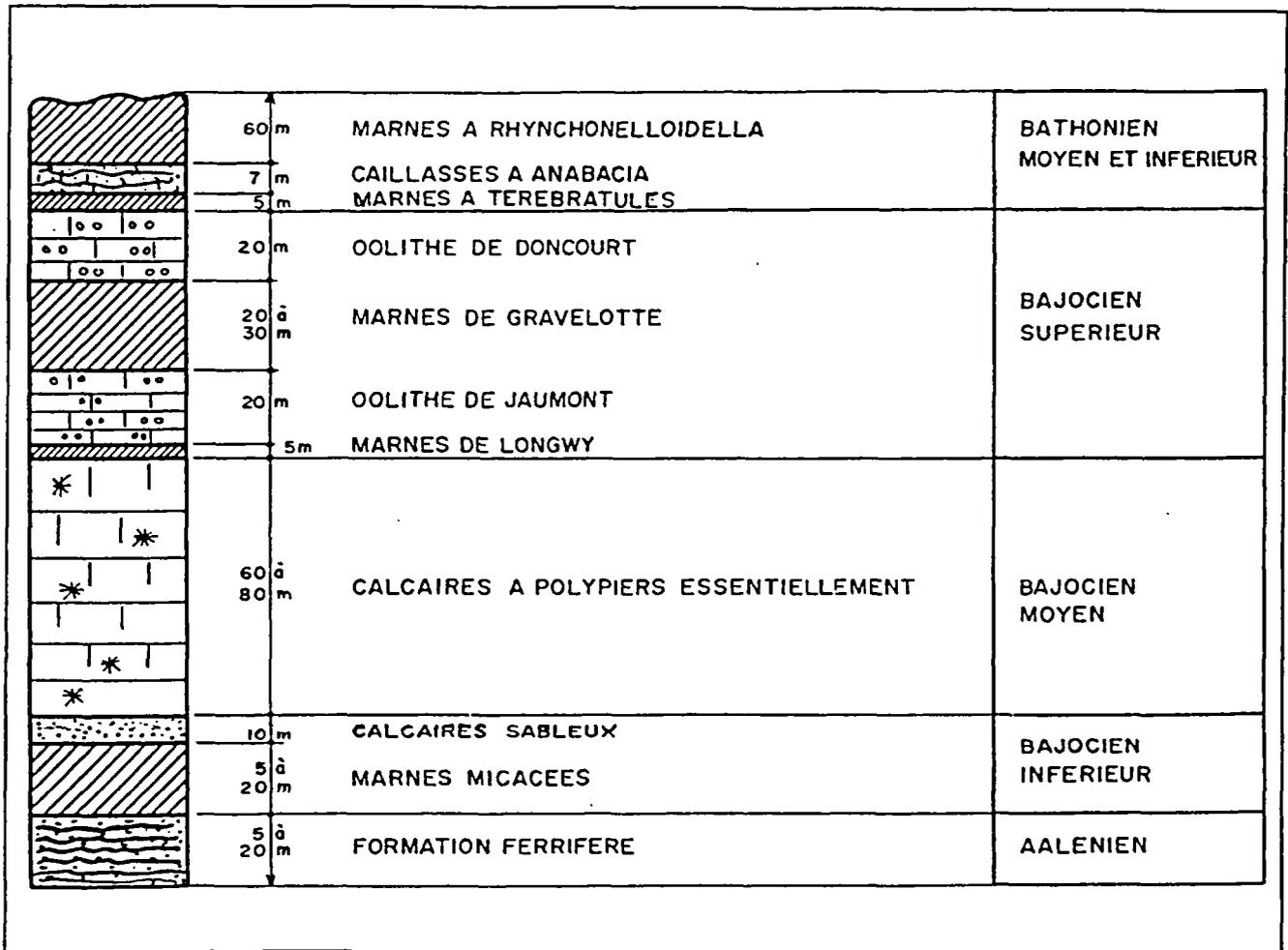


Figure 3 - Coupe géologique schématique (d'après BURGEAP, 1978).

La figure 3 présente une coupe géologique schématique de ces différentes formations. On distingue du bas vers le haut :

- les marnes micacées, horizon très peu perméable d'argiles et de marnes gris-bleu, constituant le toit du gisement ferrifère ;
- les calcaires du Bajocien moyen, principalement représentés par les "calcaires à polypiers", masse puissante de calcaires oolithiques, coquilliers, cristallins, avec des récifs de polypiers, constituant l'aquifère principal du Dogger, très fissuré dans les fonds de vallée, karstifié dans les zones d'affleurement et encore assez perméable sous couverture ;
- les marnes de Longwy, mince horizon marneux ou marnocalcaire semi-perméable et, semble-t-il, parfois discontinu ;
- l'oolithe de Jaumont, calcaire coquillier, aquifère, contenant éventuellement une nappe perchée mais pouvant aussi être localement en communication avec l'aquifère principal des calcaires à polypiers ;
- les marnes de Gravelotte, horizon très peu perméable constituant le toit de l'aquifère principal ;
- l'oolithe de Doncourt, aussi appelée oolithe miliaire supérieure, aquifère, contenant une nappe perchée secondaire plus ou moins liée à la nappe principale et alimentant de nombreuses petites sources au contact des marnes de Gravelotte ;
- les marnes à térébratules, formation mince et peu perméable, inexistante au sud de bassin, qui débute la série bathonienne ;
- les caillasses à anabacia, complexe peu épais de calcaires et marnocalcaires, aquifères, donnant naissance à de petites sources au dessus des marnes à térébratules ;
- les marnes à rhynchonelles, épaisse formation essentiellement marneuse et peu perméable, représentant l'essentiel des niveaux du Bathonien inférieur et moyen.

D'un point de vue hydrogéologique, trois niveaux aquifères superposés sont plus particulièrement différenciés :

- le réservoir minier (oolithe ferrugineuse),
- la nappe principale du Dogger (calcaire à polypiers du Bajocien moyen),
- des nappes perchées et discontinues (oolithe de Jaumont et oolithe de Doncourt) reposant sur les niveaux marneux.

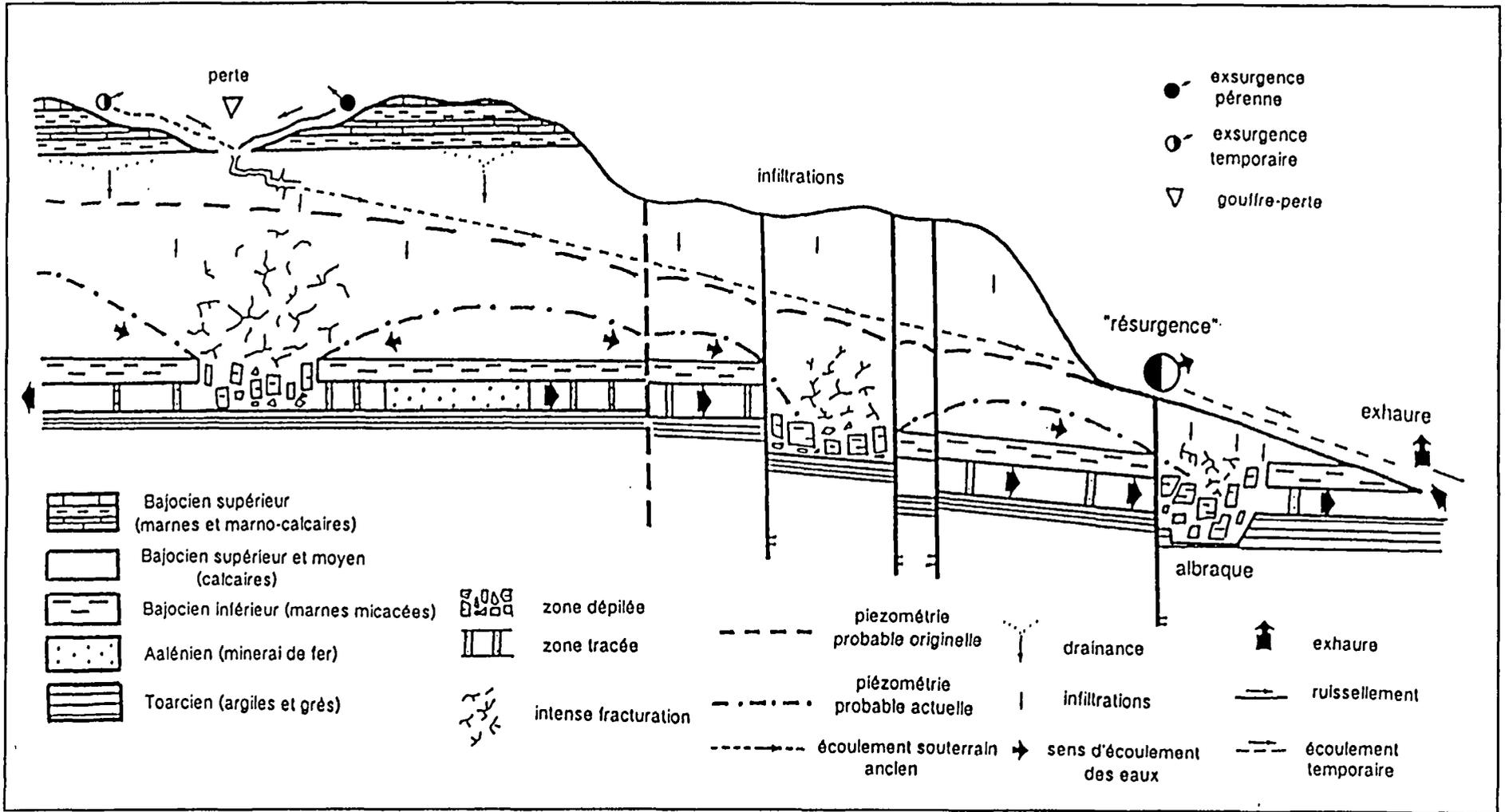


Figure 4 - Schéma de principe des écoulements souterrains dans les calcaires du Dogger et le réservoir minier (d'après SCM et AERM, modifié).

1.3. RAPPELS SUR LA PRATIQUE DES EXHAURES

1.3.1. Conditions de mise en oeuvre

Avant l'exploitation minière, la formation ferrugineuse constituait un aquifère indépendant, isolé de la nappe des calcaires du Dogger par l'écran imperméable composé des marnes micacées.

Depuis, l'exploitation de la couche minéralisée par la technique du traçage-dépilage a entraîné le foudroyage de cet écran et une fracturation intense des roches sus-jacentes. Par suite, la quasi-totalité de la nappe principale du Dogger est drainée par ces zones effondrées, et l'eau est collectée par les galeries des mines de fer (figure 4).

Le développement de l'activité minière, particulièrement depuis le milieu du XX^{ème} siècle, n'a alors pu s'effectuer que grâce à des pompages permanents afin de neutraliser ces afflux d'eau importants.

L'exhaure moyenne a ainsi été évaluée entre 150 et 250 millions de mètres cubes par an.

Ces pompages ont nécessité la mise en place de nombreux puits d'exhaure (annexe 4) et, en fond de mine, de galeries de drainage et de réservoirs pour le stockage temporaire de l'eau collectée (les albraques). De même, 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 (sud, centre et nord).

1.3.2. Conséquences des exhaures

Un tel prélèvement d'eau a considérablement bouleversé les équilibres naturels, tant pour le milieu souterrain que pour les écoulements superficiels (Ramon, 1993).

En effet, le rabattement induit du niveau de la nappe d'eau souterraine a entraîné en de nombreux endroits une déconnexion hydraulique entre la nappe principale du Dogger et les nappes des niveaux calcaires supérieurs, qui sont devenues en quelque sorte "perchées". Parmi ces petites nappes perchées, et d'autres qui existaient déjà notamment près de la bordure est des côtes de Moselle, certaines ont disparu à cause de l'intense fracturation engendrée dans leur soubassement imperméable par l'exploitation minière.

De la sorte, ces phénomènes ont fait disparaître des sources, asséchant ainsi le cours amont de certaines rivières. Ils peuvent aussi avoir causé la diminution du débit de certaines rivières par des pertes dans des orifices karstiques préexistants et devenus drainants suite à la baisse du niveau de base des nappes d'eau souterraine (figure 4).

Par ailleurs, le rejet massif des eaux d'exhaure dans le réseau hydrographique de la région a conduit par endroits à une artificialisation des cours d'eau, déjà notablement perturbés par les changements du niveau des nappes d'eau souterraine.

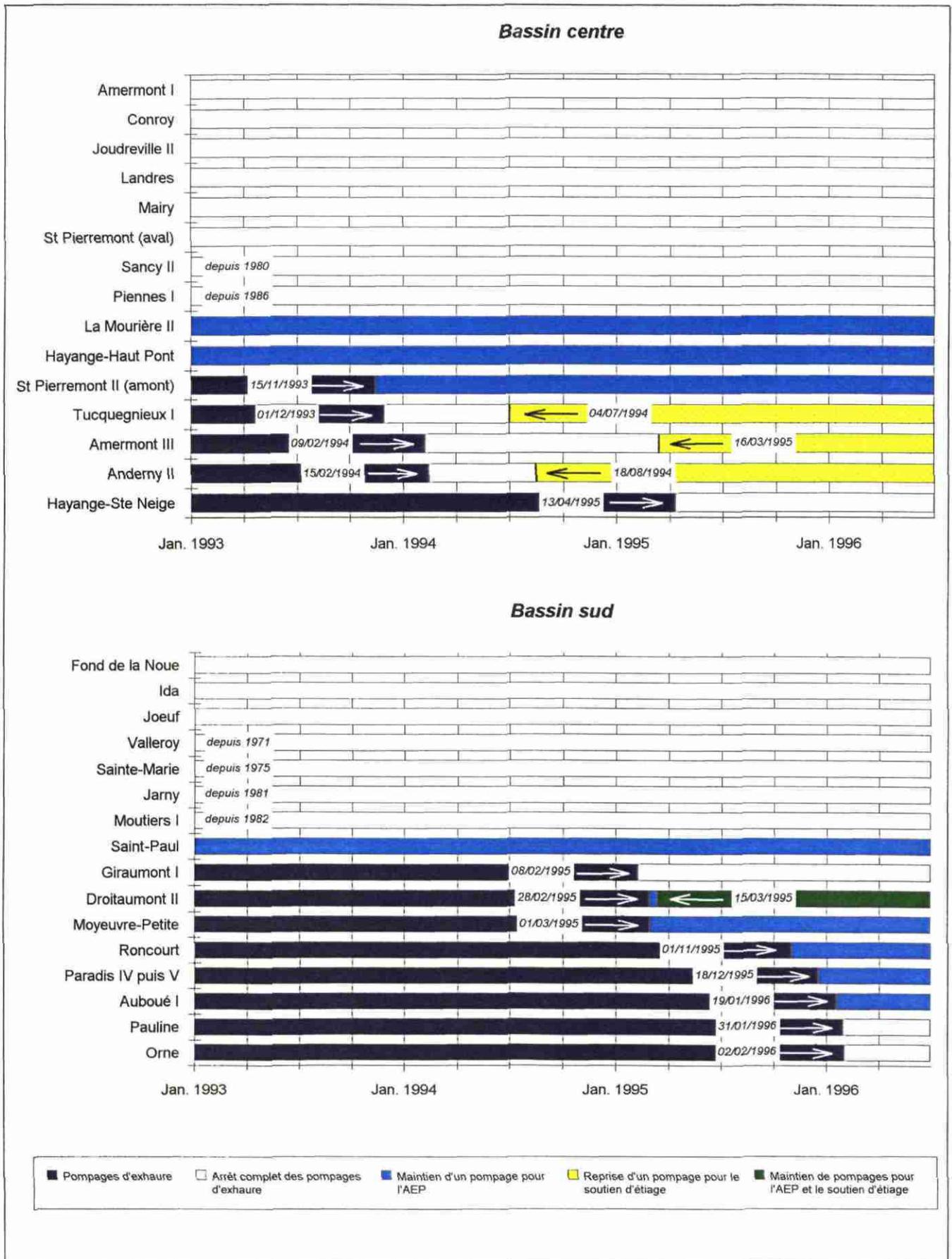


Figure 5 - Chronogramme d'arrêt des pompages d'exhaure.

Une petite partie de cette quantité d'eau d'exhaure considérable et facilement disponible, a aussi été utilisée pour l'alimentation en eau potable des communes du bassin ferrifère (soit environ 350 000 habitants), ainsi que pour des usages industriels.

La prolongation de cet état de fait pendant quelques dizaines d'années a rendu possible l'installation d'un nouvel équilibre, "dynamique", auquel la population s'est habituée. Cependant, la fermeture des exploitations minières entraîne actuellement l'arrêt des exhaures et la remise en cause de ces phénomènes.

1.4. PRESENTATION DU PHENOMENE D'ENNOYAGE

1.4.1. L'arrêt des exhaures

Aujourd'hui, avec l'abandon progressif des extractions du minerai depuis une dizaine d'années, les pompages d'exhaure ont été arrêtés depuis 1993/1994 dans le bassin centre et 1995/1996 dans le bassin sud (figure 5), entraînant un processus d'ennoyage des galeries minières. A terme, cet ennoyage se propagera aussi à la base des calcaires aquifères du Dogger.

Toutefois, cette remontée du niveau de la nappe d'eau souterraine ne permettra pas de retrouver l'équilibre naturel antérieur à l'exploitation des mines du fait des profondes modifications infligées aux réservoirs aquifères :

- création de vides relatifs aux galeries (estimés à environ 400 millions de mètres cubes) et de communications hydrauliques artificielles dans le réservoir minier ;
- intense fracturation supplémentaire dans le réservoir des calcaires du Dogger.

Par contre, elle a, et aura dans les années à venir, de nombreuses répercussions qui aboutiront à un nouvel état d'équilibre, après une phase transitoire.

1.4.2. La stabilisation future de l'ennoyage

La remontée du niveau de l'eau s'effectuera jusqu'à ce qu'un état d'équilibre global s'établisse entre les apports d'eau (infiltration d'eau météorique, pertes de cours d'eau sur le plateau calcaire karstifié, écoulements souterrains transversaux entre les différents bassins d'exhaure) et les débits des exutoires (sources, puits, pompages).

La prévision de ces exutoires reste un exercice difficile.

Quatre anciens ouvrages miniers ont été retenus comme de points de débordement principaux dans les bassins centre et sud (annexe 4). Ils ont été aménagés en conséquence, ainsi que les galeries qui y aboutissent, et communiquent directement avec la nappe du réservoir minier.

- *bassin centre* :
 - Puits du Chevillon à la cote 216,8 m (vanné à 100 l/s)
 - Puits de St Pierremont à la cote 222,7 m (débordement principal)
 - Galerie de Fontoy à la cote 223,5 m (fonctionne en trop-plein par barrages)
- *bassin sud* :
 - Galerie ferroviaire de Moyeuve (défoncée jusqu'à la cote 172,2 m)

Ces points devraient suffire à rejeter dans le réseau hydrographique un débit suffisant pour stabiliser l'ennoyage des différents réservoirs aquifères, dans des conditions climatiques normales.

Par ailleurs, il n'est pas impossible que l'une des conséquences de l'ennoyage soit aussi l'apparition d'autres exutoires naturels, plus petits, situés en dessous de ces cotes de débordement envisagées, en particulier dans les vallées du Conroy, du Chevillon, du Woigot et du ruisseau de la Vallée.

1.4.3. Les conséquences de l'ennoyage

Les conséquences de l'ennoyage seront de trois ordres :

a - Modification du fonctionnement des nappes d'eau souterraine et des cours d'eau en surface

On pourra observer plusieurs phénomènes :

- déplacement des limites des bassins versants souterrains alimentant les exutoires (sources, pompages), par la mise en communication de réservoirs se situant à différents niveaux ;
- transferts d'eau souterraine éventuels entre les différents bassins sud, centre et nord ;
- augmentation de la productivité des captages et mise en pression de la nappe captive sous la plaine de la Woëvre ;
- déplacement des exutoires de l'aquifère : certains cours d'eau verront leur débit baisser du fait de l'arrêt du rejet des eaux d'exhaure, et d'autres augmenter de par les débordements de la nappe et l'apparition de nouvelles sources, tout cela dans des proportions parfois considérables.

b - Détérioration de la qualité de l'eau souterraine

L'expérience de l'ennoyage de petits bassins miniers voisins a montré que les eaux stockées dans les anciennes mines de fer se chargent très fortement en sulfates et, dans une moindre mesure, en sodium. Toutefois, les teneurs maximales observées sont très variables selon les bassins.

Ces sulfates proviennent apparemment de la mise en solution de pyrite finement distribuée dans les niveaux marneux (marnes micacées du toit et bancs intercalaires dans le minerai aalénien), et oxydée en sulfates par l'aération liée à l'exploitation minière (Ammou et al., 1982).

Le sodium résulte lui du lessivage d'un minéral sodique, l'albite, peu fréquent mais présent dans les roches encaissantes, et contribue à la réaction d'équilibre ionique avec les sulfates (Dagallier et Demassieux, 1986).

Une amélioration naturelle de la qualité de l'eau a été constatée après plusieurs renouvellements de la réserve d'eau - soit deux à trois fois le volume global - ce qui peut durer plusieurs années, voire des décennies. Des techniques de surpompage ont déjà été mises en oeuvre avec succès afin d'accélérer artificiellement ce renouvellement en augmentant les circulations d'eau souterraine (Saizerais, Serrouville, ...).

c - Arrêt de la fourniture de l'eau destinée à l'adduction en eau potable des collectivités

Cela impose aux collectivités de se rendre autonomes et la plupart ont déjà pris des mesures dans ce sens : recherche de ressources de substitution (totale ou partielle), reprise des stations de pompage d'exhaure avec installation de stations de traitement adéquates (nanofiltration).

1.4.4. Les mesures d'accompagnement

Afin de pouvoir contrôler l'évolution de l'ennoyage du réservoir minier et prendre des dispositions limitant les conséquences évoquées ci-dessus lorsqu'elles sont néfastes, les préfetures des trois départements concernés ont pris des arrêtés en février et juin 1994 contraignant l'ancien exploitant, la société LORMINES, à :

- maintenir, ou reprendre, un pompage minimum pour assurer le soutien des étiages des principales rivières (Yron, Othain, Woigot et ruisseau de la Vallée) tant que de besoin ;
- effectuer des travaux de fermeture pour les sites abandonnés, et d'aménagements hydrauliques pour ceux dans lesquels un débordement est prévu en fin d'ennoyage ;
- effectuer une surveillance trimestrielle de la remontée du niveau de l'eau dans les principaux réservoirs miniers, ainsi que de la qualité de l'eau.

Le chapitre suivant présente les résultats de cette surveillance.

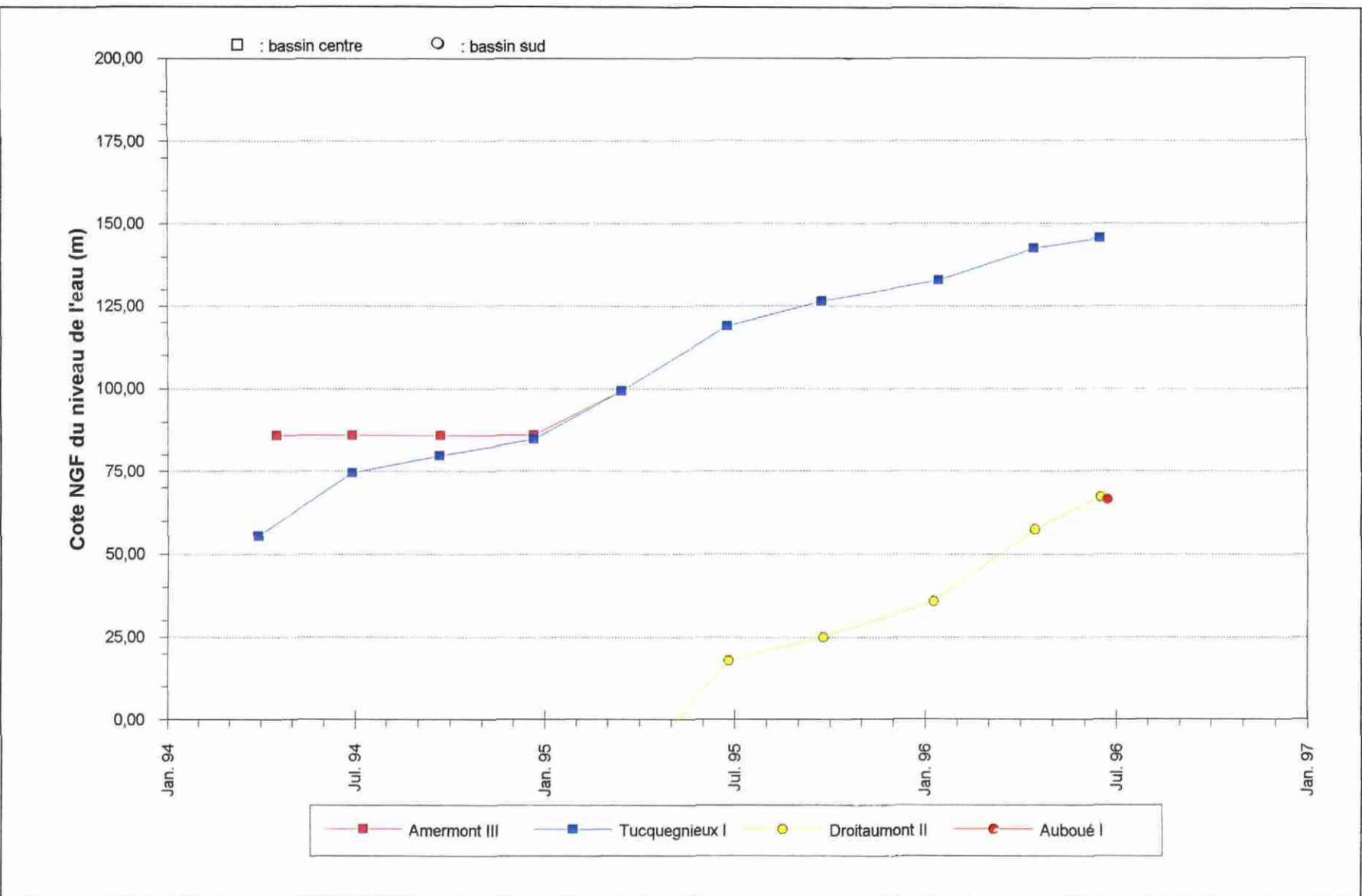


Figure 6 - Evolution du niveau piézométrique dans le réservoir minier.

2. Surveillance du réservoir minier

2.1. LES POINTS D'OBSERVATION

Les modalités de la surveillance de l'ennoyage du réservoir minier ont été fixées par arrêtés préfectoraux en février et juin 1994. Le niveau de la nappe est mesuré trimestriellement dans quatre anciens ouvrages miniers (annexes 1 et 4) :

- bassin centre : puits Amermont III à l'ouest et Tucquegnieux I pour la zone médiane, (zone d'exhaure de St Pierremont et Anderny), depuis mars 1994.
- bassin sud : puits Droitaumont II à l'Ouest et Auboué I au centre, depuis mars 1995

La qualité de l'eau est suivie trimestriellement depuis les mêmes dates dans cinq puits : les mêmes sauf le puits Tucquegnieux I qui est remplacé par les puits St Pierremont II et Anderny II. Les paramètres chimiques mesurés sont le pH, la conductivité, les teneurs en sulfates et sodium, la quantité d'hydrocarbures totale et l'indice phénol.

2.2. LES RESULTATS PIEZOMETRIQUES

Les valeurs des niveaux observés, cotées en mètres par rapport au nivellement général de la France, sont détaillées en annexe 2 et représentées sur la figure 6.

Dans le bassin centre, l'ennoyage a commencé par l'Ouest, à Amermont, zone la plus profonde, avant l'arrêt définitif de l'exhaure en février 1994. Le niveau de l'eau est passé de - 50 m NGF (cote du fond) à + 14 m NGF en février 1993, pour atteindre + 85,95 m NGF en avril 1994. Cette cote permettant le déversement de l'eau dans un compartiment hydraulique voisin, elle s'est maintenue jusqu'en janvier 1995, moment où le niveau de l'eau dans le compartiment de Tucquegnieux l'a rejointe. Ensuite le niveau d'eau global n'a cessé de monter régulièrement pour atteindre la cote + 145,6 m NGF en juin 1996.

Cela représente une vitesse moyenne de progression de 3,3 m/mois.

Dans le bassin sud, l'ennoyage a aussi commencé par l'Ouest, à Droitaumont, zone la plus profonde, à partir de février 1995, date de l'arrêt de l'exhaure. De la cote - 36 m NGF, le niveau d'eau est passé à + 67,2 m NGF en juin 1996. La seule mesure disponible pour Auboué montre que les niveaux sont identiques dans ces deux parties du réservoir minier.

Cela représente une vitesse moyenne de progression observée plus importante, de l'ordre de 5 m/mois.

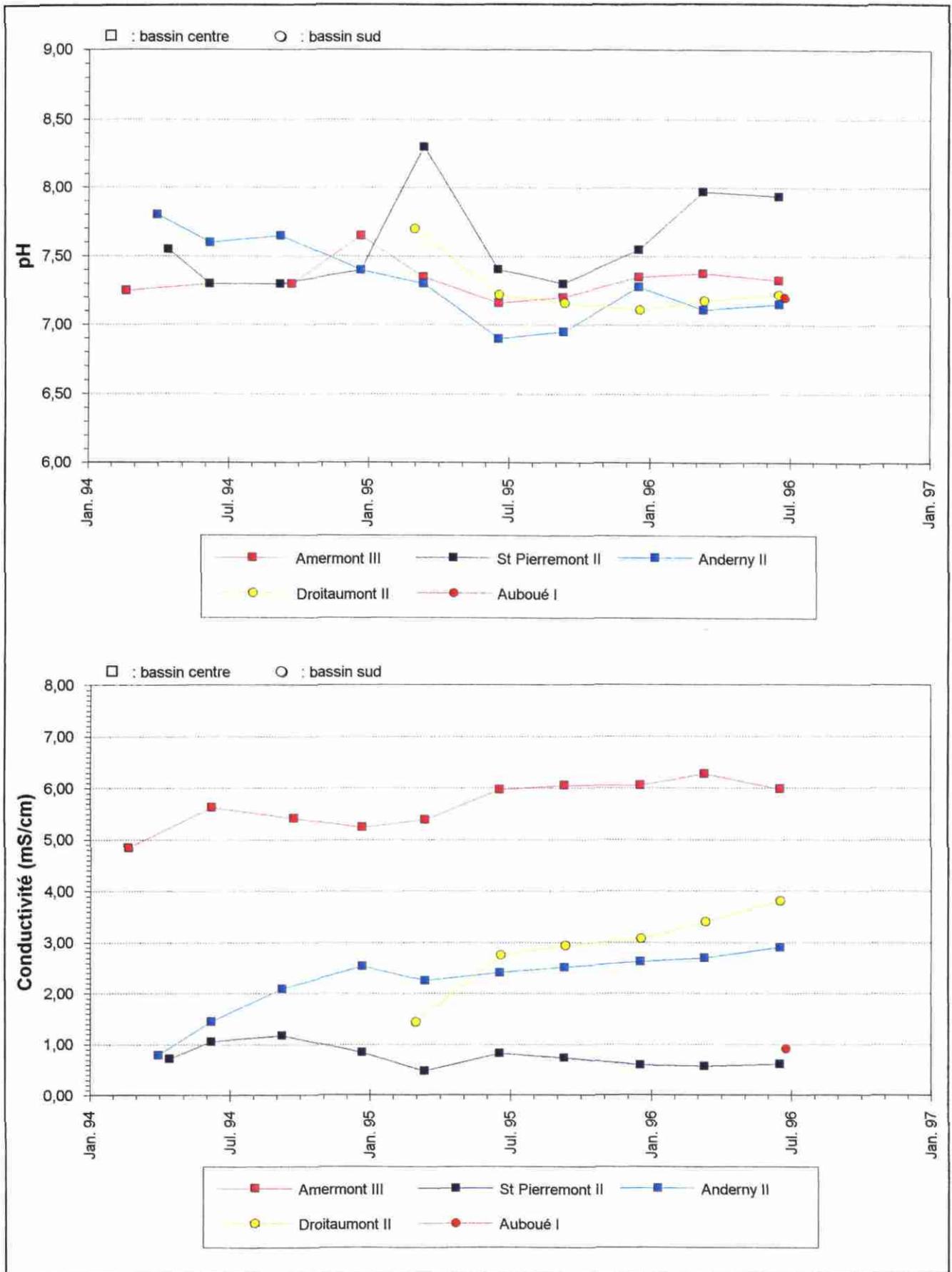


Figure 7 - Evolution du pH et de la conductivité dans le réservoir minier.

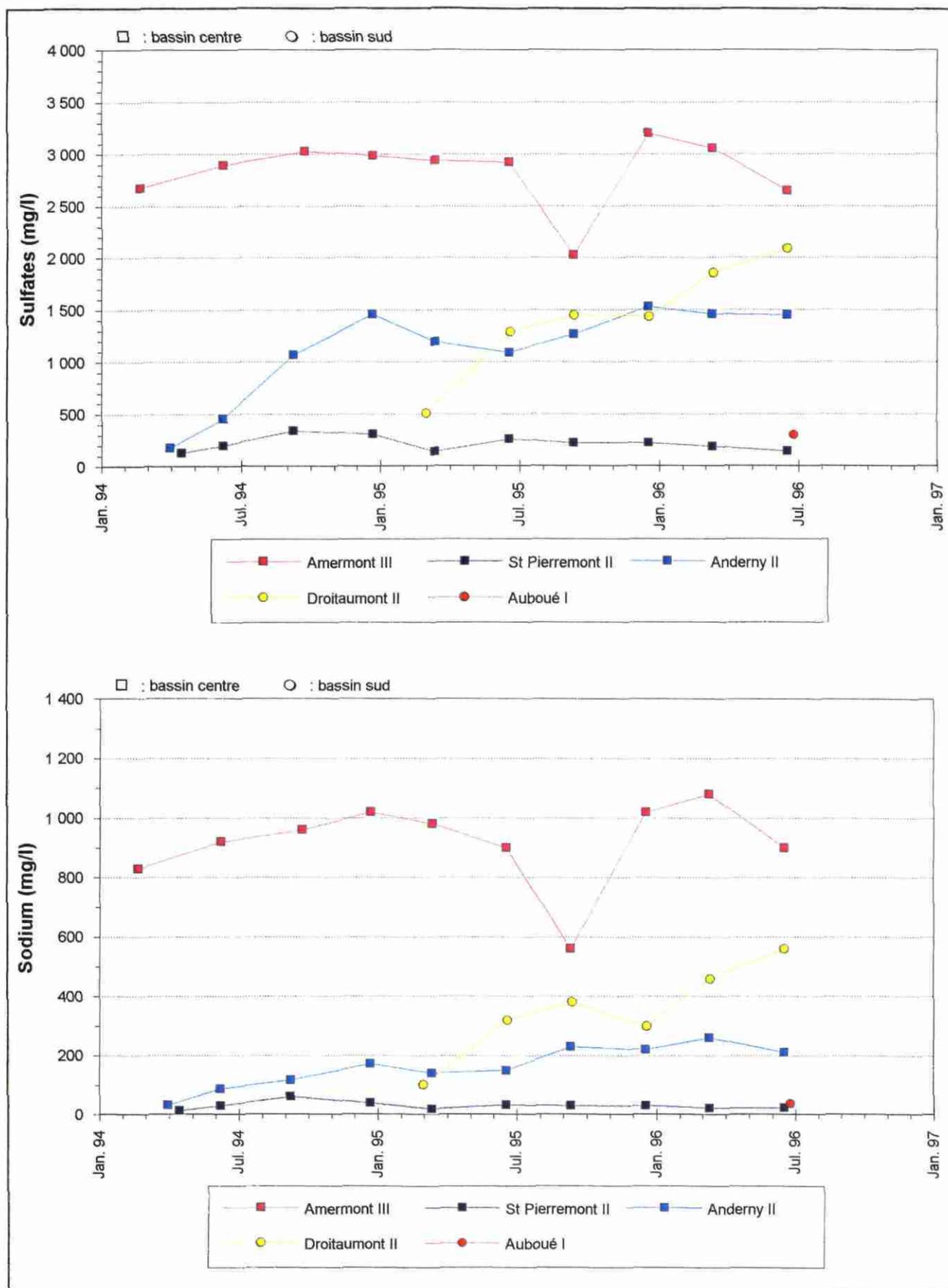


Figure 8 - Evolution des teneurs en sulfates et sodium dans le réservoir minier.

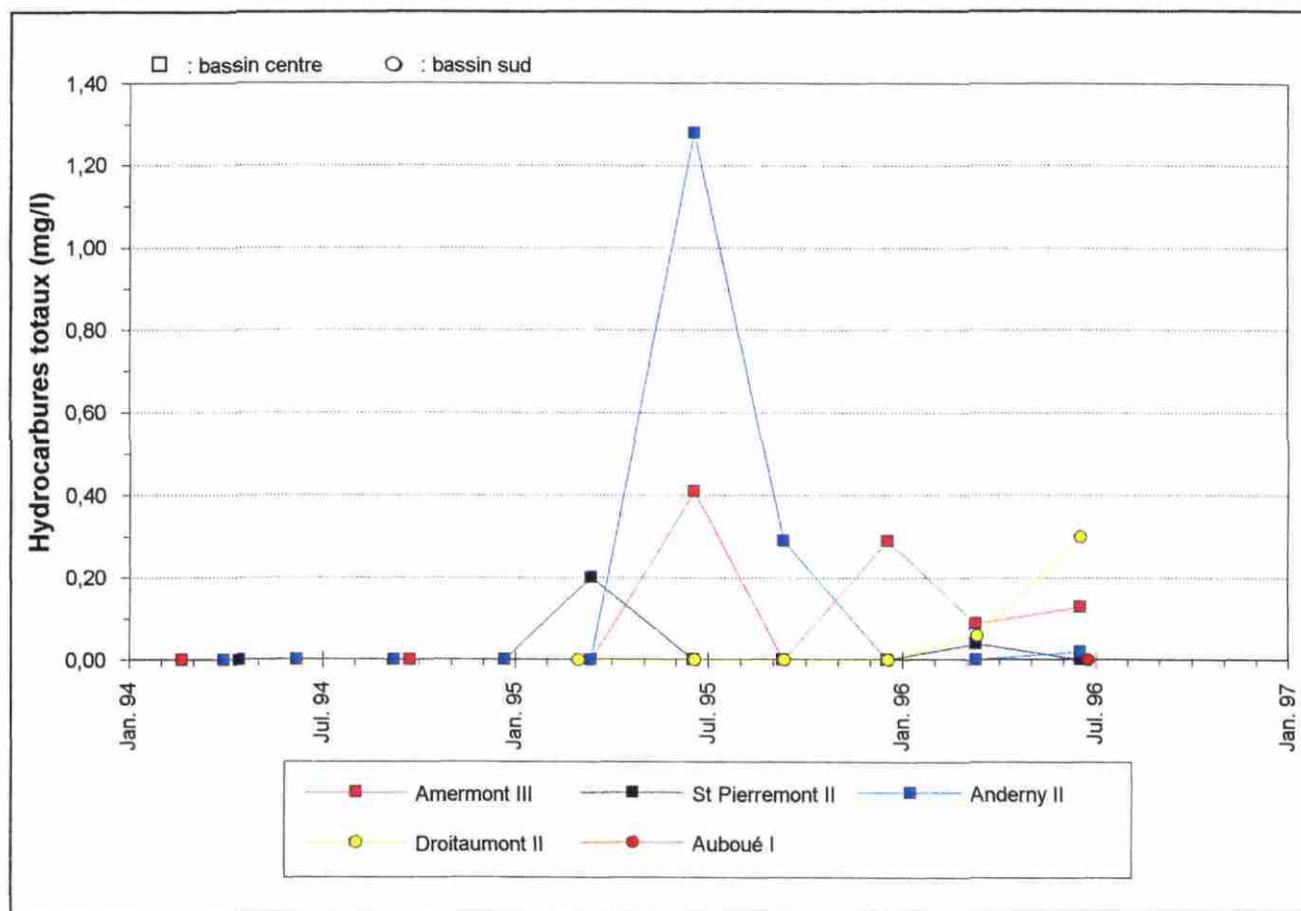


Figure 9 - Evolution des teneurs en hydrocarbures dans le réservoir minier.

2.3. LES RESULTATS QUALITATIFS

Le détail des valeurs mesurées fait l'objet de l'annexe 3.

Le suivi du pH (figure 7) ne montre pas d'évolution particulièrement sensible dans le temps, ni d'hétérogénéité entre les différents points des bassins centre et sud. Globalement, ces eaux sont légèrement basiques

Par contre, les variations des teneurs en sulfates et en sodium (figure 8) sont très fortement corrélées et particulièrement élevées à Amermont pour le bassin centre (jusqu'à plus de 3 g/l de sulfates et 1 g/l de sodium). Dans une moindre mesure, elles le sont aussi à Anderny et, pour le bassin sud, à Droitaumont.

Les tendances sont actuellement à la hausse pour les deux derniers tandis que les teneurs à Amermont semblent s'être stabilisées autour des valeurs indiquées ci-dessus.

De manière inattendue, les teneurs en sulfates et en sodium constatées au puits de St-Pierremont restent faibles comparativement aux autres points. Elles ne sont guère plus élevées qu'avant l'arrêt des exhaures et se sont stabilisées autour de 200 mg/l pour les sulfates et 30 mg/l pour le sodium, en dessous des valeurs maximales de la norme de potabilité. Ce phénomène résulte de la combinaison d'une importante arrivée d'eau de la nappe des calcaires du Dogger par des fuites au niveau du cuvelage du puits, et du protocole d'échantillonnage dans un puits où l'eau n'est pas pompée (prélèvement de l'eau près de la surface). Une étude par diagraphies a confirmé qu'il existe effectivement une stratification de l'eau à l'intérieur du puits : une lentille d'eau peu minéralisée provenant des calcaires du Dogger s'accumule au dessus de l'eau d'ennoyage des galeries minières, située à la base du puits et très minéralisée comme dans les autres puits.

La conductivité, très élevée, montre des évolutions tout-à-fait similaires aux précédentes (figure 7). Elles résultent principalement de la forte minéralisation de l'eau en sulfates et sodium.

L'indice phénol reste toujours en dessous des seuils de détection.

L'analyse des hydrocarbures totaux (figure 9) montre, cependant, la présence de ces derniers, de manière plutôt sporadique : généralement, les résultats sont inférieurs aux seuils de détection, mais il apparaît parfois des taux très excessifs - critiques en cas d'une utilisation pour l'alimentation en eau potable - qui laisseraient penser à des "bouffées" de produits, sans réelle pollution massive.

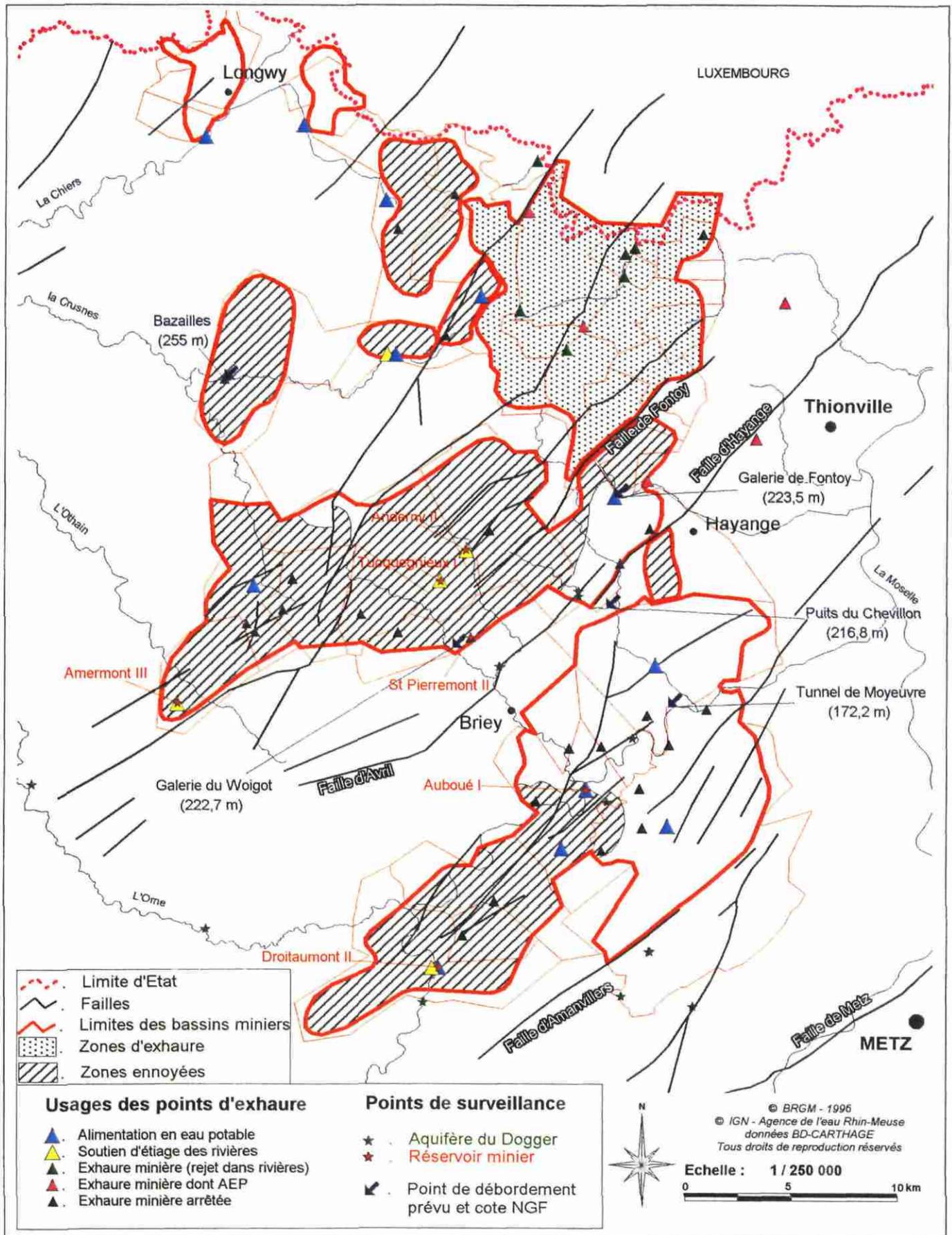


Figure 10 - Etat de l'ennoyage dans le réservoir minier à fin juin 1996.

2.4. SYNTHÈSE

On observe ainsi une remontée du niveau de la nappe plus rapide dans le bassin sud que dans le bassin centre (5 m/mois pour 3,3 m/mois).

A fin juin 1996, la cote de 145,6 m NGF atteinte dans le bassin centre indique un ennoyage quasi-total du bassin, exceptées l'extrême partie est et les couches minéralisées supérieures des exploitations. Dans le bassin sud, la cote 67,2 m NGF correspond approximativement à l'ennoyage de la moitié Sud-Ouest du bassin (figure 10).

Les cotes de débordement prévues sont encore loin d'être atteintes, mais l'ennoyage devrait commencer à se faire sentir au niveau des piézomètres de l'aquifère du Dogger les plus profonds vers le milieu de l'année 1997.

Du point de vue qualitatif, des fortes teneurs en sulfates et sodium se manifestent comme cela était prévisible d'après les expériences précédentes (cf. chapitre 1.3). Cela se vérifie en particulier à l'Ouest, dans les zones les plus profondes, où il y a peu de renouvellement de l'eau (Droitaumont et Amermont). Les faibles teneurs en sulfates et sodium observées au puits de St-Pierremont, comparativement aux autres points, ne sont toutefois pas représentatives de la qualité réelle de l'eau d'ennoyage des galeries minières à cet endroit.

3. Surveillance de l'aquifère du Dogger

3.1. LES POINTS D'OBSERVATION

La formation aquifère du Dogger comporte une nappe principale, reposant sur la couche des marnes micacées au-dessus du minerai de fer, et quelques nappes perchées situées à faible profondeur. Dans l'ensemble, ce milieu est extrêmement discontinu de par sa forte fissuration, voire sa karstification locale. De plus, ses caractéristiques hydrodynamiques ont été amplifiées par les effets mécaniques de l'exploitation minière sous-jacente.

Dans ce contexte, la prévision de la remontée du niveau de ces nappes, de leur mise en communication éventuelle et de leurs futurs exutoires est peu commode.

Un réseau de surveillance, propre à la formation aquifère du Dogger, a donc été mis en place dans le but de vérifier l'exactitude des prévisions et, éventuellement, de les réajuster en fonction des nouvelles observations.

Le choix des points d'observation s'est fait en deux étapes.

- Sélection d'ouvrages existants répartis au mieux selon différents critères :
 - position géographique par rapport aux zones d'exhaure des bassins centre et sud ;
 - niveau géologique atteint et position par rapport aux failles ayant une influence sur l'écoulement de l'eau souterraine ;
 - absence ou éloignement d'influences anthropiques marquées (pompages, zones polluées, ...)
 - accessibilité physique des ouvrages.
- Foration de 5 ouvrages supplémentaires, afin de compléter la sélection précédente et avoir ainsi une première configuration satisfaisante pour la surveillance des nappes d'eau souterraine dans le bassin ferrifère.

Au total, 13 ouvrages ont fait l'objet depuis juin 1994 d'un suivi, soit du niveau piézométrique, soit de la qualité de l'eau. Actuellement, seuls dix d'entre eux sont encore pris en compte, dont neuf pour la piézométrie et quatre pour les analyses d'eau (annexes 1 et 4).

Une présentation de chacun de ces points (plan de situation et photographie), accompagnée de leurs coupes géologiques et techniques est fournie en appendice, dans un volume distinct, joint à ce rapport.

3.1.1. Ouvrages existants sélectionnés

Dans le bassin sud, cinq ouvrages sont retenus pour la piézométrie et un pour la qualité :

- un sondage de reconnaissance AEP dans la vallée de la Mance, à *Gravelotte* (0163-4X-0196) ; il a été abandonné en mars 1996 à cause de la mise en service du captage AEP à proximité ;
- un piézomètre multiple situé près du cimetière de *Vernéville* (0137-7X-0129) ; il a été abandonné en novembre 1995 car l'ouvrage s'est obstrué ;
- un piézomètre simple à *Vernéville* (0137-7X-0205) qui remplace le précédent ouvrage depuis mai 1996 ;
- un forage de reconnaissance près de la ferme de *Bagneux* (0163-3X-0077) à Vernéville ;
- un forage de reconnaissance situé près du château d'eau d'*Auboué* à Homécourt (0137-7X-0188), suivi par la société Bail Industrie depuis avril 1995 ;
- le captage AEP en exploitation de *Joeuf* à Haropré (0137-3X-0056), qui est utilisé uniquement pour connaître l'évolution de la qualité de l'eau.

Dans le bassin centre, aucun ouvrage n'a pu être retenu.

Par ailleurs, deux autres points ont été pris en compte pour la piézométrie, alors qu'ils sont situés à l'Ouest des deux bassins, sous la plaine de la Woëvre :

- le puits communal d'*Etain* situé à Bloucq (0136-7X-0005) ; il a été abandonné car les observations indiquaient que la nappe captée est probablement déconnectée hydrauliquement de celle des bassins ferrifères ;
- l'ancien puits communal de *St-Jean-de-Buzy* (0136-8X-0008).

3.1.2. Ouvrages réalisés

Cinq ouvrages de reconnaissance complémentaires ont été forés en 1994-1995 (rapport ANTEA A 02842), dans le cadre d'une opération inscrite en 1993 au Programme de Protection des Eaux Souterraines du Ministère de l'Environnement, financée à parts égales par la DIREN de Lorraine et l'Agence de l'eau Rhin-Meuse.

Dans le bassin sud, deux piézomètres ont été réalisés à *Ville-sur-Yron*, côte à côte pour surveiller depuis mars 1995 deux nappes superposées.

Dans le bassin centre, trois ouvrages mis en service en février 1995 permettent de surveiller la piézométrie et la qualité de l'eau :

- un piézomètre à *Mance*, dans la vallée du Woigot ;
- deux piézomètres à *Avril*, situés dans la vallée du Conroy, de part et d'autre de la faille d'Avril.

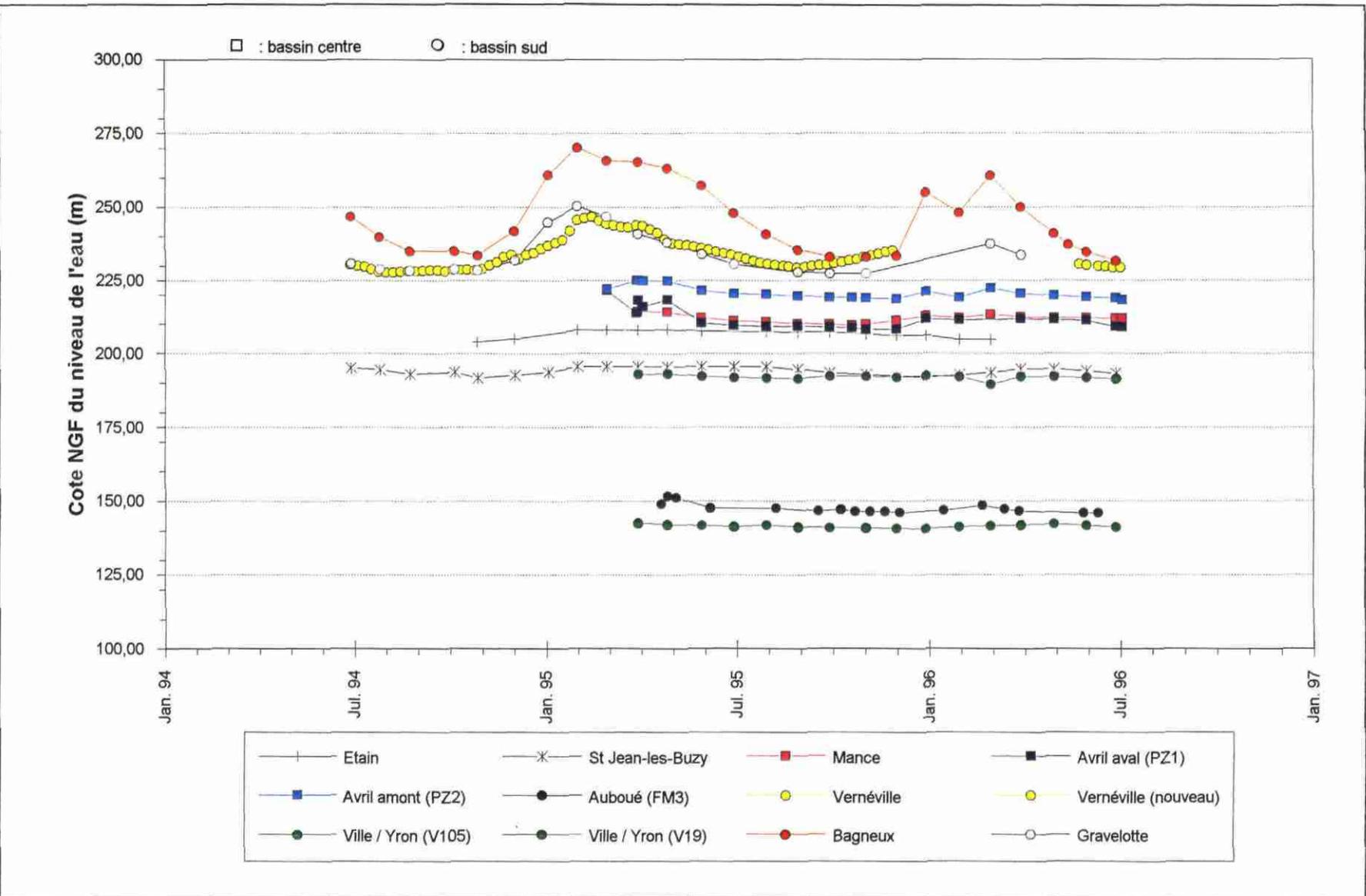


Figure II - Evolution du niveau piézométrique dans l'aquifère du Dogger.

3.2. LES RESULTATS PIEZOMETRIQUES

Chaque piézomètre a fait l'objet d'un nivellement au moyen d'un appareillage GPS. Par suite, les valeurs des niveaux observés, cotées en mètres par rapport au nivellement général de la France, sont détaillées en annexe 2 et représentées sur la figure 11.

Jusqu'en juin 1996, les relevés piézométriques montrent des variations qui ne semblent pas influencées par l'ennoyage actuel du réservoir minier. On possède ainsi une chronique initiale de référence pour le fonctionnement de ces réservoirs aquifères.

Dans le bassin centre, on observe des battements annuels réguliers de la nappe principale du Dogger, de l'ordre de la dizaine de mètres.

Les piézomètres de Mance et d'Avril aval présentent des niveaux d'eau situés à des cotes comparables. Celui d'Avril amont a un niveau d'eau situé environ 10 m plus haut du fait du jeu de la faille d'Avril. Toutefois, ses variations sont identiques à celle des deux autres.

Dans le bassin sud, on peut distinguer deux comportements hydrauliques :

- Les piézomètres qui captent la nappe principale et qui sont situés près de la bordure Sud-Ouest du bassin, présentent des variations annuelles régulières du niveau de la nappe mais de très grande amplitude (25 à 40 m) : Gravelotte, Bagneux et Vernéville.

Cela peut s'expliquer par leur position topographique haute, au dessus du niveau des exutoires naturels et en limite des zones influencées par les travaux miniers. On observe donc une recharge hivernale, lorsque les précipitations sont nettement supérieures au drainage par les sources des flancs des côtes de Moselle (sources de Mance par exemple) augmentées des éventuelles fuites vers le réservoir minier, puis, à l'étiage, à une vidange de la réserve d'eau emmagasinée par les sources.

On note que le piézomètre de Gravelotte, qui a du être abandonné car il était soumis à l'influence d'un pompage voisin, avait un comportement quasiment identique à celui de Vernéville.

- Les piézomètres qui captent la nappe principale à l'ouest et au nord du bassin présentent eux de faibles variations annuelles du niveau de la nappe (moins de 5 m) : Auboué (FM3) et Ville-sur-Yron (V105).

Les niveaux observés correspondent probablement à un équilibre dynamique entre le drainage par les travaux miniers sous-jacents et les apports d'eau d'infiltration, parfois légèrement supérieurs en hiver, ce qui expliquerait les petites variations.

Par ailleurs, le piézomètre V19 de Ville-sur-Yron qui capte une nappe perchée du Dogger (celle de l'oolithe de Doncourt) montre aussi des battements réguliers mais de faible amplitude, liés à la nature de cette petite nappe.

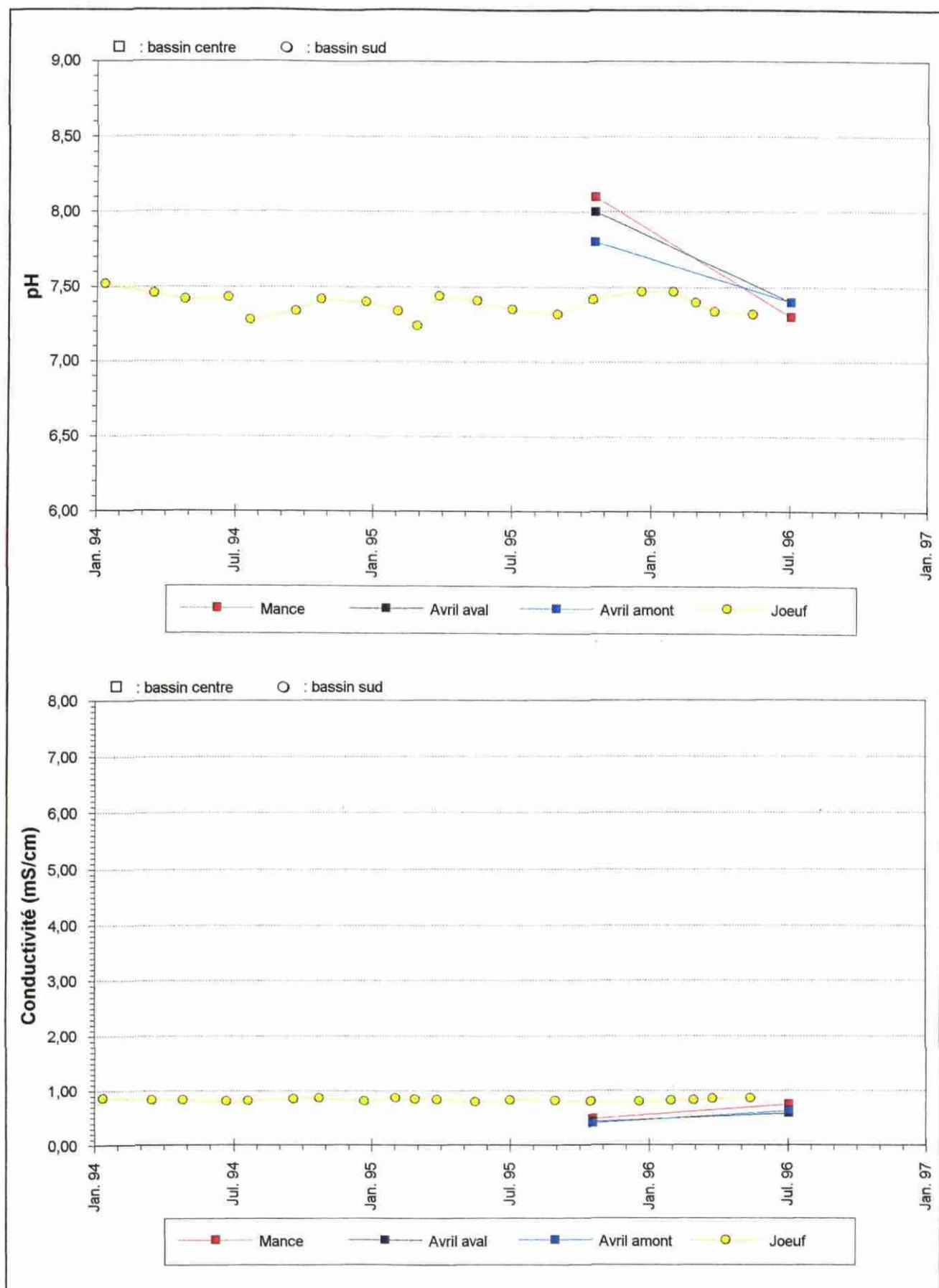


Figure 12 - Evolution du pH et de la conductivité dans l'aquifère du Dogger.

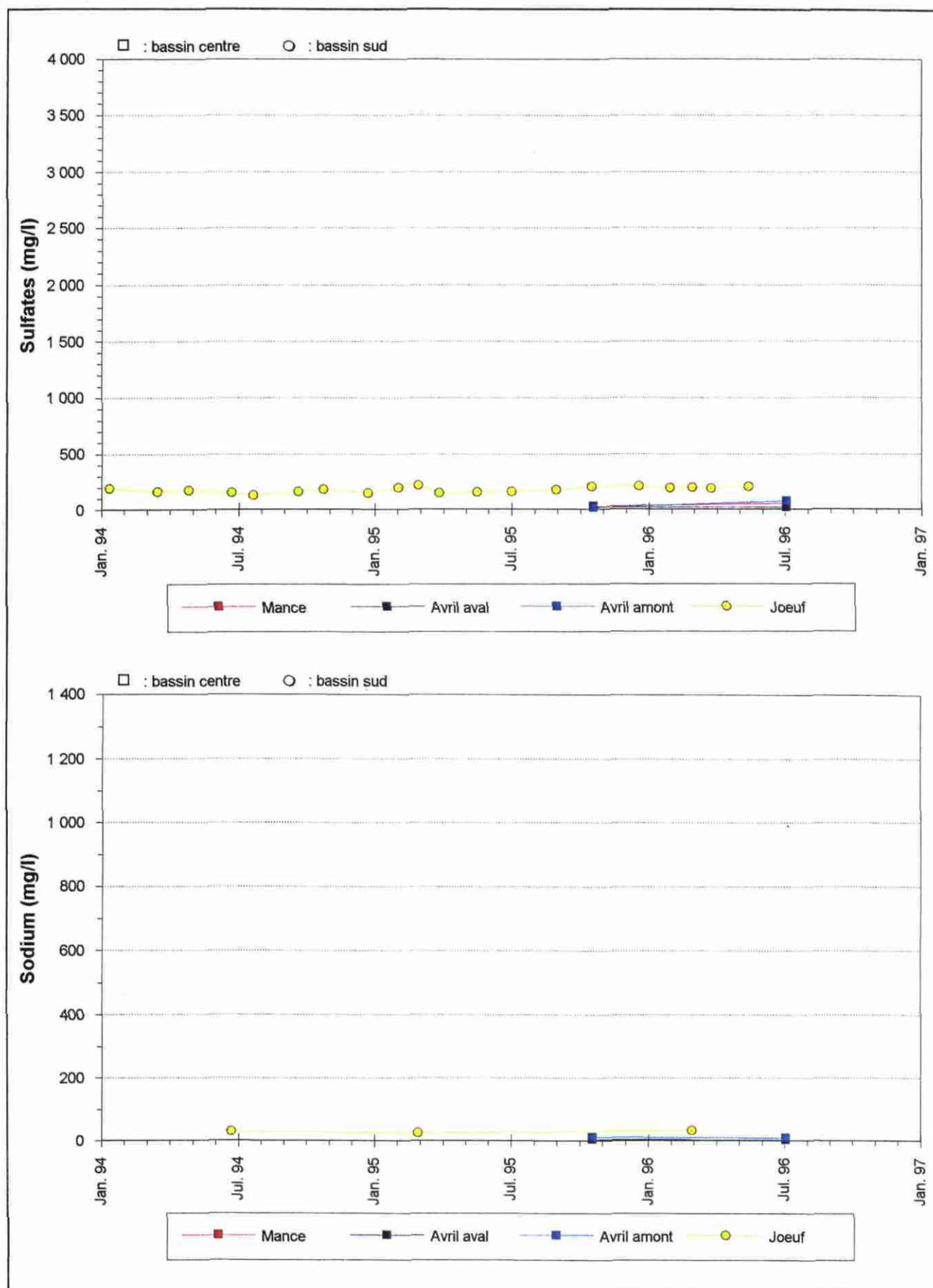


Figure 13 - Evolution des teneurs en sulfates et sodium dans l'aquifère du Dogger.

Hors du bassin sud, les deux piézomètres de Bloucq et de St-Jean-de-Buzy recourent la totalité des formations aquifères du Dogger, y compris la couche minéralisée ferrifère aalénienne non exploitée dans ces secteurs. Ils montrent un niveau d'eau avec des variations annuelles régulières, d'amplitude moyenne (de l'ordre de la dizaine de mètres), et paraissent ne pas être influencées par les travaux miniers situés entre 5 et 10 km plus loin. La similitude de comportement entre ces deux points a permis d'arrêter la surveillance de l'un d'entre eux (Bloucq).

3.3. LES RESULTATS QUALITATIFS

Le détail des valeurs mesurées fait l'objet de l'annexe 3. Cependant, les résultats obtenus restent peu significatifs et doivent être considérés avec prudence pour deux raisons :

- dans le bassin centre, trois points de mesure sont utilisés mais ils n'ont fait l'objet que de deux campagnes de mesures pour l'instant (fréquence semestrielle),
- dans le bassin sud, un seul point est suivi, avec de nombreuses mesures régulières car il s'agit d'un captage AEP (Joeuf). Toutefois, les résultats fournis sont ceux après traitement de l'eau, par chloration, et la qualité naturelle de l'eau est probablement influencée par des échanges entre la rivière, l'Orne, et la nappe.

L'eau souterraine des nappes du Dogger, à l'aplomb des bassins centre et sud, semble présenter des caractéristiques homogènes.

Le pH est légèrement basique (figure 12). La conductivité est moyenne dans le bassin centre et plus élevée dans le bassin sud (entre 400 et 800 $\mu\text{S}/\text{an}$), néanmoins, elle n'est pas comparable avec les valeurs extrêmement fortes que l'on trouve dans le réservoir minier sous-jacent.

Dans l'ensemble, il s'agit d'une eau bicarbonatée calcique, mais le pôle magnésien n'est pas négligeable.

La minéralisation en sodium (figure 13), ainsi qu'en potassium et chlorure reste faible, bien en dessous des valeurs maximales de la norme de potabilité.

La teneur en sulfate - qui sera le principal indicateur d'un mélange entre l'eau de la nappe du Dogger et celle du réservoir minier - reste assez faible dans le bassin centre, et moyenne à Joeuf (de l'ordre de 200 mg/l) où l'on observe sa variation régulière en fonction des saisons : teneurs plus élevées en étiage. En juin 1996; elle reste encore très inférieure aux teneurs mesurées dans les zones ennoyées du réservoir minier.

Enfin, la présence d'azote sous forme ammoniacal est anecdotique et très faible. Par contre, les nitrates sont plus présents, notamment à Joeuf dans le bassin de l'Orne, mais la teneur est largement en dessous des valeurs maximales de la norme de potabilité.

3.4. SYNTHÈSE

Les observations effectuées confirment les prévisions, à savoir qu'il n'y a pas encore d'influence visible de l'ennoyage du réservoir minier sur les nappes du Dogger sus-jacentes, tant pour les niveaux que pour la qualité de l'eau. Ces observations constituent donc un état de référence vis à vis de l'évolution à laquelle on s'attend.

Dans le bassin centre, la nappe principale du Dogger est surveillée principalement à proximité de la limite avec le bassin sud : Mance et Avril. A ces endroits, elle apparaît déconnectée, pour l'instant, du réservoir minier car elle présente des caractéristiques physico-chimiques habituelles de la nappe des calcaires du Dogger, et des variations régulières du niveau piézométrique, corrélativement aux apports pluviométriques saisonniers.

Dans le bassin sud, la nappe principale du Dogger présente deux situations distinctes :

- en limite sud-est du bassin (Gravelotte, Bagneux, Vernéville), elle suit un régime que l'on pourrait qualifier de peu influencé par les anciennes exploitations des niveaux miniers et leur ennoyage actuel ; il est plutôt lié à la recharge par la pluviosité annuelle et au drainage par les sources des flancs des côtes de Moselle.
- à l'ouest (Ville-sur-Yron, V105) et au nord (Auboué, FM3), les faibles variations constatées traduisent vraisemblablement une connexion avec le réservoir minier, jouant actuellement dans le sens d'une vidange de la nappe du Dogger vers celle de l'Aalénien. La surveillance de ces points reste un sujet essentiel.

Enfin, la situation au niveau de St-Jean-de-Buzy peut être interprétée comme une image de celle que l'on risque d'obtenir au terme de l'ennoyage, les nappes du réservoir minier aalénien et du Dogger étant en équilibre hydraulique.

4. Orientations du réseau de surveillance

Actuellement, le réseau de surveillance de la nappe des calcaires du Dogger se compose de dix forages (cf. annexe 1) :

- 9 servent à mesurer le niveau piézométrique (trois dans le bassin centre et six dans le bassin sud) ;
- 4 permettent le prélèvement d'eau pour l'analyse de la qualité (trois dans le bassin centre et un dans le bassin sud).

Durant ces deux années de surveillance de la nappe, un ouvrage s'est obstrué et a été remplacé (Vernéville, suivi par l'Agence de l'eau Rhin-Meuse). Deux autres ouvrages ont été abandonnés car ils étaient influencés par des prélèvements d'eau pour l'alimentation des collectivités. Ils présentaient par ailleurs soit une redondance d'information avec un autre piézomètre (Gravelotte), soit un comportement hydraulique vraisemblablement peu influencé par l'ennoyage du réservoir minier (Etain à Bloucq).

La configuration actuelle du réseau de surveillance permet d'appréhender l'évolution des phénomènes hydrogéologiques dans les bassins ferrifères centre et sud, et plus particulièrement dans les secteurs de leurs bordures, notamment à leur limite commune.

A l'avenir, il serait très intéressant de renforcer ce dispositif par des points situés plus à l'intérieur des anciennes zones d'exploitation. Une implantation à proximité immédiate des anciens puits miniers servant au suivi actuel de l'ennoyage du réservoir minier permettrait une comparaison directe des données recueillies dans le but de :

- connaître le sens des circulations souterraines d'eau dans le réservoir minier, la nappe des calcaires du Dogger et les échanges entre les deux ;
- évaluer la part de la nappe des calcaires des Dogger qui sera contaminée par l'eau de mauvaise qualité provenant du réservoir minier.

A terme, ces informations permettront de déterminer si la nappe des calcaires du Dogger peut raisonnablement être considérée comme une ressource de substitution pour l'alimentation en eau potable, dans l'attente du retour à une qualité conforme aux normes de potabilité pour l'eau contenue dans le formidable réservoir des anciennes mines.

Les principaux secteurs concernés par ce renforcement du réseau pourraient être Tucquegnieux et Amermont dans le bassin centre, et Moyeuve dans le bassin sud. Par ailleurs, à partir du moment où la communication entre les deux niveaux sera effective, la fréquence des analyses méritera sans doute d'être augmentée à quatre analyses par an, voire plus, et les prélèvements pourraient être effectués sur un plus grand nombre d'ouvrages.

Conclusions

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.

Cet ennoyage a commencé par combler les vides laissés par les travaux miniers (galeries, zones dépilées, puits, ...) et par saturer d'eau les pores des roches encaissantes. Puis, il se propagera dans les niveaux de calcaire du Dogger sus-jacents qui sont déjà eux-mêmes aquifères. La remontée du niveau global de l'eau va se poursuivre jusqu'à ce qu'un équilibre d'ensemble soit trouvé entre les apports d'eau (essentiellement la pluie) et les débits de fuite aux points de débordement de la nappe (puits aménagés, sources).

Cet équilibre sera différent de celui existant avant l'exploitation minière car la création de galeries et de drains, ainsi que le foudroyage du toit imperméable, ont considérablement modifié la perméabilité de la roche encaissante, 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 entraîne une intense minéralisation des eaux qui se chargent, entre autres éléments, des sulfates issus de l'oxydation de pyrites.

Le présent rapport fait état de deux années d'observations qui ont débuté en juin 1994 par des relevés piézométriques sur une série de cinq points d'eau existants, puis se sont poursuivies au printemps 1995 par la création de cinq autres piézomètres : Mance et Avril (2) pour le bassin centre, Ville-sur-Yron (2) pour le bassin sud. Au total, ce sont 12 points qui ont fait l'objet de mesures mensuelles du niveau de l'eau, dont 3 sont aussi soumis à des analyses semestrielles de la qualité de l'eau (analyses des ions majeurs). Un captage AEP complète le réseau de surveillance de la qualité de l'eau.

D'autre part, les données sur la remontée de la nappe dans le réservoir minier et sur l'évolution de sa qualité physico-chimique, suivies par l'ancien exploitant - la société LORMINES - dans le cadre des arrêtés préfectoraux d'abandon des travaux miniers, ont aussi été prises en compte dans ce rapport.

A la date de juin 1996, les observations réalisées permettent de dégager les tendances suivantes :

- ◆ L'ennoyage du réservoir minier progresse à la vitesse de 3,3 m/mois dans le bassin centre et de 5 m/mois dans le bassin sud, soit environ moitié moins vite que prévu.
- ◆ Dans le bassin centre, la cote atteinte est de 145,6 m NGF, soit environ 71 m sous la cote du premier exutoire prévu (puits du Chevillon équipé à 216,8 m), et 77 m sous la cote de l'exutoire principal de St-Pierremont (seuil de galerie à 222,7 m).

- ♦ Dans le bassin sud, la cote atteinte est de 67,2 NGF, soit environ 105 m sous la cote du seul exutoire prévu (ancienne galerie ferroviaire de Moyeuve à 172,2 m).

En supposant que les vitesses d'ennoyage restent identiques, ces points devraient être atteints vers le deuxième trimestre 1998.

Dans l'aquifère du Dogger sus-jacent, aucun effet de l'ennoyage ne s'est clairement manifesté pour le moment. On observe soit des variations liées aux cycles naturels de drainage par les sources et cours d'eau en été et de recharge par la pluie en hiver, soit des "stabilisations dynamiques" du niveau par drainage permanent de l'aquifère à l'aplomb des zones défilées.

En supposant que les vitesses d'ennoyage restent identiques dans le réservoir minier et qu'il y ait une communication hydraulique parfaite entre celui-ci et l'aquifère du Dogger, le fond des piézomètres de surveillance du Dogger pourrait être atteint vers le début du deuxième trimestre 1997 (Mance pour le bassin centre et Auboué pour le bassin sud).

En ce qui concerne la qualité de l'eau, une forte dégradation est observée dans le réservoir minier où la conductivité a très nettement augmenté, essentiellement de par les ions sulfates et sodium. Ce phénomène s'est d'abord manifesté dans l'ouest des bassins, là où les premières exhaures ont été arrêtées et où le réservoir minier est le plus profond. Actuellement, la minéralisation en ions sulfates et sodium semble s'être stabilisée respectivement aux environs de 3 g/l et 1 g/l. Par contre, les teneurs observées dans le milieu des bassins sont moins élevées mais elles continuent à croître fortement, posant des difficultés pour l'alimentation en eau potable à partir de cette ressource.

Dans l'aquifère des calcaires du Dogger sus-jacent, les teneurs des différents éléments correspondent aux valeurs habituelles de l'eau souterraine emmagasinée dans cette roche. L'influence de l'ennoyage du réservoir minier ne s'y manifeste donc pas encore.

Ainsi, ces deux campagnes de surveillance (juin 94 - juin 95 - juin 96) auront permis de mieux connaître la piézométrie et la qualité des eaux de l'aquifère des calcaires du Dogger en dehors de toute influence de la remontée des niveaux d'eau dans les travaux miniers sous-jacents. On dispose ainsi d'un état de référence qui sera à comparer avec les données obtenues lors des prochaines campagnes de mesures.

Bibliographie

- AMMOU M., HERVE D., RAMON S. (1982) - Mécanisme de sulfatation des eaux des mines de fer de Lorraine. *L'Industrie Minérale - Les Techniques*, mai 1982, pp. 318-326.
- BURGEAP (1978) - Notice et carte des circulations hydrauliques sans le bassin ferrifère lorrain - Situation en 1977. Rapport R 290 - E 558, 15 p., 1 carte annexée.
- DAGALLIER G., DEMASSIEUX L. (1986) - Origine des teneurs en sodium des eaux des mines de fer en cours d'exploitation ou après ennoyage. Rapport de l'Ecole Nationale Supérieure de Géologie, 73 p.
- HERVE D. (1980) - Etude de l'acquisition d'une teneur en sulfates par les eaux stockées dans les mines de fer de Lorraine - Mémoire de thèse de l'INPL, 80 p., 5 annexes.
- JACQUOT N. (1995) - Protection de l'aquifère des calcaires du Bajocien dans le bassin ferrifère lorrain. Compte rendu d'exécution des piézomètres sur les communes de Mance, Avril et Ville-sur-Yron - Rapport ANTEA A 02842, 8 p., 6 annexes.
- LORMINES (1994) - Arrêt des exhaures - Bassin sud - Dossier de présentation et de synthèse. 7 p., 8 annexes.
- MAUBEUGE P.L. - Cartes hydrogéologiques au 1/50 000 - Coupures de Briey et de Longwy - Audun le Roman.
- RAMON S. (1993) - Les problèmes posés par l'arrêt des exhaures du bassin ferrifère lorrain. *TSM - L'eau*, 88^{ème} année, N° 2, pp. 63-67.

Annexes

Annexe 1

Liste des points de surveillance de l'eau souterraine

Indice BSS	Nom usuel	Dép.	Commune	Lieu-dit	X (km - L1)	Y (km - L1)	Z (m)	Prof. (m)	Cote fond (m)	Z repère (m)	Niveau géologique atteint	Suivi
Suivi BRGM												
0136-7X-0005	Etain	55	Foameix-Ornel	Bloucq	839,2	175	209,59	288	-78,41	211,84	Marnes - Toarcien	PA
0136-8X-0008	St Jean-de-Buzy	55	St Jean-de-Buzy	Ancien forage AEP	847,315	168,079	196,27	301,5	-105,23	195,55	Marnes - Toarcien	P
0137-2X-0204	Mance	54	Mance	Carrefour VC4/route d	861,081	180,621	228,9	52	174,9	227,37	Calcaires à polypiers - Bajocien moyen	PQ
0137-3X-0056	Joëuf	54	Joëuf	Haropré	867,29	177,24	181	46,8	134,2	-	Calcaires d'Otange - Bajocien inférieur	Q
0137-3X-0130	Avril aval (Pz1)	54	Avril	Vallée du Conroy	864,798	184,024	226,75	25	201,75	227,25	Calcaires d'Otange - Bajocien inférieur	PQ
0137-3X-0131	Avril amont (Pz2)	54	Avril	Vallée du Conroy	864,761	184,256	230,75	15	215,75	231,34	Calcaires à entroques - Bajocien inférieur	PQ
0163-2X-0070	Ville / Yron (V105)	54	Ville / Yron	Ville-aux-prés	857,528	164,509	195	105	90	195,43	Calcaires à entroques - Bajocien inférieur	P
0163-2X-0071	Ville / Yron (V19)	54	Ville / Yron	Ville-aux-prés	857,527	164,507	195,05	19	176,05	195,59	Marnes de Gravelotte - Bajocien supérieur	P
0163-3X-0077	Bagneux	57	Vernéville	Ferme de Bagneux	866,78	164,821	284,2	122,7	161,5	284,38	Calcaires à entroques - Bajocien inférieur	P
0163-4X-0196	Gravelotte	57	Gravelotte	Vallée de la Mance	870,15	164,3	250	60,2	189,8	250,38	Marnes micacées - Bajocien inférieur	PA
Autres suivis (Ball Ind., AERM)												
0137-7X-0188	Auboué (FM3)	54	Homécourt	Château d'eau	866,1	174,2	240	127,2	112,8	240	Marnes micacées - Bajocien inférieur	P
0137-7X-0129	Vernéville	57	Vernéville	Cimetière	868,068	166,999	315,77	183	132,77	315,77	Marnes - Toarcien	PA
0137-7X-0205	Vernéville (nouveau)	57	Vernéville	Carrefour CD11/route	868,1	166,975	315	163	152	315	Formation ferrifère - Aalénien	P
Suivis LORMINES												
0136-4X-0042	Amermont III	55	Dommary-Baroncourt	Puits N° 3	845,966	178,885	246,31	296,08	-49,77	245,3	Marnes - Toarcien	PQ
0137-2X-0198	St Pierremont II	54	Mancieulles	Puits N° 2	859,71	182	250	180	70	-		Q
0113-6X-0148	Andernay II	54	Tucquegnieux	Mine Andernay-Chevillo	859,499	186,235	270,27	210	60,27	-		Q
0137-2X-0196	Tucquegnieux I	54	Tucquegnieux	Mine Tucquegnieux	858,31	184,72	282,81	266,81	16	283,1		P
0137-7X-xxxx	Droitaumont II	54	Jarny	Puits N° 2 (DM 2)	858,238	166,177	195,18	231,37	-36,19	192,84	Marnes - Toarcien	PQ
0137-7X-0099	Auboué I	54	Auboué	Puits N° 1 (FM)	865,13	174,75	194,2	136,65	57,55	194,2	Formation ferrifère - Aalénien	PQ
0137-7X-0112	Paradis IV	54	Moineville	Puits N° 4 (AM 10)	864,02	171,98	242,1	215,5	26,6	242,1		P

Type de suivi :
 Piézométrie P
 Qualité Q
 Suivi abandonné A

Annexe 2

Relevés des niveaux piézométriques

Surveillance des nappes d'eau souterraine dans le bassin ferrifère lorrain

Piézo- métrie (m)	Bassin centre										LORMINES			
	0136-7X-0005 Etain		0136-8X-0008 St Jean-de-Buzy		0137-2X-0204 Mance		0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)		0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)		0136-4X-0042 Amermont III		0137-2X-0196 Tucquegnieux I	
	211,84		195,55		227,37		227,25		231,34		245,30		283,10	
Cote du repère (m)	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote
31/03/1994													227,63	55,47
18/04/1994											159,35	85,95		
28/06/1994														
29/06/1994			0,23	195,32										
30/06/1994											159,35	85,95	208,66	74,44
05/07/1994														
12/07/1994														
19/07/1994														
26/07/1994														
27/07/1994			0,93	194,62										
02/08/1994														
09/08/1994														
16/08/1994														
23/08/1994														
25/08/1994			2,54	193,01										
30/08/1994														
06/09/1994														
13/09/1994														
20/09/1994														
22/09/1994													203,38	79,72
23/09/1994											159,35	85,95		
27/09/1994														
04/10/1994														
06/10/1994			1,83	193,72										
11/10/1994														
18/10/1994														
25/10/1994														
28/10/1994	7,91	203,93	3,81	191,74										
01/11/1994														
08/11/1994														
15/11/1994														
22/11/1994														
29/11/1994														
02/12/1994	6,90	204,94	2,81	192,74										
06/12/1994														
13/12/1994														
20/12/1994														
22/12/1994											159,35	85,95	198,38	84,72
27/12/1994														
03/01/1995			1,75	193,80										
10/01/1995														
17/01/1995														
24/01/1995														
31/01/1995	3,75	208,09	0,00	195,55										
07/02/1995														
14/02/1995														

Surveillance des nappes d'eau souterraine dans le bassin ferrière lorrain

Piézo- métrie (m)	Bassin sud										LORMINES			
	0137-7X-0129 Vernéville puis 0137-7X-0205 Vernéville (nouveau)		0163-2X-0070 Ville / Yron (V105)		0163-2X-0071 Ville / Yron (V19)		0163-3X-0077 Bagneux		0163-4X-0196 Gravelotte		0137-7X-xxxx Droitaumont II		0137-7X-0099 Auboué I	
	Cote du repère (m)													
Date	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote
31/03/1994														
18/04/1994														
28/06/1994	82,40	230,60												
29/06/1994							37,67	246,71	19,48	230,90				
30/06/1994														
05/07/1994	82,90	230,10												
12/07/1994	83,30	229,70												
19/07/1994	84,05	228,95												
26/07/1994	84,90	228,10												
27/07/1994							44,63	239,75	21,51	228,87				
02/08/1994	85,10	227,90												
09/08/1994	85,05	227,95												
16/08/1994	84,90	228,10												
23/08/1994	84,85	228,15												
25/08/1994							49,32	235,06	21,99	228,39				
30/08/1994	84,70	228,30												
06/09/1994	84,65	228,35												
13/09/1994	84,40	228,60												
20/09/1994	84,50	228,50												
22/09/1994														
23/09/1994														
27/09/1994	84,70	228,30												
04/10/1994	84,40	228,60												
06/10/1994							49,36	235,02	21,45	228,93				
11/10/1994	84,20	228,80												
18/10/1994	84,35	228,65												
25/10/1994	84,60	228,40												
28/10/1994							50,95	233,43	21,95	228,43				
01/11/1994	84,10	228,90												
08/11/1994	82,80	230,20												
15/11/1994	81,70	231,30												
22/11/1994	79,85	233,15												
29/11/1994	79,10	233,90												
02/12/1994							42,54	241,84	18,44	231,94				
06/12/1994	80,60	232,40												
13/12/1994	79,20	233,80												
20/12/1994	78,55	234,45												
22/12/1994														
27/12/1994	77,10	235,90												
03/01/1995	76,00	237,00					23,42	260,96	5,51	244,87				
10/01/1995	75,10	237,90												
17/01/1995	74,05	238,95												
24/01/1995	71,10	241,90												
31/01/1995	67,55	245,45					14,31	270,07	0,00	250,38				
07/02/1995	66,80	246,20												
14/02/1995	66,20	246,80												

Surveillance des nappes d'eau souterraine dans le bassin fermière lorrain

Piézo- métrie (m)	Bassin centre										LORMINES			
	0136-7X-0005 Etain		0136-8X-0008 St Jean-de-Buzy		0137-2X-0204 Mance		0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)		0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)		0136-4X-0042 Amermont III		0137-2X-0196 Tucquegnieux I	
	Cote du repère (m)		Cote du repère (m)		Cote du repère (m)		Cote du repère (m)		Cote du repère (m)		Cote du repère (m)		Cote du repère (m)	
	211,84		195,55		227,37		227,25		231,34		245,30		283,10	
Date	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote
21/02/1995														
22/02/1995							12,43	214,82						
28/02/1995	3,82	208,02	0,00	195,55			5,83 *		9,39	221,95				
02/03/1995					12,43	214,94								
07/03/1995														
14/03/1995														
15/03/1995														
16/03/1995											145,93	99,37	183,73	99,37
20/03/1995														
21/03/1995														
29/03/1995							13,48	213,77	6,41	224,93				
30/03/1995	3,75	208,09	0,00	195,55	13,13	214,24	9,01 *		6,35	224,99				
04/04/1995							11,21	216,04	6,47	224,87				
11/04/1995														
18/04/1995														
21/04/1995														
25/04/1995														
27/04/1995	3,74	208,10	0,00	195,55	13,32	214,05	8,84 *		6,42	224,92				
02/05/1995														
05/05/1995														
09/05/1995														
16/05/1995														
23/05/1995														
30/05/1995	4,20	207,64	0,00	195,55	15,18	212,19	16,96	210,29	9,93	221,41				
06/06/1995														
07/06/1995														
13/06/1995														
20/06/1995														
26/06/1995											126,33	118,97	164,13	118,97
27/06/1995														
30/06/1995			0,00	195,55	16,37	211,00	17,68	209,57	10,85	220,49				
04/07/1995														
11/07/1995														
18/07/1995														
25/07/1995														
31/07/1995	4,40	207,44	0,00	195,55	16,66	210,71	18,05	209,20	11,03	220,31				
01/08/1995														
08/08/1995														
09/08/1995														
16/08/1995														
21/08/1995														
29/08/1995														
30/08/1995	4,50	207,34	0,94	194,61	17,28	210,09	18,12	209,13	11,76	219,58				
05/09/1995														
12/09/1995														
18/09/1995														

Surveillance des nappes d'eau souterraine dans le bassin ferrière lorrain

Piézo- métrie (m)	Bassin sud										LORMINES			
	0137-7X-0129 Vernéville puis 0137-7X-0205 Vernéville (nouveau)		0163-2X-0070 Ville / Yron (V105)		0163-2X-0071 Ville / Yron (V19)		0163-3X-0077 Bagneux		0163-4X-0196 Gravelotte		0137-7X-xxxx Droitaumont II		0137-7X-0099 Auboué I	
	Cote du repère (m)		Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote
Date	313,00	315,77												
21/02/1995	67,70	245,30												
22/02/1995														
28/02/1995	68,60	244,40					18,62	265,76	3,72	246,66				
02/03/1995														
07/03/1995	69,10	243,90												
14/03/1995	69,60	243,40												
15/03/1995			33,60		3,05	192,54								
16/03/1995														
20/03/1995											211,84	-19,00		
21/03/1995	69,80	243,20												
29/03/1995	69,10	243,90												
30/03/1995			52,90	142,53	2,63	192,96	19,02	265,36	9,35	241,03				
04/04/1995	69,40	243,60												
11/04/1995	70,50	242,50												
18/04/1995	71,80	241,20												
21/04/1995														
25/04/1995	73,95	239,05												
27/04/1995			53,42	142,01	2,49	193,10	21,12	263,26	12,35	238,03				
02/05/1995	75,20	237,80												
05/05/1995														
09/05/1995	75,60	237,40												
16/05/1995	75,95	237,05												
23/05/1995	76,50	236,50												
30/05/1995	76,90	236,10	53,72	141,71	3,40	192,19	27,15	257,23	16,34	234,04				
06/06/1995	77,50	235,50												
07/06/1995														
13/06/1995	78,10	234,90												
20/06/1995	78,70	234,30												
26/06/1995														
27/06/1995	79,20	233,80									174,77	18,07		
30/06/1995			54,04	141,39	3,65	191,94	36,48	247,90	19,73	230,65				
04/07/1995	79,85	233,15												
11/07/1995	80,50	232,50												
18/07/1995	81,20	231,80												
25/07/1995	81,95	231,05												
31/07/1995			53,65	141,78	3,83	191,76	43,54	240,84						
01/08/1995	82,15	230,85												
08/08/1995	82,60	230,40												
09/08/1995														
16/08/1995	82,90	230,10												
21/08/1995	83,30	229,70												
29/08/1995	83,60	229,40												
30/08/1995			54,25	141,18	4,19	191,40	49,02	235,36	22,41	227,97				
05/09/1995	83,50	229,50												
12/09/1995	83,10	229,90												
18/09/1995														

Surveillance des nappes d'eau souterraine dans le bassin femière lorrain

Piézo- métrie (m)	Bassin centre										LORMINES			
	0136-7X-0005 Etain		0136-8X-0008 St Jean-de-Buzy		0137-2X-0204 Mance		0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)		0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)		0136-4X-0042 Amermont III		0137-2X-0196 Tucquegnieux I	
	211,84		195,55		227,37		227,25		231,34		245,30		283,10	
Cote du repère (m)	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote
19/09/1995														
25/09/1995											118,79	126,51	156,59	126,51
26/09/1995														
29/09/1995	4,52	207,32	2,09	193,46	17,49	209,88	18,37	208,88	12,23	219,11				
03/10/1995														
09/10/1995														
10/10/1995														
17/10/1995														
20/10/1995					17,82	209,55	18,49	208,76	12,32	219,02				
23/10/1995														
24/10/1995														
31/10/1995														
02/11/1995	5,19	206,65	2,60	192,95	17,42	209,95	19,02	208,23	12,39	218,95				
06/11/1995														
07/11/1995														
14/11/1995														
20/11/1995														
21/11/1995														
28/11/1995														
01/12/1995	5,64	206,20	3,13	192,42	16,12	211,25	19,02	208,23	12,76	218,58				
04/12/1995														
29/12/1995	5,74	206,10	3,65	191,90	14,52	212,85	15,54	211,71	10,29	221,05				
10/01/1996														
15/01/1996											112,43	132,87	150,23	132,87
30/01/1996	7,05	204,79	2,82	192,73	15,23	212,14	15,87	211,38	12,29	219,05				
21/02/1996														
29/02/1996	7,05	204,79	1,90	193,65	14,05	213,32			9,06	222,28				
13/03/1996														
27/03/1996														
29/03/1996			0,79	194,76	15,02	212,35	15,58	211,67	10,95	220,39				
15/04/1996											102,82	142,48	140,62	142,48
16/04/1996														
30/04/1996			0,79	194,76	15,28	212,09	15,68	211,57	11,61	219,73				
14/05/1996														
24/05/1996														
28/05/1996														
31/05/1996			1,47	194,08	15,32	212,05	16,03	211,22	12,05	219,29				
11/06/1996														
17/06/1996											99,69	145,61	137,49	145,61
18/06/1996														
25/06/1996														
28/06/1996			2,35	193,20	15,42	211,95	18,30	208,95	12,41	218,93				
02/07/1996														
04/07/1996					15,46	211,91	18,32	208,93	13,12	218,22				

Surveillance des nappes d'eau souterraine dans le bassin fermère lorrain

Piézo- métrie (m)	Bassin sud										LORMINES			
	0137-7X-0129 Vernéville puis 0137-7X-0205 Vernéville (nouveau)		0163-2X-0070 Ville / Yron (V105)		0163-2X-0071 Ville / Yron (V19)		0163-3X-0077 Bagneux		0163-4X-0196 Gravelotte		0137-7X-xxxx Droitaumont II		0137-7X-0099 Auboué I	
	313,00	315,77	195,43		195,59		284,38		250,38		192,84		194,20	
Date	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote
19/09/1995	82,80	230,20												
25/09/1995														
26/09/1995	82,50	230,50									167,66	25,18		
29/09/1995			54,65	140,78	3,31	192,28	51,42	232,96	22,99	227,39				
03/10/1995	82,10	230,90												
09/10/1995														
10/10/1995	81,70	231,30												
17/10/1995	81,10	231,90												
20/10/1995														
23/10/1995														
24/10/1995	80,65	232,35												
31/10/1995	79,90	233,10												
02/11/1995			54,60	140,83	3,35	192,24	51,40	232,98	22,97	227,41				
06/11/1995														
07/11/1995	79,30	233,70												
14/11/1995	78,80	234,20												
20/11/1995														
21/11/1995	78,20	234,80												
28/11/1995	77,80	235,20												
01/12/1995			54,83	140,60	3,73	191,86	51,12	233,26						
04/12/1995														
29/12/1995			55,00	140,43	3,25	192,34	29,46	254,92						
10/01/1996											157,06	35,78		
15/01/1996														
30/01/1996			54,37	141,06	3,61	191,98	36,24	248,14						
21/02/1996														
29/02/1996			53,99	141,44	6,10	189,49	23,68	260,70	12,88	237,50				
13/03/1996														
27/03/1996														
29/03/1996			53,55	141,88	3,49	192,10	34,37	250,01	16,78	233,60				
15/04/1996														
16/04/1996											135,26	57,58		
30/04/1996			53,32	142,11	3,55	192,04	43,44	240,94						
14/05/1996							47,08	237,30						
24/05/1996	85,25	230,52												
28/05/1996														
31/05/1996	85,48	230,29	53,74	141,69	3,80	191,79	49,71	234,67						
11/06/1996	85,82	229,95												
17/06/1996														
18/06/1996	86,10	229,67									125,67	67,17		
25/06/1996	86,30	229,47											127,75	66,45
28/06/1996			54,26	141,17	4,27	191,32	52,67	231,71						
02/07/1996	86,40	229,37												
04/07/1996														

Annexe 3

Relevés des analyses de qualité

pH
conductivité
bicarbonates, calcium et magnésium
sodium et potassium
chlorures
sulfates
nitrates
ammonium
hydrocarbures totaux
indice phénol

Surveillance de la nappe d'eau souterraine dans le bassin ferrifère lorrain

pH (* après essai au marbre)	Bassin centre			LORMINES			Bassin sud LORMINES		
	0137-2X-0204 Mance	0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)	0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)	0136-4X-0042 Amermont III	0137-2X-0198 St Pierremont	0113-6X-0148 Anderny	0137-3X-0056 Joeuf	0137-7X-xxxx Droitaumont II	0137-7X-0099 Auboué I
Unité	- (*)	.	.
Date									
12/01/1994							7,52		
20/02/1994				7,25					
17/03/1994							7,46		
31/03/1994						7,80			
15/04/1994					7,55				
27/04/1994							7,42		
08/06/1994				7,30	7,30	7,60			
23/06/1994							7,43		
22/07/1994							7,28		
08/09/1994					7,30	7,65			
20/09/1994							7,34		
23/09/1994				7,30					
24/10/1994							7,42		
22/12/1994				7,65	7,40	7,40			
23/12/1994							7,40		
02/02/1995							7,34		
28/02/1995							7,24		
02/03/1995								7,70	
13/03/1995				7,35	8,30	7,30			
28/03/1995							7,44		
18/05/1995							7,41		
19/06/1995				7,16	7,41	6,90			
20/06/1995								7,22	
03/07/1995							7,35		
31/08/1995							7,32		
11/09/1995				7,20	7,30	6,95			
12/09/1996								7,16	
17/10/1995							7,42		
20/10/1995	8,10	8,00	7,80						
18/12/1995				7,35	7,55	7,28			
19/12/1995							7,47	7,11	
30/01/1996							7,47		
29/02/1996							7,40		
11/03/1996				7,38	7,97	7,11			
12/03/1996								7,18	
25/03/1996							7,34		
14/05/1996							7,32		
17/06/1996				7,33	7,94	7,15		7,22	
25/06/1996									7,20
04/07/1996	7,30	7,40	7,40						

Surveillance de la nappe d'eau souterraine dans le bassin ferrifère lorrain

Conductivité	Bassin centre			LORMINES			Bassin sud	LORMINES	
	0137-2X-0204 Mance	0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)	0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)	0136-4X-0042 Amermont III	0137-2X-0198 St Pierremont	0113-6X-0148 Anderny	0137-3X-0056 Joeuf	0137-7X-xxxx Droitaumont II	0137-7X-0099 Auboué I
Unité	mS/cm	mS/cm	mS/cm	mS/cm	mS/cm	mS/cm	mS/cm	mS/cm	mS/cm
Date									
12/01/1994							0,87		
20/02/1994				4,85					
17/03/1994							0,83		
31/03/1994						0,80			
15/04/1994					0,72				
27/04/1994							0,83		
08/06/1994				5,63	1,07	1,45			
23/06/1994							0,81		
22/07/1994							0,82		
08/09/1994					1,18	2,09			
20/09/1994							0,85		
23/09/1994				5,42					
24/10/1994							0,86		
22/12/1994				5,25	0,85	2,54			
23/12/1994							0,81		
02/02/1995							0,87		
28/02/1995							0,84		
02/03/1995								1,44	
13/03/1995				5,39	0,49	2,25			
28/03/1995							0,83		
18/05/1995							0,79		
19/06/1995				5,98	0,83	2,41			
20/06/1995								2,76	
03/07/1995							0,83		
31/08/1995							0,81		
11/09/1995				6,06	0,74	2,52			
12/09/1996								2,95	
17/10/1995							0,80		
20/10/1995	0,48	0,42	0,40						
18/12/1995				6,06	0,60	2,63			
19/12/1995							0,80	3,08	
30/01/1996							0,82		
29/02/1996							0,82		
11/03/1996				6,28	0,57	2,70			
12/03/1996								3,41	
25/03/1996							0,85		
14/05/1996							0,86		
17/06/1996				5,99	0,62	2,91		3,82	
25/06/1996									0,92
04/07/1996	0,74	0,58	0,62						

HCO₃	Bassin centre			LORMINES			Bassin sud LORMINES		
	0137-2X-0204 Mance	0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)	0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)	0136-4X-0042 Amermont III	0137-2X-0198 St Pierremont	0113-6X-0148 Anderny	0137-3X-0056 Joeuf	0137-7X-xxxx Droitaumont II	0137-7X-0099 Auboué I
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Date									
23/06/1994							282,0		
28/02/1995							278,0		
20/10/1995	496,0	412,0	431,0						
29/02/1996							299,0		
04/07/1996	243,0	221,0	218,0						

Ca	Bassin centre			LORMINES			Bassin sud LORMINES		
	0137-2X-0204 Mance	0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)	0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)	0136-4X-0042 Amermont III	0137-2X-0198 St Pierremont	0113-6X-0148 Anderny	0137-3X-0056 Joeuf	0137-7X-xxxx Droitaumont II	0137-7X-0099 Auboué I
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Date									
23/06/1994							136,30		
28/02/1995							142,20		
20/10/1995	147,00	130,00	110,00						
29/02/1996							155,00		
04/07/1996	69,30	64,60	64,70						

Mg	Bassin centre			LORMINES			Bassin sud LORMINES		
	0137-2X-0204 Mance	0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)	0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)	0136-4X-0042 Amermont III	0137-2X-0198 St Pierremont	0113-6X-0148 Anderny	0137-3X-0056 Joeuf	0137-7X-xxxx Droitaumont II	0137-7X-0099 Auboué I
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Date									
23/06/1994							7,30		
28/02/1995							17,00		
20/10/1995	24,10	10,70	21,50						
29/02/1996							11,50		
04/07/1996	20,30	6,77	19,30						

Surveillance de la nappe d'eau souterraine dans le bassin ferrifère lorrain

Na	Bassin centre			LORMINES			Bassin sud LORMINES		
	0137-2X-0204 Mance	0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)	0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)	0136-4X-0042 Amermont III	0137-2X-0198 St Pierremont	0113-6X-0148 Anderny	0137-3X-0056 Joeuf	0137-7X-xxxx Droitaumont II	0137-7X-0099 Auboué I
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Date									
20/02/1994				830					
31/03/1994						31			
15/04/1994					13				
08/06/1994				920	30	88			
23/06/1994							30,5		
08/09/1994					61	117			
23/09/1994				960					
22/12/1994				1 020	39	172			
28/02/1995							26,4		
02/03/1995								101	
13/03/1995				980	19	141			
19/06/1995				900	34	150			
20/06/1995								320	
11/09/1995				560	30	230			
12/09/1996								380	
20/10/1995	4,56	4,57	12,40						
18/12/1995				1 020	30	220			
19/12/1995								300	
29/02/1996							34,1		
11/03/1996				1 080	23	260			
12/03/1996								460	
17/06/1996				900	22	210		560	
25/06/1996									38
04/07/1996	3,66	2,85	8,54						

K	Bassin centre			LORMINES			Bassin sud LORMINES		
	0137-2X-0204 Mance	0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)	0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)	0136-4X-0042 Amermont III	0137-2X-0198 St Pierremont	0113-6X-0148 Anderny	0137-3X-0056 Joeuf	0137-7X-xxxx Droitaumont II	0137-7X-0099 Auboué I
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Date									
23/06/1994							10,00		
28/02/1995							10,30		
20/10/1995	0,15	0,08	0,16						
29/02/1996							11,80		
04/07/1996	1,29	0,05	1,35						

Surveillance de la nappe d'eau souterraine dans le bassin ferrifère lorrain

CI (* eau traitée au chlore)	Bassin centre			LORMINES			Bassin sud LORMINES		
	0137-2X-0204 Mance	0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)	0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)	0136-4X-0042 Amermont III	0137-2X-0198 St Pierremont	0113-6X-0148 Anderny	0137-3X-0056 Joeuf	Q137-7X-xxxx Droitaumont II	0137-7X-0099 Auboué I
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l (*)	mg/l	mg/l
Date									
12/01/1994							24,00		
17/03/1994							26,60		
27/04/1994							25,60		
23/06/1994							23,20		
22/07/1994							24,20		
20/09/1994							25,40		
24/10/1994							18,80		
23/12/1994							24,80		
02/02/1995							21,80		
28/02/1995							23,40		
28/03/1995							19,80		
18/05/1995							22,70		
03/07/1995							23,20		
31/08/1995							27,00		
17/10/1995							31,30		
20/10/1995	35,40	18,60	13,20						
19/12/1995							29,50		
30/01/1996							27,50		
29/02/1996							33,20		
25/03/1996							30,50		
14/05/1996							33,20		
04/07/1996	14,60	4,10	7,41						

Surveillance de la nappe d'eau souterraine dans le bassin ferrifère lorrain

SO4	Bassin centre			LORMINES			Bassin sud LORMINES		
	0137-2X-0204 Mance	0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)	0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)	0136-4X-0042 Amermont III	0137-2X-0198 St Pierremont	0113-6X-0148 Anderny	0137-3X-0056 Joeuf	0137-7X-xxxx Droitaumont II	0137-7X-0099 Auboué I
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Date									
12/01/1994							194,6		
20/02/1994				2 680					
17/03/1994							163,0		
31/03/1994						178			
15/04/1994					130				
27/04/1994							172,2		
08/06/1994				2 896	198	456			
23/06/1994							152,0		
22/07/1994							130,0		
08/09/1994					340	1 070			
20/09/1994							159,4		
23/09/1994				3 028					
24/10/1994							180,0		
22/12/1994				2 990	308	1 460			
23/12/1994							150,0		
02/02/1995							198,0		
28/02/1995							220,0		
02/03/1995								510	
13/03/1995				2 940	138	1 192			
28/03/1995							149,2		
18/05/1995							156,0		
19/06/1995				2 925	260	1 090			
20/06/1995								1 290	
03/07/1995							161,6		
31/08/1995							178,4		
11/09/1995				2 029	225	1 268			
12/09/1996								1 450	
17/10/1995							207,1		
20/10/1995	30,30	22,60	19,50						
18/12/1995				3 200	225	1 530			
19/12/1995							208,1	1 440	
30/01/1996							195,4		
29/02/1996							200,2		
11/03/1996				3 061	188	1 460			
12/03/1996								1 855	
25/03/1996							190,2		
14/05/1996							204,8		
17/06/1996				2 650	146	1 449		2 089	
25/06/1996									303
04/07/1996	55,90	20,70	76,70						

Surveillance de la nappe d'eau souterraine dans le bassin ferrifère lorrain

NO3	Bassin centre			LORMINES			Bassin sud LORMINES		
	0137-2X-0204 Mance	0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)	0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)	0136-4X-0042 Amermont III	0137-2X-0198 St Pierremont	0113-6X-0148 Anderny	0137-3X-0056 Joeuf	0137-7X-xxxx Droitaumont II	0137-7X-0099 Auboué I
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Date									
12/01/1994							21,00		
17/03/1994							20,80		
27/04/1994							21,40		
23/06/1994							18,40		
22/07/1994							20,80		
20/09/1994							13,20		
24/10/1994							18,80		
23/12/1994							15,20		
02/02/1995							16,70		
28/02/1995							18,20		
28/03/1995							37,20		
18/05/1995							17,50		
03/07/1995							17,90		
31/08/1995							16,10		
17/10/1995							15,90		
20/10/1995	0,91	0,75	0,79						
19/12/1995							14,90		
30/01/1996							14,40		
29/02/1996							18,80		
25/03/1996							17,40		
14/05/1996							16,50		
04/07/1996	0,35	0,19	0,33						

Surveillance de la nappe d'eau souterraine dans le bassin ferrifère lorrain

NH4	Bassin centre			LORMINES			Bassin sud LORMINES		
	0137-2X-0204 Mance	0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)	0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)	0136-4X-0042 Amermont III	0137-2X-0198 St Pierremont	0113-6X-0148 Anderny	0137-3X-0056 Joeuf	0137-7X-xxxx Droitaumont II	0137-7X-0099 Auboué I
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Date									
12/01/1994							0,00		
17/03/1994							0,00		
27/04/1994							0,00		
23/06/1994							0,00		
22/07/1994							0,00		
20/09/1994							0,00		
24/10/1994							0,00		
23/12/1994							0,00		
02/02/1995							0,00		
28/02/1995							0,00		
28/03/1995							0,00		
18/05/1995							0,00		
03/07/1995							0,00		
31/08/1995							0,00		
17/10/1995							0,00		
20/10/1995	< 0,01	< 0,01	< 0,01						
19/12/1995							0,00		
30/01/1996							0,00		
29/02/1996							0,14		
25/03/1996							0,00		
14/05/1996							0,00		
04/07/1996	0,01	0,01	0,04						

Surveillance de la nappe d'eau souterraine dans le bassin ferrifère lorrain

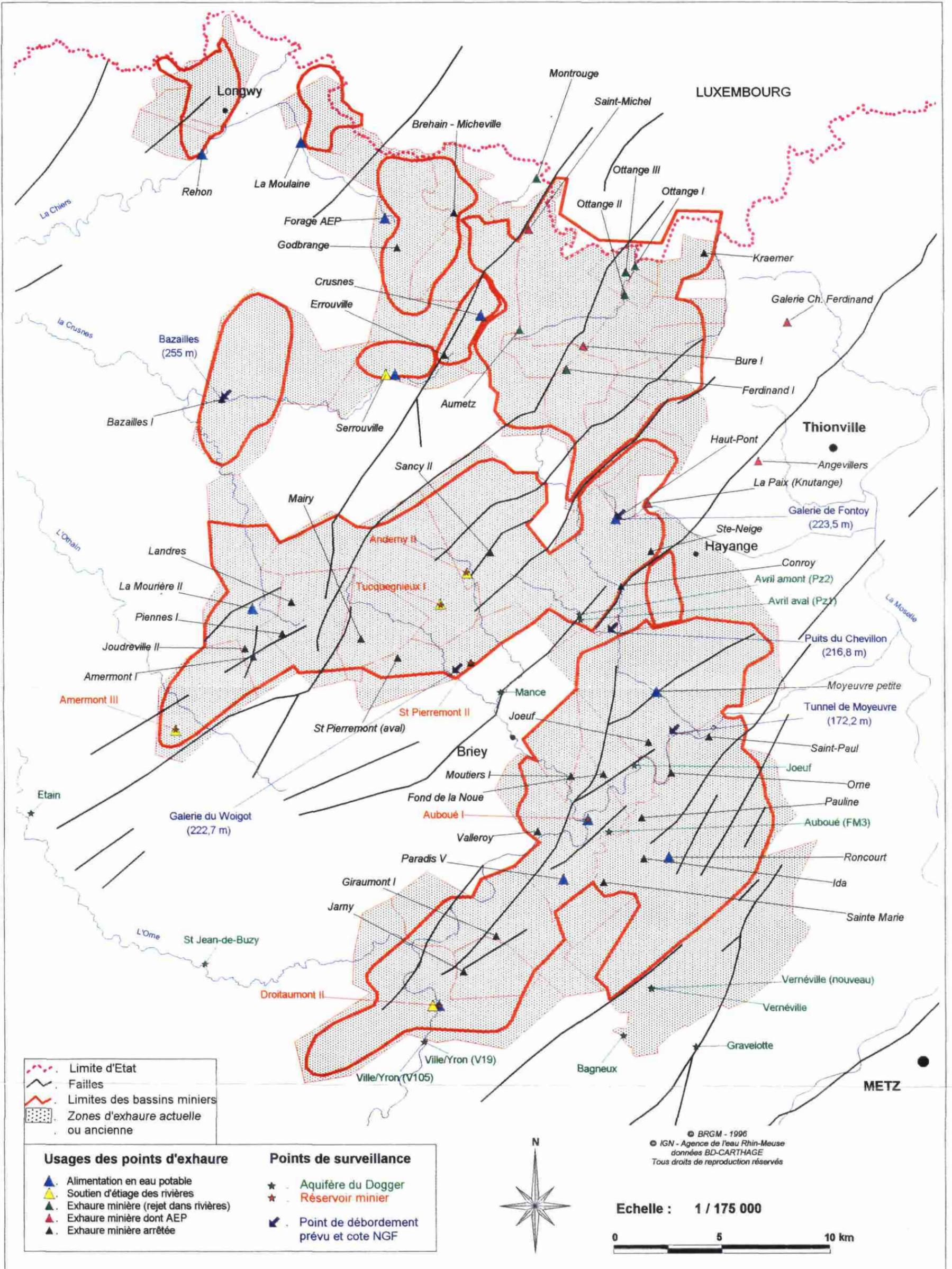
H. t. (Hydrocarbures totaux)	Bassin centre			LORMINES			Bassin sud LORMINES		
	0137-2X-0204 Mance	0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)	0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)	0136-4X-0042 Amermont III	0137-2X-0198 St Pierremont	0113-6X-0148 Anderny	0137-3X-0056 Joeuf	0137-7X-xxxx Droitaumont II	0137-7X-0099 Auboué I
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Date									
20/02/1994				< 0,2					
31/03/1994						< 0,05			
15/04/1994					< 0,05				
08/06/1994				< 0,05	< 0,05	< 0,05			
08/09/1994					< 0,05	< 0,05			
23/09/1994				< 0,05					
22/12/1994				< 0,05	< 0,05	< 0,05			
02/03/1995								< 0,05	
13/03/1995				< 0,05	0,20	< 0,05			
19/06/1995				0,41	< 0,05	1,28			
20/06/1995								< 0,05	
11/09/1995				< 0,05	< 0,05	0,29			
12/09/1996								< 0,05	
18/12/1995				0,29	< 0,06	traces			
19/12/1995								< 0,05	
11/03/1996				0,09	0,04	< 0,1			
12/03/1996								0,06	
17/06/1996				0,13	< 0,05	0,02		0,30	
25/06/1996									< 0,05

Surveillance de la nappe d'eau souterraine dans le bassin ferrifère lorrain

PHEN (Indice phéno)	Bassin centre			LORMINES			Bassin sud LORMINES		
	0137-2X-0204 Mance	0137-3X-0130 Avril aval (Pz1)	0137-3X-0131 Avril amont (Pz2)	0136-4X-0042 Amermont III	0137-2X-0198 St Pierremont	0113-6X-0148 Anderny	0137-3X-0056 Joeuf	0137-7X-xxxx Droitaumont II	0137-7X-0099 Auboué I
	Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Date									
20/02/1994				< 0,025					
31/03/1994						< 0,025			
15/04/1994					< 0,025				
08/06/1994				< 0,025	< 0,025	< 0,025			
08/09/1994					< 0,025	< 0,025			
23/09/1994				< 0,025					
22/12/1994				< 0,025	< 0,025	< 0,025			
02/03/1995								< 0,025	
13/03/1995				< 0,025	< 0,025	< 0,025			
19/06/1995				< 0,025	< 0,025	< 0,025			
20/06/1995								< 0,025	
11/09/1995				< 0,025	< 0,025	< 0,025			
12/09/1996								< 0,025	
18/12/1995				< 0,025	< 0,025	< 0,025			
19/12/1995								< 0,025	
11/03/1996				< 0,025	< 0,025	< 0,025			
12/03/1996								< 0,025	
17/06/1996				< 0,025	< 0,025	< 0,025		< 0,050	
25/06/1996									< 0,050

Annexe 4

Localisation des zones d'exhaures et des points de surveillance



Annexe 4 - Localisation des zones d'exhaure et des points de surveillance



Agence de l'eau
Rhin-Meuse



DIREN Lorraine

DOCUMENT PUBLIC

Surveillance des nappes d'eau souterraine dans le bassin ferrifère lorrain

Catalogue des ouvrages de surveillance

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service public du BRGM
94 D 012 - 95 D 110 - 96 D 110

octobre 1996
R 38265

Appendice



Mots clés : Dogger, eau souterraine, piézométrie, qualité, bassin ferrifère lorrain, mines de fer, exhaures, 1994, 1995, 1996.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

CAUDRON M., DURAND F., RENAUD J.C. (1996) - Surveillance des nappes d'eau souterraine dans le bassin ferrifère lorrain - Catalogue des ouvrages de surveillance - Appendice du rapport BRGM R 38265, 11 fig.

© BRGM, 1996. Ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Liste des figures

- Figure 1 : Site de Gravelotte a - Carte de localisation au 1/25 000
b - Coupes géologique et technique
- Figure 2 : Site de Bagnaux a - Carte de localisation au 1/25 000
b - Coupes géologique et technique
- Figure 3 : Site de Vernéville a - Carte de localisation au 1/25 000
b - Coupes géologique et technique
- Figure 4 : Site de Saint-Jean-de-Buzy a - Carte de localisation au 1/25 000
b - Coupes géologique et technique
- Figure 5 : Site d'Etain a - Carte de localisation au 1/25 000
b - Coupes géologique et technique
- Figure 6 : Site de Joeuf a - Carte de localisation au 1/25 000
b - Coupes géologique et technique
- Figure 7 : Site d'Avril amont (Pz1-A15) a - Carte de localisation au 1/25 000
b - Coupes géologique et technique
- Figure 8 : Site d'Avril aval (Pz2-A25) a - Carte de localisation au 1/25 000
b - Coupes géologique et technique
- Figure 9 : Site de Mance a - Carte de localisation au 1/25 000
b - Coupes géologique et technique
- Figure 10 : Site de Ville-sur-Yron a - Carte de localisation au 1/25 000
b1 - Coupes géologique et technique (V105)
b2 - Coupes géologique et technique (V19)
- Figure 11 : Site de Vernéville (nouveau) a - Carte de localisation au 1/25 000
b - Coupes géologique et technique

SITE DE GRAVELOTTE (57)

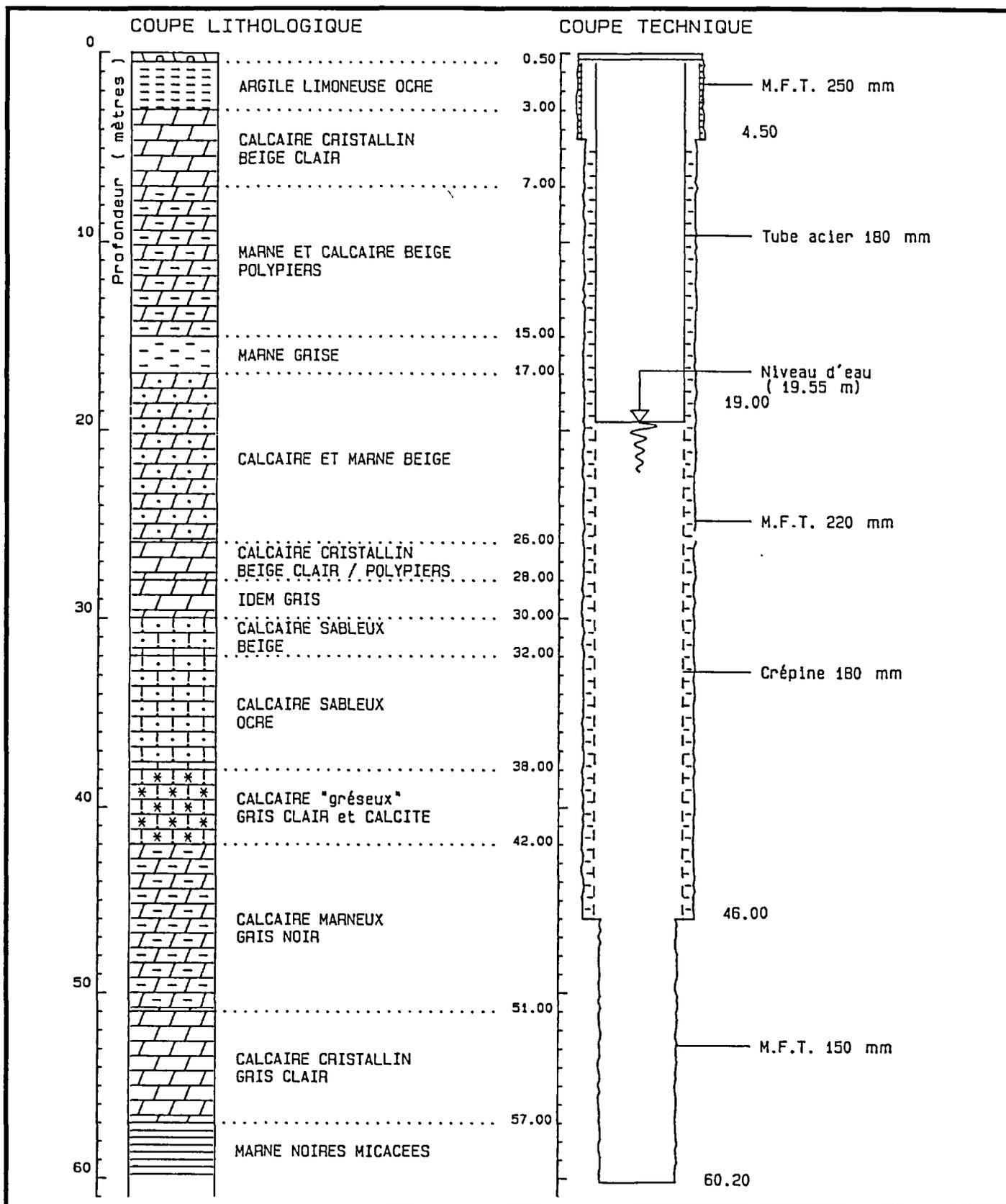


Figure 1b

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU PIEZOMETRE 163.4.196

SITE DE LA FERME DE BAGNEUX (57)

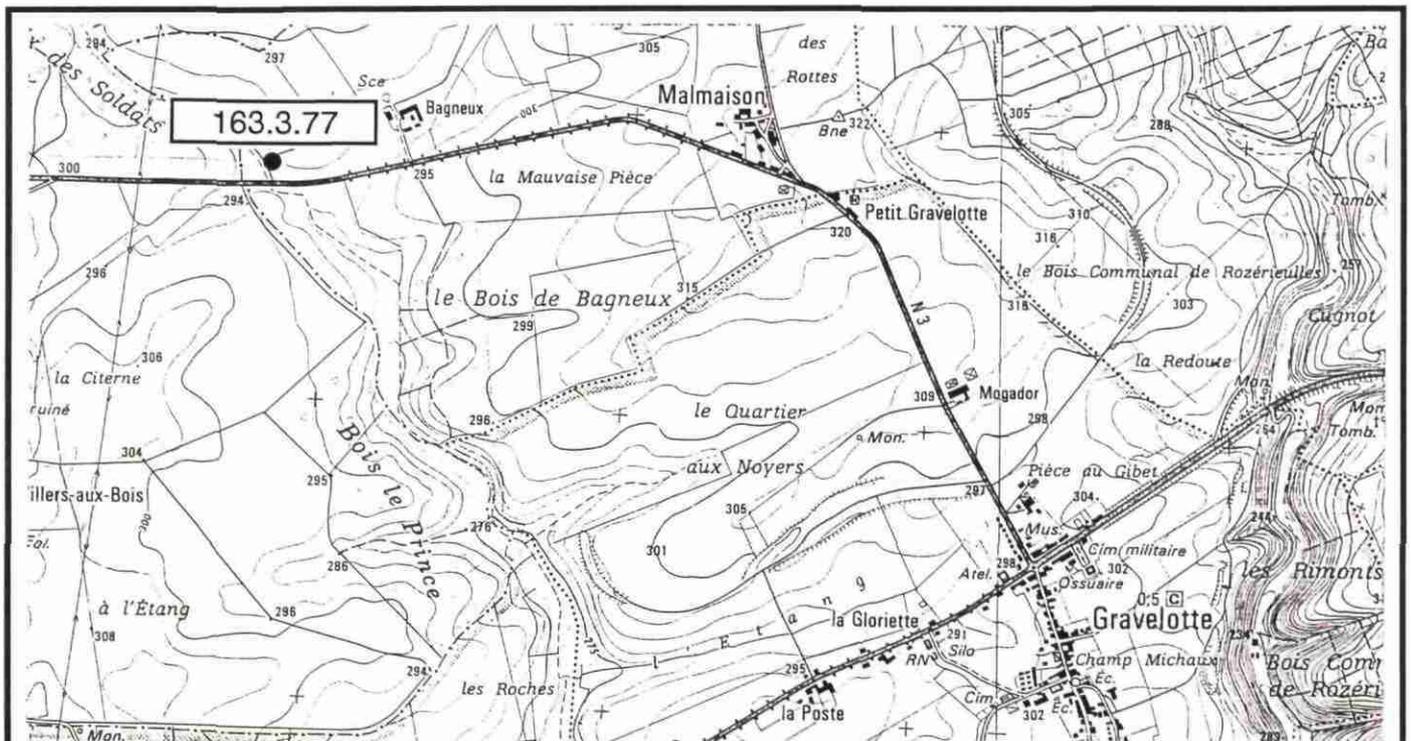


Figure 2a

CARTE DE LOCALISATION

Extrait de la carte IGN au 1/25 000
3313 EST

ECHELLE 1:25 000

0 500 1000 mètres



SITE DE LA FERME DE BAGNEUX (57)

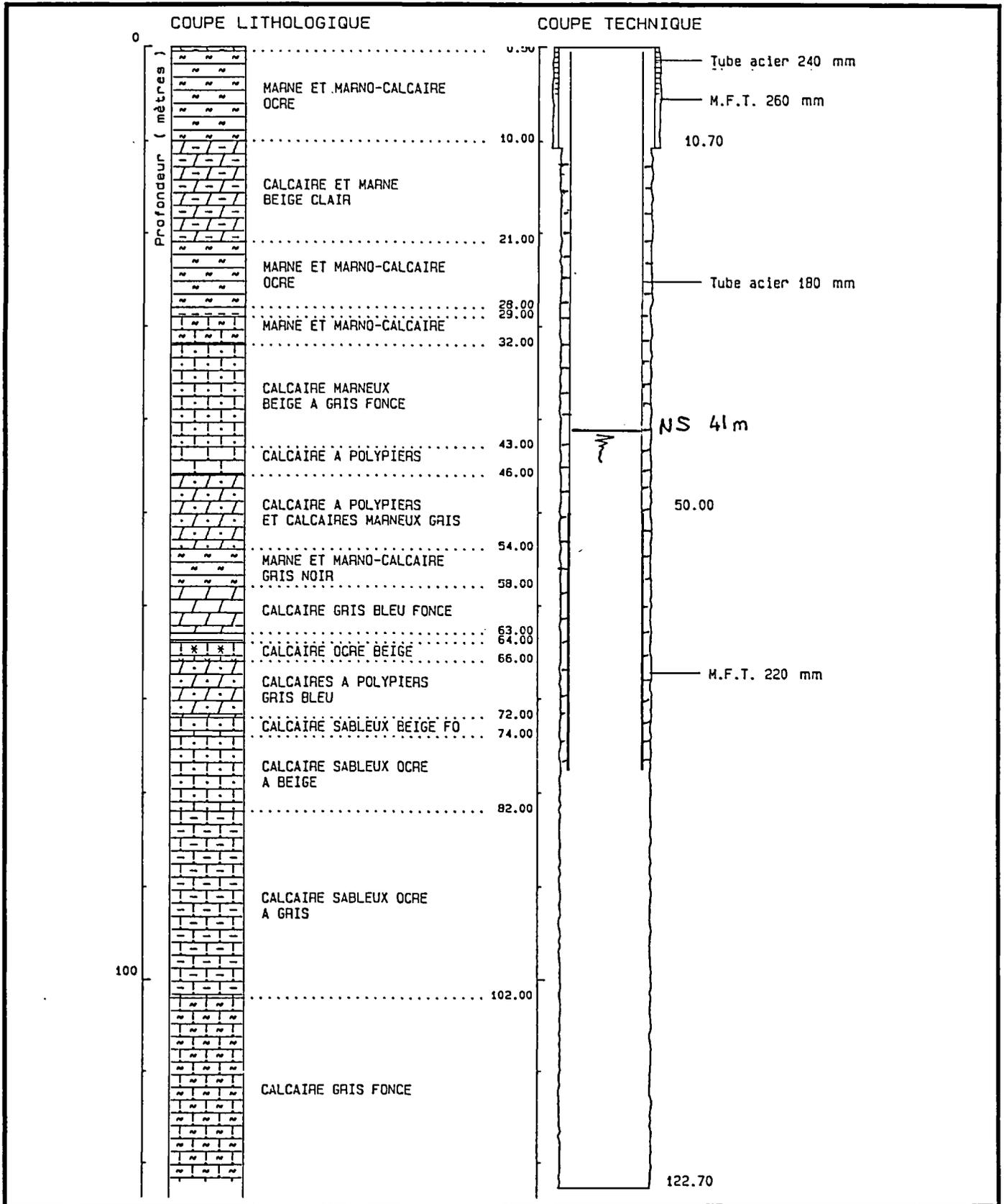


Figure 2b **COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE
 DU PIEZOMETRE 163.3.77**

SITE DE VERNEVILLE (57)

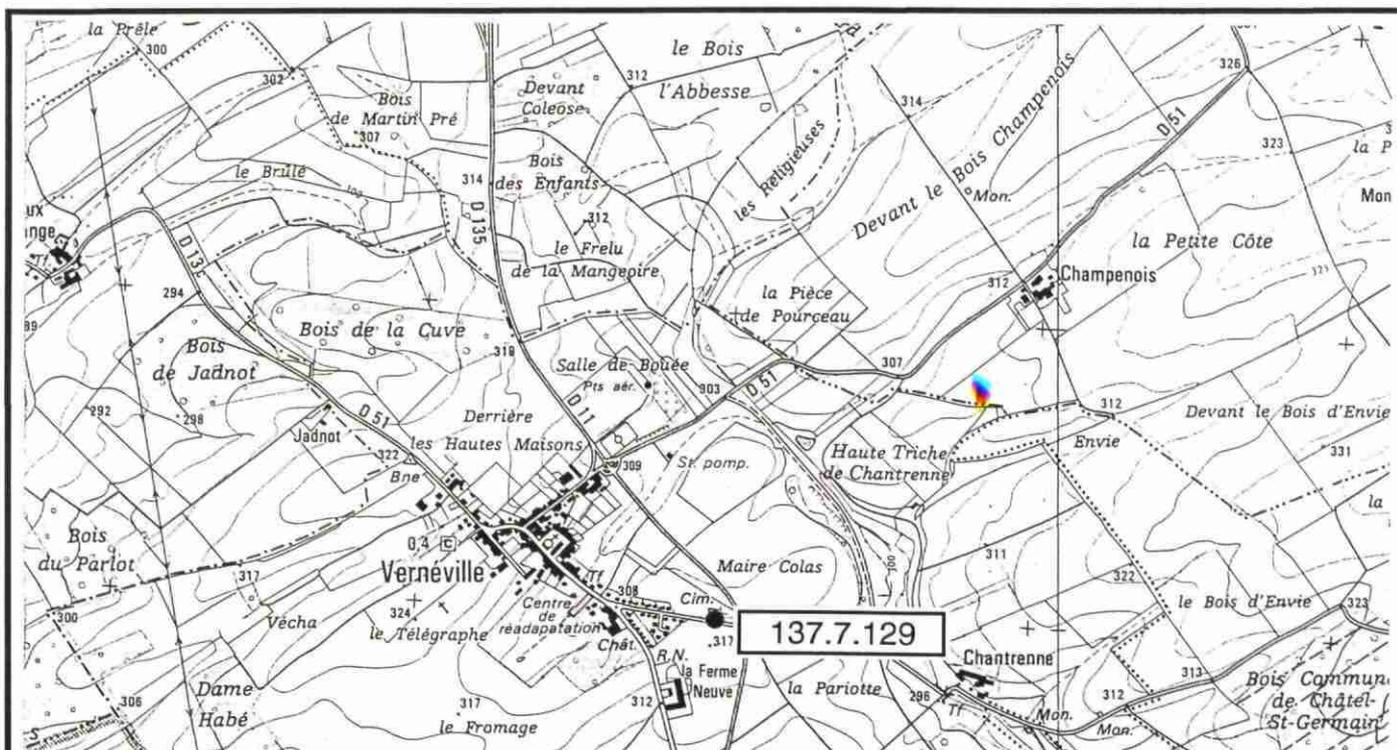


Figure 3a

CARTE DE LOCALISATION

Extrait de la carte IGN au 1/25 000
3312 EST

ECHELLE 1:25 000

0 500 1000 mètres



SITE DE VERNEVILLE (57)

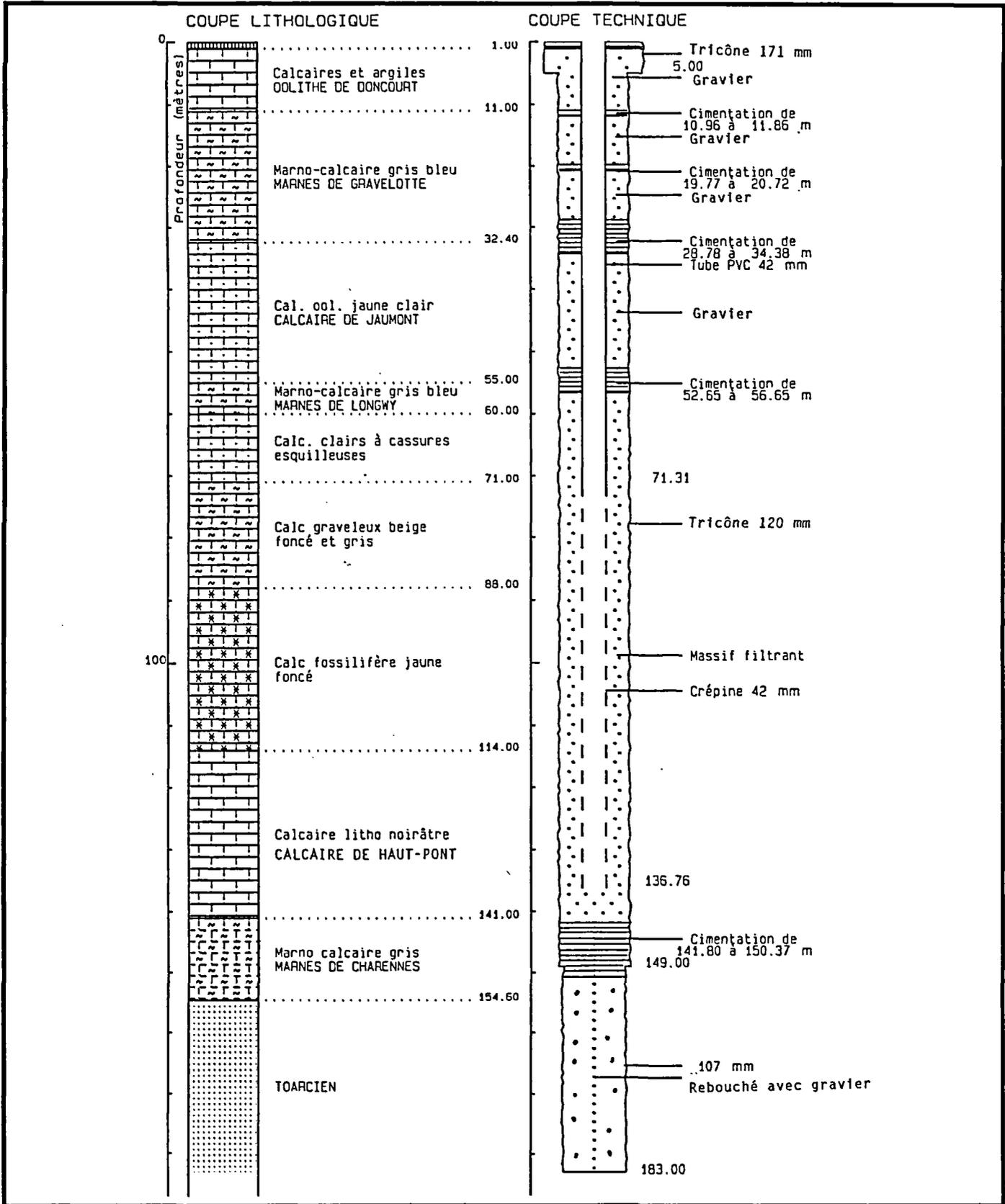


Figure 3b **COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE
DU PIEZOMETRE 137.7.129**

SITE DE SAINT JEAN LES BUZY (55)

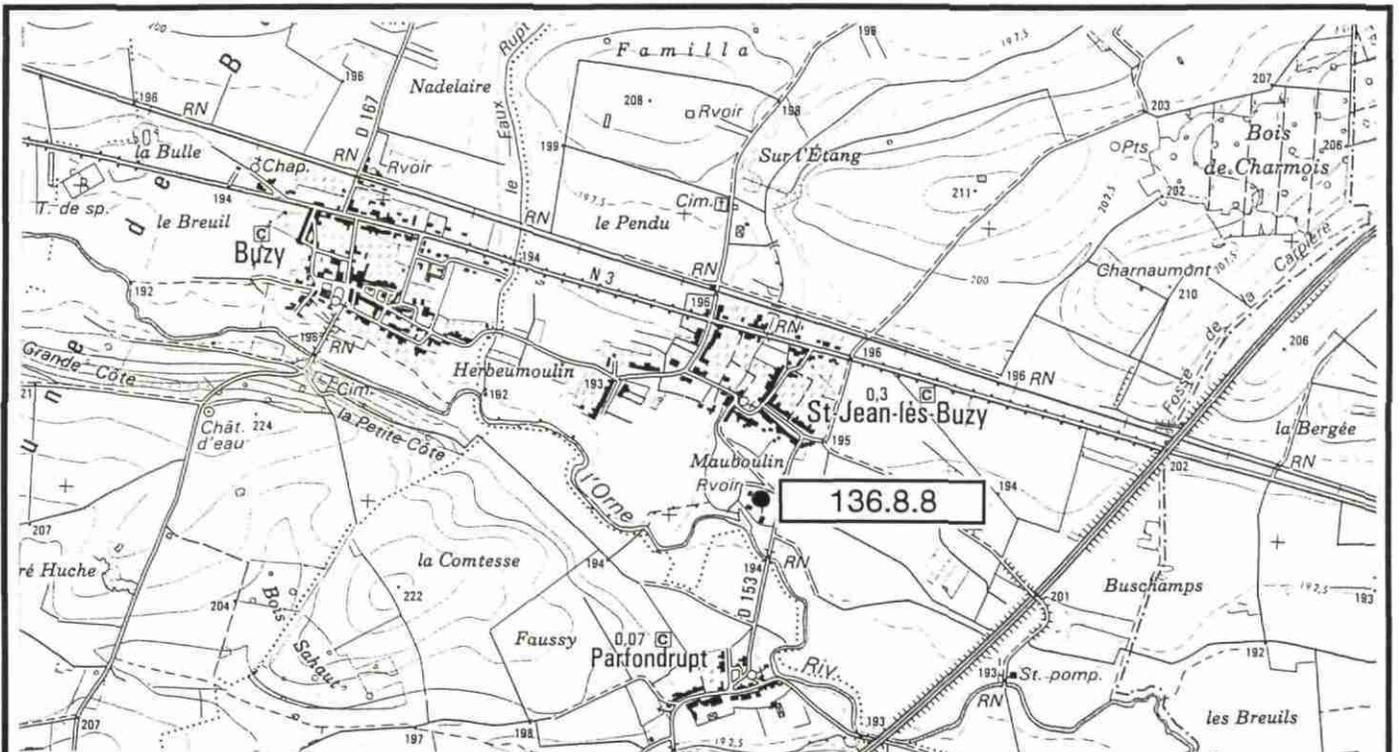


Figure 4a

CARTE DE LOCALISATION

Extrait de la carte IGN au 1/25 000
3212 EST

ECHELLE 1:25 000

0 500 1000 mètres



SITE DE SAINT JEAN LES BUZY (55)

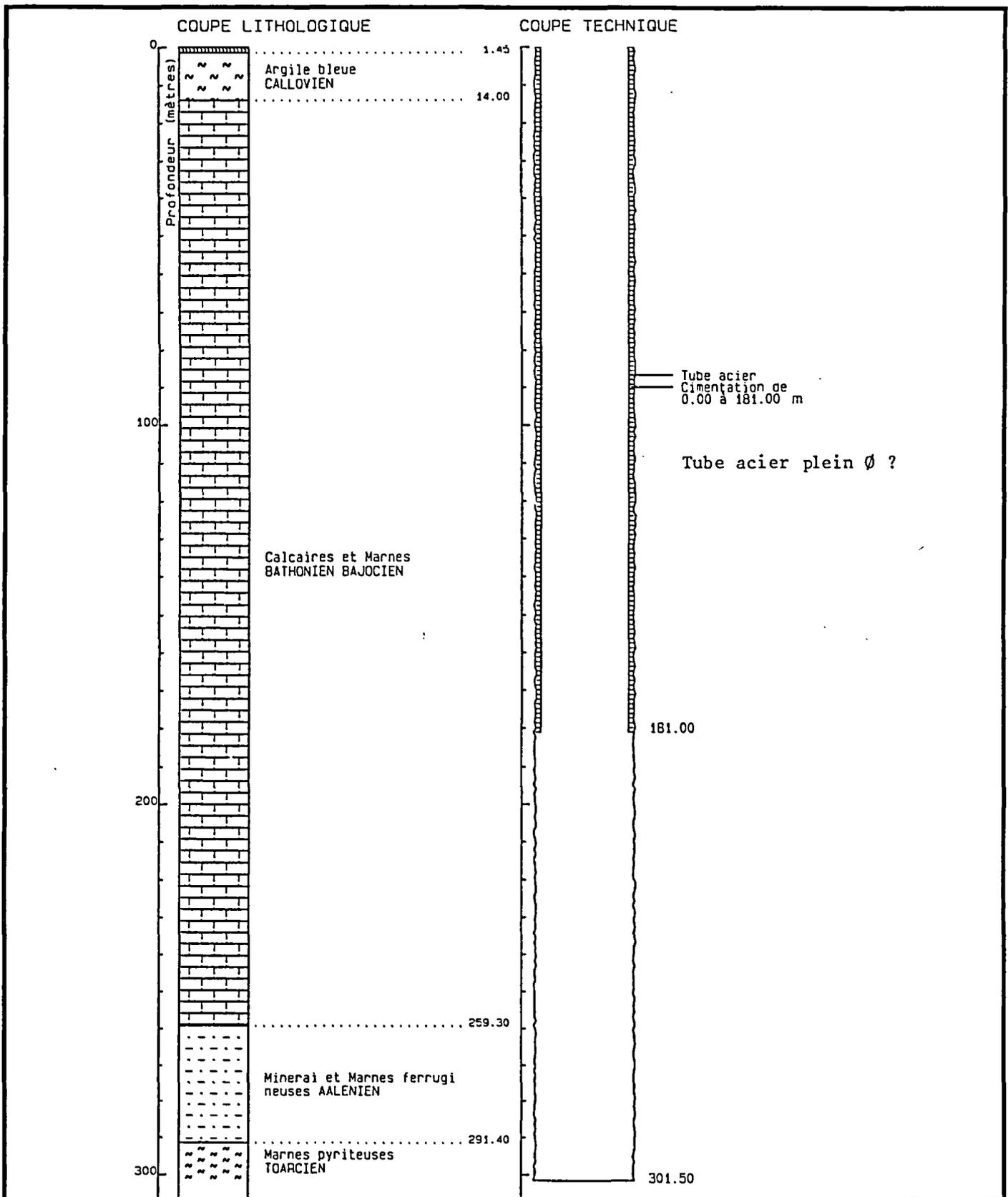


Figure 4b

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE 136.8.8

SITE DE BLOUCQ à ETAIN (55)

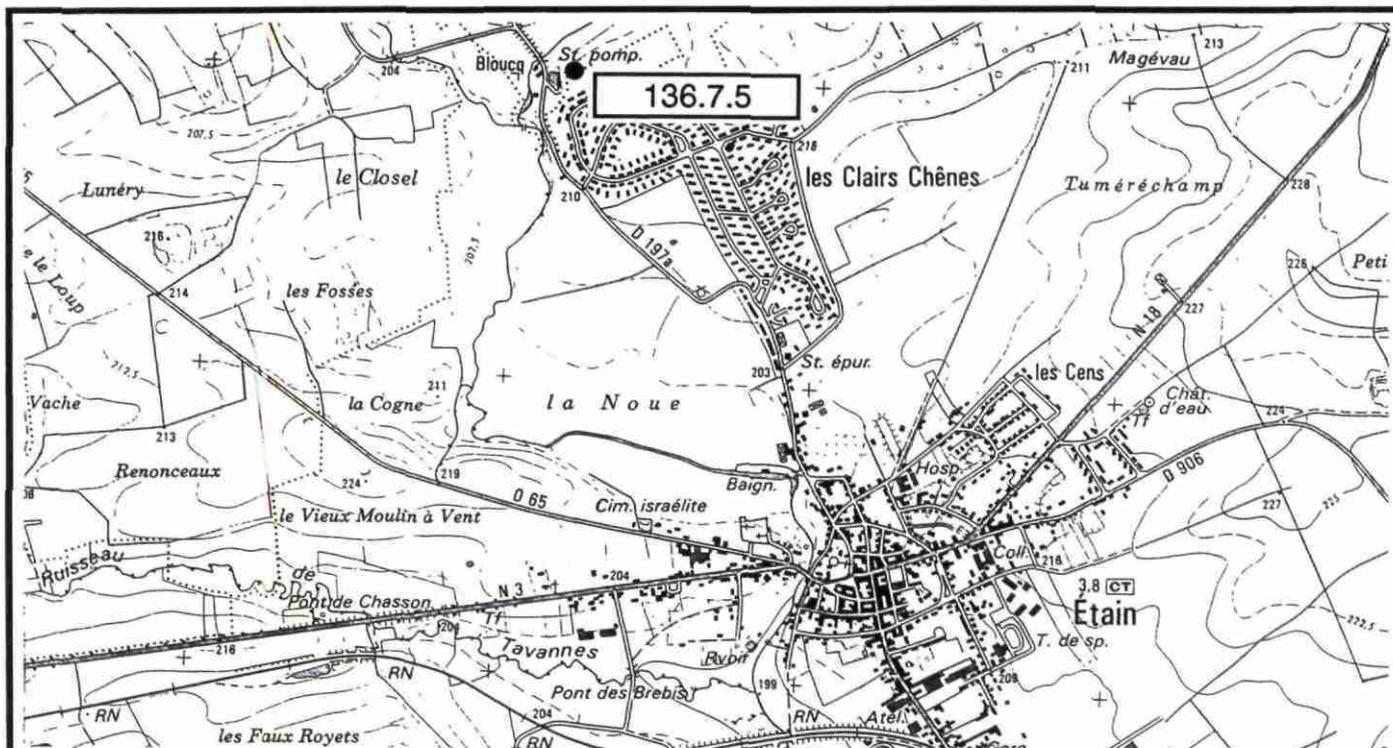
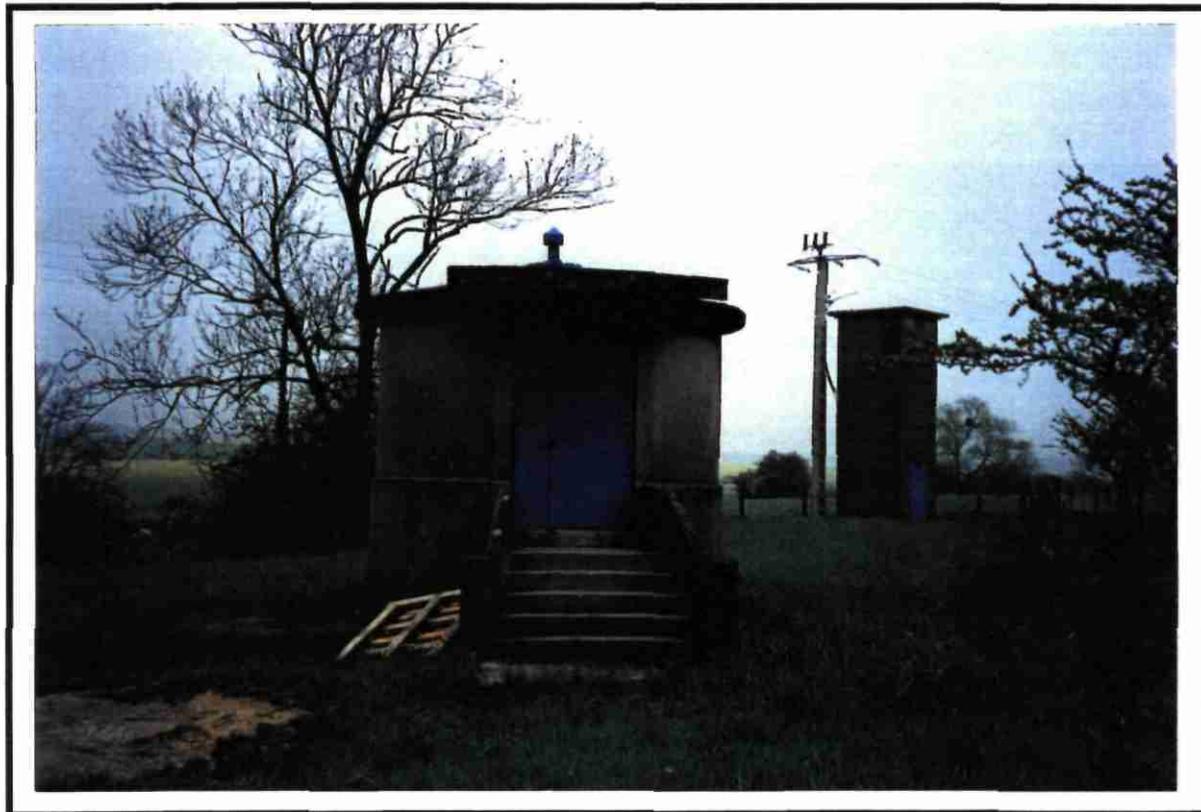


Figure 5a

CARTE DE LOCALISATION

Extrait de la carte IGN au 1/25 000
3212 EST

ECHELLE 1:25 000

0 500 1000 mètres



SITE DE BLOUCQ à ETAIN (55)

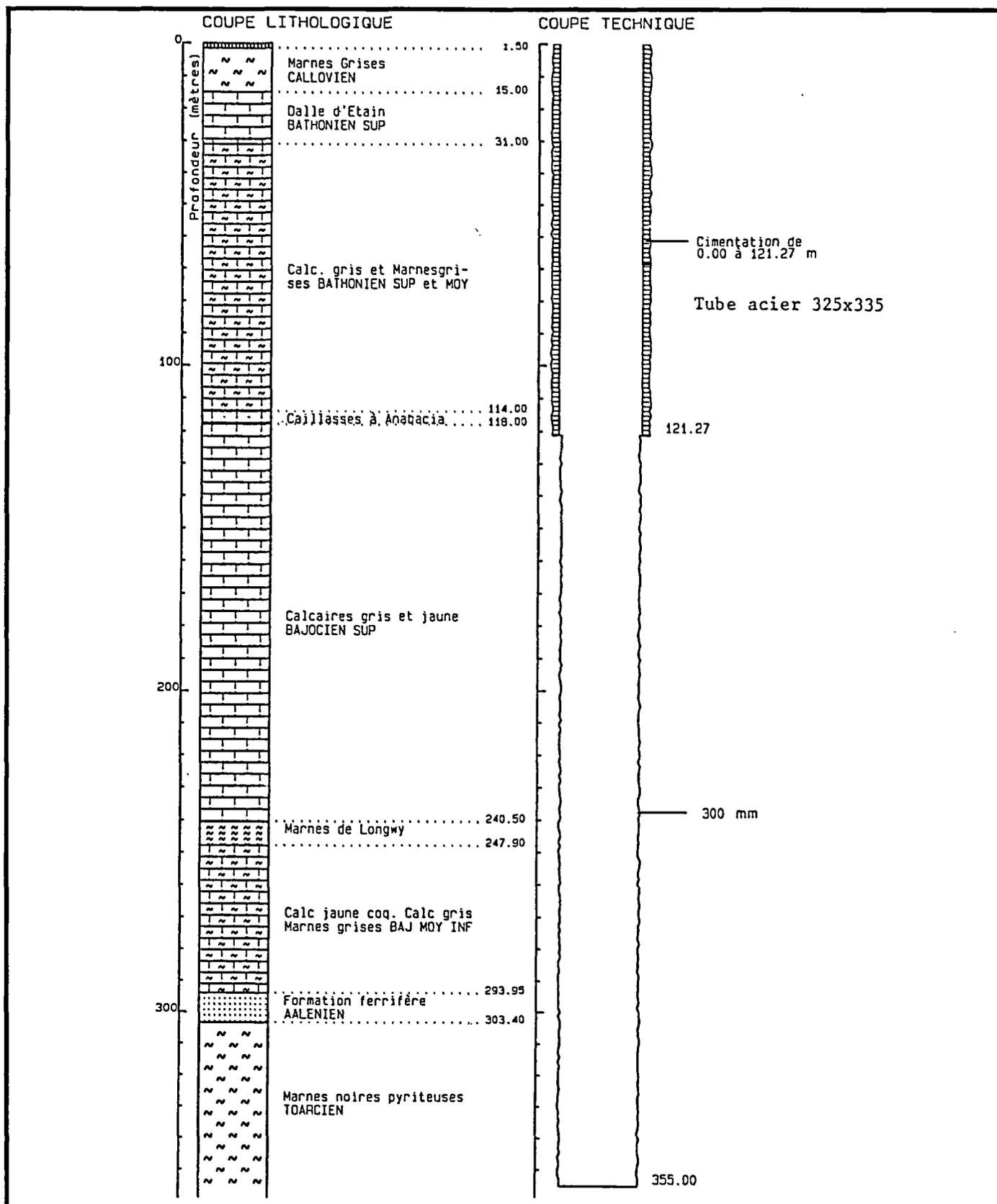


Figure 5b

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE 136.75

SITE DE HAROPRE à JOEUF (54)

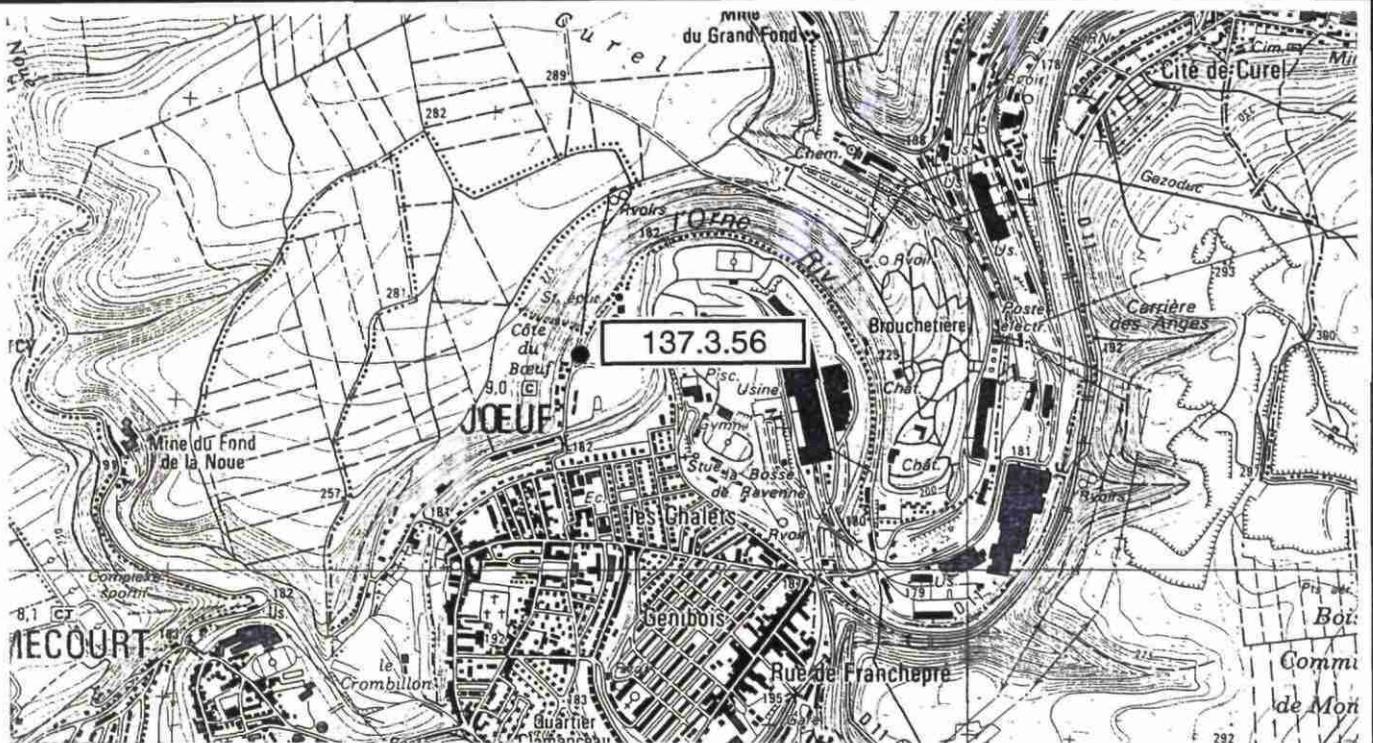


Figure 6a

CARTE DE LOCALISATION

Extrait de la carte IGN au 1/25 000
3312 EST

ECHELLE 1:25 000

0 500 1000 mètres



SITE DE HAROPRE à JOEUF (54)

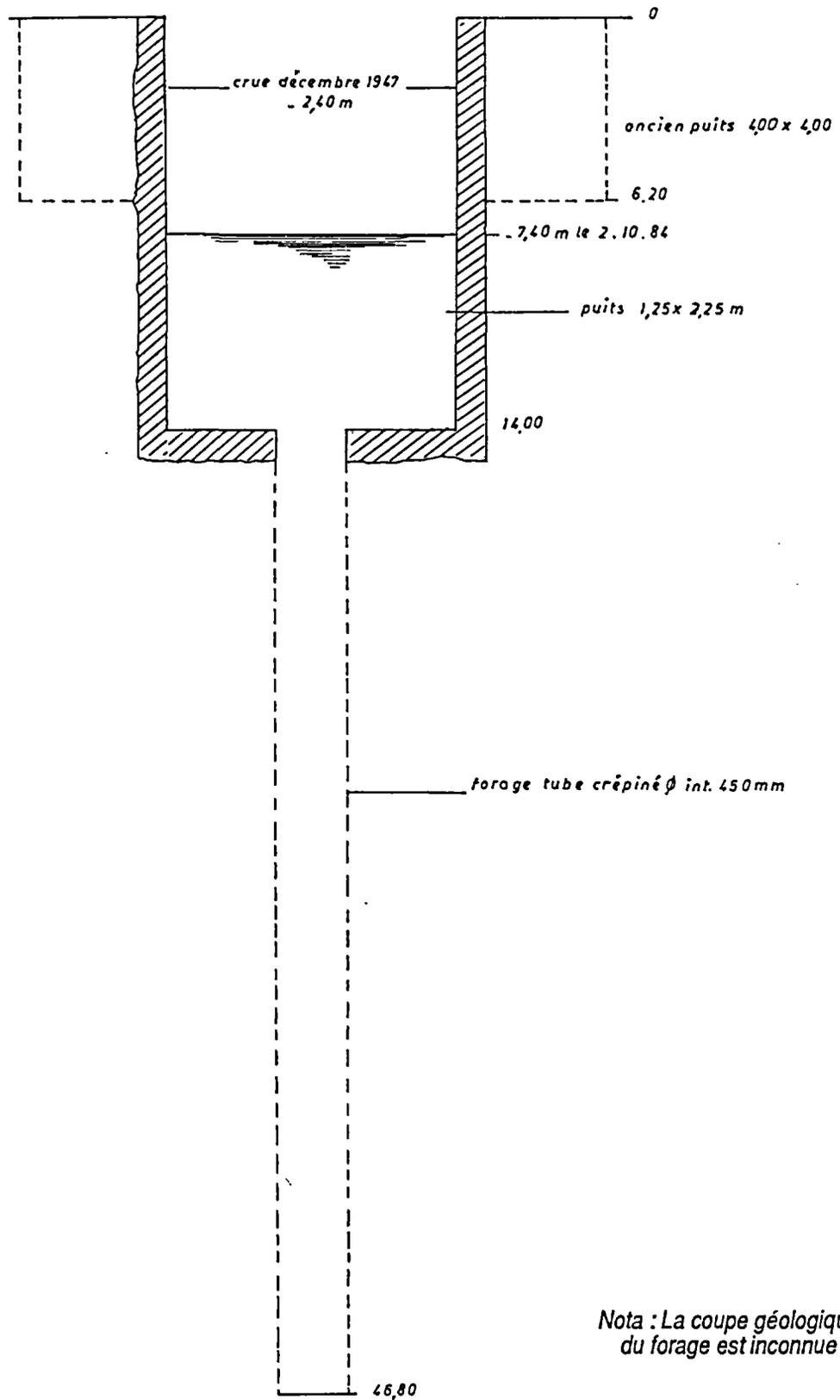


Figure 6b

COUPE TECHNIQUE DU FORAGE 137.3.56

SITE D'AVRIL (54) - Piézomètre A15

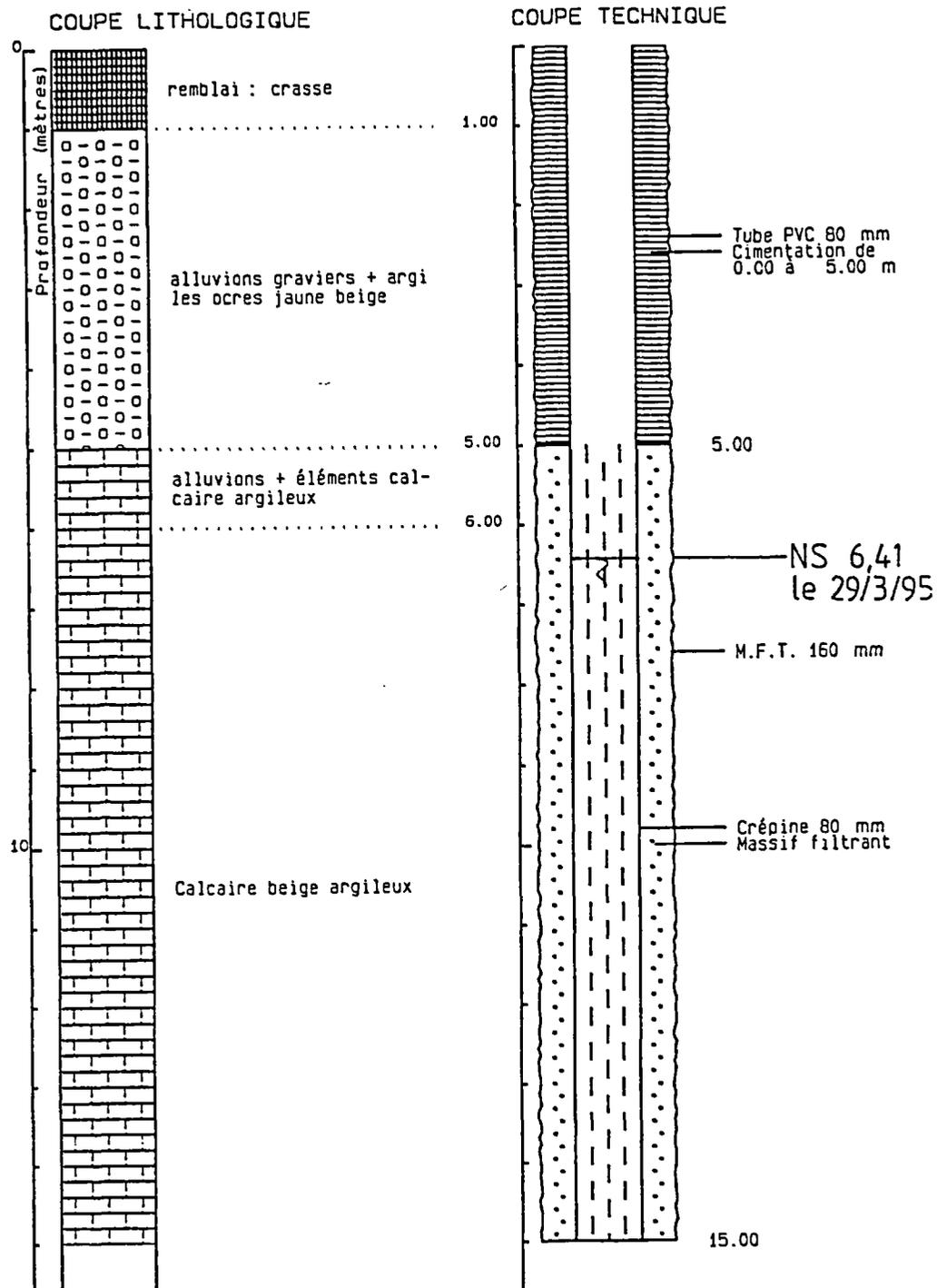


Figure 7b

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU PIEZOMETRE 137.3.131

SITE D'AVRIL (54) - PIEZOMETRE A25

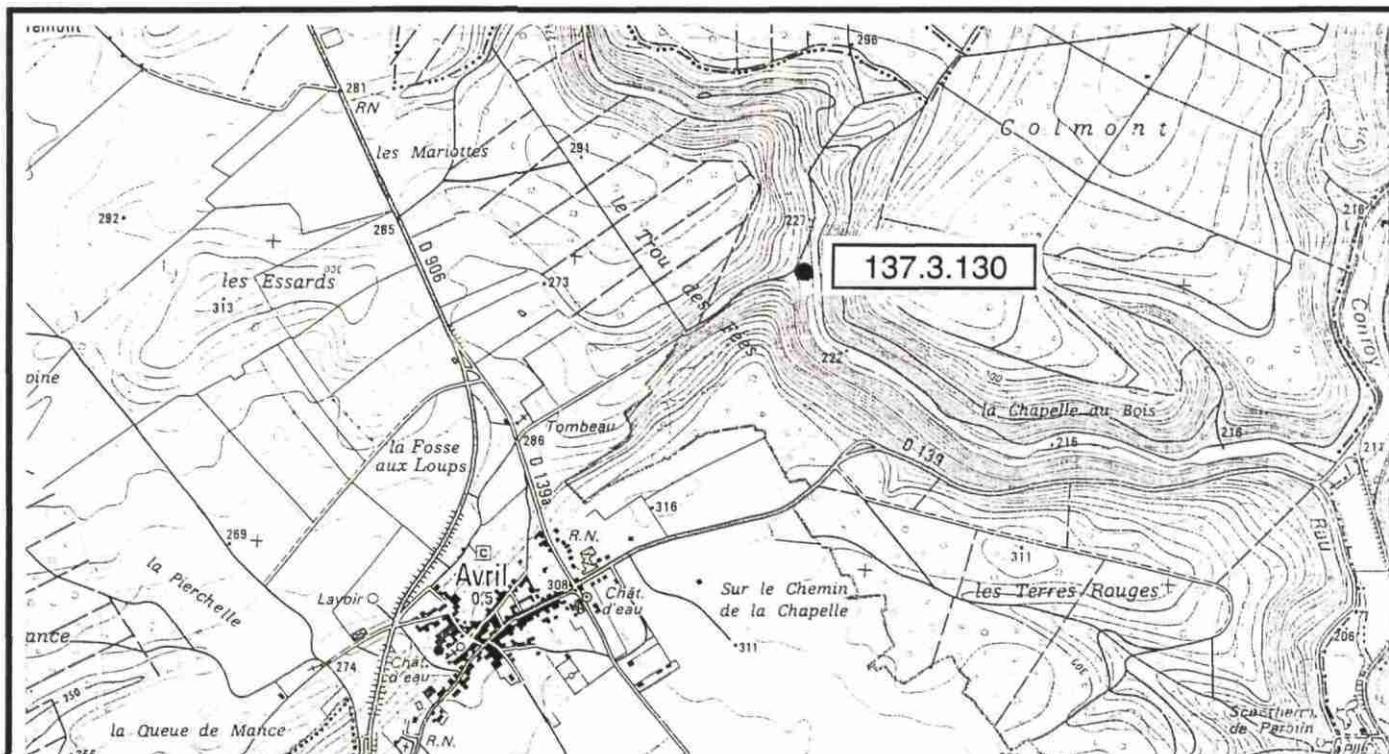


Figure 8a

CARTE DE LOCALISATION

Extrait de la carte IGN au 1/25 000
3312 EST

ECHELLE 1:25 000

0 500 1000 mètres



SITE D'AVRIL (54) - Piézomètre A25

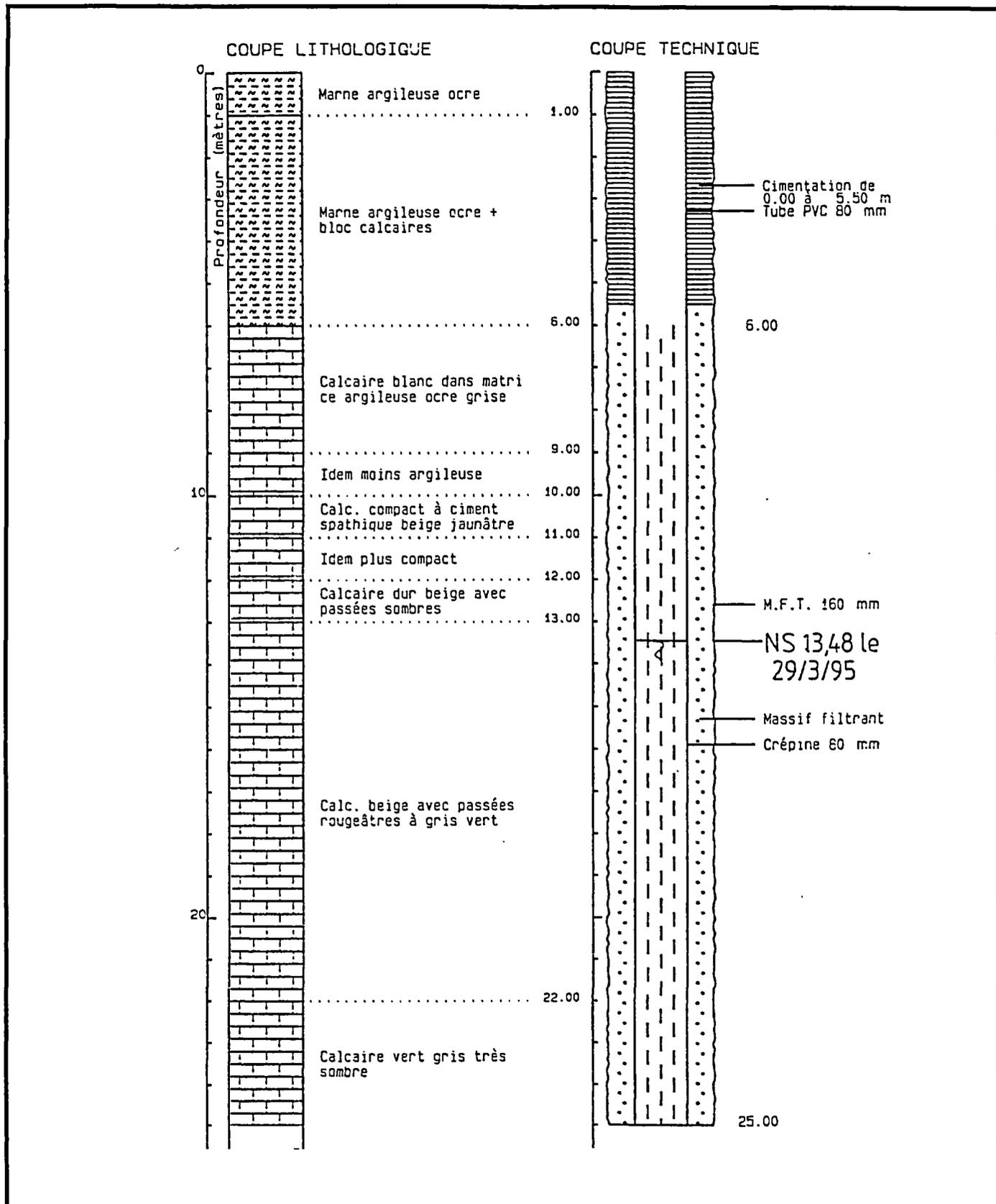


Figure 8b

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU PIEZOMETRE 137.3.130

SITE DE MANCE (54)

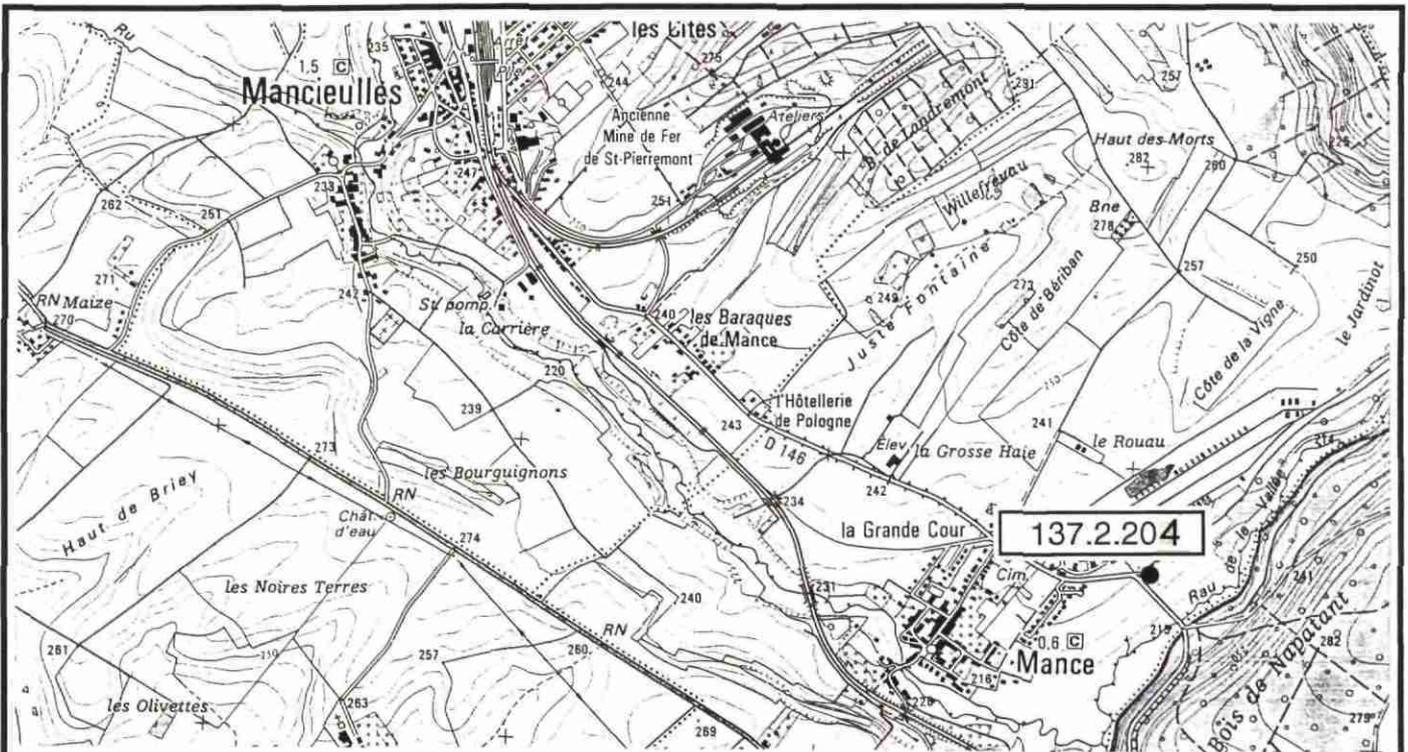


Figure 9a

CARTE DE LOCALISATION

Extrait de la carte IGN au 1/25 000
3312 OUEST

ECHELLE 1:25 000

0 500 1000 mètres



SITE DE MANCE (54)

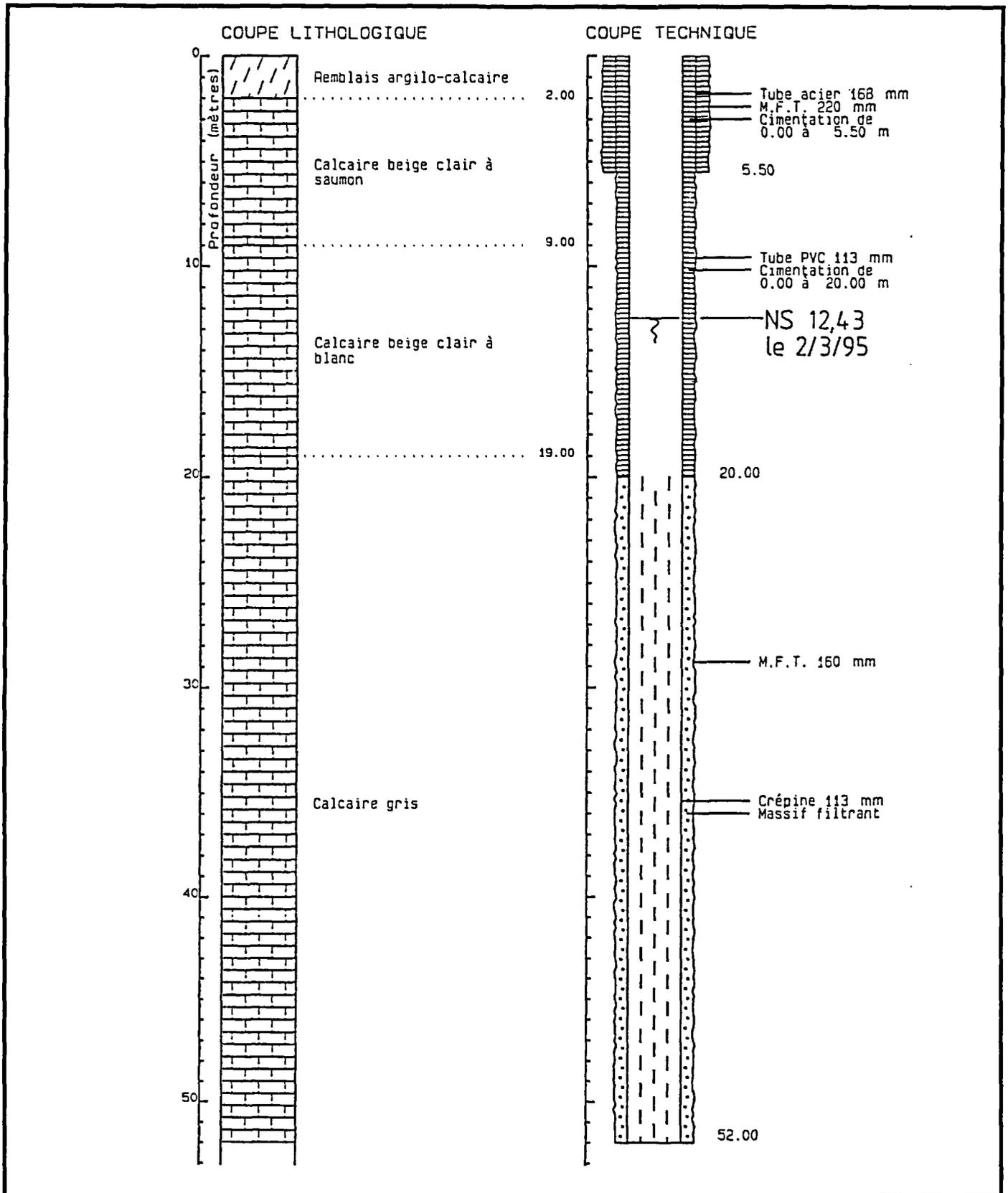


Figure 9b

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE
 DU PIEZOMETRE 137.2.204

SITE DE VILLE sur YRON (54) - Piézomètre V105

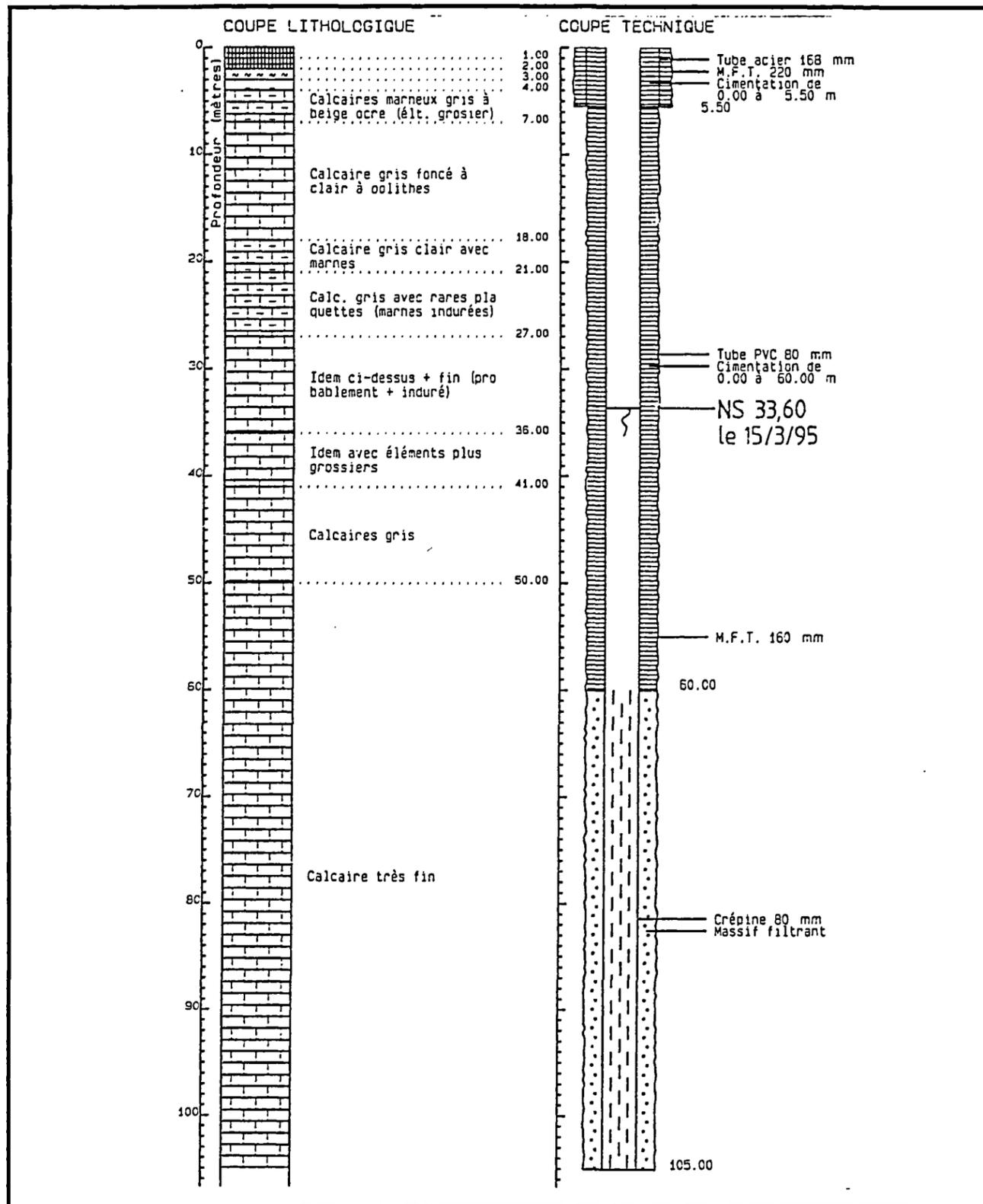


Figure 10b1 COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU PIEZOMETRE 163.2.70

SITE DE VILLE sur YRON (54) - Piézomètre V19

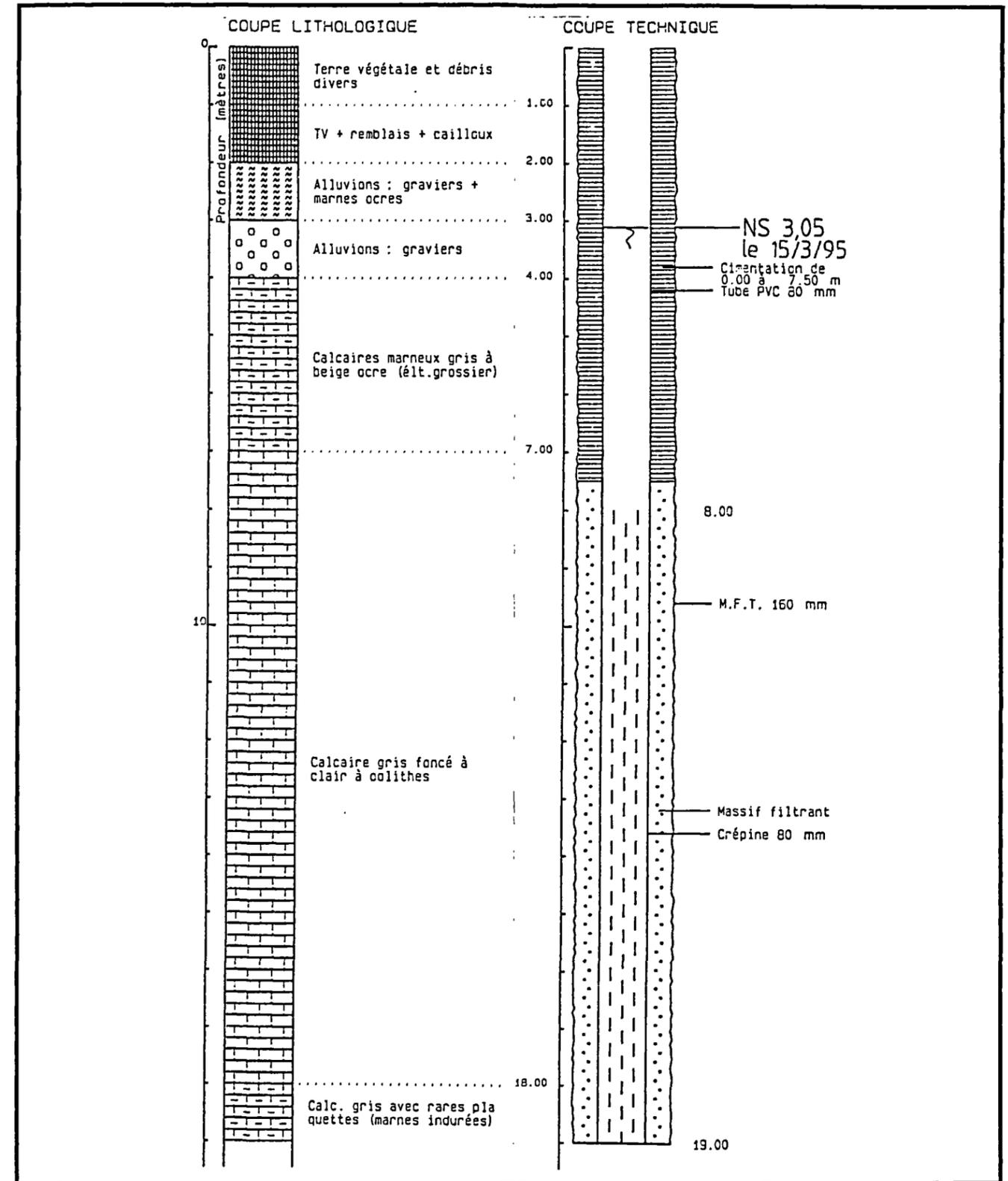


Figure 10b2 COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU PIEZOMETRE 163.2.71

SITE DE VERNEVILLE (57) - Nouveau

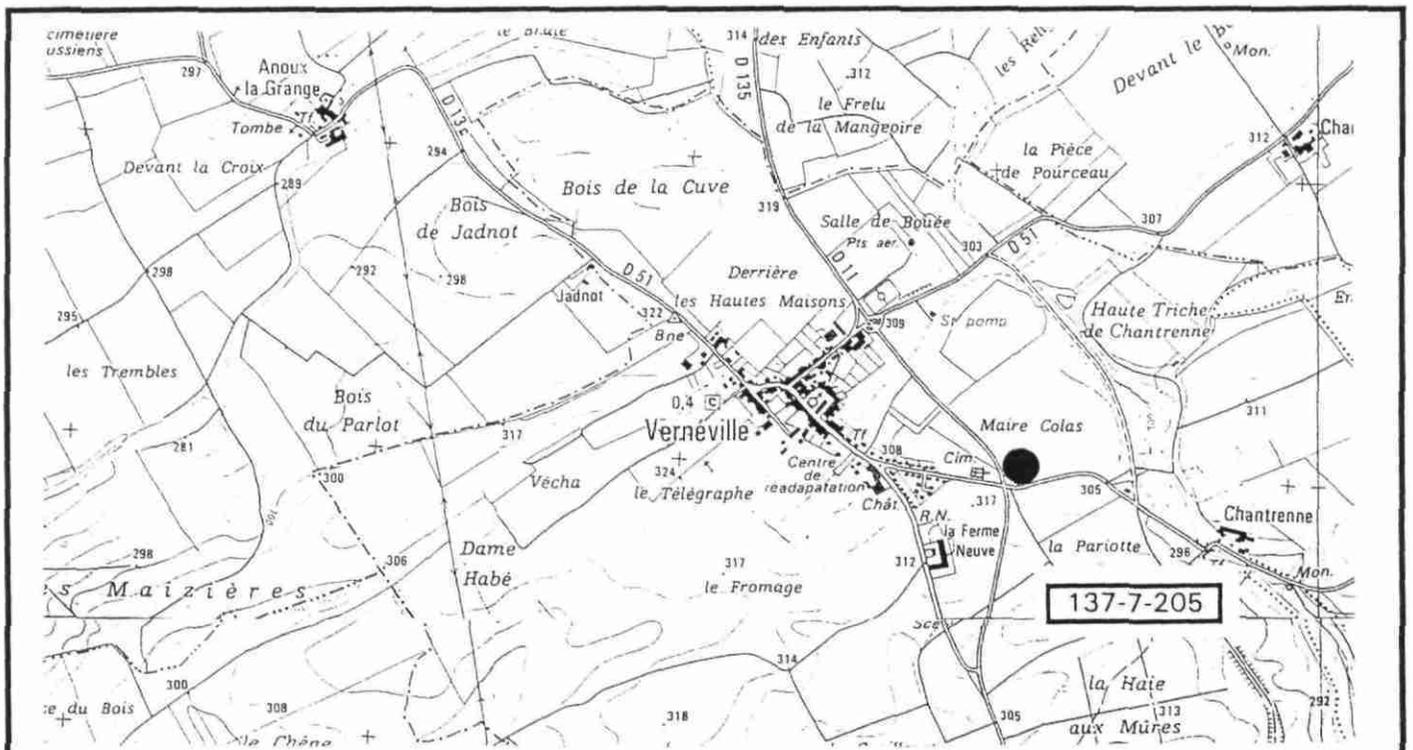


Figure 11a

CARTE DE LOCALISATION

Extrait de la carte IGN au 1/25 000
3312 EST

ECHELLE 1:25 000

0 500 1000 mètres



SITE DE VERNEVILLE (57) - Nouveau

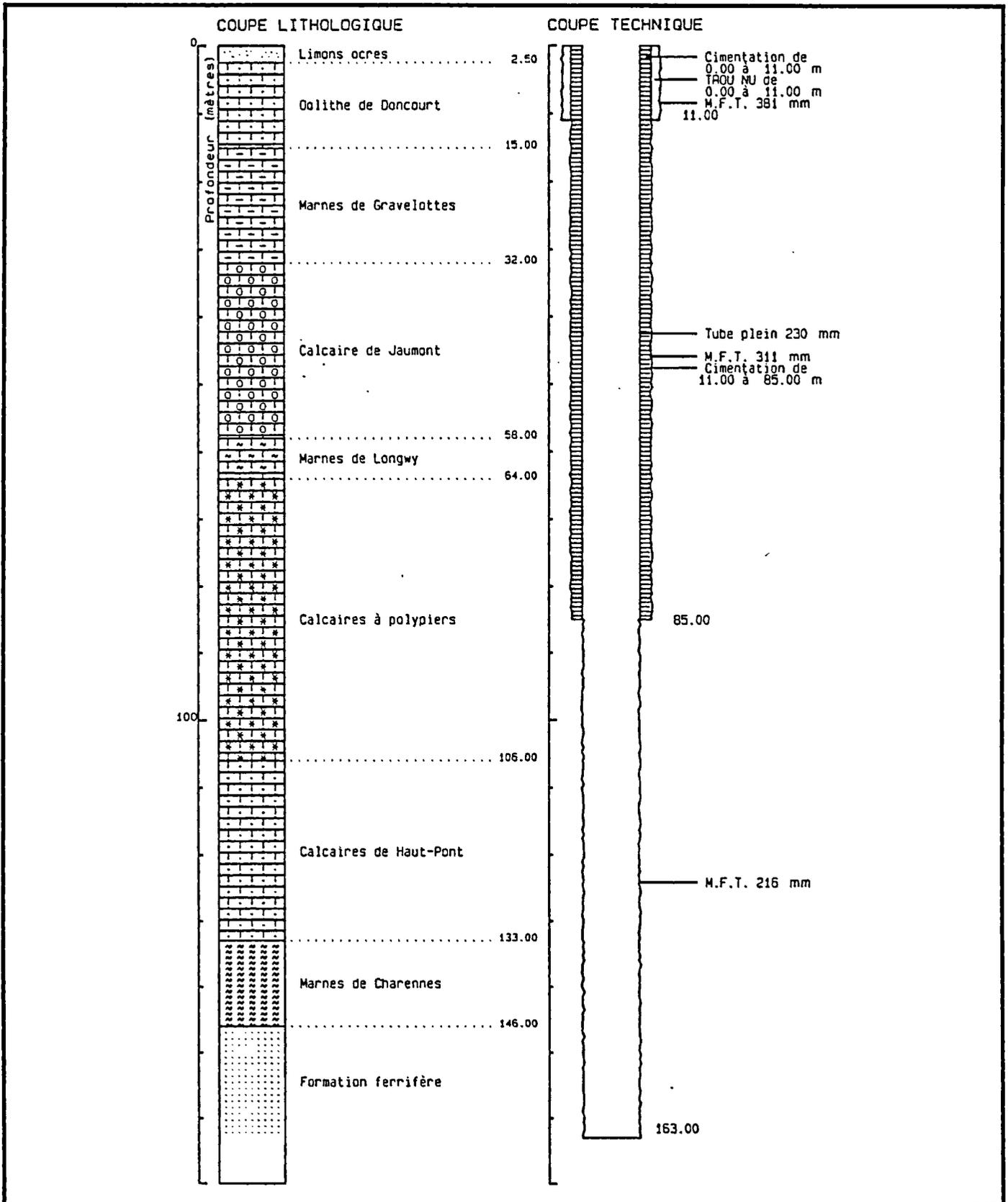


Figure 11b

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU PIEZOMETRE 137.7.205

BRGM
SERVICE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL LORRAINE
1, avenue du Parc de Brabois - 54 000 VANDOEUVRE LES NANCY - France
Tél. : 03.83.44.81.49 - Fax : 03.83.44.15.18