



BRGM

SOCIETE TROMEC
JALONS-LES-VIGNES
51150 TOURS-SUR-MARNE

COMMUNE DE VESIGNEUL-SUR-MARNE
(Marne)
ETUDE HYDROGEOLOGIQUE D'UN SITE DE CARRIERE
AU LIEU-DIT "MONTRION"
EN VUE DE LA CREATION D'UNE DECHARGE CONTROLEE
DE RESIDUS URBAINS
Par
CF. MOREAU et JC. PINTE

83 SGN 181 CHA

Mars 1983

BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES
SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL
BP 6009 - 45060 ORLEANS CEDEX - Tél. : (38) 63.80.01

Service Géologique Régional
Champagne-Ardenne
13, bd du général Leclerc
51100 REIMS
Tél. : (26) 49.93.40

83 SGN 181 CHA

Mars 1983

COMMUNE DE VESIGNEUL-SUR-MARNE

(Marne)

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE D'UN SITE DE CARRIERE
AU LIEU-DIT "MONTRION"
EN VUE DE LA CREATION D'UNE DECHARGE CONTROLEE
DE RESIDUS URBAINS

-0-0-0-

RESUME

A la demande de la Société TROMEC, le Service Géologique Régional Champagne-Ardenne du B.R.G.M., a procédé à l'étude hydrogéologique d'un projet de décharge contrôlée de résidus urbains dans une crayère située sur la commune de VESIGNEUL-SUR-MARNE (Marne).

L'étude a consisté à reconnaître les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du site.

Deux sondages de 5 m de profondeur ont été foncés en fond de carrière et ont permis la réalisation d'essais de perméabilité.

La craie est relativement compacte à l'aplomb du site, mais très diaclasée. Les coefficients de perméabilité au niveau des zones fracturées sont supérieurs aux valeurs requises pour un site de classe II, ce qui rendrait vulnérable la nappe sous-jacente dont la profondeur oscille en moyenne entre 25 et 30 mètres par rapport au fond de la crayère.

Les conditions favorables à une bonne étanchéification apparaissent cependant réunies actuellement, par suite de la mise en place quelques mois après les essais d'une boue de craie micronisée dans le fond de la carrière. L'étude du comportement de ce matériau au laboratoire après broyage et compactage a en effet montré que sa perméabilité était très faible (10^{-9} m/s), et donc compatible avec les valeurs requises pour un site de décharge de classe II. Sa mise en place très lente in situ lui confère une bonne homogénéité. Son compactage sera assuré par le poids des premières couches de déchets.

Aucun point d'alimentation en eau potable, public ou privé n'existe en aval direct du site. Il sera cependant préférable de mettre en place un piézomètre de contrôle en aval de la décharge avant sa mise en exploitation.

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
RESUME	
1 - INTRODUCTION	1
2 - SITUATION GEOGRAPHIQUE	1
3 - CADRE GEOLOGIQUE	4
3.1 - CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL	4
3.2 - OBSERVATIONS GEOLOGIQUES FAITES SUR LE TERRAIN	4
3.2.1 - <i>Front de taille</i>	4
3.2.2 - <i>Fond de carrière</i>	6
3.3 - TESTS DE PERMEABILITE DE LA CRAIE AU FOND DE LA CARRIERE	8
3.3.1 - <i>Essais in situ</i>	8
3.3.1.1 - Sondage P1	8
3.3.1.2 - Sondage P2	10
3.3.1.3 - Conclusion	12
3.3.2 - <i>Essais au laboratoire après broyage et compactage</i>	12
4 - CADRE HYDROGEOLOGIQUE	13
4.1 - PIEZOMETRIE	13
4.2 - CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES ET HYDROCHIMIQUES ..	14
5 - VULNERABILITE DE LA NAPPE EN AVAL DU SITE	15
6 - CONCLUSIONS	16

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : Plan de situation de la carrière au 1/25.000.

FIGURE 2 : Plan du site et implantation des sondages

FIGURE 3 : Carte piézométrique de la nappe de la craie (relevés d'avril 1982).

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A : Recherche du coefficient de perméabilité en laboratoire de craie micronisée et de craie broyée compactée en vue d'étanchéité en fond de décharge.

ANNEXE B1 : Tableau des résultats des essais d'absorption effectués au sondage P1.

ANNEXE B2 : Tableau des résultats des essais d'absorption effectués au sondage P2.

ANNEXE C : Tableau des mesures effectuées sur les points d'eau dans le voisinage de la carrière.

1 - INTRODUCTION

A la demande de la Société TROMEC, 63100 CLERMONT-FERRAND, le Service Géologique Régional Champagne-Ardenne du B.R.G.M. a procédé à l'étude hydrogéologique d'un projet de décharge contrôlée de résidus urbains sur la commune de VESIGNEUL-SUR-MARNE (Marne), au lieu-dit "MONTRION".

L'étude a consisté à reconnaître les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du sous-sol crayeux. Deux sondages de 5 m de profondeur, ainsi qu'un relevé piézométrique synchrone des points d'eau dans le voisinage du site, ont été réalisés dans ce but en avril 1982.

2 - SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le site est localisé à 2 kilomètres au Nord-Est de la localité de VESIGNEUL-SUR-MARNE (Marne), sise à environ 10 kilomètres au Sud-Est de CHALONS-SUR-MARNE (Cf figure 1).

Ses coordonnées sont les suivantes (LAMBERT I) :

$$x = 757,770$$

$$y = 1133,430$$

$$z = + 130 \text{ à } 133 \text{ EPD (sol naturel)}$$

Il est implanté sur une crête topographique, au lieu-dit "LA PERCHE" ou plus globalement "MONTRION", et est jalonné par les chemins dits de "LA PERCHE" au Nord-Ouest et de "LA VOIE DU MIDI" au Sud-Est (Cf figure 2).

Le site correspond à l'emplacement d'une ancienne crayère, actuellement partiellement remblayée par de la craie pulvérulente en provenance de l'usine de la Société OMYA, implanté à OMEY (Marne).

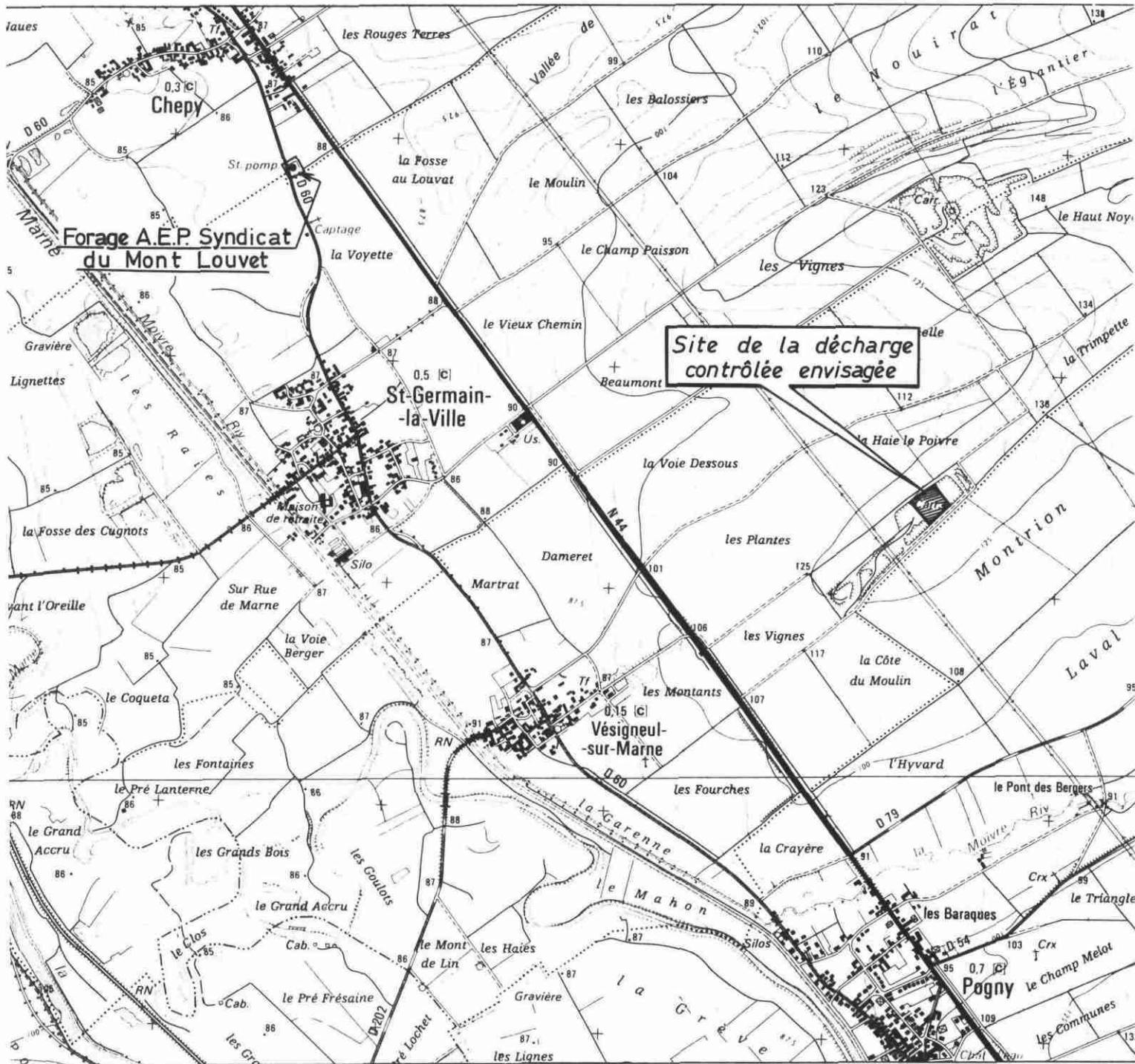
L'espace non remblayé est représenté sur les figures 1 et 2 et couvre une superficie de 2 ha. Compte-tenu de la profondeur de la fouille de l'ordre de 10 à 15 m, la capacité de stockage globale de la carrière est estimée à environ 200 000 m³.

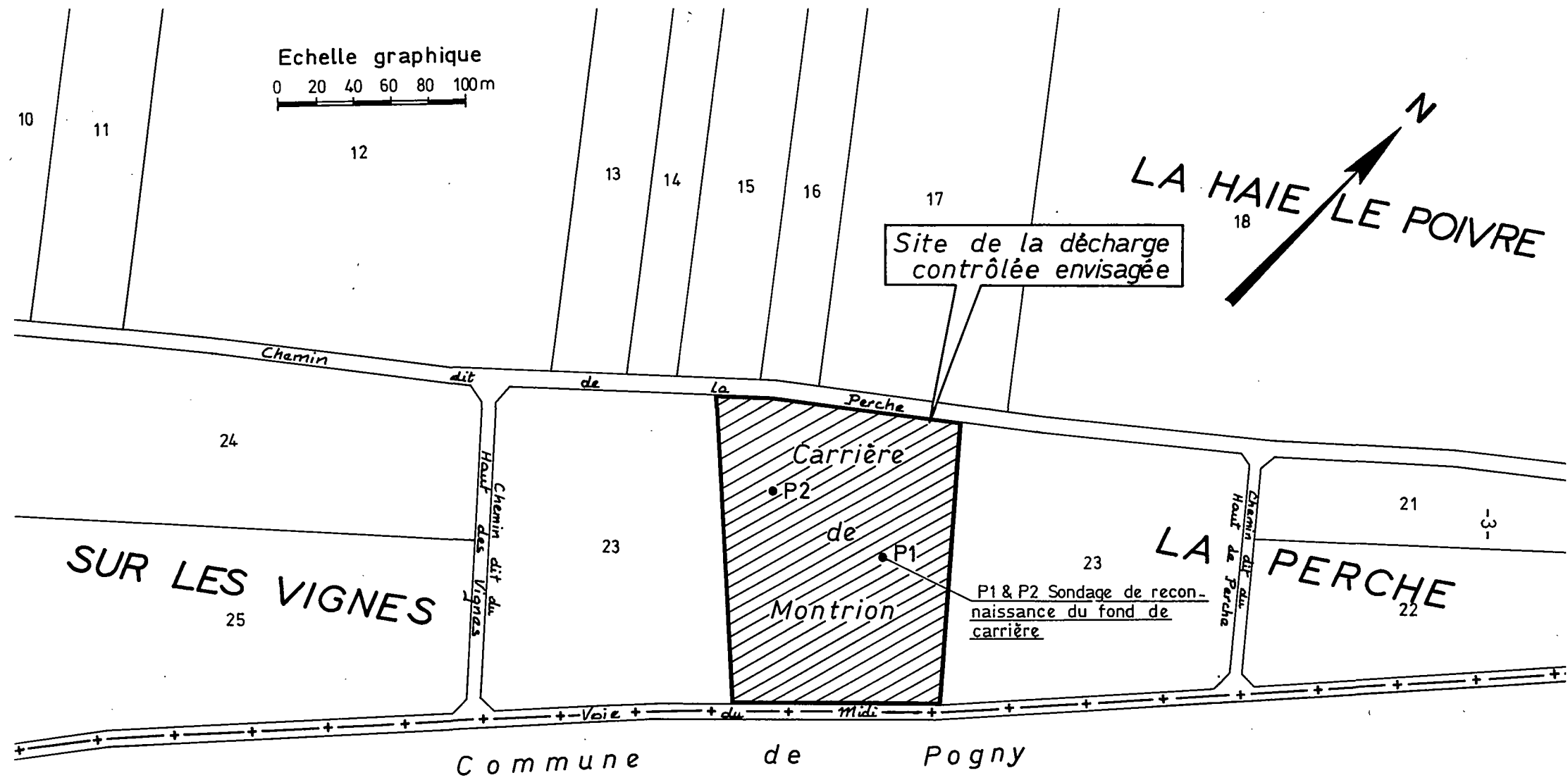
COMMUNE DE VESIGNEUL-SUR-MARNE

(Marne)

PLAN DE SITUATION

Extrait de la carte topographique de CHALONS-SUR-MARNE n° 2 et 6 à 1/25.000





COMMUNE DE VESIGNEUL-SUR-MARNE
(Marne)

PLAN DU SITE ET IMPLANTATION DES SONDAGES

D'après le plan cadastral au 1/2.000 section ZC (échelle réduite).

3 - CADRE GEOLOGIQUE

3.1 - CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL.

Le site est implanté, d'après la carte géologique de CHALONS-SUR-MARNE au 1/50000, dans la craie blanche du Sénonien inférieur (Coniacien zone C4C). Il s'agit d'une craie traçante, disposée en bancs épais (1 m et plus d'épaisseur) et montrant de très nombreuses diaclases en carrière.

Elle est fossilifère et contient des prismes d'inocérames et des débris de poissons, écailles et vertèbres.

Elle contient quelques grosses concrétions de Marcassite, oxydées généralement en limonite de couleur rouille en surface.

A une profondeur de l'ordre de 40 à 50 m, la craie devient plus grise et plus marneuse, comme en témoigne la coupe géologique du forage de reconnaissance réalisé en aval de l'ancienne décharge de la commune de CHEPY, situé à 3 500 m au Nord-Ouest. Ces horizons marneux correspondent vraisemblablement à la partie supérieure du Turonien.

L'ensemble des bancs plonge vers le Nord-Ouest, en direction du centre du Bassin de Paris, sous une pente relativement faible de l'ordre de 1,5 à 2%.

3.2 - OBSERVATIONS GEOLOGIQUES FAITES SUR LE TERRAIN.

3.2.1 - Front de taille.

Sur le front de taille, la craie se présente du haut vers le bas comme suit :

- couche de terre végétale de 0,50 m d'épaisseur
- craie très délitée sur une épaisseur de l'ordre du mètre, se débitant en plaquettes, très fissurée.
- craie plus compacte, mais très diaclasée, se débitant en gros blocs, et disposée en bancs épais d'épaisseur supérieure au mètre.

Le réseau de fractures est réparti en deux familles distinctes dont l'une apparait majeure et est d'orientation N25 à N35E et de pendage 80 à 85° vers l'Est.

La seconde famille est orientée suivant un axe N160E à Nord-Sud et de pendage 65 à 85° vers l'Ouest.

D'autres faisceaux apparaissent, conjugués aux deux premiers.

Certains plans de diaclases sont tapissés de dépôts de calcite et d'oxyde de fer, bien visibles sur le front de taille. Le remplissage provient de la dissolution, puis de la recristallisation lente de calcite pour les eaux superficielles riches en carbonates.

Aucune faille majeure n'a été observée au niveau de la carrière. Toutefois, la carte géologique mentionne la présence d'une zone broyée au droit de la carrière. Il est vraisemblable que celle-ci est actuellement recouverte par le manteau d'éboulis et les dépôts de craie micronisée qui masquent une grande partie des affleurements. Elle serait alors associée à la première famille de fractures dont il est fait mention ci-dessus.

Il est à noter que l'orientation de la topographie en monts et vallées d'axe Sud-Ouest - Nord-Est est similaire à celle de la fracturation principale.

3.2.2 - Fond de carrière.

Le réseau de diaclases est également visible dans le fond de la carrière, où il est souligné par la présence de calcite de recristallisation.

L'épaisseur des joints peut être supérieure à 10 cm, voire à 15 cm localement.

Le fond de carrière est actuellement en partie recouvert de craie micronisée, qui a été déposée sous forme de boue au cours de l'été 1982.

Deux sondages de reconnaissance d'une profondeur de 5 m chacun avaient été réalisés auparavant en avril 1982. Leur position est reportée sur le plan de la figure 2.

Les deux sondages, distants de 30 m, ont été implantés au niveau d'une zone de craie compacte pour P1, et d'une diaclase pour P2.

Ils ont été forés à la tarière hélicoïdale dans un diamètre de 150 mm et acidifiés par adjonction de 25 kg d'HCL.

Les coupes relevées sont les suivantes :

- Sondage P1 :

- . de 0 à 0,10 m craie blanche moyennement compacte
- . de 0,10 à 1 m craie blanche très compacte
- . de 1 à 5 m craie blanche compacte, devenant jaunâtre à partir de 4,50 m.

- Sondage P2 :

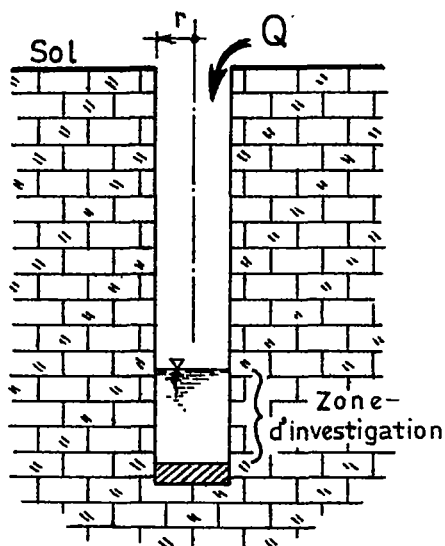
- . de 0 à 1,20 m calcite prismatique ocre (diaclase N38E78E)
- . de 1,20 à 5 m craie blanche à passée très compacte de 3 m à 3,20 m.

La craie broyée par la tarière devient très plastique.

3.3 - TESTS DE PERMEABILITE DE LA CRAIE DE FOND DE CARRIERE.

3.3.1 - Essais in situ :

Ces tests ont été effectués sur le sondage P1 et P2 du 28 au 29 avril 1982 selon le principe de fonctionnement suivant :



L'essai consiste à mesurer le volume d'eau qui s'écoule à travers les parois du sondage dans lequel une charge hydraulique est maintenue constante.

Ce type d'essai permet de déterminer la perméabilité horizontale du terrain et tout d'abord la perméabilité des couches les plus perméables.

Avant d'effectuer l'essai d'infiltration proprement dit, le terrain doit être saturé par absorption d'eau pendant une vingtaine d'heures.

3.3.1.1 - Sondage P1.

Résultats (annexe B1)

L'absorption a été également suivie pendant la phase de saturation. Des jaugeages du forage ont été effectués à différents niveaux.

L'ensemble des mesures est reporté dans le tableau de l'annexe B1.

Les résultats peuvent être résumés comme suit page suivante.

. Phase de saturation :

TRANCHE DE TERRAIN	DEBIT ABSORBE
0 - 1 m	0,27 l/mm
1 - 3 m	0,17 l/mm
3 - 5 m	0,11 l/mm

. Après saturation :

TRANCHE DE TERRAIN	DEBIT ABSORBE
0 - 1 m	1,40 l/mm
1 - 2 m	0,70 l/mm
2 - 3 m	0,20 l/mm
3 - 5 m	inférieur à 0,20 l/mm

Nous remarquons que l'absorption augmente avec le pourcentage de saturation du sol.

Interprétation :

Le calcul de la perméabilité horizontale K s'effectue par la méthode de Nasberg-Terletska :

$$K = \frac{0,423}{h^2} Q hg \frac{4h}{d} \quad (K \text{ en m/s})$$

avec d = diamètre du sondage = 0,16 m

h = hauteur de la colonne d'eau dans le sondage en m

Q = débit d'absorption en m³/s

Nous obtenons les perméabilités horizontales suivantes par tranche de terrain :

TRANCHE DE TERRAIN	PERMEABILITE
0 - 1 m	1,4 10 ⁻⁵ m/s
1 - 2 m	6,9 10 ⁻⁶ m/s
2 - 5 m	2,9 10 ⁻⁷ m/s

3.3.1.2 - Sondage P2.

Résultats (annexe B2)

. Phase de saturation :

TRANCHE DE TERRAIN	DEBIT ABSORBE
0 - 0,50 m	8,5 l/mn
0,50 - 1 m	0,24 l/mn
1 - 2 m	0,12 l/mn
2 - 4 m	0,08 l/mn
4 - 5 m	0,04 l/mn

. Après saturation :

TRANCHE DE TERRAIN	DEBIT ABSORBE
0 - 0,50 m	1,60 l/mn
0,50 - 1,50 m	0,25 l/mn
1,50 - 3 m	0,20 l/mn
3 - 5 m	0,05 l/mn

A l'exception de la première tranche (0 à 0,50 m), correspondant au recouplement de la fissure remplie de calcite cristalline, l'absorption augmente avec le pourcentage de saturation du sol.

Interpretation :

Le même calcul que précédemment nous conduit aux valeurs suivantes de la perméabilité horizontale par tranche de terrain :

TRANCHE DE TERRAIN	PERMEABILITE
0 - 0,50 m	$4,9 \cdot 10^{-5}$ m/s
0,50 - 1,50 m	$2,5 \cdot 10^{-6}$ m/s
1,50 - 3 m	$9,9 \cdot 10^{-7}$ m/s
3 - 5 m	$1,5 \cdot 10^{-7}$ m/s

3.3.1.3 - Conclusion sur les essais in situ.

Les perméabilités horizontales mesurées dans les 5 premiers mètres du fond de la carrière varient entre 10^{-5} m/s au niveau de la craie superficielle à 10^{-7} m/s dans la craie compacte peu fissurée. Elles peuvent atteindre $5 \cdot 10^{-5}$ m/s au niveau d'une fracture importante (centimétrique et décimétrique).

3.3.2 - Essais au laboratoire après broyage et compactage (annexe A).

Des échantillons furent prélevés dans les quinze premiers centimètres du sol de la carrière pour permettre des mesures en laboratoire de la perméabilité de la craie après broyage et compactage, en vue de leur utilisation comme matériau d'étanchéification.

Les mêmes essais ont été réalisés sur un matériau de craie micronisée, provenant de l'usine de la Société OMYA, implanté à OMEY (51).

Les coefficients de perméabilité obtenus correspondent aux normes préconisées par les Directives du Ministère de l'Environnement pour les sites de classe II (craie broyée du fond de la carrière 10^{-6} m/s, craie micronisée 10^{-9} m/s).

4 - CADRE HYDROGEOLOGIQUE

4.1 - PIEZOMETRIE.

Un inventaire des points d'eau existants dans un rayon de 4 km autour du site a été effectué à partir des données du Code Minier.

Le relevé synchrone des niveaux de la nappe de la craie réalisé en avril 1982, a permis de dresser une carte piézométrique, représentée sur la figure 3.

L'ensemble des mesures est reporté dans le tableau de l'annexe C.

L'aquifère s'écoule en direction du Sud-Ouest au niveau de la carrière, sous une pente de l'ordre de 5‰ à 1%, diminuant progressivement à proximité des axes de drainage, constitués par la Marne principalement et par la Moivre.

La carte piézométrique permet de connaître à quelques mètres près la position du plan d'eau au droit de la carrière : celui-ci devrait s'établir à une cote voisine de +96-97 en avril 1982, soit à une profondeur d'environ 35 mètres par rapport au terrain naturel.

Les fluctuations piézométriques sont cependant assez importantes en raison de la position de la carrière dans l'axe d'une crête topographique : elles sont vraisemblablement de l'ordre d'une dizaine de mètres en année moyenne, pouvant atteindre une quinzaine de mètres en année exceptionnelle, comme en 1981-1982.

Le niveau de la nappe oscillerait donc en moyenne à l'aplomb de la carrière entre 30 et 40 mètres de profondeur par rapport au terrain naturel, soit entre 20 et 30 mètres environ par rapport au fond de la carrière.

CARTE PIEZOMETRIQUE (état piézométrique relevé en avril 1982)

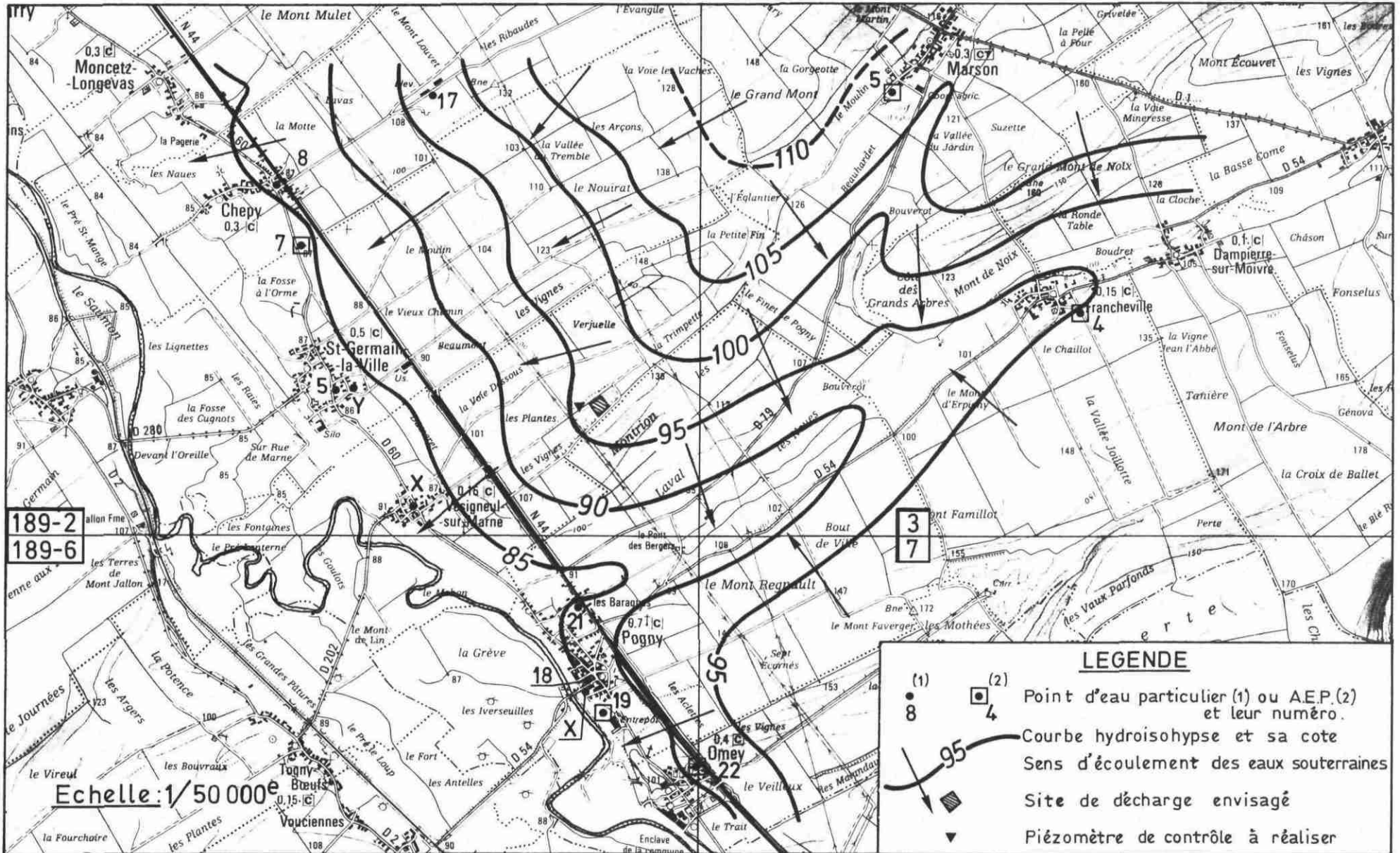


FIGURE 3

4.2 - CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES ET HYDROCHIMIQUES.

Compte-tenu de la position de la carrière, les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère sont probablement relativement faibles. Par analogie avec le piézomètre réalisé à l'aplomb de la décharge de CHEPY, dans un contexte assez proche, la perméabilité propre de la roche ne devrait pas dépasser 10^{-6} m/s.

La présence d'une perméabilité de fissure d'origine tectonique (faible) n'est toutefois pas exclue, compte-tenu des remarques géologiques faites au paragraphe 3.2. Celle-ci pourrait être dans ce cas 100 fois à 10 000 fois plus importante.

Les tests de pompage qui seront réalisés sur le forage de contrôle à mettre en place avant la mise en exploitation permettront quoi qu'il en soit de préciser ce point.

Sur le plan hydrochimique, la qualité de l'eau à l'aplomb du site n'est pas connue, mais il est vraisemblable que la minéralisation est assez faible dans son ensemble. Seule la teneur en nitrates risque d'être élevée si la densité du réseau de fractures autorise des transferts rapides, ceci malgré la profondeur importante de la nappe en amont du site. C'est le cas du captage de la commune voisine d'OMEY, située sur l'axe d'une faille supposée, et où la teneur en nitrates de la nappe profonde de 30 m en moyenne est actuellement voisine de 40 mg/l.

5 - VULNERABILITE DE LA NAPPE EN AVAL DU SITE

La protection naturelle de l'aquifère est constituée par une épaisseur d'environ 20 m de craie compacte plus ou moins fissurée à l'aplomb de la carrière.

En aval direct du site, il n'existe actuellement aucun point d'alimentation en eau potable (Cf figure 3) public ou privé.

Les puits AEP des communes d'OMEY, de POGNY, de FRANCHEVILLE et de MARSON sont hors de toute influence, sur la qualité des eaux souterraines, consécutives à la création d'une décharge contrôlée sur le site de la carrière de MONTRION.

Les communes de VESIGNEUL-SUR-MARNE et de SAINT-GERMAIN-LA-VILLE sont alimentées en eau potable par le captage du Syndicat du Mont-Louvet situé dans la plaine alluviale de la MARNE à plus de 3 km de la carrière.

Ce dernier n'est pas vulnérable vis à vis du projet de décharge, compte-tenu de l'éloignement et du drainage des eaux souterraines par la MOIVRE et par la MARNE.

6 - CONCLUSIONS

L'étude hydrogéologique du projet de décharge contrôlée sur le site de la carrière de MONTRION, commune de VESIGNEUL-SUR-MARNE (MARNE), a permis de mettre en évidence les principaux points suivants :

-Sur le plan géologique, la craie est relativement compacte à l'aplomb du site, mais très diaclasée. Les perméabilités de la craie mesurées dans les 5 premiers mètres du fond de la carrière variaient lors des essais entre 10^{-5} m/s dans la couche superficielle et 10^{-7} m/s au dessous de 3 m de profondeur. Toutefois elles peuvent atteindre 5.10^{-5} m/s au niveau d'une fracture importante.

-Sur le plan hydrogéologique, le niveau de la nappe phréatique se situe au droit du site à une profondeur variant en moyenne entre 30 et 40 mètres par rapport au terrain naturel, soit entre 20 et 30 mètres environ par rapport au fond de la carrière. L'aquifère est vraisemblablement peu productif par suite de la position du site sur l'axe d'une crête topographique, mais la présence d'une perméabilité de fissure d'origine tectonique n'est pas exclue.

En aval direct du projet de décharge, il n'existe aucun point d'alimentation en eau potable public ou privé. Le captage du Syndicat AEP du Mont-Louvet, est distant de plus de 3 km de la carrière et n'est pas vulnérable vis à vis du projet de décharge.

Les valeurs de perméabilité obtenues au niveau de la craie compacte de fond de carrière en dehors des zones diaclasées, sont compatibles avec celles requises pour un site de classe II (perméabilité inférieure ou égale à 10^{-6} m/s sur 5 m d'épaisseur). Cependant, l'importance du réseau de fractures confère au site une certaine perméabilité et rend vulnérable la nappe sous-jacente, en l'absence de tout apport de matériau imperméable ou de tout autre traitement d'étanchéification.

L'étude de la perméabilité de la craie du fond de carrière, après broyage et compactage, a conduit à une valeur moyenne de 10^{-6} m/s, à la limite des tolérances réglementaires pour un site de classe II. En revanche, les mêmes essais réalisés sur des échantillons de craie micronisée, ont fourni des valeurs de perméabilités très faibles (10^{-9} m/s).

Or, ce matériau a été disposé dans le fond de la carrière sous forme de boue au cours de l'été 1982, quelques mois après les essais. Sa mise en place a été très lente, ce qui ne peut être que favorable à l'obtention d'une bonne homogénéité. La craie micronisée réclame en effet des temps de repos importants entre l'adjonction d'eau et le compactage pour que l'étanchéification soit efficace.

Les conditions favorables à une bonne étanchéification apparaissent donc réunies dans le fond de la carrière. Le compactage sera assuré par le poids des premières couches de déchets. Il ne sera par conséquent pas nécessaire de procéder à des travaux d'étanchéification supplémentaires, comme le préconisait la note jointe en annexe A et qui est antérieure à la mise en place de la boue de craie micronisée.

Bien qu'aucun point d'alimentation en eau potable ne soit situé en aval direct du site, il sera préférable de mettre en place un piézomètre de contrôle (implantation en figure 3) recoupant la nappe de la craie en aval de la décharge avant sa mise en exploitation. Une surveillance chimique réduite (annuelle) pourra être mise en place sur ce point.

A N N E X E S

- 0 - 0 -

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél. : (38) 63.80.01

COMMUNE DE VESIGNEUL

(Marne)

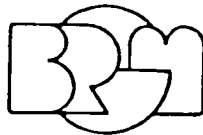
SOCIETE TROMEC

RECHERCHE DU COEFFICIENT DE PERMEABILITE EN LABORATOIRE
DE CRAIE MICRONISEE ET DE CRAIE BROYEE COMPACTEE EN VUE
D'ETANCHEITE EN FOND DE DECHARGE

NOTE DE SYNTHESE

par

J-C1. PINTE



Service géologique régional NORD – PAS-DE-CALAIS

Fort de Lezennes, B.P. 26, Lezennes – 59260 Hellemmes-Lille – Tél. : (20) 91.38.19 - 91.30.13
Télex : B.R.G.M. n° 130 171 F

S O M M A I R E

	Pages
1 - GENERALITES	3
2 - MODE OPERATOIRE	3
3 - RESULTATS OBTENUS ET COMMENTAIRES	4
31 - Craie micronisée	5
32 - Craie de fond de carrière	5
33 - Remarques	5
4 - CONCLUSIONS	7

LISTE DES ANNEXES

ANNEXES I-a et I-b Courbes Proctor Modifié

COMMUNE DE VESIGNEUL

(Marne)

SOCIETE TROMECRECHERCHE DU COEFFICIENT DE PERMEABILITE EN LABORATOIRE
DE CRAIE MICRONISEE ET DE CRAIE BROYEE COMPACTEE EN VUED'ETANCHEITE EN FOND DE DECHARGENOTE DE SYNTHESE1 - GENERALITES

A la demande de la Société TROMEC, le B.R.G.M. (Service géologique régional Nord-Pas-de-Calais à Lezennes (Nord) et Service géologique régional Champagne-Ardenne à Reims (Marne)), a procédé à l'étude de perméabilité de craie micronisée et de craie broyée compactée en vue de leur utilisation en tant qu'étanchéité du fond d'une décharge contrôlée à Vesigneul (Marne).

Les matériaux fournis par la Société Tromec, provenaient, d'une part de l'usine OMYA pour la craie micronisée et, d'autre part du fond de la carrière de Vésigneul.

Les essais de perméabilité ont été réalisés dans le laboratoire du Service géologique régional Nord-Pas-de-Calais à Lezennes (Nord).

Les résultats et les conclusions que nous pouvons en tirer font l'objet de la présente note.

2 - MODE OPERATOIRE

Les manipulations effectuées sont les mêmes que pour l'étude de la carrière de Somme-Vesle (note 81 NPC-CH.A 27 du 27 avril 1981).

Pour la craie de fond de carrière les étapes furent les suivantes :

- a - mesure de teneur en eau et de densité sur le matériau brut
- b - pré-broyage et passage à l'étuve afin d'obtenir une craie sèche
- c - broyage définitif et tamisage (tamis maille carrée 2mm)

- d - une fois le tamisage effectué des sacs de matériau sont préparés à différentes teneurs en eau, de part et d'autre de l'Optimum estimé, hermétiquement fermés et laissés 24 heures afin de permettre une homogénéisation. Chaque sac correspond alors à 1 point de la courbe Proctor.
- e - réalisation des essais Proctor et passage à l'étuve des moules compactés afin d'en déterminer la teneur en eau et la densité sèche exactes
- f - préparation du moulage pour l'essai de perméabilité à la teneur en eau de l'Optimum Proctor Modifié
- g - réalisation de l'essai de perméabilité
- h - démoulage et vérification de la teneur en eau et du degré de saturation de l'échantillon en divers points.

La réalisation de l'essai en lui-même se fait de la façon suivante :

- i - mise en saturation du moulage (4 à 12 heures pour la craie)
- j - exécution d'essais à différentes pressions, celles-ci étant obtenues par mise en charge d'une bouteille séparatrice eau-azote afin de diminuer les temps d'essai.

Pour la craie micronisée, l'étude a commencé à la phase d.

3 - RESULTATS OBTENUS ET COMMENTAIRES

Nous avons joint, en annexes I-a et I-b, les courbes Proctor Modifié des deux types de craie.

Les valeurs d'Optimum sont les suivantes :

craie de fond de carrière	: $W_{OPM} = 18 \%$
	: $\gamma_d = 1,68$
craie micronisée	: $W_{OPM} = 15 \%$
	: $\gamma_d = 1,75$

Ces deux courbes ont des allures assez différentes ; on note pour la craie micronisée une densité sèche très élevée par rapport à toutes les manipulations effectuées à

ce jour. Cependant elle présente une inflexion brutale de part et d'autre du maximum ce qui montre sa sensibilité à l'eau.

La craie de fond de carrière donne une courbe beaucoup plus classique avec cependant un optimum assez élevé en densité.

Les essais de perméabilité ont été suivis pendant une durée relativement longue.

31 - Craie micronisée

Les valeurs ont été mesurées à 4h, 28h et 5 jours pour une pression d'entrée de l'ordre de 0,1 bar.

temps	4 h	28h	5 jours
perméabilité en m/s	$1,4 \cdot 10^{-9}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$0,97 \cdot 10^{-9}$

On retiendra donc pour la craie micronisée une perméabilité de 10^{-9} m/s pour un compactage à l'Optimum Proctor Modifié.

32 - Craie de fond de carrière

Pour cet essai nous avons commencé les essais après stabilisation de la saturation. Pour ce faire, 11 mesures ont été réalisées et seules les 6 dernières (après 4 jours de mise à saturation) ont donné des résultats stables.

Les valeurs mesurées oscillent de 10^{-6} à $6 \cdot 10^{-7}$ m/s. On peut donc retenir une valeur de 10^{-6} m/s comme coefficient de perméabilité de ce matériau.

33 - Remarques

331 - Craie micronisée

Ce matériau offre du strict point de vue perméabilité un comportement satisfaisant au règlement en vigueur pour les sites de classe II (10^{-6} m/s \leq K \leq 10^{-9} m/s).

Nous attirons cependant l'attention sur les difficultés rencontrées pour sa mise à teneur en eau, dues essentiellement à sa granulométrie très fine qui réclame un temps de repos important entre l'adjonction d'eau et le compactage afin d'obtenir une bonne homogénéité.

332 - Craie de fond de carrière

La perméabilité obtenue est à la limite des tolérances réglementaires pour les sites de classe II. Il sera donc nécessaire en cas d'utilisation de cette solution de procéder sur chantier à un contrôle très strict tel que celui énoncé dans notre note 81 NPC-CH.A 27 concernant la combe de Somme-Vesle et que nous rappelons ci-dessous :

333 - Dispositions de contrôle et de mise en oeuvre

Ces résultats sont le fruit d'une manipulation de laboratoire et ils ne pourront être retrouvés in situ qu'à la condition de procéder, avec les engins de terrassement et de compactage, à un traitement de matériau similaire et ceci avec une attention particulière.

Il est donc indispensable de prévoir, lors des travaux, un contrôle très strict du broyage, du compactage, de la teneur en eau et de l'homogénéité du traitement surtout en ce qui concerne la craie de fond de carrière. En cas d'absence de ces contrôles, la probabilité d'obtention de la valeur de perméabilité citée ci-dessus pour ce matériau sera très faible voire nulle.

C'est pourquoi nous préconisons, afin d'assurer une étanchéité satisfaisante, la réalisation d'une planche d'essai avec un suivi soutenu de celle-ci et des contrôles ponctuels sur le site définitif.

Il serait souhaitable que celle-ci soit réalisée avant le démarrage du chantier mais pour des raisons de coût (déplacement et immobilisation de matériel) elle pourrait se faire au début des travaux.

Ces contrôles consistent en :

- des mesures de granulométrie du matériau broyé
- des mesures d'épaisseur obtenue
- des vérifications de teneurs en eau avant compactage

- des mesures de densité par nucléo-densimètre après compactage
- la réalisation de plusieurs essais de perméabilité in situ type Muntz sur la surface finie

Ces étapes nous paraissent indispensables pour la bonne réalisation de l'étanchéité.

Au cas où cette solution ne serait pas jugée satisfaisante pour assurer la protection de la nappe aquifère, il faudrait alors avoir recours à tout autre type d'étanchéification, par apport de terrain imperméable ou traitement de sol à la bentonite.

4 - CONCLUSIONS

A la demande de la Société TROMEC nous avons procédé à la recherche du coefficient de perméabilité de deux types de craie provenant d'une carrière à Vesigneul (Marne).

Les coefficients de perméabilité obtenus correspondent aux normes préconisées par les Directives du Ministère de l'Environnement pour les sites de classe II (craie broyée du fond de la carrière 10^{-6} m/s - Craie micronisée 10^{-9} m/s).

Le contrôle qui sera à réaliser sur le site dépendra donc de la solution retenue.

Dans les deux cas cependant il faudra procéder à un contrôle de teneur en eau et compactage ainsi qu'à la vérification de la perméabilité obtenue. Pour la craie de fond de carrière on ajoutera un contrôle de broyage au préalable.


On se reportera au chapitre 3 pour les résultats et les commentaires de ceux-ci.

Nous restons à la disposition du maître d'ouvrage pour lui fournir tout renseignement complémentaire concernant cette note ainsi que pour étudier et réaliser les contrôles sur le site dans le cadre d'une mission ultérieure.

Vu par :

A.DIEUDONNE, responsable du
Service Géotechnique
Service géologique régional Nord-
Pas-de-Calais du B.R.G.M.

Rédigé par :

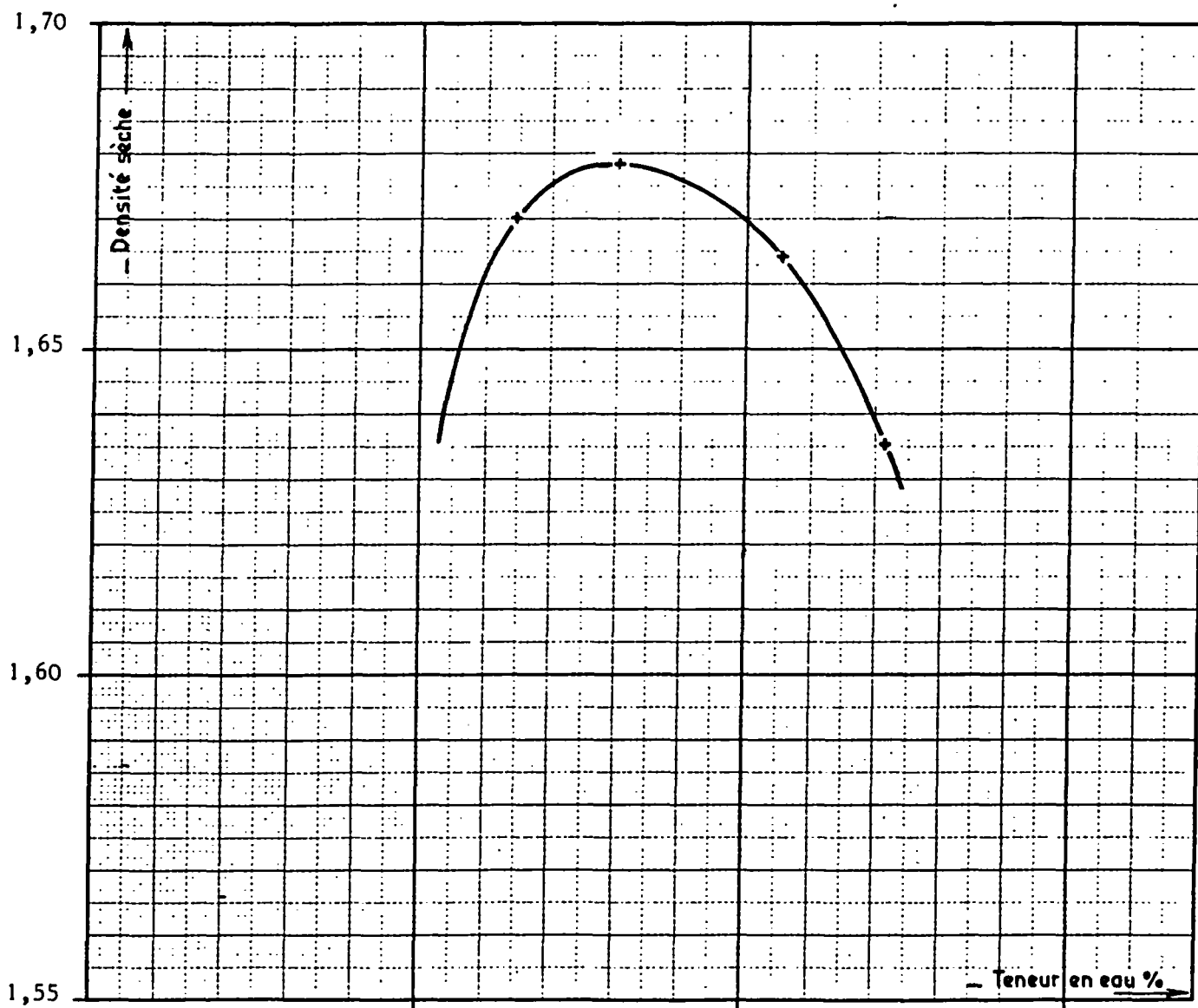

J-C1. PINTE, Ingénieur géotechnicien
Service géologique régional Nord-Pas-
de-Calais du B.R.G.M.

- ESSAI PROCTOR -
MODIFIÉ

OPM WZ = 18.0 %

$\sigma_d = 1.68 \text{ t/m}^3$

Matériau : craie fond de carrière broyée 0/2mm

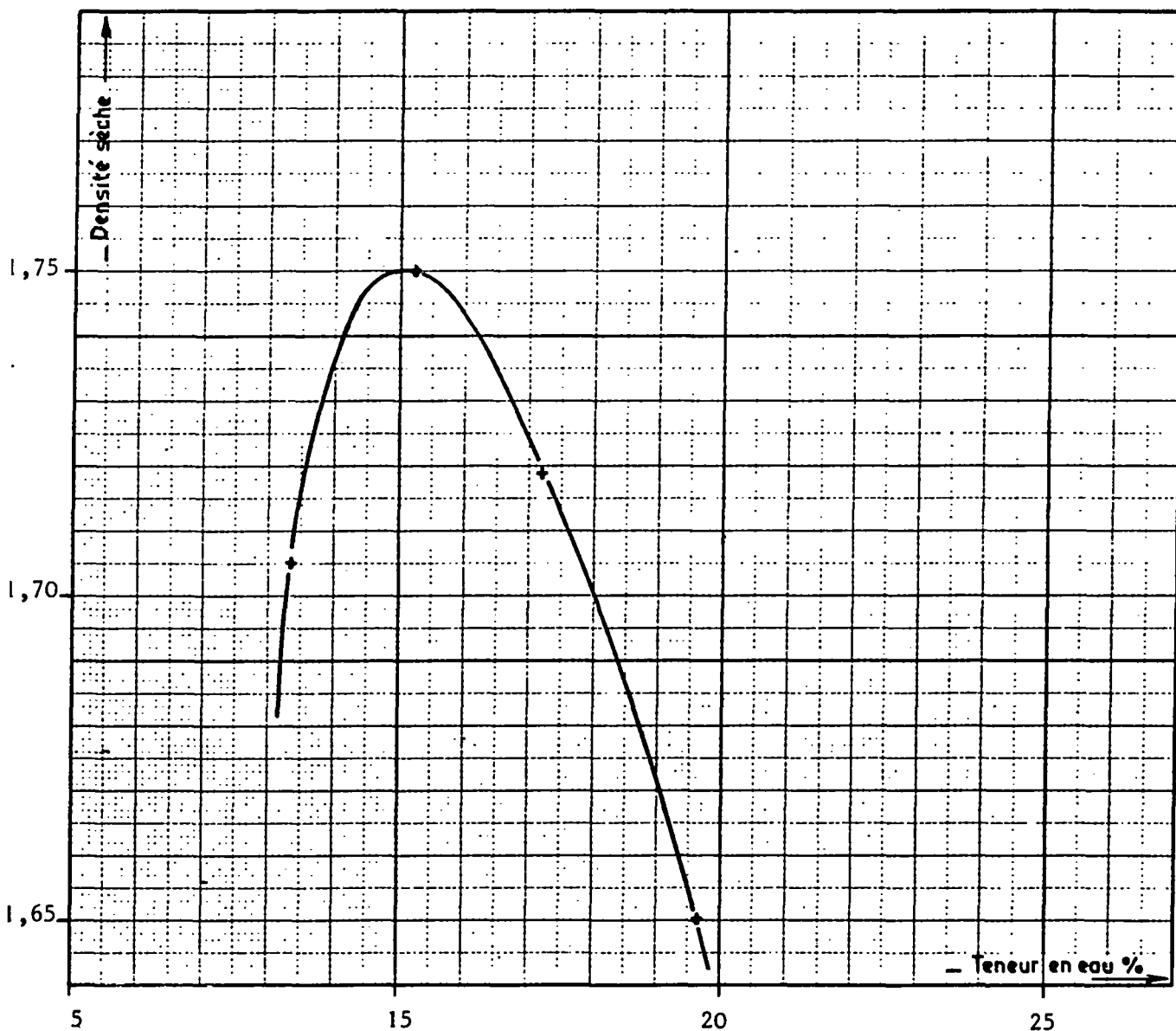


- ESSAI PROCTOR -
MODIFIÉ

OPM W% = 15.0 %

$\gamma_d = 1.75 \text{ t/m}^3$

Matériau : craie micronisée



CARRIERE DE MONTRION
TABLEAU DES RESULTATS DES ESSAIS D'ABSORPTION
EFFECTUES AU SONDAGE P1

TEMPS EN MINUTES	NIVEAU D'EAU EN METRES	DEBIT ABSORBE EN LITRES/MINUTE
ADDITION D'EAU : absorption immédiate		
----- ADDITION D'EAU -----		
0	0	entre 0 et 5 m : 0,27 l/mn
70	0,94	
140	1,57	
173	1,81	entre 1 et 5 m : 0,17 l/mn
----- ADDITION D'EAU -----		
0	0,24	entre 0 et 5 m : 0,17 l/mn
220	2,08	
----- ADDITION D'EAU -----		
0	0	entre 0 et 5 m : 0,11 l/mn
840	4,63	
----- ADDITION D'EAU CONTINUE -----		
0	3,00	entre 3 et 5 m : inférieur à 0,27 l/mn
12	2,85	
----- ADDITION D'EAU -----		
0	2,00	entre 2 et 5 m : 0,20 l/mn
5	2,04	
20	2,20	
47	2,47	
51'20"	2,51	
----- ADDITION D'EAU (plusieurs remplissages)-Jaugeage = 20 l/m -----		
0	0,92	entre 1 et 5 m : 0,70 l/mn
1'30"	0,98	
26'	1,83	

TEMPS EN MINUTES	NIVEAU D'EAU EN METRES	DEBIT ABSORBE EN LITRES/MINUTE
ADDITION D'EAU (plusieurs remplissages)		
0	0	entre 0 et 5 m : 1,46 l/mn
11	0,76	
13	0,89	
ADDITION D'EAU CONTINUE-Jaugeage 21,3 l/m		
0	0	entre 0 et 5 m : 1,20 l/mn
15'	0 (niveau stabilisé)	

CARRIERE DE MONTRION
TABLEAU DES RESULTATS DES ESSAIS D'ABSORPTION
EFFECTUES AU SONDAGE P2

TEMPS EN MINUTES	NIVEAU D'EAU EN METRES	DEBIT ABSORBE EN LITRES/MINUTE
ADDITION D'EAU		
0	0	
1'30"	0,41	entre 0 et 5 m : 8,5 l/mn
11'	0,65	entre 0,50 et 5 m:0,24 l/mn
50'	1,02	
ADDITION D'EAU CONTINUE		
0	0	
10'	0	entre 0 et 5 m : 5 l/mn
ADDITION D'EAU		
0	0,73	
240	2,14	entre 1 et 5 m : 0,12 l/mn
ADDITION D'EAU		
0	0,38	
855	3,92	entre 0,50 et 5 m:0,08 l/mn
925	4,05	entre 4 et 5 m : 0,04 l/mn
ADDITION D'EAU - Jaugeage = 20 l/m		
0	3,56	
12'	3,585	entre 3,50 et 5 m:0,05 l/mn
20'	3,605	
ADDITION D'EAU		
0	1,07	
4	1,12	
37	1,49	entre 1 et 5 m : 0,23 l/mn
40	1,52	
ADDITION D'EAU		

TEMPS EN MINUTES	NIVEAU D'EAU EN METRES	DEBIT ABSORBE EN LITRES/MINUTE
0 31	1,05 1,38	entre 1 et 5 m : 0,21 l/mn
----- ADDITION D'EAU -----		
0 19 21'30"	0 0,83 0,86	entre 0 et 5 m : 1,2 l/mn entre 0,80 et 5 m:0,24l/mn
----- ADDITION D'EAU CONTINUE - Jaugeage = 31 l/m (entre 0 et 1 m) -----		
0 10	0,50 0,50	entre 0,50 et 5 m:1,60l/mn

TABLEAU DES MESURES EFFECTUEES SUR LES POINTS D'EAU DANS LE VOISINAGE DE LA CARRIERE

INDICE DE CLASSEMENT CLASSEMENT	DESIGNATION	PROFONDEUR EN m	COTE DU REPERE EPD	NIVEAU D'EAU MESURE (Fin avril 82) en mètres	COTE ABSOLUE DU PLAN D'EAU
189-2-5	Puits incendie SAINT-GERMAIN-LA-VILLE	5,10	85,8	1,85	83,9
189-2-7	AEP du Mont-Louvet	18,50	86,8	2,42	84,4
189-2-8	Puits incendie CHEPY	3,90	87,2	0,89	86,3
189-2-17	Piézomètre décharge CHEPY	32,60	121	23,74	97,3
189-2-x	Puits privé	/	86	2,61	83,4
189-2-y	Puits privé	/	86	1,50	84,5
189-3-4	AEP FRANCHEVILLE	29	104,5	7,79	96,7
189-3-5	AEP MARSON	46,30	128,8	21,99	106,8
189-6-18	Puits privé	11,20	93	10,10 (en pompage)	82,9
189-6-19	AEP POGNY	18,70	92,9	7,10 (en cours pompage)	85,8
189-6-21	Puits privé	3,90	91	2,50	88,5
189-6-22	AEP OMEY	80,40	121,2	30 (après pompage)	91,2
189-6-x	Puits privé	/	90	6,35	83,6