

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

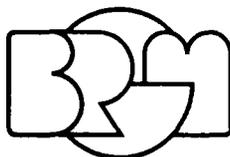
B.P. 6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél.: (38) 63.80.01

**Direction départementale de l'Équipement
de la Seine-maritime
Département de la Seine-maritime**

**EVACUATION DES EAUX PLUVIALES DE LA ZONE
INDUSTRIELLE DE BOLBEC (Seine-maritime)
PAR INFILTRATION DANS LE SOL**

par

P. de LA QUÉRIÈRE



Service géologique régional PICARDIE – NORMANDIE

18, rue Mazurier, 76130 Mont-Saint-Aignan – Tél.: (35) 70.38.64

LISTE DES DESTINATAIRES DU RAPPORT

Direction départementale de l'Équipement de la Seine-maritime
Département de Seine-maritime

EVACUATION DES EAUX PLUVIALES DE LA ZONE INDUSTRIELLE DE BOLBEC (76)
PAR INFILTRATION DANS LE SOL

/ 78 SGN 093 PNO /

7 ex Direction départementale de l'Équipement de Seine-maritime
selon diffusion ci-dessous effectuée par M. Blondel (GEP)

2 ex président syndicat mixte de la vallée du Commerce
1 arrondissement du Havre
1 subdivision des P & C Bolbec
1 service de l'industrie et des mines haute Normandie
2 GEP

2 ex Bibliothèque Orléans
1 DG Paris
1 DRE puis SGN/HYD
1 Arts graphiques

1 Bibliothèque Amiens
1 " Caen
1 " Mont-Saint-Aignan

1 J.C.Roux
1 P. de La Quèrière

1 Circulation dans les S.G.R

2 Réserve

EVACUATION DES EAUX PLUVIALES DE LA ZONE INDUSTRIELLE DE BOLBEC
(Seine-maritime) PAR INFILTRATION DANS LE SOL

R E S U M E

Cette étude réalisée sur crédits du Ministère de l'Équipement (direction de la Seine-maritime, groupement d'études et de programmation) a pour objet de tester les possibilités d'infiltration dans le sol pour calculer le réseau d'évacuation des eaux pluviales de la future zone industrielle de Bolbec. Un essai d'absorption sur un forage a donc été réalisé suivant la méthode Nasberg Terletskata. La perméabilité calculée est forte ($1,8 \times 10^{-4}$ m/s) et les possibilités d'absorption sont élevées. Les débits de fuite calculés par la subdivision de l'Équipement de Bolbec seront donc largement absorbés.

L'ouvrage le plus économique et le plus facile d'entretien est un puits de 35 m de profondeur de 1m de diamètre. Cependant les installations de déshuilage sont très onéreuses. Il conviendrait alors de comparer leur coût à celui d'une augmentation du volume des bassins donc de leur emprise en surface, à savoir coût supplémentaire du terrassement, mais surtout manque à gagner sur la surface non vendue. Une solution pour réduire le débit à déshuiler consisterait à réaliser une prise d'eau à 0,50 m du fond qui évacuerait la différence entre le débit de fuite total et le débit à déshuiler et serait reliée directement au puits.

T A B L E D E S M A T I E R E S

	<u>Pages</u>
RESUME	
1 - INTRODUCTION	1
2 - TEST DE LA ZONE	2
21 - Reconnaissance du vallon du Beau soleil	2
22 - Test d'absorption de la zone industrielle	3
3 - APPLICATION DES RESULTATS AU PROJET DE LA ZONE INDUSTRIELLE	6
31 - Contraintes techniques	6
32 - Prévisions de débit sur les deux types d'ouvrages	6
33 - Coût des opérations	7
331 - Coupe technique des ouvrages et prix	7
332 - Coût des déshuileurs	8
CONCLUSION	10

A N N E X E

Feuille d'observation de l'essai d'infiltration

L I S T E D E S F I G U R E S

- 1 - Plan de situation à 1/25 000
- 2 - Zone industrielle : plan de l'assainissement, situation des bassins
- 3 - Coupe géologique et technique du forage d'essai
- 4 - Coupes techniques des ouvrages définitifs
- 5 - Projet type Franceaux en vue de réduire le débit à déshuiler pour prise de fond
- 6 - Détail de la prise d'eau complémentaire dans le bassin

1 - INTRODUCTION

A la demande du groupement d'études et de programmation de Rouen, le B.R.G.M a étudié les possibilités d'évacuation des eaux pluviales de la future zone industrielle de Bolbec.

Cette zone sera située au NE de Bolbec, au sud de la voie ferrée Rouen - Le Havre, depuis le chemin départemental 149 jusqu'au lieu-dit "la Fosse Gauthier (fig. 1).

Elle est implantée sur le plateau entre + 130 et + 140 m d'altitude ; la superficie totale prévue est de 1,5 km² ; cependant on n'envisage de construire qu'en première phase la partie nord située le long de la voie ferrée ; la superficie est alors réduite à 49,7 hectares. Les eaux de ruissellement de cette partie nord se dirigeront vers la voie SNCF qui se situe en bordure d'un thalweg.

Pour des raisons topographiques, les eaux de ruissellement seront collectées dans 5 bassins récepteurs (fig. 2) ; on sait que les débits de pointe de ruissellement atteignent des valeurs élevées dès que la pente et la surface deviennent un tant soit peu importantes.

On a vu dans l'étude d'assainissement de la région rouennaise que les débits d'infiltration en puits étaient nettement plus faibles, de 50 l/s en plateau à 200 ou 300 l/s en vallée sèche. D'autre part le coût des canalisations capables d'évacuer le débit de pointe est prohibitif.

Tous ces facteurs imposent donc la création de bassins tampons. Les calculs ont été effectués par la subdivision de la direction départementale de l'Equipement ; nous les résumons dans le tableau ci-dessous :

Zone	Surface ha	Coefficient d'imperméabilisation	Q pointe l/s	Q fuite l/s	Volume bassin m ³
1	6	0,61	820	75	1620
2	7,4	0,52	800	80	1700
3	8,5	0,55	850	30	2400
4	6	0,44	650	30	1320
5	21,8	0,22	600	80	2180

La présence de la voie ferrée a obligé la direction départementale de l'Equipement à prendre en compte des pluies de fréquence centennale, de façon à minimiser au maximum possible les risques éventuels de dégradation.

2 - TEST DE LA ZONE

Le B.R.G.M a été chargé de réaliser un test préliminaire sur la zone industrielle de façon à avoir au départ une valeur du débit d'infiltration possible en plateau et la comparer avec les résultats obtenus sur les plateaux nord et est de l'agglomération rouennaise.

Il était possible soit d'envisager un essai dans le vallon du Beau soleil, soit sur le plateau directement ; les résultats de l'étude de la direction départementale n'étaient pas connus, d'autre part se posait le problème d'alimentation en eau du chantier pour l'essai d'absorption.

21 - Reconnaissance du vallon du Beau soleil

211 - Le montant du crédit disponible nous a permis de réaliser un sondage de reconnaissance dans le vallon du Beau soleil ; si cette reconnaissance s'avérait positive, par rapport à un test sur le plateau, on pourrait envisager de transformer éventuellement dans une phase ultérieure ce sondage en forage d'essai et introduire dans les calculs de coût de l'assainissement une hypothèse de rejet dans ce vallon.

Enfin, l'intérêt était d'avoir éventuellement une cote du toit du Gault qui est le substratum de l'aquifère.

Il faut dire que les problèmes posés se situaient :

- au niveau de l'alimentation en eau du forage d'essai qui aurait nécessité une très grande longueur de conduites provisoires piquées sur un réseau d'adduction de faible possibilité ;
- au niveau de la desserte de la zone industrielle en conduites définitives où leur longueur à priori admissible serait de l'ordre du kilomètre, étant donné les conditions topographiques.

Il faut souligner aussi l'existence des bassins de la sucrerie de Nointot qui imposait de se placer assez loin dans le vallon.

212 - Le sondage a été réalisé à côté du petit chemin qui prend sur la route D 173 à 150 m du pont de chemin de fer ; il était situé à l'aval des bassins de la sucrerie ; ses coordonnées sont les suivantes : (fig. 1)

x = 465,625
y = 211,650
z = + 100 environ.

Il a été effectué au marteau fond de trou au

diamètre de 180 mm de 0 à 3 m, de 140 mm de 3 à 16 m et de 115 mm de 16 à 27 m, profondeur à laquelle le sondage a été arrêté. Ces réductions successives de diamètre, avec pose de tubage-guide provisoire ont été nécessitées par l'état du terrain.

La coupe géologique relevée est la suivante :

0 à 2 m	terre et silex
2 à 21	sables verts
21 à 27	perte totale d'air sans remontée de sédiments, avec rencontre de blocs durs alternant avec des vides importants.

A partir de 21 m, des odeurs de boue de sucrerie ont remonté par l'orifice témoignant de la pénétration de l'eau de décantation dans l'aquifère par des fissures.

Les sables verts rencontrés appartiennent au Cénomaniens ; on sait qu'ils peuvent être épais puisque leur puissance atteint 40 m à Bréauté ; mais elle est réduite à 17 m à Nointot et à 20 m à St Eustache. Le sondage se situe à 800 m au NE du trajet estimé de la faille Fécamp-Bolbec ; la présence de vides, la puissance observée 30 m qui n'est certainement pas complète, nous amènent à admettre que le sondage se trouve sur un compartiment fracturé dans l'emprise de la faille, où se sont développés des réseaux de diaclases.

213 - Les conséquences que l'on peut supposer à priori se répercuter sur le problème des rejets sont les suivantes :

- entraînement des polluants dans la nappe sans possibilité de dégradation étant donné leur rapide propagation ;

- faible amortissement du rejet au sein du réservoir et répercussions quantitatives possibles à l'exutoire. Cet aspect serait à étudier très soigneusement et demanderait à injecter de très grandes quantités d'eau à fort débit pour étudier l'éventuel amortissement de l'onde "de crue" et son influence sur l'exutoire aval.

22 - Test d'absorption de la zone industrielle

221 - La méthode utilisée est la suivante : on réalise un forage dans lequel on injecte de l'eau pour obtenir un ou plusieurs couples stables débit/hauteur d'eau dans l'ouvrage ; on sature le milieu et l'écoulement est permanent. Il s'agit de la méthode Nasberg Terletska. Ceci permet de calculer la perméabilité de l'aquifère (à l'état de saturation complète), et à partir de ce paramètre, et suivant différentes hypothèses de dimensionnement des ouvrages (diamètre, hauteur d'eau) on calcule le débit absorbé. La formule est la suivante :

$$K = \frac{0,423}{h^2} Q \log \frac{4 h}{d} \text{ avec } 25 < \frac{h}{d} < 100$$

K = perméabilité en m/s
h = hauteur de la colonne d'eau en m (stabilisée)
Q = débit d'infiltration en m³/s correspondant à h
d = diamètre du forage en m

En dehors des limites, on dispose d'abaques.

Il faut souligner aussi que les perméabilités obtenues correspondent à un certain état des pores et des fissures du milieu ; l'introduction d'une eau contenant des matières en suspension dans le milieu aurait pour effet de colmater ces pores, donc de diminuer la perméabilité.

222 - Le forage a été implanté à proximité de l'ancienne carrière de limons, juste à côté d'un dépôt d'ordures sauvages, le long de la route départementale 149. Les coordonnées du point sont les suivantes (fig. 1) :

x = 466,125
y = 211,625
z = + 133 environ

Il a été réalisé au marteau fond de trou, en 220 mm de diamètre et tubé en PVC de 160 mm de diamètre ; le tubage a été crépiné de 21 à 39 m soit sur 18 m de hauteur (fig. 3).

La coupe géologique est la suivante :

0	à 4,10 m	terre et limons
4,10	à 11	formation résiduelle à silex, argileuse, rougeâtre
11	à 12	contact argile-craie
12	à 27	craie avec banc de silex
27	à 39	craie, apparition de traces de sables verts et d'argile.

Il faut noter que le sondage a traversé le Turonien et le Cénomaniens et des vides ont été rencontrés entre 27 et 28 m de profondeur. La cote du toit des sables verts n'a pu être déterminée ; à Nointot elle est à + 86 NGF, ici on l'estime à + 100 NGF.

On peut dire que la faille a été accompagnée soit de cassures secondaires, soit de flexure qui expliqueraient la remontée de ce niveau.

D'autre part il a été trouvé des traces indiscutables d'un plan d'eau, au niveau de Bolbec, lacustre à marin, au Quaternaire ancien ; ce qui a donc fait remonter l'ensemble des niveaux d'eau ; les karsts se sont développés ensuite lors de l'abaissement du niveau général des eaux, d'autant plus que les accidents ont rejoué pendant le Quaternaire, comme il est signalé sur la notice de la carte géologique d'Yvetot ; en effet on a constaté un rejeu de 20 à 25 m de la faille de la Seine à Fréville.

223- Le forage a été acidifié avec 1200 kg d'acide à 30° Baumé et 10 m³ d'eau.

Pour réaliser l'essai, on a été amené à faire creuser une fosse étanchée par un film plastique d'une contenance de 100 m³ ; le réseau de distribution ne pouvait en effet fournir qu'un débit de l'ordre de 5 m³/h.

L'eau a été injectée au débit de 53 m³/h soit 15 l/s. Au moment de l'essai le forage s'était rebouché jusqu'à une profondeur de 35 m. Le niveau de l'eau s'est établi à une profondeur de 27 m par rapport au tube guide servant de repère ; ce qui donne une hauteur d'eau dans le forage de 8,60 m (profondeur du forage par rapport au tube guide égale à 35,60 m).

La perméabilité calculée à l'aide de l'abaque en fonction de :

- diamètre égal à 0,220 m
- Q = 0,015 m³/s
- h = 8,60 m

est égale à $1,8 \times 10^{-4}$ m/s.

Cette valeur est forte et correspond à des valeurs déterminées en vallée sèche dans le secteur de l'agglomération rouennaise.

Le volume d'eau injecté a été de 95 m³, le niveau de 27 m a été atteint au débit maximum de la pompe, il y a eu stabilisation pendant 1 h 30 avec des fluctuations ne dépassant pas 0,20 m d'amplitude autour de la hauteur moyenne de la colonne d'eau égale à 27 m.

224 - A partir de cette valeur, nous avons pu réaliser des prévisions d'absorption (en l/s) en fonction de divers dimensionnements de l'ouvrage. Nous avons pris des ouvrages pouvant recueillir une hauteur d'eau respectivement égale à 40 et 50 m et ayant un diamètre de 1 et 1,50 m. On a cependant admis deux valeurs de perméabilité, 1 et 2×10^{-4} m/s. Les résultats sont les suivants :

diamètre \ hauteur	1 m	1,50 m
40 m	170 à 200 l/s	190 à 250 l/s
50 m	260 à 300 "	280 à 350 "

Ces valeurs sont données en fonction d'une valeur constante de la perméabilité ; c'est pour cette raison que l'on cherche à injecter le maximum d'eau de façon à saturer le plus grand volume possible du terrain. Elles sont intéressantes

car l'injection de quantités d'eau dans des forages d'absorption remplace avantageusement des canalisations de grande longueur.

3 - APPLICATION DES RESULTATS AU PROJET DE LA ZONE INDUSTRIELLE

Il nous a semblé utile d'étudier en fonction des résultats acquis les projets d'assainissement et l'ingénieur de la subdivision nous a demandé de voir les solutions les plus économiques. Les coûts donnés sont relatifs à l'avant-projet sommaire.

31 - Contraintes techniques

Les valeurs de débit de fuite retenues dans le calcul de dimensionnement des bassins sont de 75, 80, 30 l/s.

Les ouvrages devront atteindre la profondeur testée entre 27 et 35 m pour se placer dans les mêmes conditions que l'essai.

On envisage des ouvrages susceptibles d'absorber des débits de 100 l/s et ne dépassant pas 35 m de profondeur ; deux solutions peuvent être étudiées, soit le puits exécuté par une entreprise locale sérieuse et connue, ayant l'habitude de ce travail et de toutes les opérations annexes, soit un forage réalisé en petit diamètre.

32 - Prévisions de débit sur les deux types d'ouvrages

Tout d'abord on a cherché à connaître le débit maximal du forage d'essai ; on a pris une hauteur d'eau de 20 m (limite de la formulation de Nasberg) et on obtient 68 l/s.

On considère un forage de petit diamètre, 250 mm, avec une hauteur de la colonne d'eau égale à 25 m. Pour une perméabilité égale à $1,8 \times 10^{-4}$ m/s le débit maximal est de 102 l/s. Pour une perméabilité que l'on ramène à 1×10^{-4} m/s, le débit est de 57 l/s.

On considère donc un puits de 1 m de diamètre, ayant une profondeur de 35 m, on peut considérer une hauteur d'eau légèrement supérieure, égale à 30 m. Les débits d'absorption sont égaux à :

184 l/s pour $k = 1,8 \times 10^{-4}$ m/s

102 l/s " $k = 1 \times 10^{-4}$ m/s

Le puits offre des possibilités d'absorption supérieures de 40 % à celles du forage. Il répond à tous les impératifs fixés dans l'étude de la direction départementale de l'Equipement, alors que le forage n'y répond que si la perméabilité est égale à la valeur supérieure de $1,8 \times 10^{-4}$ m/s.

Un autre aspect concerne l'entretien de l'ouvrage. Dans le cas d'un forage il faudra procéder à des opérations de soupapage et ensuite de nettoyage à l'air lift. Pour le puits, le nettoyage sera effectué à la benoto, avec récurage éventuel à la main ; le procédé est donc finalement plus simple.

33 - Coût des opérations

Le système global d'évacuation comprend :

- le bassin qui étalera la pointe de crue et jouera le rôle de décanteur et en moindre part de bassin de lagunage ;
- le déshuileur calculé en fonction du débit de sortie du bassin avec un débourbeur secondaire en tête ;
- le puits ou le forage.

Dans la comparaison des coûts, le choix sera fait à deux niveaux :

- entre le puits et le forage
- entre le prix du déshuileur et l'augmentation du coût du volume du bassin ; ce coût comprend à la fois le coût du terrassement, mais aussi le manque à gagner dû à la surface non vendue.

331 - Coupe technique des ouvrages et prix (fig.4)

Le forage sera creusé en 311 mm de diamètre et tubé en 250 mm. Le tubage sera plein de 0 à 15 m et crépiné de 15 à 35 m.

Le puits sera exécuté en diamètre de 1 m ; tubé en buses de 0 à 20 m ; un massif de gravier sera placé à l'extrados de la colonne, un massif d'ouvrage en béton à la base de la colonne pour la tenir ; deux niveaux de barbacanes seront placés dans la colonne entre 15 et 20 m. A partir de 20 m (vers le massif d'ouvrage) le puits sera laissé à parois nues jusqu'à 35 m.

Les coûts sont calculés en fonction de bordereaux de prix 1977 fournis par l'entreprise SADE et l'entreprise TAVERNIER.

Prix du forage :

Amenée de la sondeuse		11 200 F
Aménagement et mise en place		6 800
Creusement de 0 à 20 m	20 × 310 F	6 200
20 à 35 m	15 × 330	4 950
Tubage plein de 0 à 15 m	15 × 165	2 475
crépiné	20 × 220	4 400
		<hr/>
		36 025 F

Remarque : à rajouter une cimentation en tête du forage.-.

Prix du puits :

Creusement, pose des buses avec graviers à l'extrados et massif d'ancrage

0 à 10 m	10 × 600 F	6 000 F
10 à 20 m	10 × 650	6 500
Creusement à paroi nue		
20 à 35 m	15 × 550	8 250
Pose de 2 barbacanes de		
15 à 20 m	2 × 300	600
Tampon de couverture		200
Amenée et retrait du matériel		1 000
		<hr/>
		22 550 F

La différence de prix provient surtout de l'amenée de la sondeuse sur le terrain et de son installation.

332 - Coût des déshuileurs

Ces données ne sont qu'indicatives, car plusieurs solutions peuvent être proposées, montage d'appareil standard soit réalisation en maçonnerie avec plans et pièces fournis par le constructeur. On peut aussi, par des dispositifs techniques réalisés sur les bassins, réduire les déshuileurs dont le prix est élevé.

Nous disposons de prix et de documentation fournis par les sociétés Passavent et Goater. La première maison fournit des appareils réalisés en fonte ou en acier, la seconde en polyester (résine armée de fibres de verre).

Le débit maximal des appareils standard est égal à 10 l/s pour Passavent, 15 l/s pour Goater. Ces appareils peuvent être montés en parallèle jusqu'à 30 l/s ; au delà on prévoira une construction en maçonnerie.

Système Goater :

- 1 chambre de répartition à faire	
- 1 débourbeur	4 708 F
- 2 déshuileurs type SH 4550 à 8025 F HT l'unité	16 050
	<hr/>
	20 758 F

Système Passavent (Sté Franceaux) :

- 1 chambre de répartition à faire	
- 1 débourbeur	3 000 F
- 3 déshuileurs montés en parallèle	
- 3 Curator (à dispositif d'obturation automatique) type 6728 à 16 635 F l'unité	49 905
- 3 Servator type 6828 à 15 218 F l'unité	45 654

Le montant de la solution est compris entre 48 654 et 52 905 F.

Les systèmes Passavent semblent très bien étudiés mais leur coût est deux fois plus élevé que le système précédent ; en particulier l'appareil Curator nous semble très bien adapté à ce problème.

Une solution intermédiaire proposée par la société Franceaux qui commercialise les appareils Passavent paraît intéressante. Il s'agit de réduire le débit qui transitera par le déshuileur en réalisant une prise dans la tranche intermédiaire (entre la surface et le fond) ; elle évacuera donc la différence entre le débit de fuite total et le débit transitant par le déshuileur ; nous donnons en figure 5 à titre d'exemple un projet type que nous a adressé la société Franceaux.

Le détail de cette prise sur ce plan est à préciser ; nous avons pensé à une canalisation verticale dépassant du fond de 0,50 m, pouvant être bouchée par une boule reliée à un flotteur, guidée dans 6 rails conducteurs disposés autour de la canalisation de fond ; ce système ainsi ne permettrait pas le passage ni de l'eau de fond, ni de l'eau de surface évacuée, elle, dans le déshuileur (fig. 6).

CONCLUSION

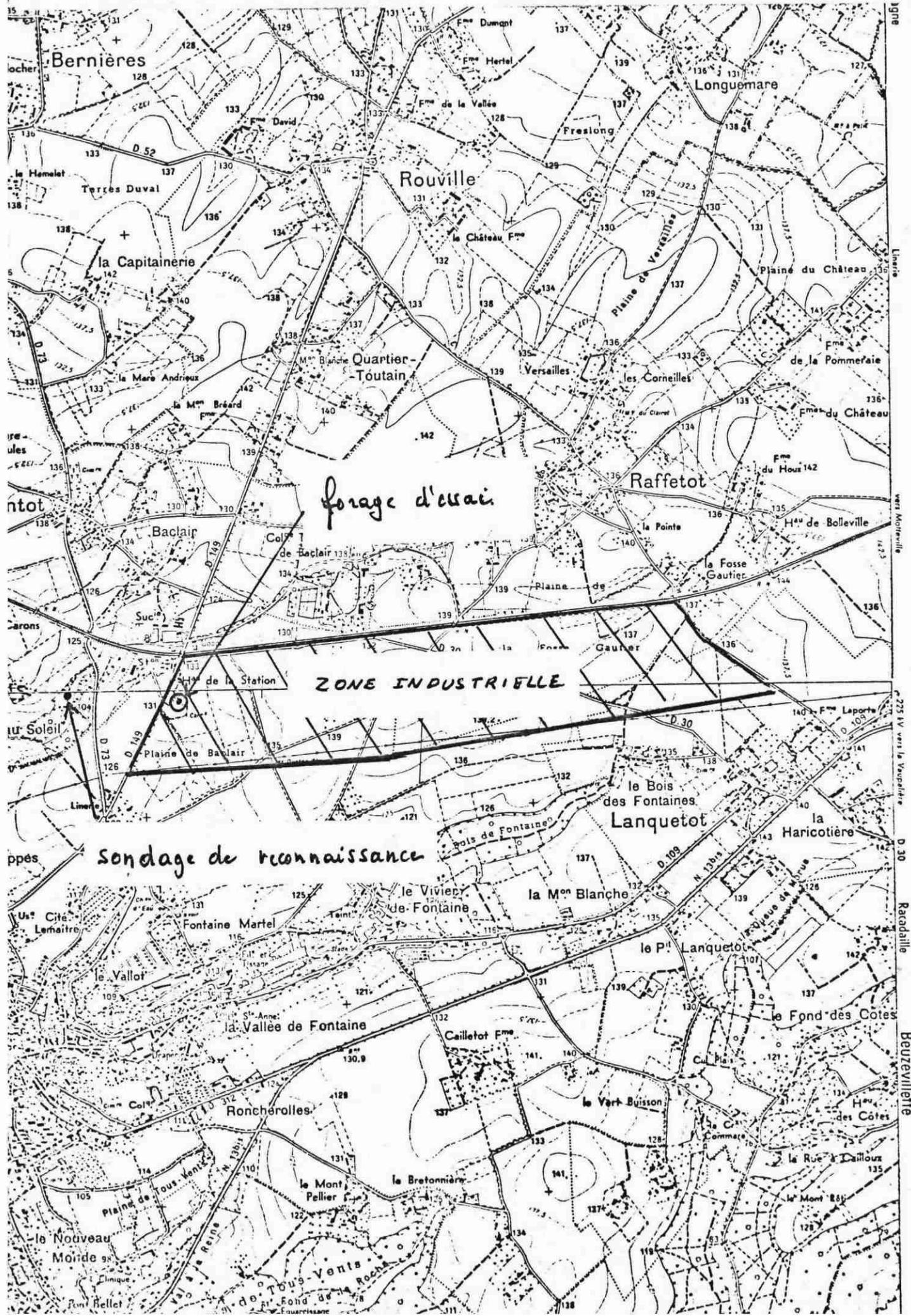
L'étude a montré que les débits d'absorption pouvaient être importants et largement suffisants pour évacuer les eaux de ruissellement issues de la zone industrielle.

Les ouvrages les plus économiques pour infiltrer ces eaux sont des puits de 35 m de profondeur busés en 1 m de diamètre. Le coût de l'installation de déshuilage est important puisqu'il correspond à au moins autant que celle du puits. Il faut noter qu'elle devra être très efficace, étant donné les risques de pollution des eaux de ruissellement. On pourra diminuer le coût du déshuilage en réduisant le débit transitant par le déshuileur, à l'aide d'une prise d'eau faite dans le bassin.

MONT-SAINT-AIGNAN, février 1978

P. de LA QUERIERE
Docteur en hydrogéologie

PLAN DE SITUATION (1/25000)

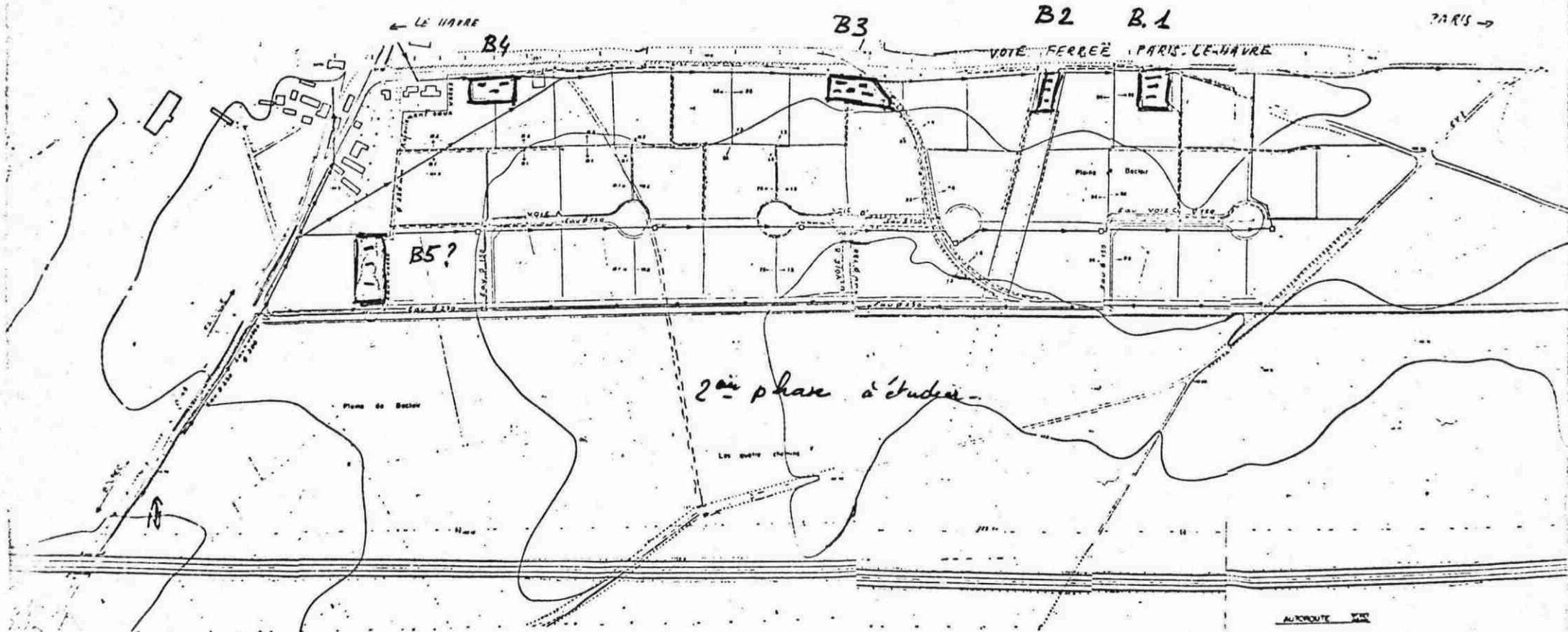


215
214
213
212
211
210
20

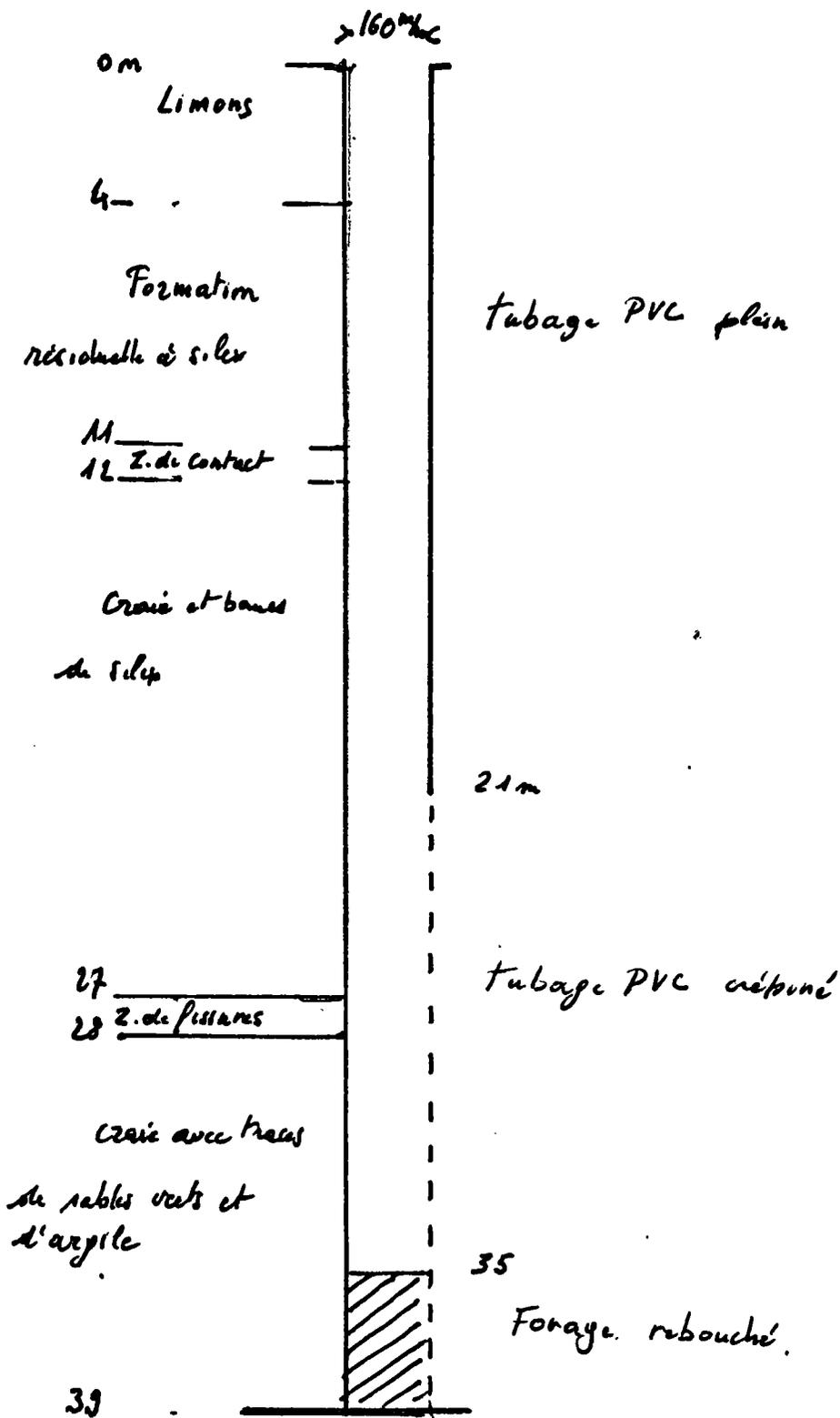
ligne
Linière
vers Montville
D. 30
Rardaille
Beuvillelette

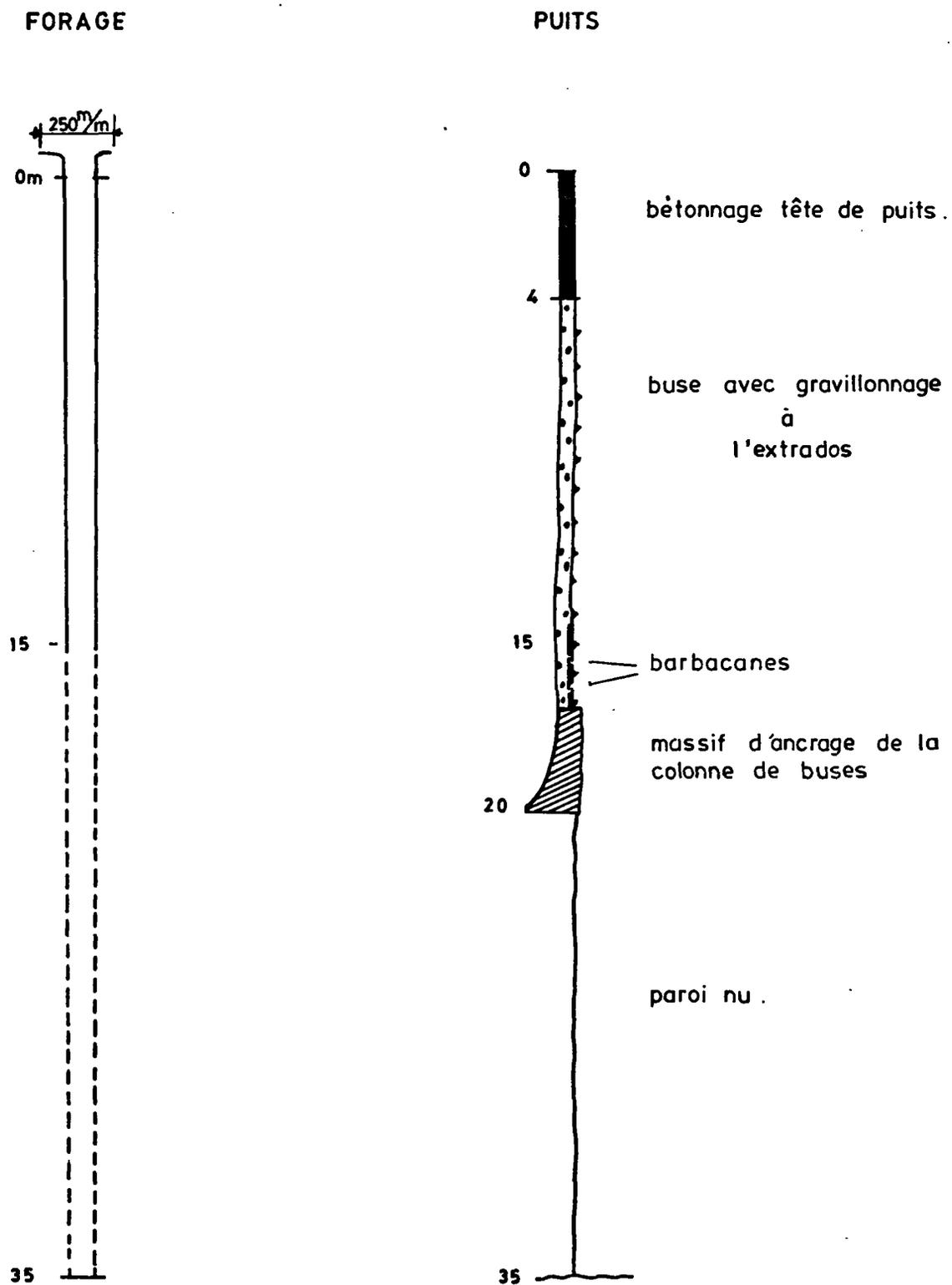
ZONE INDUSTRIELLE

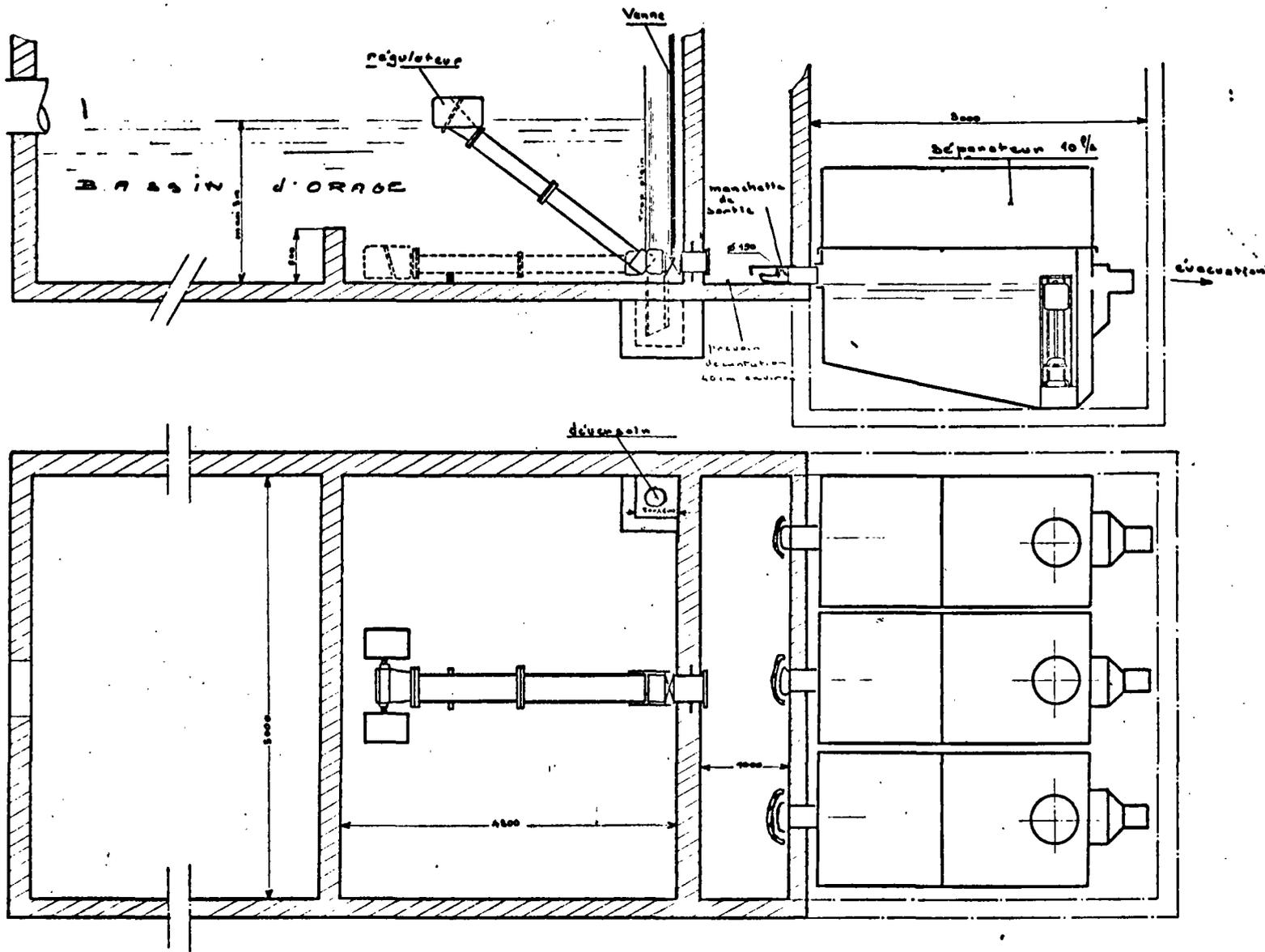
- Assainissement 1^{re} phase
- Situation des bassins récepteurs



DU FORAGE D'ESSAI



COUPES TECHNIQUES DES OUVRAGES DEFINITIFS

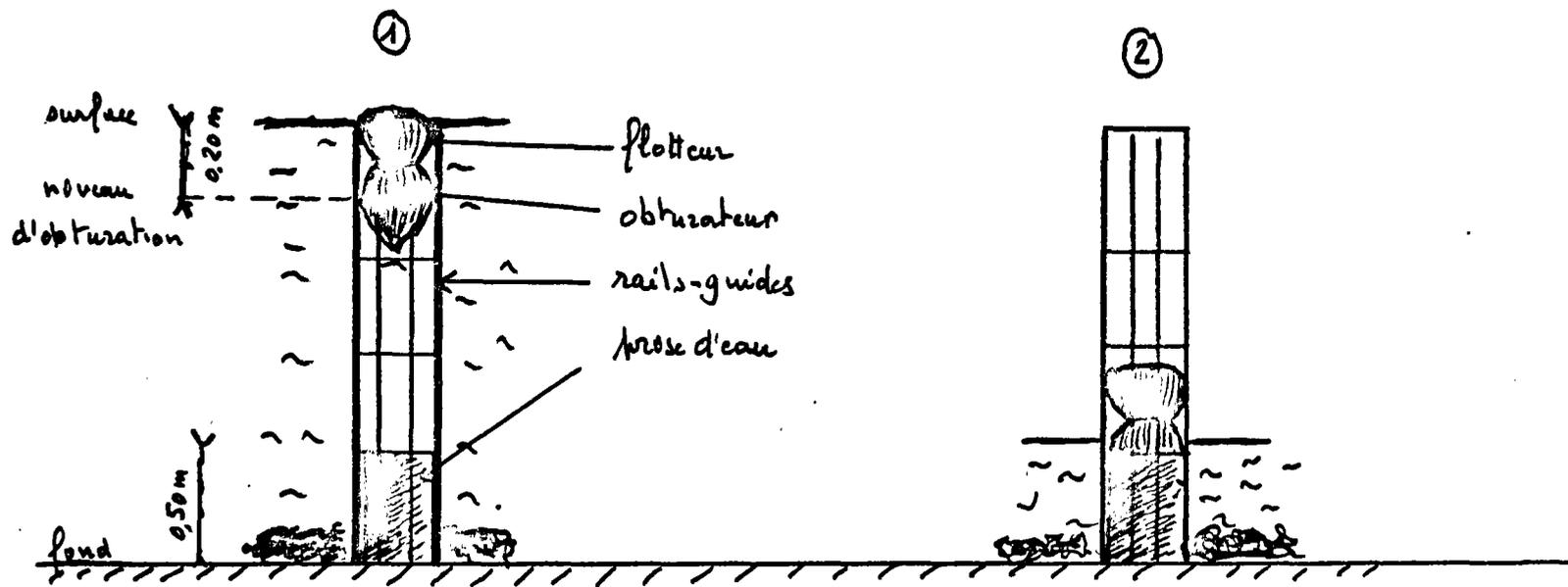


PROJET TYPE FRANCEAUX EN VUE DE REDUIRE LE DÉBIT A BESHUIJER
 PAR PRISE DE FOND

FRANCEAUX S.A.
 14, Rue Clément-Bayard
 92300 LEVALLOIS PERRET
 Tél. 739 03 00
 N° SIRET 52120062200010
 Capital 100000 F
 Cof. 200000 F

FIG. 5

DÉTAIL DE LA PRISE D'EAU COMPLÉMENTAIRE
DANS LE BASSIN.



① : surface de l'eau en position haute (bassin plein)
prise d'eau en fonctionnement.

② bassin vidé, prise d'eau obturée, eau stockée ne transitant
que par le distributeur.

Fig. 6