



document non public

Communauté Urbaine de Bordeaux

Collecteur du quai de Queyries
Etude géotechnique complémentaire

J.F. Largillier

Collaboration G. Riondy

Août 1992
R 35657 AQI 4S 92

BRGM - AQUITAINE

Avenue du Docteur-Albert-Schweitzer - 33600 Pessac, France
Tél.: (33) 56.80.69.00 - Télécopieur : (33) 56.37.18.11

RESUME

La première étude réalisée pour le collecteur d'eaux usées du quai de Queyries (dossier R 35468 AQI 4S 92) a laissé quelques incertitudes à la fois sur la coupe des sols et sur les conditions de rabattement de nappe, du fait de la proximité de la Garonne. La Lyonnaise des Eaux-DUMÉZ agissant pour le compte de la Communauté Urbaine de Bordeaux, a donc demandé un complément d'étude comportant :

- des sondages complémentaires destinés à préciser les variations d'épaisseurs de couche et en particulier de l'argile molle,
- un essai de pompage dans la nappe des sables pour tester les conditions de rabattement nécessaire pour assurer la stabilité du fond de fouille en phase travaux dans certaines portions du projet.

Le présent dossier qui vient en complément du dossier précité rend compte des résultats de cette deuxième phase d'étude.

La campagne de reconnaissance proprement dite, la mise en place du dispositif de pompage et le pompage ont été réalisés par l'entreprise TEMSOL. Le suivi de la campagne géotechnique et de l'essai de pompage ainsi que l'interprétation et la synthèse des résultats constituent la mission du B.R.G.M.

Ce complément d'étude a permis de localiser les zones où la réalisation de la tranchée de pose en toute sécurité nécessite un rabattement préalable de la nappe des alluvions, au moins à marée haute. Ce rabattement doit pouvoir être obtenu par une ligne de puits espacés de 20 mètres, d'une profondeur de 15 à 20 mètres et dans lesquels il faudrait pomper autour de 50 m³/h pour avoir un rabattement de 2 mètres minimum entre les puits. Des venues d'eau pourront également se produire dans les remblais, mais la nappe des remblais est indépendante de la nappe des alluvions et ne communique pas avec la Garonne, sauf peut-être en période de crue.

1. INTRODUCTION

La première étude réalisée pour le collecteur d'eaux usées du quai de Queyries (dossier R 35468 AQI 4S 92) a laissé quelques incertitudes à la fois sur la coupe des sols et sur les conditions de rabattement de nappe, du fait de la proximité de la Garonne. La Lyonnaise des Eaux-DUMÉZ agissant pour le compte de la Communauté Urbaine de Bordeaux, a donc demandé un complément d'étude comportant :

- des sondages complémentaires destinés à préciser les variations d'épaisseurs de couche et en particulier de l'argile molle, qui apparaissent très importantes ;
- un essai de pompage dans la nappe des sables pour tester les conditions de rabattement nécessaires pour assurer la stabilité du fond de fouille en phase travaux dans certaines portions du projet.

Le présent dossier qui vient en complément du dossier précité rend compte des résultats de cette deuxième phase d'étude.

La campagne de reconnaissance proprement dite, la mise en place du dispositif de pompage et le pompage ont été réalisés par l'entreprise TEMSOL. Le suivi de la campagne géotechnique et de l'essai de pompage ainsi que l'interprétation et la synthèse des résultats constituent la mission du B.R.G.M.

2. OBJECTIFS DU COMPLEMENT D'ETUDE

Dans la partie amont du projet, quai de Queyries, et sur 300 m environ, les sondages ont montré qu'il y avait des variations importantes et rapides de l'épaisseur de la couche d'argile imperméable qui surmonte les alluvions sablo-graveleuses très perméables et en relation avec la Garonne. D'autre part, les calculs de stabilité de fond de fouille en phase travaux ont montré que la condition de non soulèvement du fond argileux sous la poussée de l'eau de la nappe des sables n'était pas assurée à marée haute (nappe à + 2 NGF) lorsque la couche d'argile était peu épaisse. Il fallait donc :

- 1 - préciser la position de l'interface argile/sable par des sondages complémentaires dans la zone sensible ;
- 2 - vérifier les hypothèses sur les possibilités de rabattement par puits pour réaliser les travaux en toute sécurité. Rappelons que l'hypothèse avancée était un rabattement de 2 m avec un puits tous les 10 mètres d'un débit supérieur à 20 m³/h.

3. PROGRAMME D'ETUDE COMPLEMENTAIRE

Il a comporté les interventions suivantes (voir plan n° 1 et annexe 1) :

- 3 sondages de reconnaissance à la tarière (T7 à T9) de 8 m de profondeur, répartis entre les sondages existants à partir du Cz 310 jusqu'à extrémité du projet,
- la mise en place d'un dispositif d'essai de pompage situé à 19 m du sondage Cz 310 (équipé d'un limnigraphe) comportant :
 - . un puits de 300 mm de diamètre descendu dans les alluvions graveleuses les plus perméables jusqu'à la marne, soit de 19,50 m de profondeur,
 - . deux piézomètres, T10 à 5 m et T11 à 2 m du puits, descendus à 14 m de profondeur, crépinés dans les alluvions sablo-graveleuses et cimentés au-dessus,
 - . un piézomètre T12 de 4 m de profondeur dans la nappe des remblais.
- un essai de pompage ; le puits a été développé par un pompage progressif de plusieurs heures le 17 août 1992. Le pompage proprement dit a débuté le 18 août 1992 à 9 heures et a été arrêté le même jour à 14 h 30. En Garonne, la pleine mer était à 11 h et la basse mer à 18 h 30 ; le coefficient de marée était de 76.

4. COUPE GEOLOGIQUE

Les sondages complémentaires ont permis de préciser la coupe géologique le long du collecteur. On trouvera sur le plan n° 2 le nouveau profil en long géologique qui annule et remplace celui de l'étude précédente. On y remarque des variations importantes de la position de l'interface argile/sable. Ces variations se produisent longitudinalement et surtout latéralement. Il suffit pour cela d'observer les différences de coupe entre le sondage Cz 310 et le dispositif de pompage ou le sondage 1929 situé très près de ce dernier. On constate qu'entre ces deux points distants seulement de 19 m, l'interface argile/sable passe de 4,70 à 11 m de profondeur. Ceci est sans doute dû au fait qu'à proximité des berges de la Garonne, les variations d'épaisseur des couches d'alluvions sont beaucoup plus importantes et rapides que dans le reste de la plaine alluviale. Ce phénomène avait déjà été observé dans ce site (îlot Bastide) ; il se traduit également par la présence de veines d'argile dans la couche de sable ou au contraire de sable au-dessus de la couche d'argile comme c'est le cas entre les sondages T6 et T7.

Cette reconnaissance a confirmé et précisé la présence d'une épaisse couche de remblai sableux au niveau des sondages T4 et T9.

Le piézomètre T12 posé dans les remblais a bien confirmé la présence d'une nappe perchée dans ces remblais à 2,50 m de profondeur (+ 2,4 NGF) ; mais cette nappe ne semblait pas être en relation avec la Garonne, du moins pendant la période d'observation (hors crue). On constate que sur le sondage T9 il y a aussi une nappe dans les remblais sableux, mais à plus de 4,10 m de profondeur (< 0,8 NGF) c'est-à-dire sensiblement au niveau moyen de la nappe des sables sous-jacents.

5. RESULTATS DE L'ESSAI DE POMPAGE

Le pompage a débuté à 9 heures avec un débit de 22,5 m³/h qu'on a passé à 48 m³/h à 9 h 40. On trouvera sur les figures 1 et 2 les niveaux piézométriques observés avant et en cours de pompage sur le puits, les piézomètres T10 et T11 et Cz 310 et sur la figure 3, l'enregistrement brut du limnigraphe du Cz 310 entre le 18/08 à 8 h 30 et le 19/08 à 18 h 20.

Pour évaluer le rabattement provoqué par le pompage, il faut déduire des niveaux observés les fluctuations propres à la marée. Pour cela, on a utilisé l'enregistrement effectué sur le Cz 310 le lendemain du pompage comme niveau de référence ; on obtient ainsi des valeurs par défaut du rabattement car le 19.08 le coefficient de marée n'étant que de 69, la nappe est montée un peu moins haut que le 18.08 à 11 h (entre 5 et 10 cm en première approche) ; sur la figure 1, ce niveau de référence reconstitué, a l'appellation "nappe".

De ces résultats, on peut tirer les enseignements suivants :

- Pour un débit pompé de 48 m³/h on a un rabattement au puits de 3,50 m. Un calcul rapide montre que la transmissivité est de $3,3 \cdot 10^{-3}$ m²/s ce qui, pour une épaisseur d'aquifère de 8,50 m, donne une perméabilité moyenne de $4 \cdot 10^{-4}$ m/s. Cette valeur est tout à fait cohérente avec ce qui est déjà connu dans ce secteur.
- Les rabattements au moment le plus défavorable, c'est-à-dire lorsque la marée est haute (pour la nappe) sont les suivants en fonction de leur distance au puits : 1,70 à 2,00 m (T11), 1,30 à 5 m (T10) et 0,65 m à 19 m (Cz 310), ce qui donne un cône de rabattement très plat (figure 4).
- Les niveaux de quasi-stabilisation sont assez rapidement atteints (une demi-heure environ après le début du pompage) et la remontée est instantanée après l'arrêt du pompage ; en quelques minutes les piézomètres retrouvent à peu près leur niveau normal.
- Le piézomètre T12 n'a absolument pas longé, pendant l'essai (2,54 de profondeur, soit 2,20 NGF) ce qui montre que la nappe des remblais ne communique en ce point ni avec la Garonne, ni avec la nappe des sables.

ESSAI DE POMPAGE - QUAI DE QUEYRIES (18/8/92)

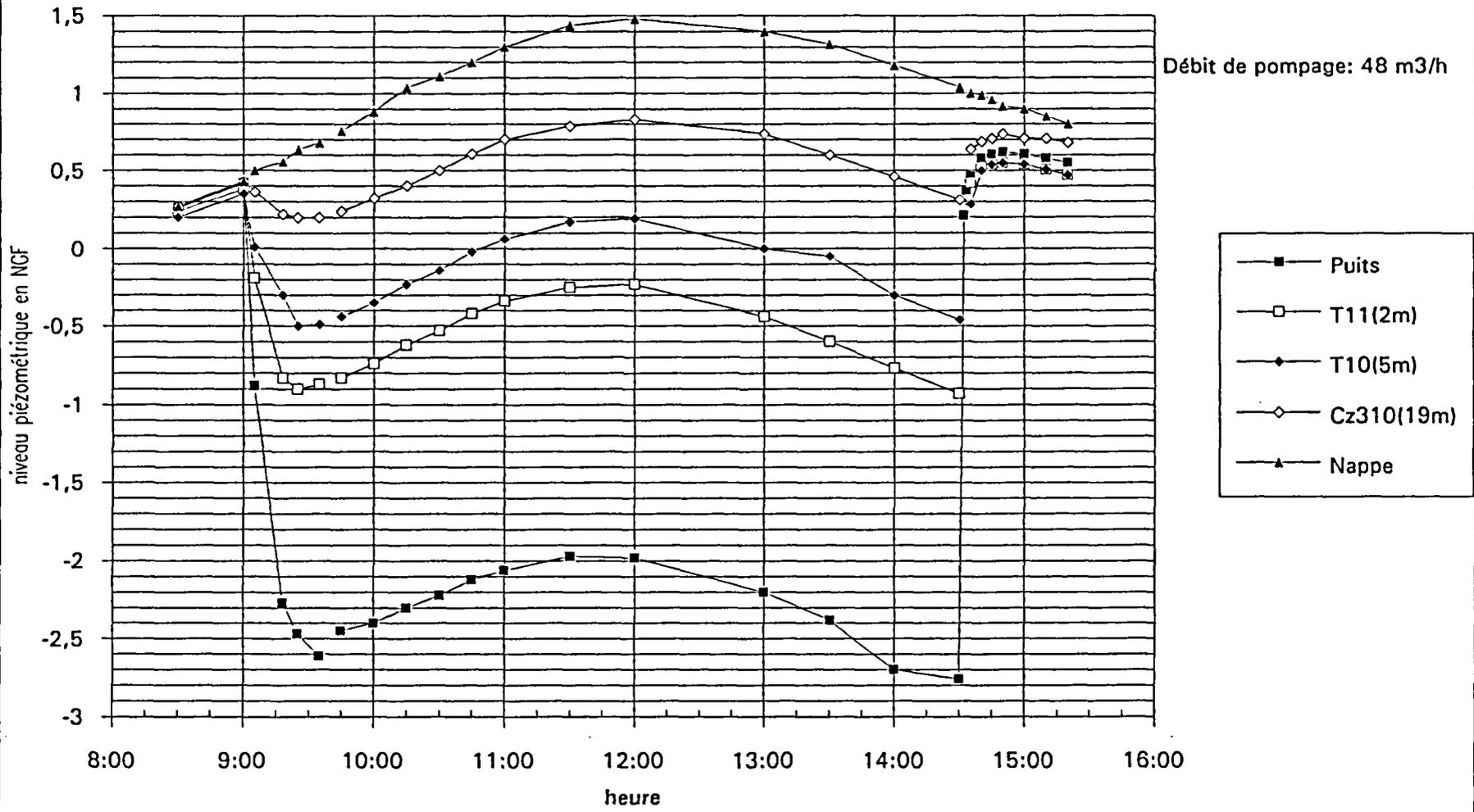
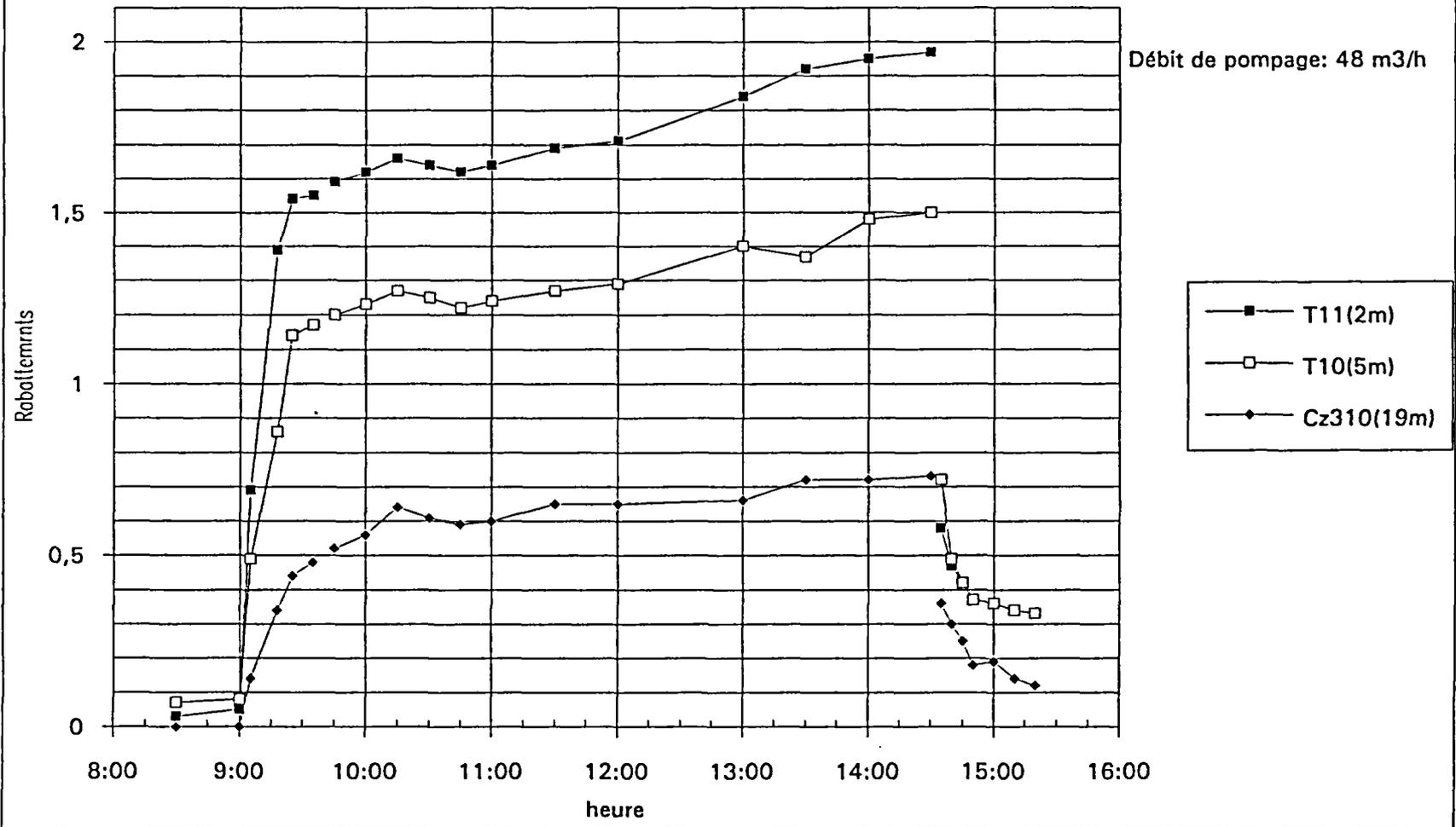


FIGURE 1
BRGM

ESSAI DE POMPAGE - QUAI DE QUEYRIES (18/8/92)



CONE DE RABATTEMENT EN COURS DE POMPAGE LE 18.8.92 A 12 H

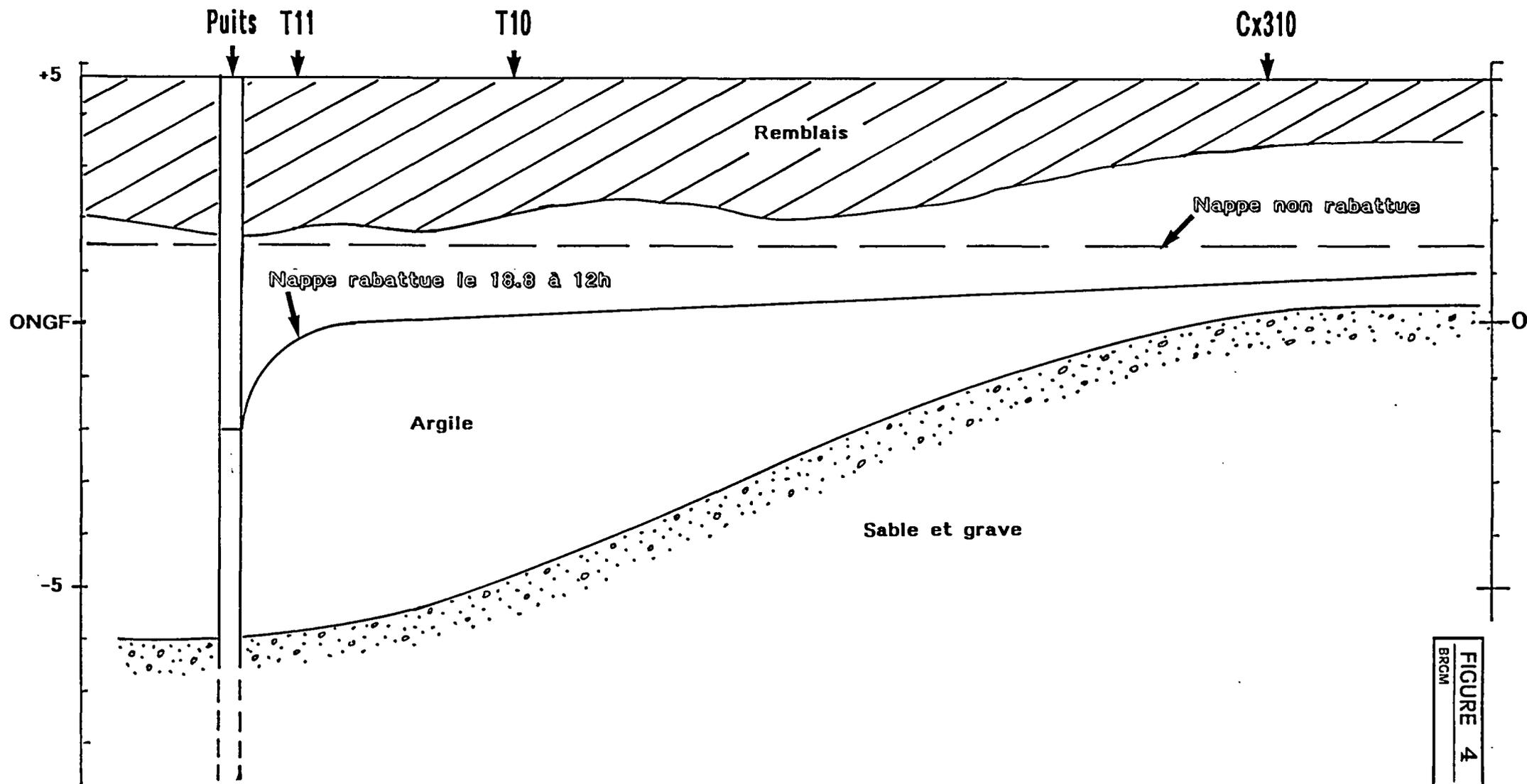


FIGURE 4
BRGM

R35657 AQ1 4S 92

6. CONSEQUENCES POUR LA REALISATION DES TRAVAUX

Cette reconnaissance complémentaire a permis de préciser certains points relatifs aux conditions de réalisation des travaux.

6.1. Zones de rabattement

La pression d'eau de la couche des alluvions sablo-graveleuses risque de soulever à marée haute le fond de fouille à marée haute là où la couche d'argile a moins de 1,50 m d'épaisseur ; ceci peut se produire à l'extrémité du projet sur 100 m environ (T6, T7) et autour de T4 sur 50 m environ. Dans ces zones un rabattement est nécessaire pour réaliser les travaux afin de maintenir le niveau piézométrique au-dessous de zéro NGF environ ; ce rabattement devrait être de l'ordre de 2 m à marée haute par fort coefficient (lors de la marée du 30.08.92 avec un coefficient de 115 la nappe est montée à + 2,38 alors que la Garonne est montée à + 4,20 NGF).

6.2. En se basant sur les résultats de l'essai de pompage, on peut obtenir un rabattement de 2 m avec des puits espacés de 20 m dans lesquels on devra pomper un débit de l'ordre de 50 m³/h. Ces dispositions devront être confirmées en début de chantier. Ces puits devront nécessairement avoir une profondeur de l'ordre de 20 mètres pour solliciter les horizons les plus perméables de la couche (graves de la base). Ils seront disposés en quinconce, le long de la tranchée et le plus près possible de celle-ci. Les rabattements étant obtenus assez rapidement, il n'est pas nécessaire de pomper en permanence ; on peut se contenter de rabattre à marée haute et de fermer les fouilles en dehors des périodes de travaux.

6.3. En surface au-dessus de la couche d'argile, on peut avoir des sols perméables (sables) constitués soit par des remblais très épais (zone de T4 à T9) soit par des alluvions sableuses (zone de T6 à T7). Ces sols peuvent contenir une nappe qui peut engendrer des difficultés pour la stabilité des parois de la fouille, mais elle paraît peu épaisse (sauf sans doute en période de crue) et un épuisement en fond de fouille devrait suffire.

7. CONCLUSION

Ce complément d'étude a permis de localiser les zones où la réalisation de la tranchée de pose en toute sécurité nécessite un rabattement préalable de la nappe des alluvions, au moins à marée haute. Ce rabattement doit pouvoir être obtenu par une ligne de puits espacés de 20 mètres, d'une profondeur de 15 à 20 mètres et dans lesquels il faudrait pomper autour de 50 m³/h pour avoir un rabattement de 2 mètres minimum entre les puits. Des venues d'eau pourront également se produire dans les remblais, mais la nappe des remblais est indépendante de la nappe des alluvions et ne semble pas communiquer avec la Garonne, sauf peut-être en période de crue.

LISTE DES PLANS

- I - Plan d'implantation des sondages.**
- II - Profil en long géologique.**

LISTE DES FIGURES

- 1 - Niveaux piézométriques en cours de pompage.**
- 2 - Rabattements sur les piézomètres en cours de pompage.**
- 3 - Enregistrement brut du limnigraphe du Cz 310.**
- 4 - Cône de rabattement.**

LISTE DES ANNEXES

- 1 - Log des sondages de la reconnaissance complémentaire.**

A N N E X E

LOG DES SONDAGES

OE. Br. 5.

7.7

250 EU

Rua MUYENS

Rua HARTENSE

5 13

010
-1 10

5 0r

4 88

Cuve

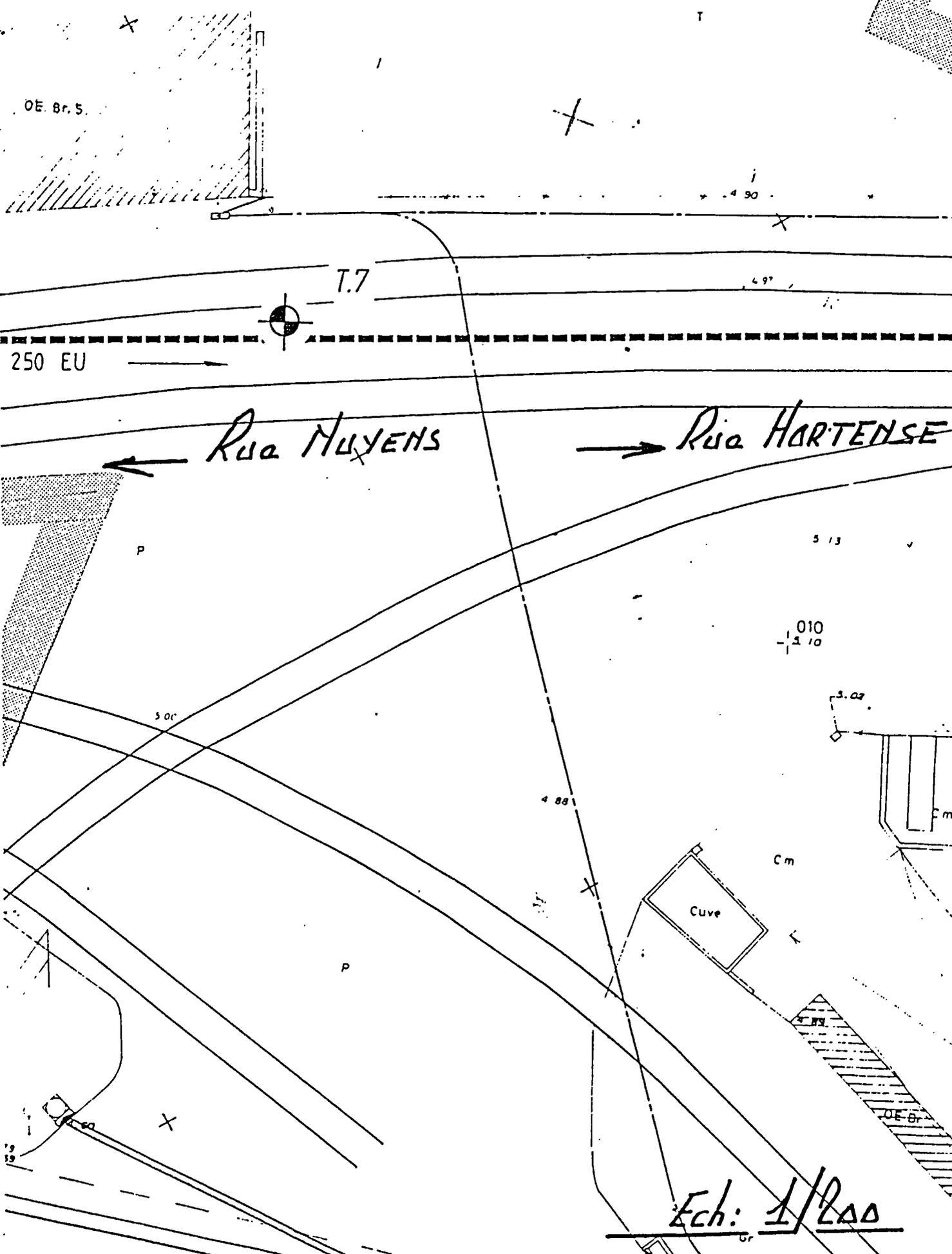
Cm

P

5 13

OE Br.

Ech: 1/200

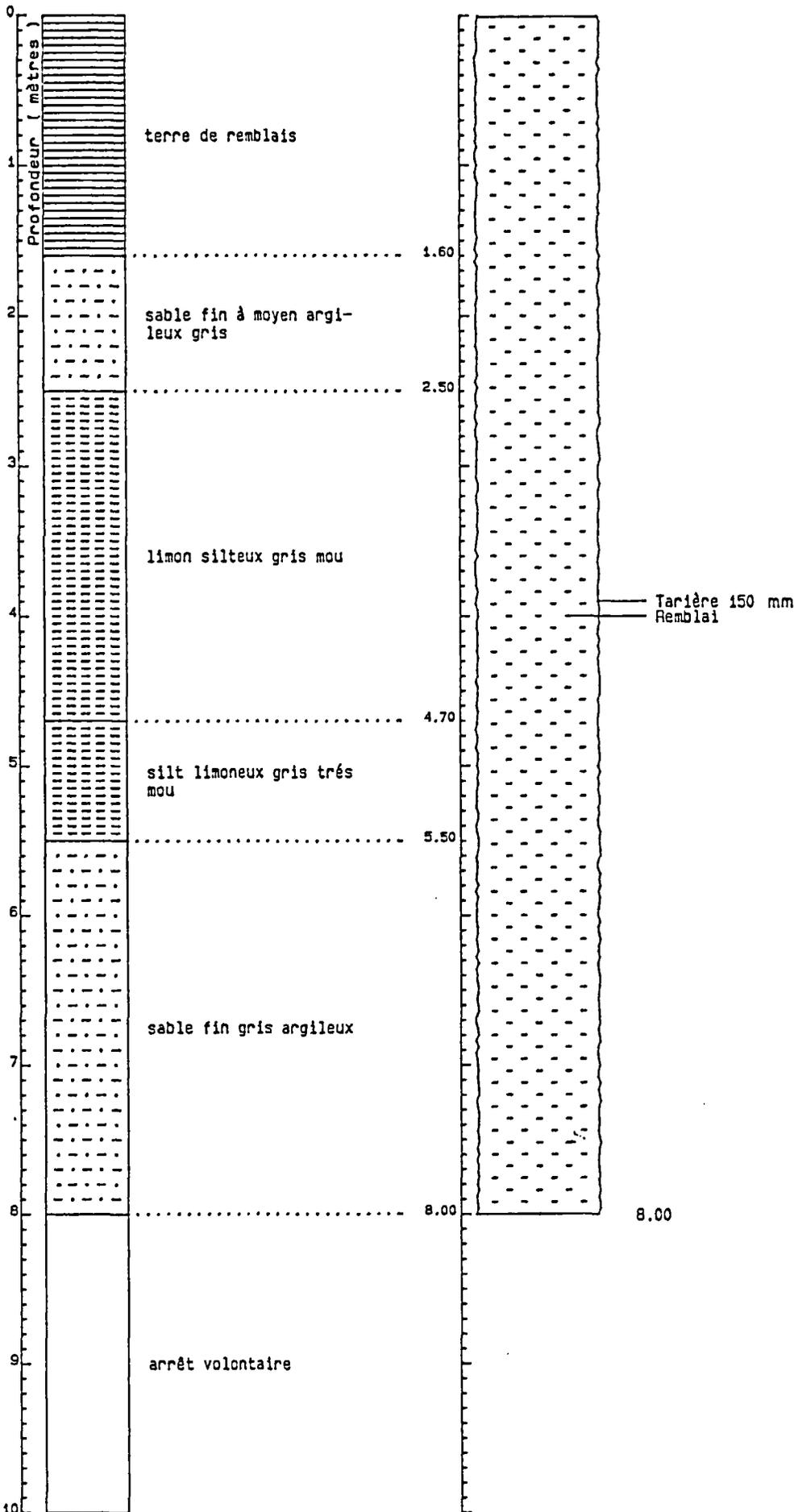


DEP/COM : 33.BORDEAUX
SITUATION : QUAI DE QUEYRIES

N° classement : 921201/007
Désignation : Tar.7

COUPE LITHOLOGIQUE

COUPE TECHNIQUE



DATE (S) D'EXECUTION
Début : 03/08/92
Fin : 07/08/92

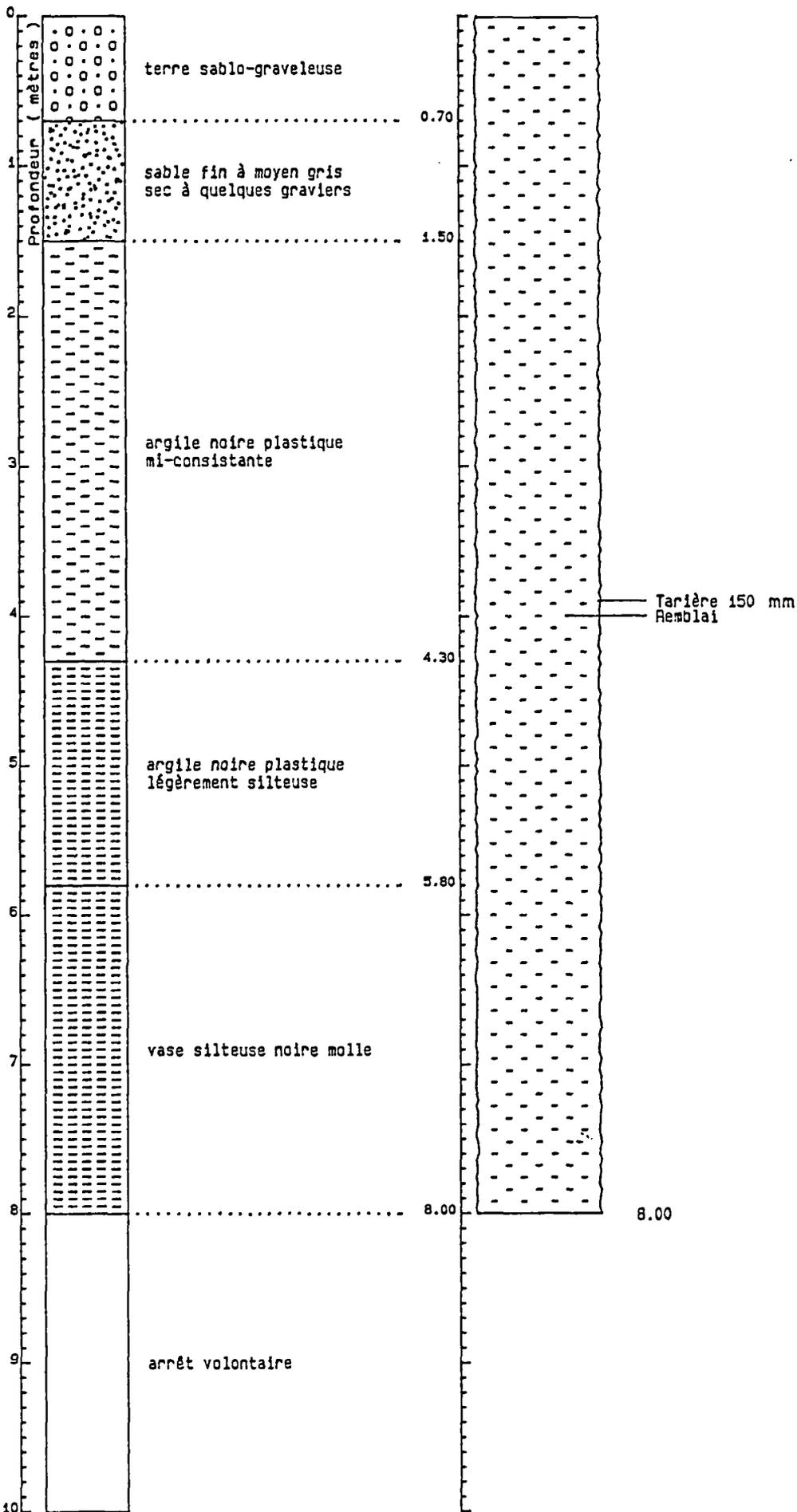
TEMSOL S.A.-Z.I du Phare 33704 MERIGNAC * Tel: 56.34.32.90 *

DEP/COM : 33.BORDEAUX
 SITUATION : QUAI DE QUEYRIES

N° classement : 921201/008
 Désignation : Tar.8

COUPE LITHOLOGIQUE

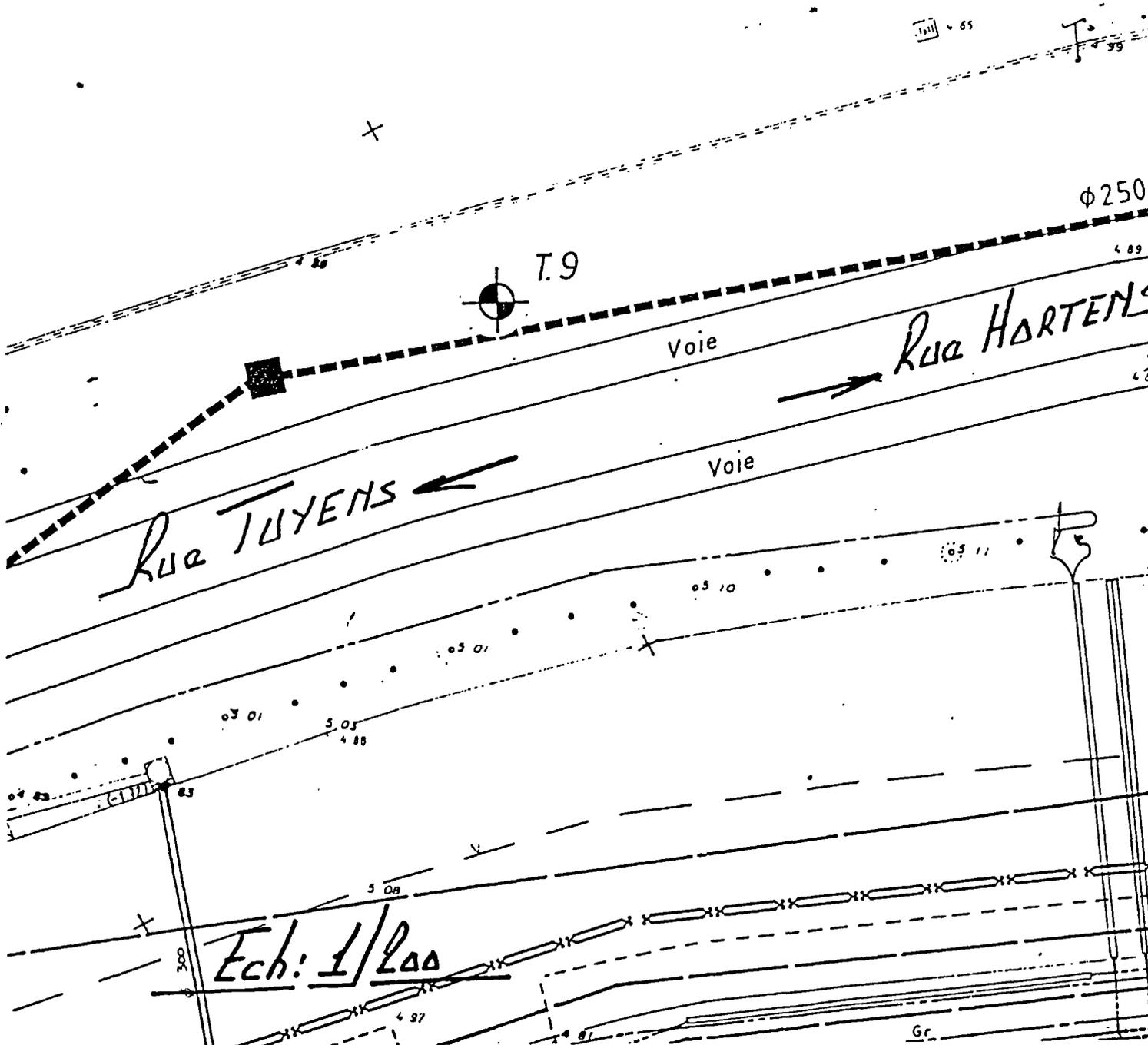
COUPE TECHNIQUE



DATE(S) D'EXECUTION
 Début : 03/08/92
 Fin : 07/08/92

TEMSOL S.A-Z.I du Phare 33704 MERIGNAC * Tel: 56.34.32.90 *

Court de tennis

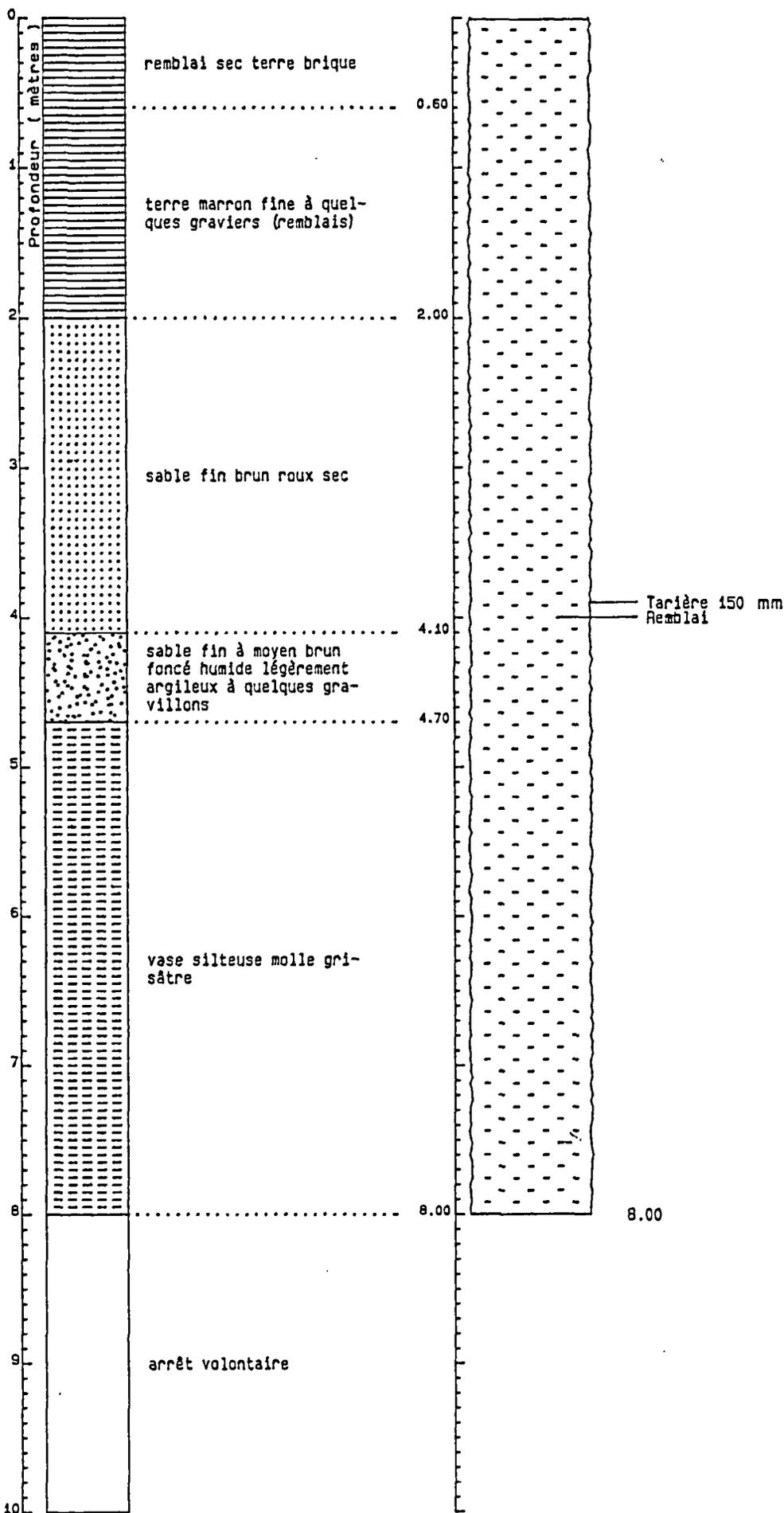


DEP/COM : 33.BORDEAUX
 SITUATION : QUAI DE QUEYRIES

N° classement : 921201/009
 Désignation : Tar.9

COUPE LITHOLOGIQUE

COUPE TECHNIQUE



DATE(S) D'EXECUTION
 Début : 03/08/92
 Fin : 07/08/92

TEMSOL S.A.-Z.I du Phare 33704 MERIGNAC * Tel: 56.34.32.90 *

DEP/COM : 33.BORDEAUX
SITUATION : QUAI DE QUEYRIES

N° classement : 921201/010
Désignation : Tar.10

COUPE LITHOLOGIQUE

COUPE TECHNIQUE

DATE(S) D'EXECUTION
Début : 03/08/92
Fin : 07/08/92

Profondeur (mètres)

10

20

forage en destructif sans
récupération des terrains
tubage provisoire 140 LS
de 0.00 à 14.00 m
piézo équipé d'une bande
perméable + protection
métallique en tête

14.00

Tube PVC 60 mm
Cimentation de
0.00 à 11.00 m

Rotary 100 mm

11.00

Crépines 60 mm
Massif filtrant
(2.5 - 4) mm

Bouchon de pied

14.00

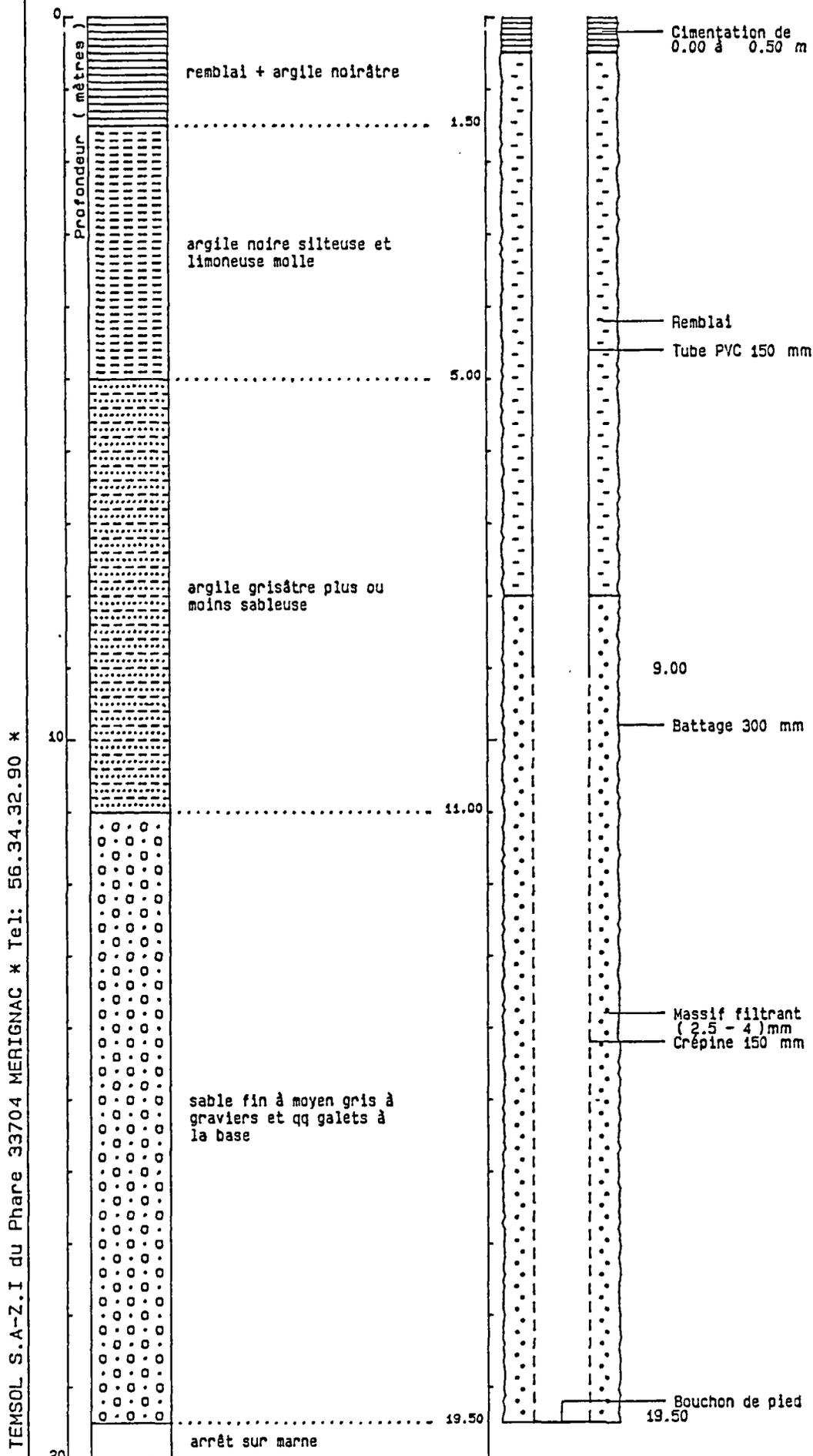
TEMSOL S.A.-Z.I du Phare 33704 MERIGNAC * Tel: 56.34.32.90 *

DEP/COM : 33.BORDEAUX
SITUATION : QUAI DE QUEYRIES

N° classement : 921201/999
Désignation : Puits

COUPE LITHOLOGIQUE

COUPE TECHNIQUE



DATE(S) D'EXECUTION
Début : 03/08/92
Fin : 07/08/92

TEMSOL S.A-Z.I du Phare 33704 MERIGNAC * Tel: 56.34.32.90 *



DEP/COM : 33.BORDEAUX
 SITUATION : QUAI DE QUEYRIES

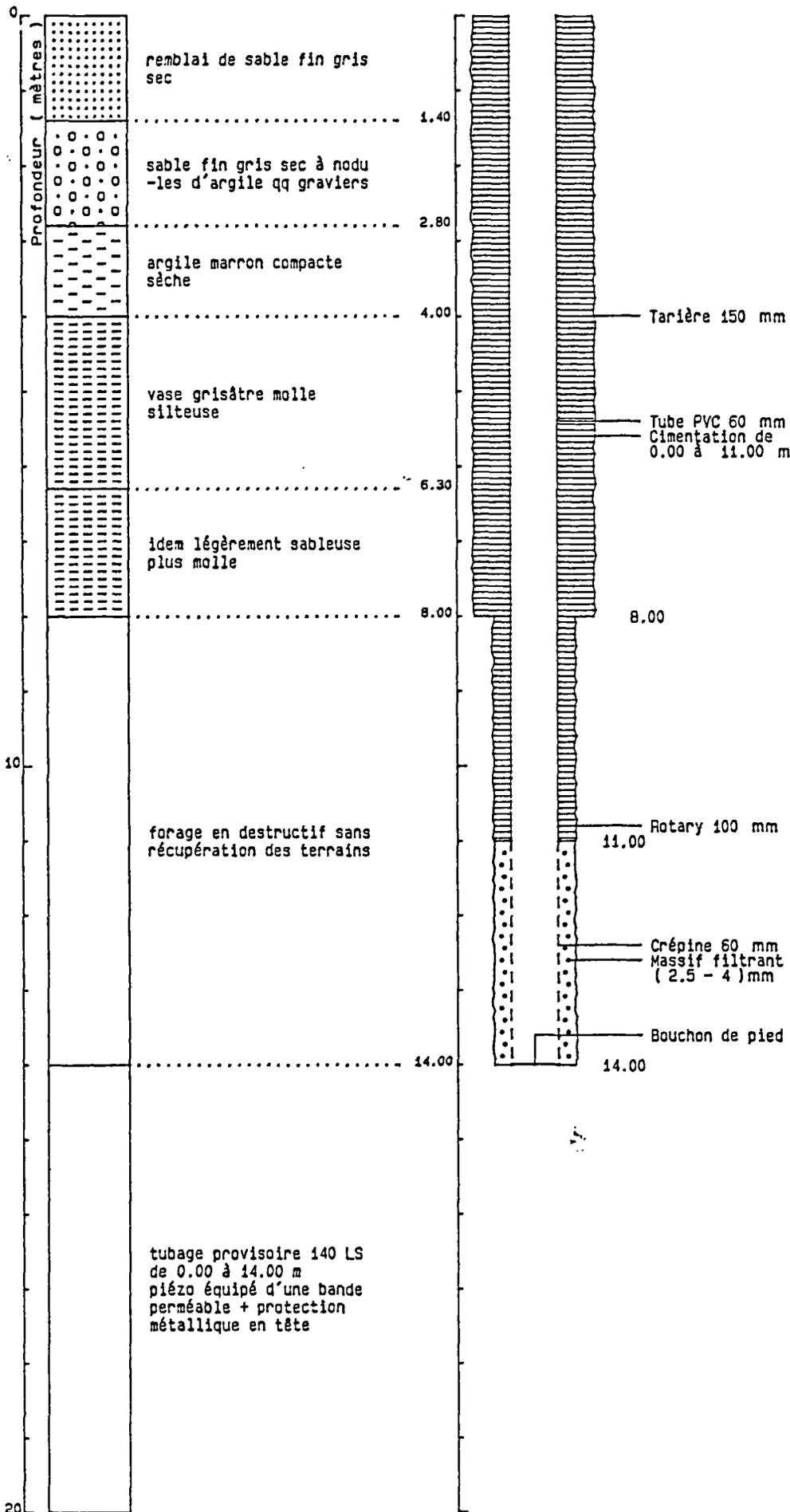
N° classement : 921201/011
 Désignation : Tar.11

COUPE LITHOLOGIQUE

COUPE TECHNIQUE

DATE(S) D'EXECUTION
 Début : 03/08/92
 Fin : 07/08/92

TEMSOL S.A-Z.I du Phare 33704 MERIGNAC * Tel: 56.34.32.90 *

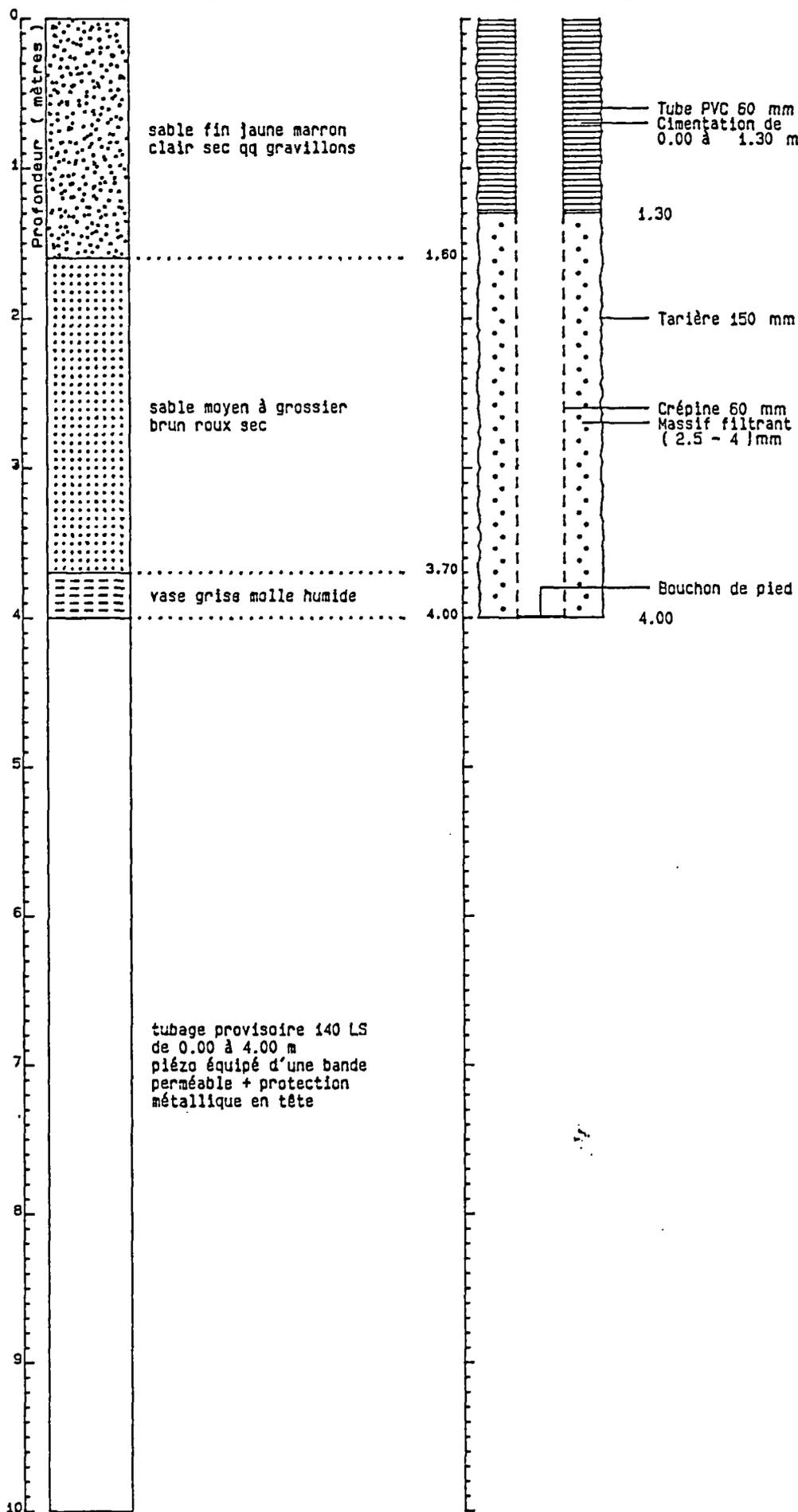


DEP/COM : 33.BORDEAUX
 SITUATION : QUAI DE QUEYRIES

N° classement : 921201/012
 Désignation : Tar.12

COUPE LITHOLOGIQUE

COUPE TECHNIQUE



DATE(S) D'EXECUTION

Début : 03/08/92

Fin : 07/08/92

TEMSOL S.A-Z.I du Phare 33704 MERIGNAC * Tel: 56.34.32.90 *

