

COGEMA

Sous-direction des productions

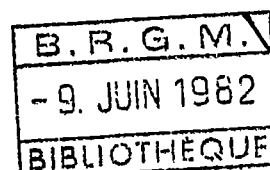
CONFIDENTIEL

Mission Nord-Aquitaine

ÉTUDE DU SYSTÈME DE RABATTEMENT DE NAPPE POUR L'EXÉCUTION D'UNE FOUILLE EXPÉRIMENTALE A MEFFRET

par

D. BERNARD, J.-M. BONNART et J.-C. MARTIN



Collaboration de A. ALLARD, E. MARCHAIS, B. GRECH et C. MAZURIER



Service Géologique Régional Aquitaine
Avenue Docteur Albert-Schweitzer - 33600 PESSAC
Tél. (56) 80.69.00

82 SGN 259 AQI

Pessac le 1^{er} avril 1982

- R E S U M E -

Le but de l'étude est de déterminer le meilleur système de rabattement de nappe nécessaire à la réalisation à sec d'un projet de fouille pilote sur le site de Meffret (commune des Eglisottes et Chalaures - Gironde).

Après la création d'un système expérimental de forage et de piézomètres, le rapport décrit le processus aboutissant au choix de la méthode de rabattement : essais de pompage et piézométrie, examen des contraintes hydrogéotechniques de stabilité du fond de fouille, puis mise en oeuvre d'un modèle mathématique bicouche en régime permanent simulant le comportement des nappes de JVb et JVc (dénomination interne des aquifères supérieures de la région, appartenant à l'Eocène continental sableux ou Sidérolithique).

Les simulations sur modèle indiquent que l'exhaure est réalisée dans les meilleures conditions avec 12 forages disposés autour de la fouille et munis de pompes débitant 60 m³/h. Des pompes d'épuisement seront également disposées au fond de la fosse (capacité voisine de 200 m³/h).

Un essai de pompage de longue durée (30 jours) devra être mis en oeuvre après la réalisation des ouvrages.

oooooooo

- S O M M A I R E -

	<u>Pages</u>
RESUME.....	I
LISTE DES FIGURES.....	IV
INTRODUCTION.....	1
1 - <u>CALENDRIER DES TRAVAUX</u>	1
2 - <u>CREATION DU DISPOSITIF D'ESSAI</u>	2
2.1 - Généralités.....	2
2.2 - Terrains rencontrés.....	2
2.3 - Creusement et équipement des forages.....	3
2.4 - Position des ouvrages.....	3
3 - <u>PIEZOMETRIE</u>	5
3.1 - Carte piézométrique de JVb.....	5
3.2 - Evolution piézométrique.....	5
4 - <u>POMPAGES D'ESSAI</u>	6
4.1 - Généralités.....	6
4.2 - Pompages à débits variables.....	6
4.3 - Pompage de longue durée.....	7
4.4 - Conclusions sur les pompages réalisés à Meffret.....	10
5 - <u>ETUDE HYDROGEOTECHNIQUE DES CONTRAINTES LIEES AU RABATTEMENT</u> ..	12
5.1 - Caractéristiques géométriques générales de la fosse.....	12
5.2 - Stabilité du fond de fosse vis-à-vis des sous-pressions hydrauliques.....	12
5.2.1 - Problème posé.....	12
5.2.2 - Hypothèses retenues.....	12
5.3 - Stabilité au soulèvement de la couche 1.....	13
5.4 - Stabilité au soulèvement de la couche 2.....	14

	<u>Pages</u>
6 - <u>MODELISATION MATHEMATIQUE DE LA NAPPE</u>	17
6.1 - Généralités.....	17
6.2 - Choix du modèle.....	17
6.3 - Principe du calcul.....	18
6.4 - Paramètres et données introduites dans le modèle.....	18
6.4.1 - Généralités.....	18
6.4.2 - Maillage du modèle.....	19
6.4.3 - Piézométrie.....	19
6.4.4 - Perméabilités.....	19
6.4.5 - Géométrie des aquifères.....	20
6.4.6 - Débits.....	20
6.5 - Première phase : calage du modèle.....	21
6.6 - Deuxième phase : simulation d'hypothèses de rabattement	21
6.6.1 - Préparation du modèle.....	21
6.6.2 - Etude du comportement de la Dronne.....	22
6.6.3 - Simulation 1 : mise en place de 4 forages	
d'exhaure.....	23
6.6.4 - Simulation 2 : mise en place de 6 forages	
d'exhaure.....	23
6.6.5 - Simulation 3: 6 forages et réduction du cône	
de rabattement.....	24
6.7 - Résultats de la modélisation.....	25
7 - <u>CONCLUSION : APS DU SYSTEME D'EXHAURE DE LA FOUILLE EXPERIMEN-</u>	
<u>TALE DE MEFFRET</u>	27
7.1 - Schéma retenu.....	27
7.2 - Description des forages.....	27
7.3 - Installation complémentaire.....	29
7.4 - Essais complémentaires.....	29

- LISTE DES FIGURES -

Figure 1 : Plan de situation.

Figure 2 : Site de Meffret - Position des piézomètres

Figure 3 : Coupe schématique par interpolation des diagraphies "Neutron"

Figure 4 : Carte piézométrique de JVb le 20.4.82.

Figure 5 : Piézomètre FCR 9 - COGEMA.

Figure 6 : PZM 6 Meffret - Evolution du niveau dynamique au cours du pompage sur PZM 6 : 2 - 3 - 4/12/81.

Figure 7 : PZM 6 Meffret - Evolution du niveau dynamique après le pompage de longue durée sur PZM 6 du 4 au 10/12/81.

Figure 8 : PZM 7 bis Meffret - Evolution du niveau dynamique au cours du pompage de longue durée sur PZM 6.

Figure 9 : FCR 9 Meffret - Evolution du niveau dynamique au cours du pompage de longue durée sur PZM 6.

Figure 10 : Pompage de 43 heures sur PZM 6 - Réaction enregistrée au FCR 9.

Figure 11 : Cône de rabattement à Meffret - Pompage de 43 heures sur PZM 6.

Figure 12 : Coupe diamétrale schématique.

Figure 13 : Contrainte verticale totale.

Figure 14 : Contrainte verticale totale.

Figure 15 : Effets d'une succession de tranches cylindriques.

Figure 16 : Projet de fosse expérimentale - coupe diamétrale.

Figure 17 : Maillage du modèle mathématique.

Figure 18 : Carte du toit de JVb (isohypses en m. NGF).

Figure 19 : Carte du mur de JVb (isohypses en m. NGF).

Figure 20 : Carte du toit de JVc (isohypses en m. NGF).

Figure 21 : Organigramme de calage et de simulation du modèle.

Figure 22 : Analyse de la réponse du pompage total dans la fouille

Figure 23 : Etude du comportement de la Dronne.

Figure 24 : Recherche de la position des forages : simulation 2 - 6 forages.

Figure 25 : Schéma de principe du rabattement simulé (simulation 4).

Figure 26 : Simulation 3 : recherche de la position optimale de 6 forages.

oooooooo

- LISTE DES ANNEXES -

ANNEXE 1 - A - Coupe géologico-technique : PZM 5 Meffret.

B - Coupe géologico-technique : PZM 6 Meffret.

C - Coupe géologico-technique : PZM 7 bis Meffret.

D - Coupe géologico-technique : PZM 8 Meffret.

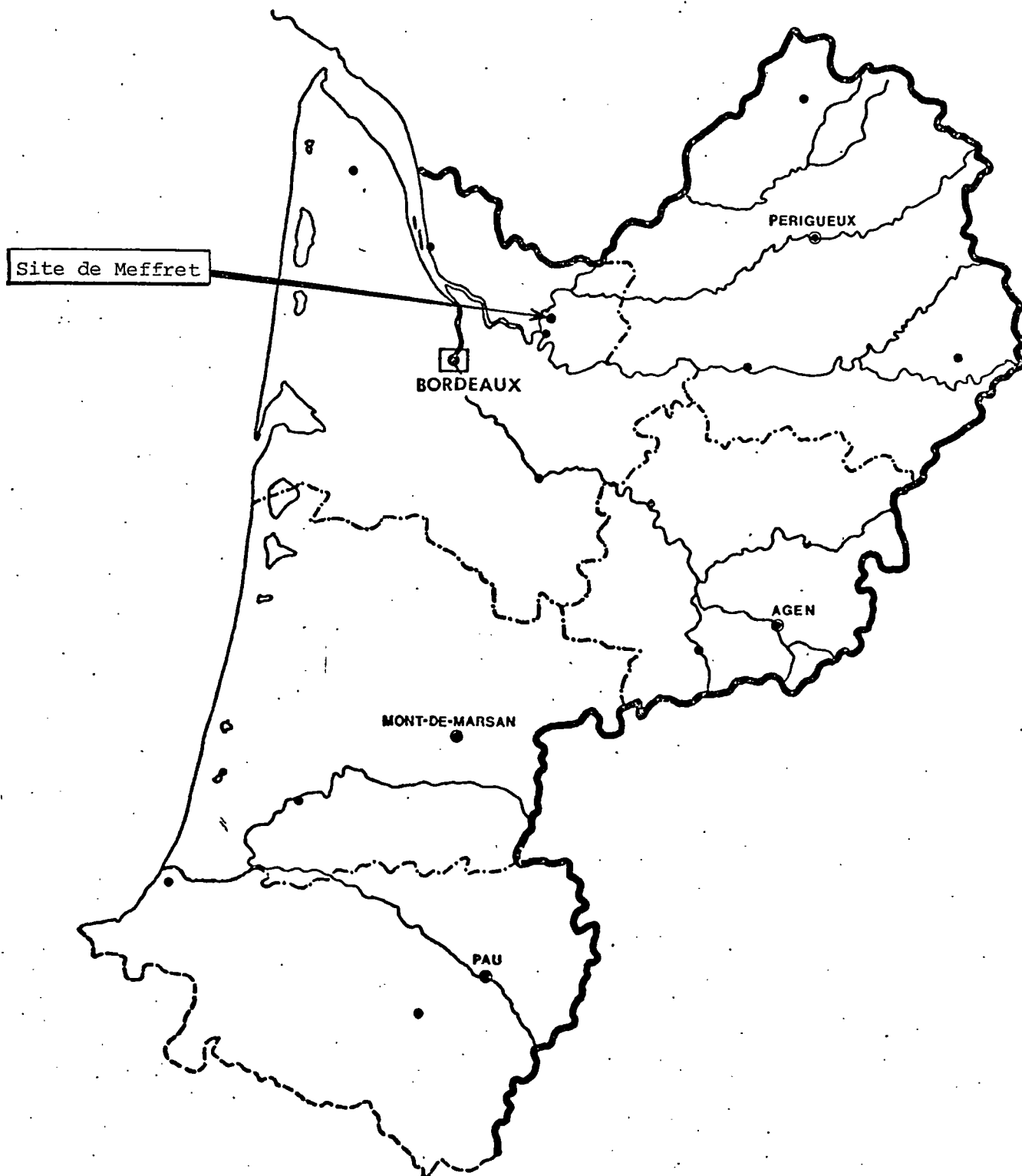
ANNEXE 2 - A - PZM 5 Meffret : pompage par paliers 16 - 17/11/81.

B - PZM 6 Meffret : pompage par paliers.

C - PZM 7 bis Meffret : pompage par paliers 2/12/81.

oooooooo

PLAN DE SITUATION



- I N T R O D U C T I O N -

La COGEMA prévoit l'ouverture d'une fouille expérimentale au lieu-dit Meffret, sur la commune des Eglisottes-et-Chalaires (33). Dans le cadre des accords passés avec le B.R.G.M., Service géologique régional Aquitaine (contrat cadre 80 BU/052 et Avenant 2 du 15 juin 1981), celui-ci a été chargé d'examiner le contexte hydrogéologique du site. Cette démarche a un double objet : Définir le dispositif d'exhaure nécessaire pour travailler à sec dans la fouille, et compléter l'étude d'impact préalable à l'ouverture du chantier.

1 - CALENDRIER DES TRAVAUX

L'étude a été réalisée en trois phases :

En premier lieu, reconnaissance des aquifères en présence au droit du site par création de forages, et pompages d'essais (16 novembre au 4 décembre 81).

Dans un deuxième temps, rassemblement des données géologiques (Log Neutrons des sondages miniers), hydrogéologiques (piézométrie), et hydrogéotechniques.

Enfin, construction d'un modèle mathématique de simulation de nappe, permettant de simuler et de dimensionner différents schémas de rabattement de nappe.

2 - CREATION DU DISPOSITIF D'ESSAI

2.1 - Généralités -

Quatre piézomètres ont été créés sur la zone de Meffret :

- . 1 piézomètre profond (PZM5) atteignant l'équifère JVC^{*},
- 2 piézomètres (PZM6 et 7 bis) captant la partie moyenne de Jean-Vincent (JV_b), et 1 piézomètre implanté dans l'horizon supérieur (JV_a) ; PZM8.

La figure 2 rend compte de la position de ces divers piézomètres ainsi que du FCR9, piézomètre existant depuis 1980 et crépiné en regard de JV_b.

2.2 - Terrains rencontrés -

Les coupes lithologiques des terrains traversés par les forages sont décrites dans l'annexe 1. La position des horizons sableux a été conforme aux prévisions, bien que l'aquifère JV_a superficiel se soit révélé très discontinu et argileux. Ce fait nous a conduit à modifier l'architecture des forages atteignant cette zone, en utilisant des ensembles tubage - crépine en PVC de petit diamètre.

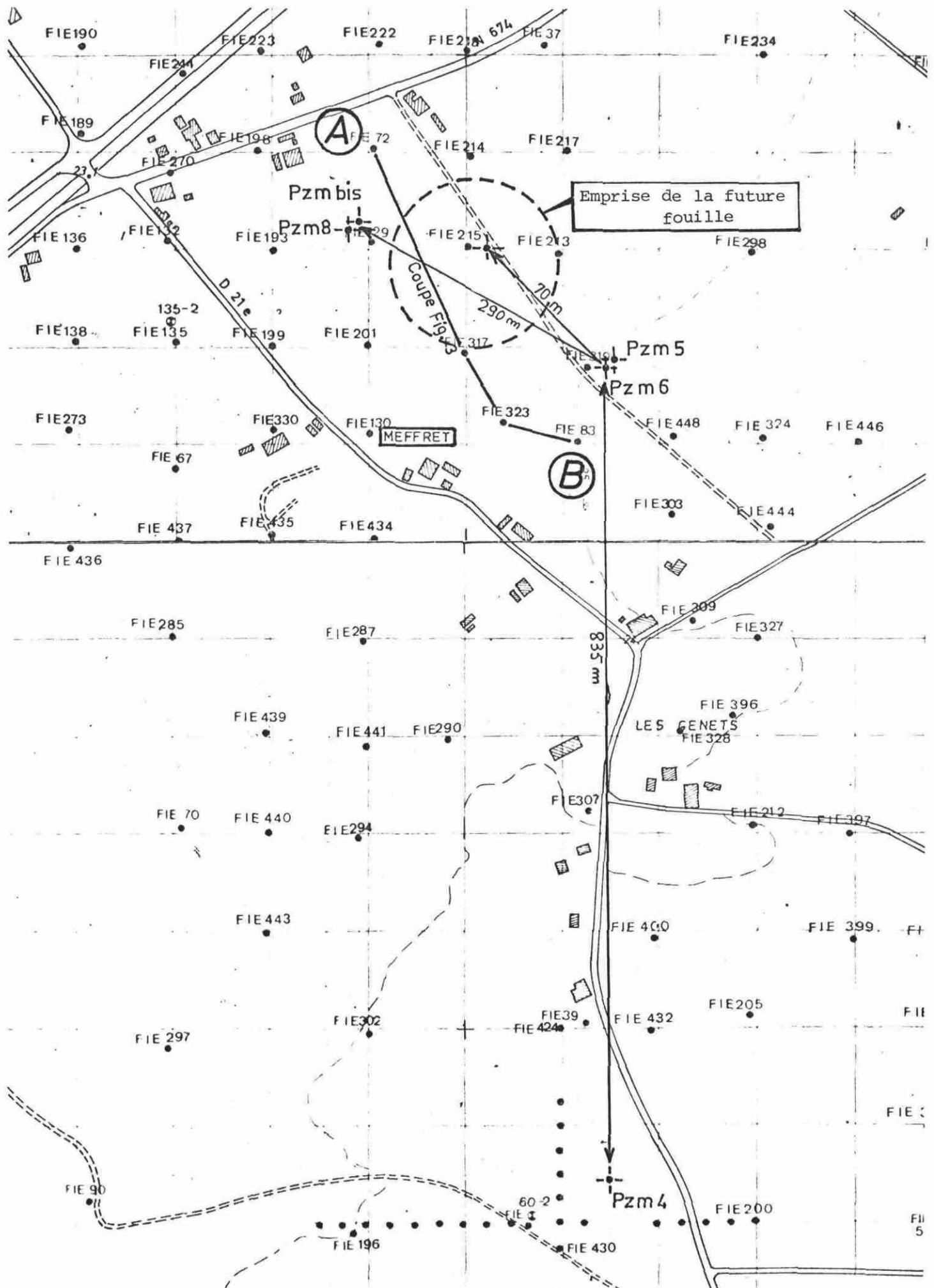
La zone aquifère moyenne (JV_b) est assez homogène (du point de vue hydrogéologique) et se trouve séparée de l'aquifère inférieur par une couche d'argile franche pouvant atteindre 6 m dans les environs de Meffret : Cette dernière constitue le plancher de la future fouille expérimentale.

A titre indicatif, la coupe schématique de la figure 3 indique la succession des aquifères en présence, à partir de l'interprétation des diagraphies Neutron ; malgré l'imprécision des limites adoptées, on note que les aquifères JV_b et JV_c sont bien individualisés par rapport au niveau supérieur (JV_a) dont la continuité est plus hasardeuse.

**Rappelons que les aquifères reconnus dans les séries Eocène à l'aplomb du Fieu ont été divisés en 6 sous-ensembles, soit de haut en bas : JV_a, JV_b, JV_c faisant partie de la formation de Jean-Vincent, Ma, Mb, Mc, faisant partie de la formation de Mauzet, et Lavergne.*

SITE DE MEFFRET - POSITION DES PIEZOMETRES

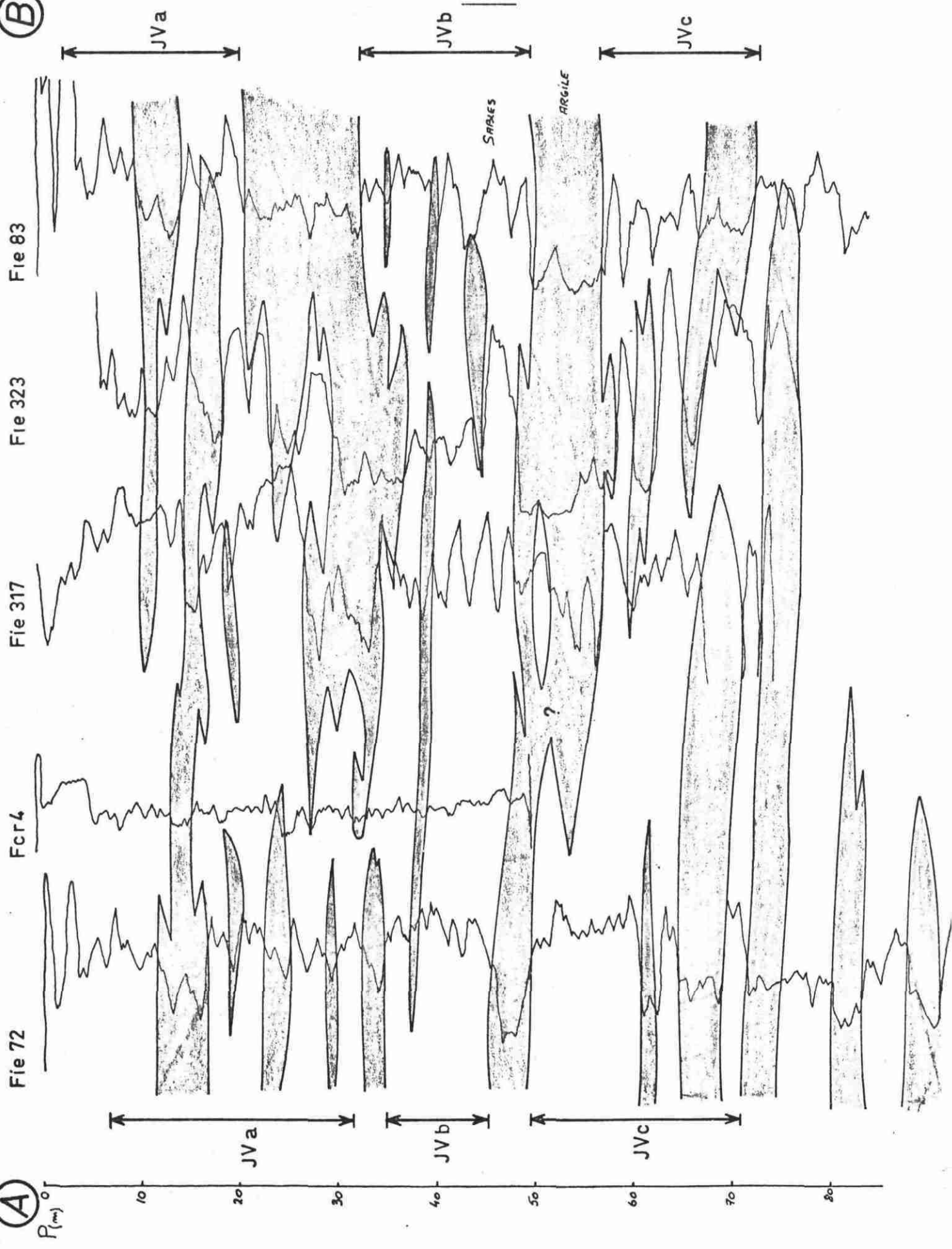
Echelle : 1/5 000



COUPE SCHEMATIQUE PAR INTERPOLATION DES DIAGRAPHIES "NEUTRON"

(cf. figure 2)

(B)



(A)

P(m)

0

10

20

30

40

50

60

70

80

JV a

JV b

JV c

Fie 83

Fie 323

Fie 317

Fcr4

Fie 72

SABLES

ARGILE

2.3 - Creusement et équipement des forages -

Le creusement des ouvrages a été assuré par le Service Sondage de la COGEMA et réalisé à la boue biodégradable (GS 550 dans la partie tubée et boue au Revert dans la zone crépinée). Les coupes de fin de sondages font apparaître les diamètres de foration et de tubage :

Fo $\varnothing$ 12" 1/4 et T 10" 3/4,
Fo $\varnothing$ 9" 7/8 et T 7" 5/8
Fo $\varnothing$ 6" 3/4 et crépinage 4".

Le déroulement des travaux de foration était le suivant : forage et tubage de l'avant-trou, puis forage en $\varnothing$ 9" 7/8 (tricot ou outil à lames) jusqu'au toit de l'aquifère, tubage et cimentation sous pression. Dans un deuxième temps, on procédait à la foration de l'aquifère en $\varnothing$ 6" 3/4, puis à la pose de l'élément captant composé de crépines à spires enroulées de 4" de diamètre (ouverture 8/10). Le gravillonnage et le développement de l'ouvrage à l'air lift complétait la phase d'exécution des forages.

L'ouvrage de faible profondeur atteignant l'aquifère JV_a a été réalisé en petit diamètre (6" 3/4) et tubés en tubage PVC crépiné à la base. En effet, il est très rapidement apparu du caractère peu perméable de la zone JV_a, que l'intérêt des ouvrages captant cet aquifère était réduit à la piézométrie. Cette configuration de forages et piézomètre a par ailleurs été conservée dans la suite de la campagne de forage du Fieu.

2.4 - Position des ouvrages

La figure 2 indique la position qui a été retenue pour l'implantation des sites de piézomètres. Trois critères ont été pris en compte :

- . disposition des forages selon un alignement passant par le centre de la future fouille,
- . accessibilité des chantiers du forage,
- . et implantation des plateformes de forage sur des terrains appartenant à la COGEMA dans la mesure du possible.

Les forages PZM 6 et 7 bis ont ainsi été respectivement implantés sur les sites Sud et Nord, le FCR9 existant déjà depuis Novembre 1980.

Le PZM5, situé à près de 7 mètres du PZM6 (site Sud) est destiné à tester la partie basale de l'aquifère dit de Jean-Vincent, JV_c.

La zone supérieure de Jean-Vincent s'étant révélée très argileuse à l'aplomb du site Sud de Meffret, il a été décidé de déplacer le PZM 8 sur le site Nord.

3 - PIEZOMETRIE

3.1 - Carte piézométrique de JV_b -

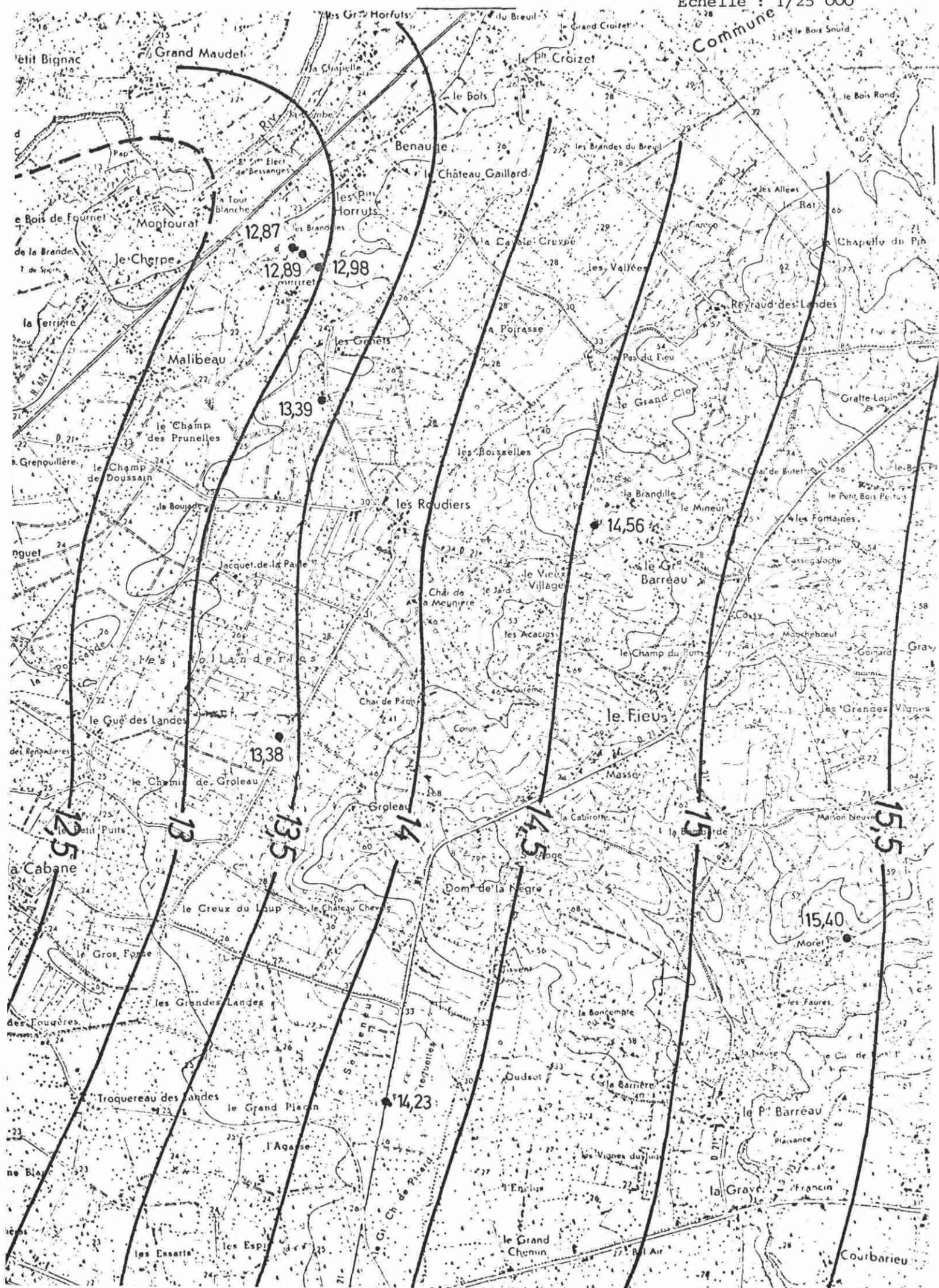
Les profondeurs d'eau mesurées dans les piézomètres, transformés en cotes altimétriques permettent de tracer les isopièzes des nappes en présence. On observe ainsi une nappe principale (JV_b), la nappe de JV_c se trouvant en charge de 0,3 mètres par rapport à la précédente au PZM 5.

La figure 4 donne la carte piézométrique de JV_b sur l'ensemble de la zone du Fieu ; on observe que les cours d'eau jouent dans le sens du drainage de la nappe. Cependant, si on peut considérer que la Dronne a un potentiel proche de celui de la nappe, il n'en va pas de même de l'Isle qui s'individualise plus nettement (conséquence de l'approfondissement de l'aquifère et de sa désolidarisation).

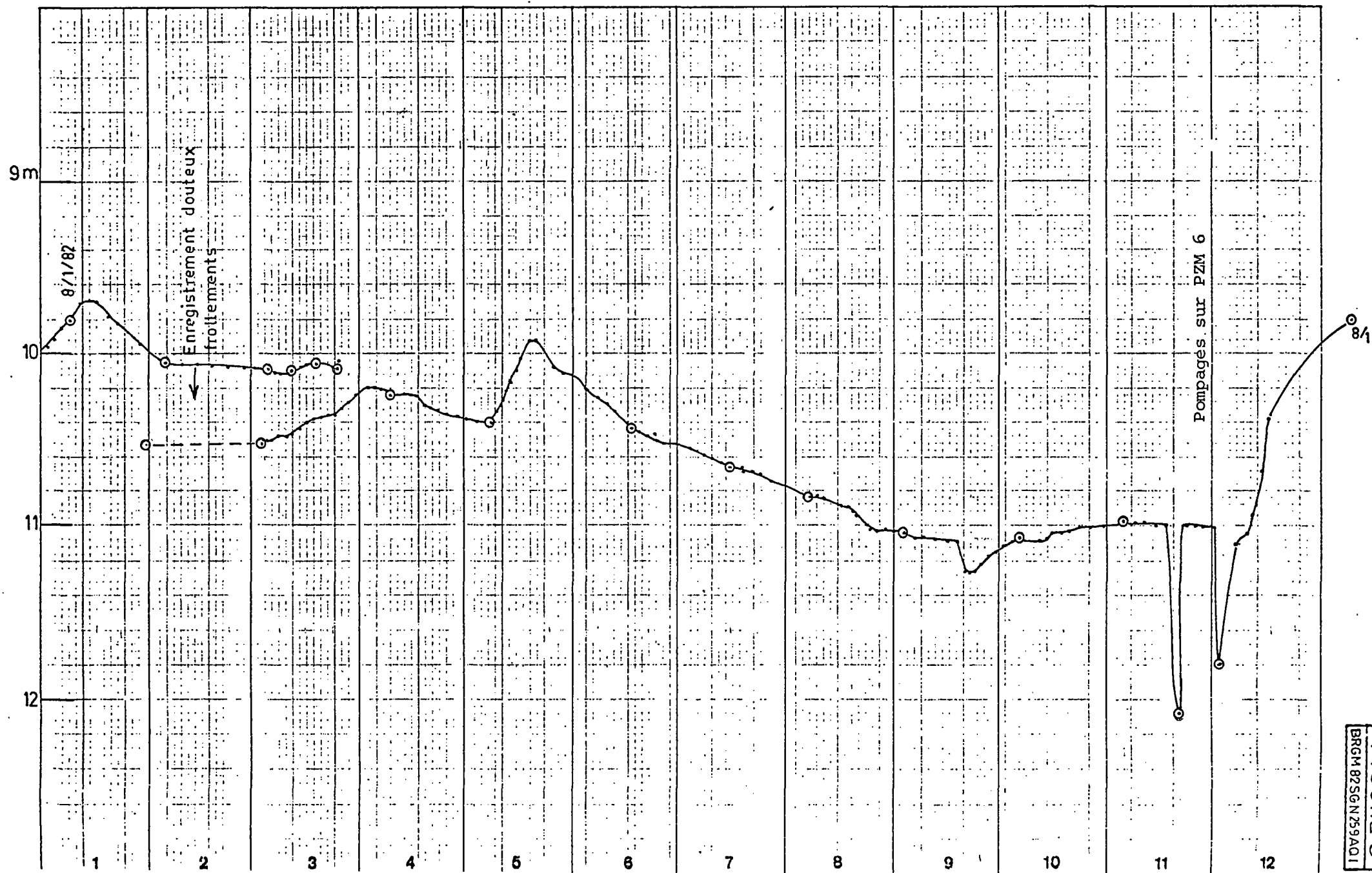
3.2 - Evolution piézométrique -

L'évolution piézométrique de la nappe JV_b est donnée par l'enregistrement limnigraphique du FCR9 (figure 5) de Novembre 1980 à Novembre 1981. Malgré l'imprécision des mesures due à de nombreux aléas mécaniques (diamètre et poids du flotteur du limnigraphe) on constate que les variations naturelles de la nappe doivent être de 0,5 à 0,6 mètre (en dehors du pic de la crue de Novembre - Décembre 1981).

Commune



- 1981 - 1982 -



4 - POMPAGES D'ESSAI

4.1 - Généralités -

Les essais de débit ont été réalisés en deux temps :

- Juste après le développement par air-lift de l'ouvrage, test du forage par pompages par paliers de débits.
- Dans une deuxième phase, mise en oeuvre d'un pompage de longue durée sur le PZM 6, avec surveillance des variations piézométriques de la nappe sur les autres forages utilisés en piézomètres.

4.2 - Pompages à débits variables -

Trois ouvrages ont fait l'objet de tels essais :

PZM 5	:	16 et 17 - Novembre 1981
PZM 6	:	20 - Novembre 1981
PZM 7 bis:	:	30 - Novembre 1981 et 1er décembre 1981

A ces essais, on peut ajouter ceux réalisés sur le PZM 4 en Juin 1981.

L'utilisation des essais de pompage par paliers de débits réside dans la reconnaissance du bon fonctionnement de l'ouvrage ; on établit pour cela le report des points caractéristiques des couples débit - rabattement sur un diagramme en coordonnées arithmétiques ; on admet que les points qui s'alignent selon une droite dénotent d'un bon fonctionnement de l'ouvrage ; la vitesse d'arrivée de l'eau de l'aquifère dans le forage ne crée pas de turbulence et les rabattements sont proportionnels au débit. Lorsque les points caractéristiques se disposent selon une courbe, les écoulements sont turbulents et les rabattements augmentent avec le carré du débit. Il y a alors apparition de pertes de charge dite quadratiques qui sont souvent liées à l'équipement du forage.

On atteint alors la limite de productivité de l'ouvrage, le rendement optimum ("débit critique") étant obtenu au point de rupture de la droite.

Ces considérations ont une grande importance dans le problème qui nous occupe, puisqu'il s'agira de dénoyer la nappe sans créer, pour les pompes, des conditions de fonctionnement difficile.

Le tableau 1 ci-après synthétise les débits critiques des forages testés ainsi que les débits théoriques à atteindre pour rabattre la nappe à 50 mètres de profondeur.

TABLEAU 1 : DEBITS CRITIQUES DES OUVRAGES

:	:	:	:
:	:	DEBIT CRITIQUE	DEBIT POUR UN NIVEAU DYNAMIQUE A 50 METRES
:	:	:	:
-----	-----	-----	-----
:	:	:	:
PZM 4	:	?	94 m ³ /h
:	:	:	:
PZM 6	:	44 m ³ /h	98 m ³ /h
:	:	:	:
PZM 7 bis	:	40 m ³ /h	105 m ³ /h
:	:	:	:
:	:	:	:
-----	-----	-----	-----

Les courbes caractéristiques des ouvrages sont reportées en annexe 2.

4.3 - Pompage de longue durée -

Après la réalisation de pompages courts à débits variables, on procède en général à un ou plusieurs essais de longue durée. Ces derniers sont destinés à fournir des indications quant au comportement de la nappe et permettent de définir les caractéristiques hydrauliques de l'aquifère (transmissivité et perméabilité).

L'acquisition de données passe également par l'observation de l'abaissement des niveaux consécutifs au pompage dans des piézomètres situés à proximité : on recherche ainsi le coefficient d'emmagasinement de l'aquifère (analogue à la porosité efficace).

Dans le cas présent, le pompage de longue durée s'est déroulé dans le PZM 6, du 2 décembre à 21h 20 jusqu'au 4 décembre 1981 à 16 h, des limni-graphes enregistreurs étant disposés sur les PZM 4, le FCR 9 et le PZM 7 bis.

Le débit, mesuré toutes les heures, a été de 44 m³/h. La figure 6 indique sur un graphique semi-logarithmique, l'abaissement de la nappe durant le pompage.

Après quelques perturbations enregistrées dans la première heure les niveaux dynamiques s'alignent selon une droite dont la pente permet de calculer la transmissivité de l'aquifère par la méthode de JACOB, qui est une formulation approchée de la loi de THEIS.

Le calcul est le suivant :

$$T = \frac{0,183 Q}{dnD}$$

avec :

T : transmissivité (m²/h)

Q : débit (m³/h)

dnD : rabattement observé pour un cycle log du temps

On obtient donc :

$$T_d = 0,183 \times \frac{44}{1,45} = 5,6 \text{ m}^2/\text{h} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

De même, le report des points représentatifs de la remontée de la nappe sur un diagramme de coordonnées semi-logarithmiques (figure 7) :

$$\text{rabattement} = f \left(1 + \frac{tp}{tr} \right) \text{ avec } tp : \text{ temps de pompage}$$

tr : temps de la remontée

permet de calculer T_r selon le même procédé ; son application donne :

$$T_r = 3,1 \text{ m}^2/\text{h} \text{ ou } 8,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

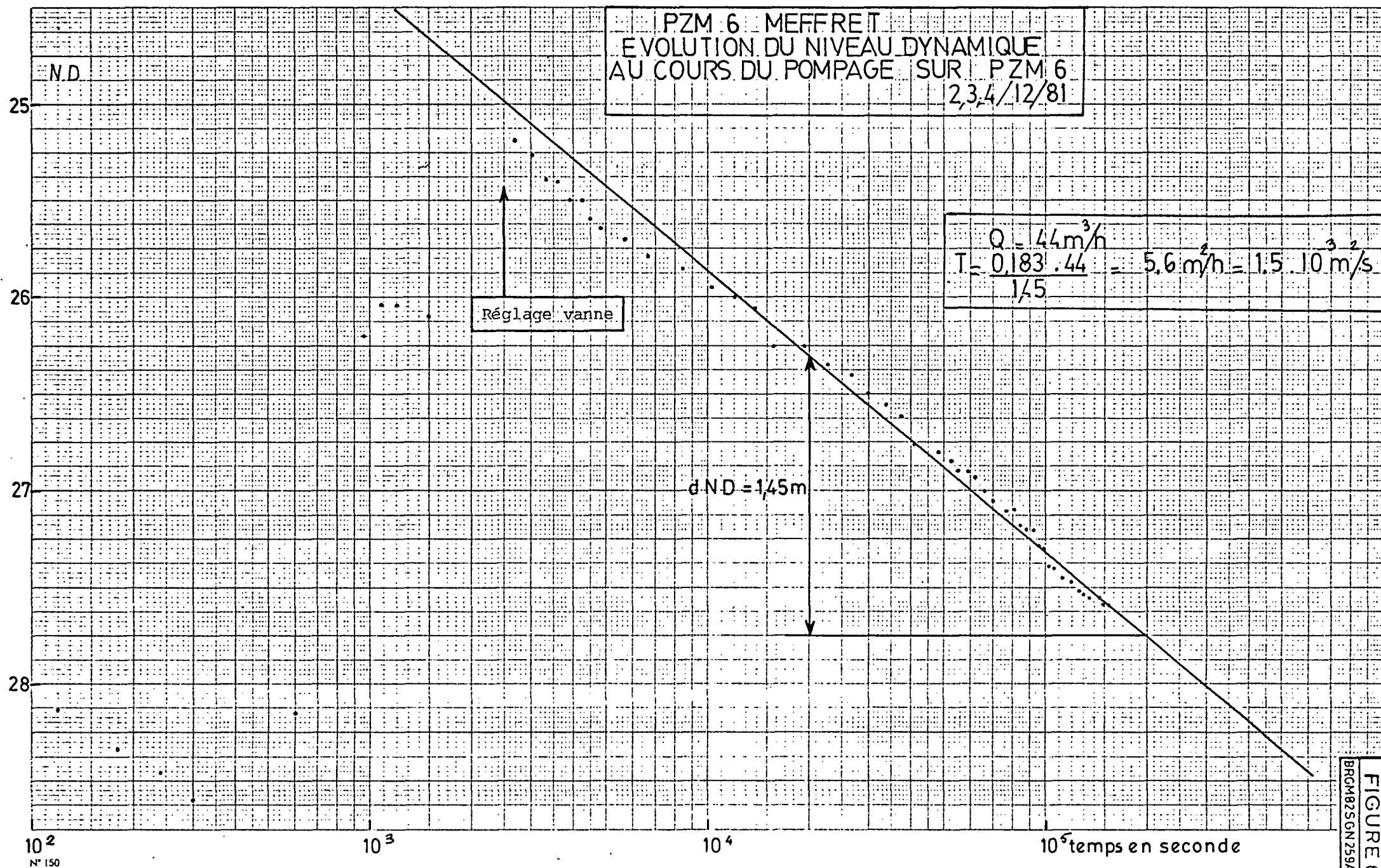


FIGURE 6
BRGM255GN259A01

PZM 6 MEFFRET
EVOLUTION DU NIVEAU DYNAMIQUE
APRES LE POMPAGE LONGUE DUREE SUR PZM 6
du 4 au 10/12/81

$$Q = 44 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0122 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$T_1 = \frac{0,183 \cdot 0,0122}{1,60} = 1,39 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$T_2 = \frac{0,183 \cdot 0,0122}{230} = 0,97 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

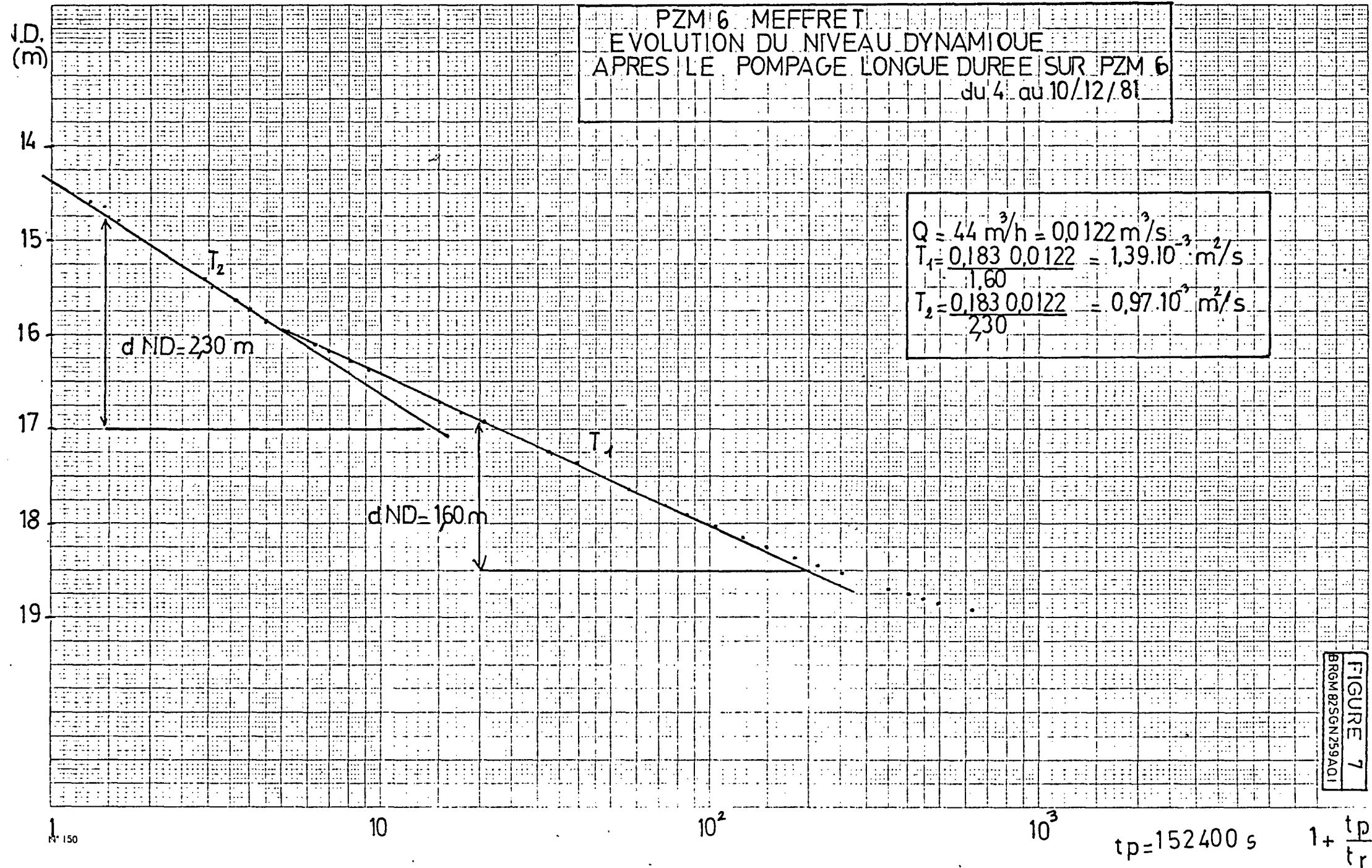


FIGURE 7
BRGM 82/SGN 259 A 01

On en déduit que la transmissivité réelle de la nappe est :

$$8,9.10^{-4} < T < 1,5.10^{-3}$$

L'influence du pompage mesurée sur les PZM 7 bis et FCR 9 permet de calculer les transmissivités de la nappe à l'aplomb de ces piézomètres, et d'avoir accès aux coefficients d'emménagement S (nombre sans dimension car analogue à une porosité).

Le graphe semi-logarithmique de l'abaissement des niveaux aux piézomètres permet de calculer, d'après la méthode de JACOB (tableau 2) le coefficient S, avec la pente de la droite selon un cycle logarithmique du temps, et le temps t_0 de rabattement nul ; il vient ;

$$S = \frac{2,25 \cdot T \cdot t_0}{r^2} \quad \text{avec } T : \text{transmissivité}$$

$r : \text{distance du puits de pompage}$

La valeur moyenne s'inscrit dans l'intervalle :

$$4,2.10^{-4} > S > 2,5.10^{-4}$$

TABEAU 2 : PARAMETRES CALCULES A PARTIR DES ABAISSEMENTS DE LA NAPPE AUX PIEZOMETRES (POMPAGE DU PZM 6).

NOM	TRANSMISSIVITE T	COEFFICIENT EMMAGASINEMENT S	RABATTEMENT maxi.
PZM 7 bis	$1,6.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	$2,5.10^{-4}$	2,08 m
FCR 9	$1,6.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	$2,4.10^{-4}$	2,65 m
PZM 4	$3,5.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	$4,2.10^{-4}$	0,44 m

Les figures 8, 9 et 10 donnent les rabattements obtenus aux piézomètres 7 bis et FCR 9, et précisent les calculs aboutissant aux paramètres calculés et présentés dans le tableau 2.

Enfin, il faut noter que durant les 43 heures de pompage dans le PZM 6, la réaction mesurée au PZM 5, distant du précédent de 7 mètres, n'a été que de 0,21 mètres : ce comportement dénote une nette individualisation des deux nappes de JV_b et JV_c .

PZM 7 bis MEFFRET
EVOLUTION DU NIVEAU DYNAMIQUE
AU COURS DU POMPAGE LONGUE DUREE
SUR PZM 6

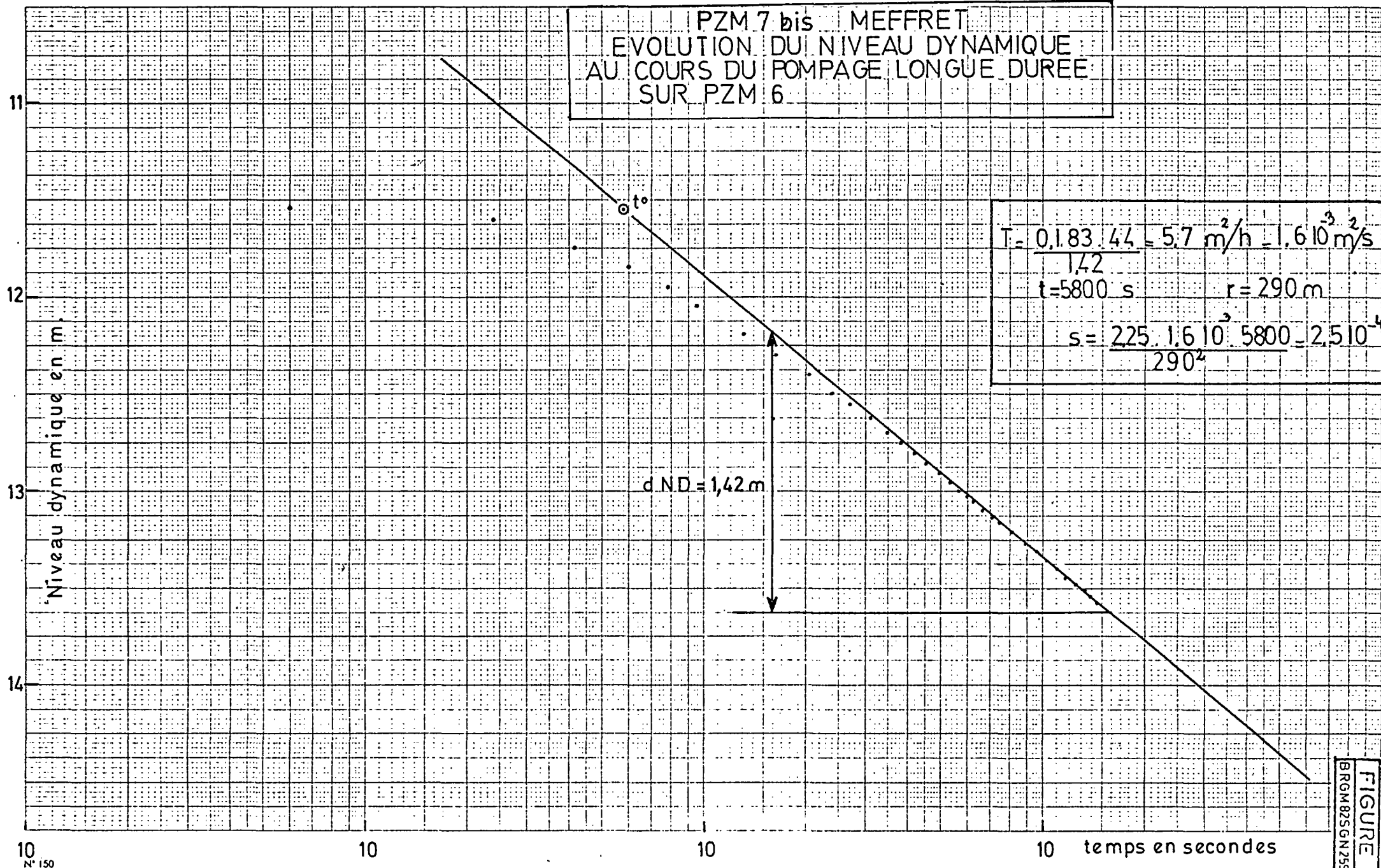


FIGURE 8
BRGM 8255-GN259A01

Δ / m

FCR 9 MEEFRET
EVOLUTION DU NIVEAU DYNAMIQUE AU COURS
DU POMPAGE LONGUE DUREE SUR PZM 6

$$Q = 44 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t = 1900 \text{ s}$$

$$r = 170 \text{ m}$$

$$T = \frac{0,183 \cdot 44}{1,38} = 5,8 \text{ m}^2/\text{h} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$s = \frac{2,25 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot 1900}{170} = 2,4 \cdot 10^{-4}$$

Rabatement en mètres

$$dND = 1,38 \text{ m}$$

 10^3 10^4 10^5 temps en secondes

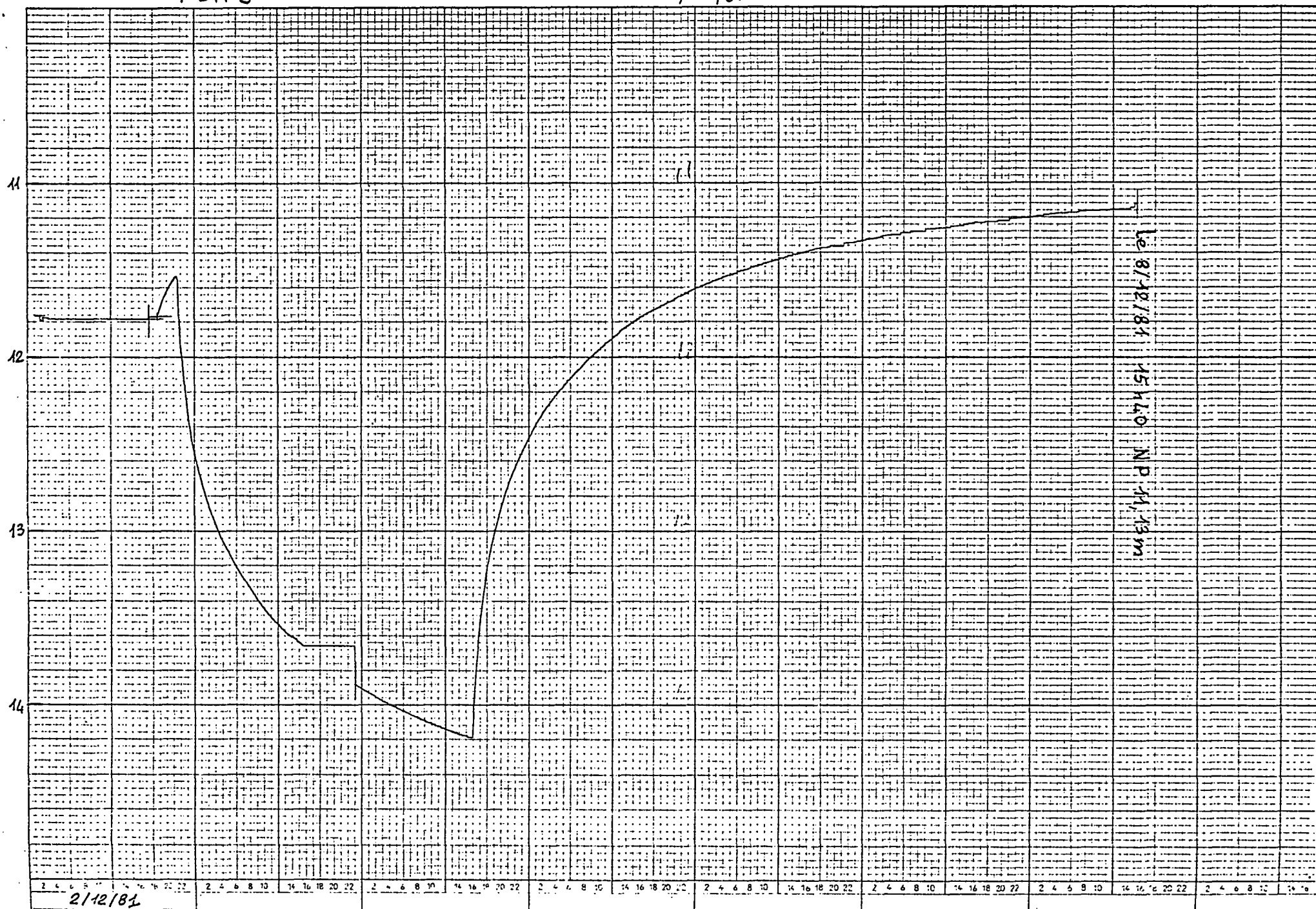
POMPAGE DE 43 HEURES SUR PZM 6 - REACTION ENREGISTREE AU FCR 9

Station.....FCR.9.....

Enregistrement du 2/12/81 au.....

Echelle d'altitude 1:1.20.....

FORAGE FCR 9 LE 2.12.1981 A 17h 25 - NP = 11,78 m



Le report sur papier semi-logarithmique des rabattements observés sur les piézomètres en fonction de la distance qui les sépare du forage permet d'apprécier la forme du cône de rabattement. On constate que les points caractéristiques ne s'alignent pas exactement, ce qui provient vraisemblablement de pertes de charge locales dans l'aquifère (ou de modifications latérales de la transmissivité...). Par ailleurs la position des points représentant les PZM 4 et PZM 7 bis indique, comme les diagrammes d'abaissement de la nappe en pompage, qu'il n'y a pas de réalimentation importante de la nappe (figure 11).

4.4 - Conclusions sur les pompages réalisés à Meffret

En premier lieu, on peut constater le bon fonctionnement des forages en pompage, les pertes de charge quadratiques étant assez limitées pour les débits mesurés lors des essais.

En ce qui concerne les aquifères testés, leur transmissivité paraît assez homogène comme l'indique le tableau 3 de synthèse ci-après ; les cônes de rabattement sont très marqués avec des gradients importants. Il faudra donc rapprocher les forages d'exhaure pour dénoyer totalement les nappes compte tenu des forts rabattements qui seront imposés.

L'intervalle entre forages sera précisé dans la suite de l'étude.

CONE DE RABATEMENT A MEFFRET

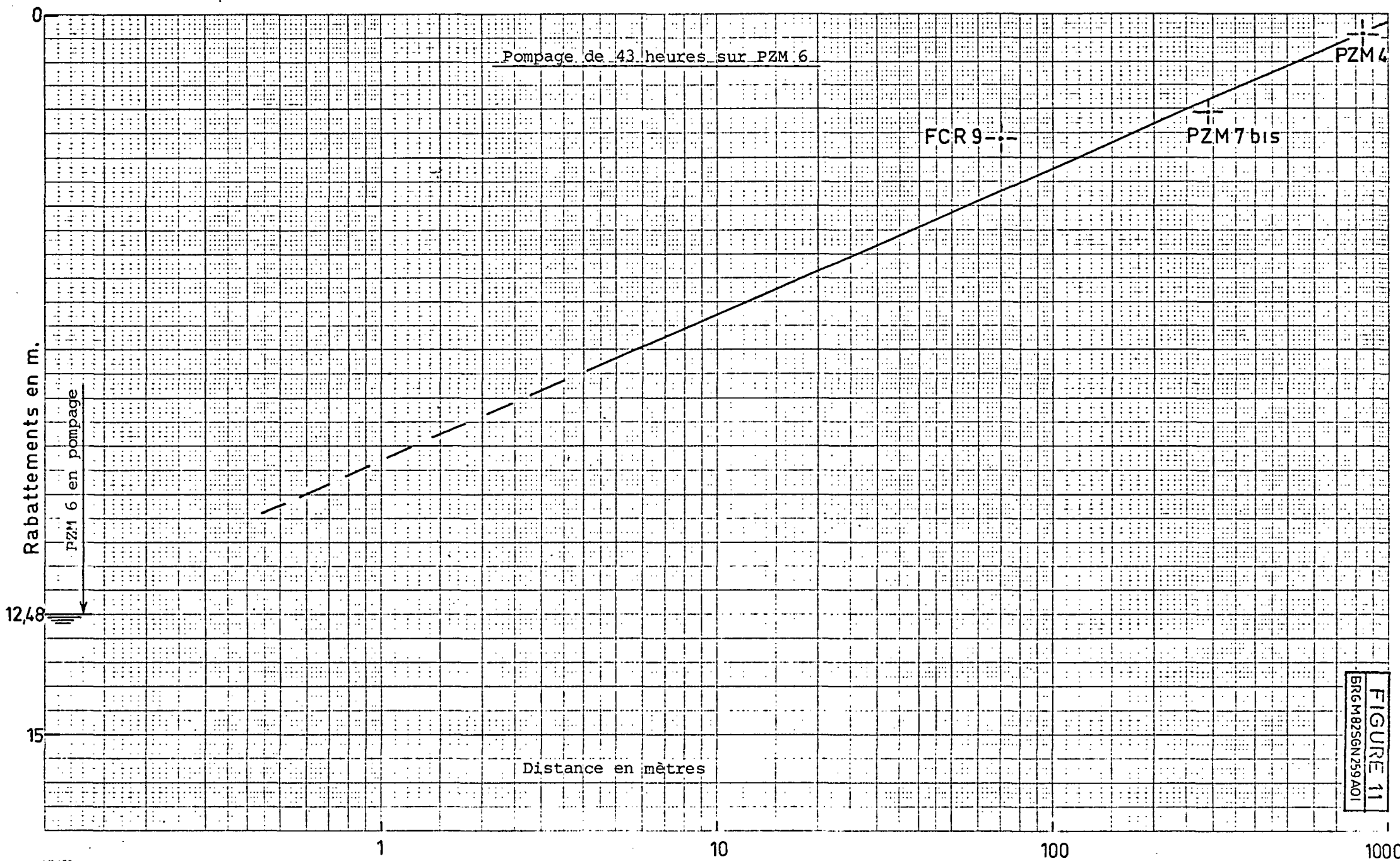


FIGURE 11
BRGM8256N259A01

TABLEAU 3 : SYNTHESE DES RESULTATS DES POMPAGES REALISES SUR LE SITE DE MEFFRET

NOM PZM	DATE ESSAI	RESULTATS (T en m ² /s)
PZM 4 (JV _b)	17.9.81	Essai 24 heures (T _d = 1,74.10 ⁻³ T _r = 1,63.10 ⁻³
	2.12.81	Essai 43 heures (PZM 6) T = 3,5.10 ⁻³ S = 4,2.10 ⁻⁴
PZM 6 (JV _b)	2.12.81	Essai 43 heures T _d = 3,5.10 ⁻³ S = 8,9.10 ⁻⁴
FCR 9 (JV _b)	17.9.81	Essai 24 heures (PZM 4) T = 4,08.10 ⁻³ S = 3,2.10 ⁻⁵
	2.12.81	Essai 43 heures (PZM 6) T = 1,6.10 ⁻³ S = 2,4.10 ⁻⁴
PZM 5	17.11.81	Essai de 4 heures T _d = 7,4.10 ⁻⁴ T _r = 5,8.10 ⁻⁴
PZM 7 bis	21.11.81	Essai 4 heures T = 2,02.10 ⁻³
	2.12.81	Essai 43 heures (PZM 6) T = 1,6.10 ⁻³ S = 2,5.10 ⁻⁴

5 - ETUDE HYDROGÉOTECHNIQUE DES CONTRAINTES LIÉES AU RABATTEMENT

5.1 - Caractéristiques géométriques générales de la fosse -

- . Cote du terrain naturel $\neq + 23$ m NGF
- . Profondeur de fosse : 50 m
- . Géométrie subcirculaire : diamètre $\neq 180$ m au sol
 $\neq 30$ m au fond
- . Piste d'accès : - 12 m de largeur
- pente : 10 %
- . Le volume extrait s'élève à 495 000 m³ au total

5.2 - Stabilité du fond de fosse vis-à-vis des sous-pressions hydrauliques -

5.2.1 - Problème posé

Compte tenu de la profondeur de la fosse expérimentale à réaliser il s'agit d'examiner les conditions de stabilité au soulèvement, du fond de la fosse, en fonction des caractéristiques hydrauliques connues des terrains et en fonction de la géométrie de la fosse.

5.2.2 - Hypothèses retenues :

Les caractéristiques géométriques et géologiques retenues pour analyser le problème sont récapitulées sur la coupe diamétrale schématique présentée ci-dessous.

Le poids spécifique apparent humide des terrains est estimé à 2,1 t/m³ en moyenne.

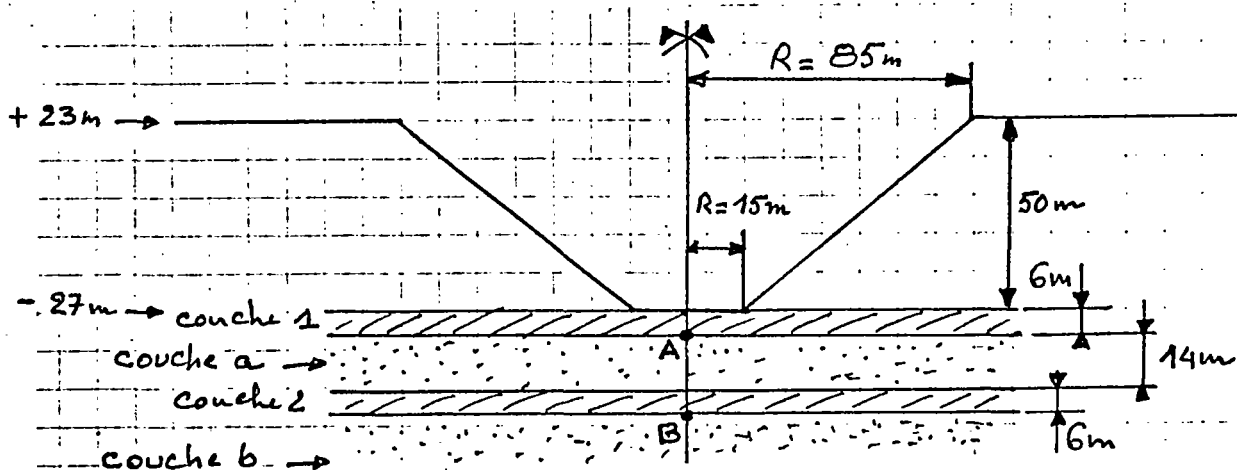


Figure 12

La charge hydraulique est égale à + 13 m NGF dans la couche a (JV)
+ 20 m NGF dans la couche b (Ma)

Couches a et b : formation sableuse perméable (JV et Ma)

Couches 1 et 2 : formation d'argile imperméable

5.3 - Stabilité au soulèvement de la couche 1 -

Compte tenu de la faible épaisseur (6 m) de la couche d'argile par rapport à la superficie du fond de fouille, on ne peut pas compter sur l'influence des parois de la fosse dans la stabilité de cette couche vis-à-vis des poussées hydrauliques importantes.

On peut donc dire que la poussée hydraulique admissible sous la couche 1 ne peut pas être supérieure au poids propre de cette couche, pour que sa stabilité au soulèvement soit assurée.

La contrainte verticale en A due au poids de cette couche est :

$$6 \text{ m} \times 2,1 \text{ t/m}^3 = 12,6 \text{ T/m}^2$$

Ceci signifie que l'équilibre limite de la couche 1 est atteint avec la charge hydraulique maximale en A de :

$$- 33 \text{ m (cote du point A)} + 12,6 \text{ m} = - 20,4 \text{ m NGF}$$

La valeur de la charge hydraulique naturelle (+ 13 m NGF) dans la couche a, devra donc être ramenée à une valeur inférieure à - 20,4 m NGF (en valeur algébrique) sous le fond de fouille pour assurer la stabilité de la couche d'argile 1.

5.4 - Stabilité au soulèvement de la couche 2

Compte tenu de la profondeur de cette couche d'argile par rapport au fond de la fosse, il y a lieu de tenir compte de la géométrie de la fosse dans l'analyse des conditions de stabilité de la couche 1.

5.4.1 - Principe de calcul

Le principe de calcul général est exposé ci-dessous :

. Considérons un plan horizontal (P) à une profondeur z par rapport au terrain naturel. Avant tout creusement, la contrainte verticale totale σ_0 due au poids des terrains sus-jacents à ce plan (P) est uniforme en tous points de celui-ci et a pour valeur (figure 13).

$$\sigma_0 = \gamma_h \cdot z \quad (\gamma_h : \text{poids spécifique apparent humide})$$

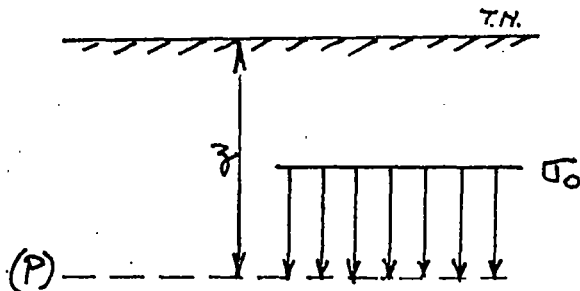


Figure 13

Si on extrait une tranche superficielle de terrain circulaire de centre O, de rayon a et d'épaisseur h , on peut en calculer l'incidence sur la valeur de σ_0 , en tous points du plan (P). On montre que, sur ce plan, la diminution $\Delta\sigma_0$ de σ_0 est la plus importante à la verticale du point O (figure 14). L'emploi des abaques de EGOROV permet de calculer $\Delta\sigma_0$.

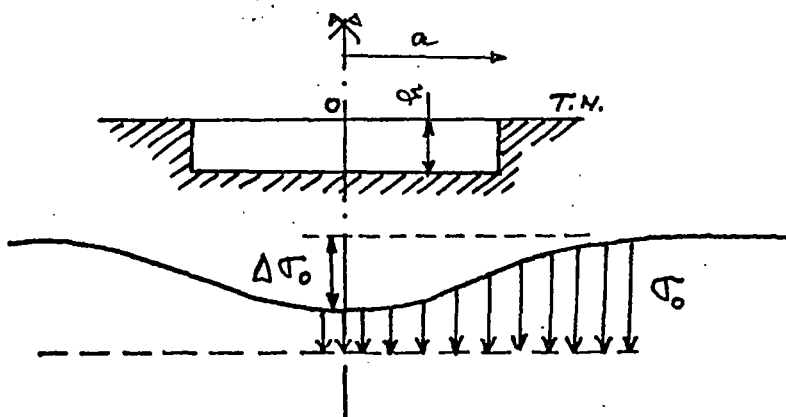


Figure 14

Ainsi, le nouvel état de contrainte verticale a une profondeur donnée sous l'axe de la fosse, peut être obtenu en superposant les effets d'une succession de tranches cylindriques schématisant la forme générale de fosse (figure 15).

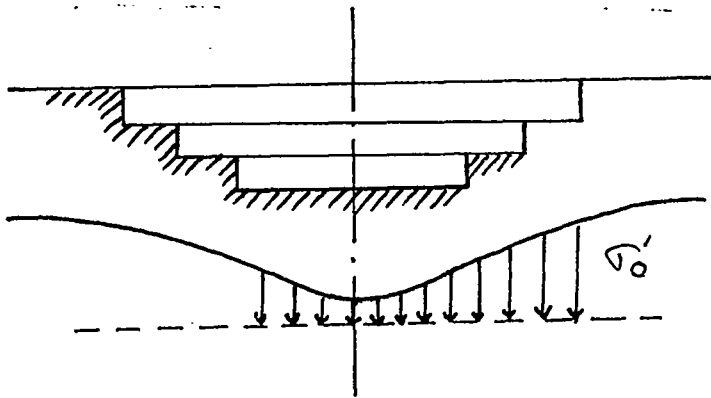


Figure 15

5.4.2 - Application au projet

Compte tenu de la géométrie de la fosse (figure 12) et des données géologiques et hydrauliques, le calcul a été réalisé au point B (base de la couche d'argile n° 2).

L'influence sur l'état de contrainte verticale en B de l'excavation a été simulée à l'aide des abaques de EGOROV, par superposition des effets de 5 tranches cylindriques dont l'ensemble correspond approximativement à la géométrie de la fosse (figure 16 d'après document fourni par la COGEMA - Mission NAQ).

Le tableau ci-dessous récapitule les paramètres de calcul et les résultats pour chaque tranche.

- a : rayon de la tranche cylindrique considérée
- z : profondeur du point B par rapport à la base de la tranche considérée.
- q : déchargement dû à l'extraction de la tranche considérée
- $\Delta \sigma_0$: valeur de la diminution de contrainte verticale en B induite par l'extraction de la tranche considérée.

C.O.G.E.M.A.
Projet de fosse expérimentale
Coupe diamétrale

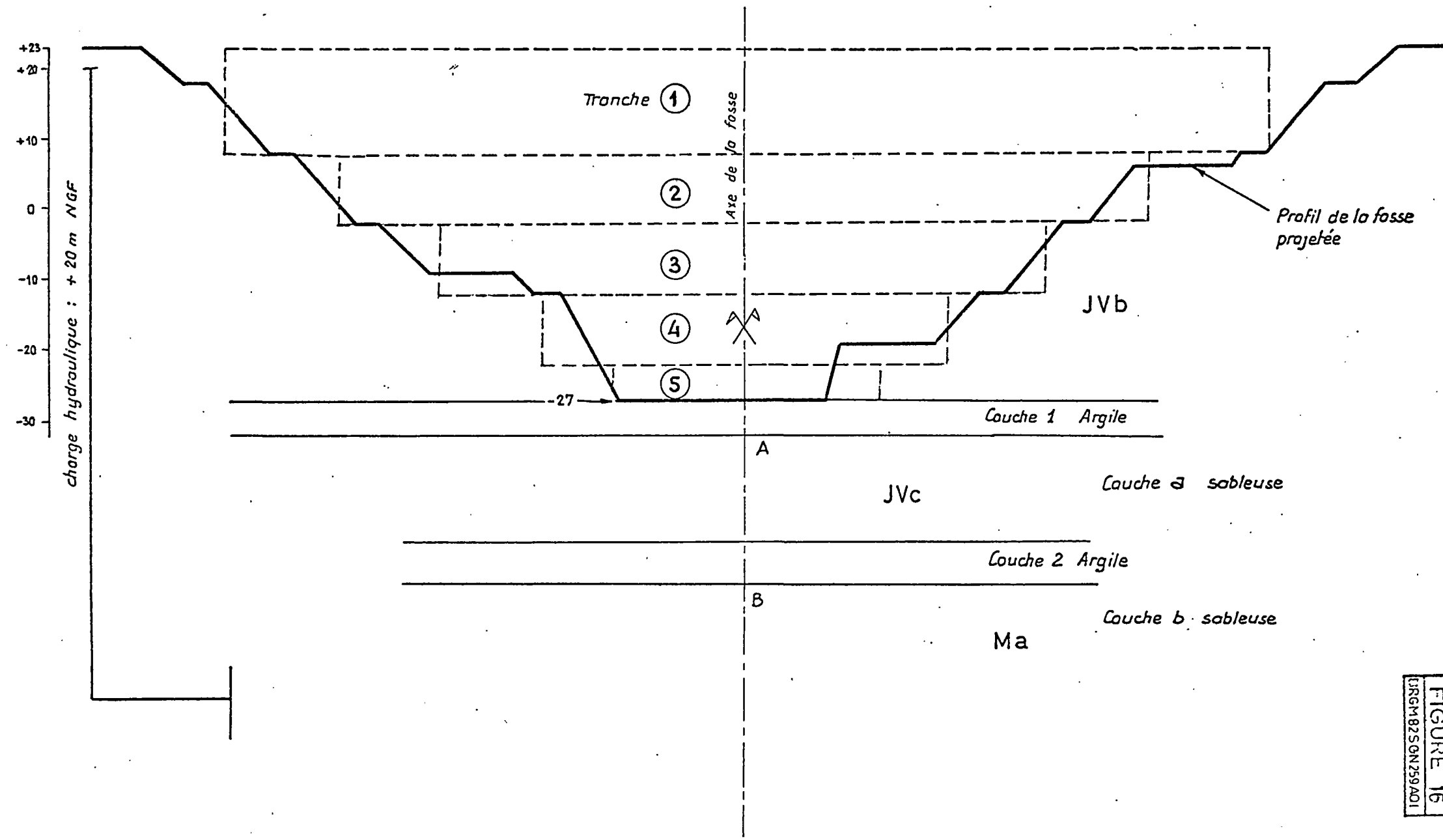


TABLEAU 4 : PARAMETRES ET RESULTATS DU CALCUL

Tranche	a (m)	z (m)	q t/m ²	$\frac{z}{q}$	$\frac{\nabla z}{q}$	$\Delta \nabla_0$ t/m ²
1	75	61,5	31,5	0,82	0,73	23
2	57,5	51,5	21	0,896	0,71	14,9
3	43	41,5	21	0,965	0,675	14,2
4	28,5	31,5	21	1,105	0,58	12,2
5	19	26,5	10,5	1,395	0,475	5
					$\Sigma \Delta \nabla_0$	69,3 t/m ²

En B, la diminution de la contrainte verticale naturelle ∇_0 est donc de 69,3 t/m².

La nouvelle contrainte verticale en B, due au poids des terrains sus-jacents est de $\nabla'_0 = 2,1 \times 76 \text{ m} - 69,3 = 90,3 \text{ t/m}^2$, or les sous-pressions hydrostatiques en B sont égales à :

$$H = + 20 \text{ m NGF} - (- 53 \text{ m}) = 73 \text{ t/m}^2$$

$H \ll \nabla'_0$ ce qui ne destabilise pas la couche d'argile n° 2.

CONCLUSIONS

Pour que la stabilité du fond de la fosse expérimentale soit assurée après excavation, il sera nécessaire de diminuer par pompage la poussée hydraulique dans la couche(a) afin d'éviter le soulèvement de la couche d'argile 1.

L'équilibre limite théorique de cette couche correspond à une charge hydraulique maximale dans la couche(a) de - 20,4 m NGF, avec les hypothèses choisies. Il faut toutefois souligner qu'une diminution locale de l'épaisseur de la couche d'argile peut entraîner le soulèvement. Par sécurité, il est donc recommandé de diminuer la charge hydraulique sous le fond de fosse, à une valeur voisine de - 27 m (NGF).

En ce qui concerne la couche d'argile n° 2, et pour les hypothèses retenues, les conditions de stabilité au soulèvement seront tout à fait satisfaisantes après exécution de la fosse.

6 - MODELISATION MATHEMATIQUE DE LA NAPPE

6.1 - Généralités -

L'objectif d'un modèle mathématique de nappe est de fournir un "outil" mathématique permettant de restituer le comportement naturel de la nappe dans un système aquifère au sein de son environnement.

Ce processus est atteint lors de la phase de calage du modèle sur les données géométriques (toit et mur de l'aquifère) et hydrogéologiques (piézométrie et perméabilité) de la nappe. Dans un deuxième temps, en étant sûr de la représentativité du modèle calé, on peut soumettre la nappe modélisée à des contraintes diverses (pompages, injection, drainage etc...) pour en obtenir les conséquences et ainsi rechercher la meilleure solution au problème posé.

6.2 - Choix du modèle -

Nous sommes en présence d'un aquifère bi-couche (JVb et JVC) dont l'aquifère inférieur est toujours captif, et l'aquifère supérieur peut être libre en certains endroits (en particulier au Nord).

Après étude du comportement piézométrique des nappes, les conditions aux limites du modèle sont les suivantes :

Au Nord, la nappe supérieure est en relation plus ou moins étroite avec la Dronne, cette dernière sera donc un potentiel imposé du modèle (la surface du cours d'eau est considérée comme faisant partie de la surface piézométrique de la nappe).

Les autres limites du modèle seront les potentiels de la nappe elle-même. Verticalement, on admettra un transfert de flux entre les deux nappes par affichage dans le modèle d'une perméabilité verticale de la couche semi-perméable, intermédiaire entre JVb et JVC.

En première hypothèse, on considèrera la nappe supérieure (JV_b) comme libre dans la partie Nord, et captive dans sa partie Sud ; la transition se faisant à hauteur de la position de la fouille expérimentale.

Il faut noter que ces conditions sont volontairement pessimisées par rapport aux conditions naturelles vraisemblables ; la captivité de la nappe pourrait être éventuellement étendue à tout le domaine modélisé.

Dans la programmathèque du B.R.G.M., le modèle appelé VTD2 nous a semblé le mieux adapté aux conditions annoncées plus haut, à savoir :

- V : calculs selon des mailles carrées de taille variable
- T : régime transitoire de la nappe
- D : possibilité de débordement de la nappe
- 2 : modèle bi-couche.

Ce modèle sera toutefois utilisé en régime permanent, faute d'un long historique des évolutions piézométriques.

6.3 - Principe du calcul -

Le domaine hydraulique pris en compte est discrétisé en surfaces élémentaires carrées ou "mailles" (figure 17). Le programme de calcul, basé sur la méthode des différences finies, permet de calculer la charge piézométrique au droit de chacune des mailles résultant d'une distribution adoptée pour les paramètres hydrauliques (perméabilité, cotes du substratum et du conditions aux limites).

Dans une première phase, dite de calage, on s'efforce par ajustements successifs des paramètres les moins connus, de reproduire la piézométrie déduite des mesures de terrain. Dans un deuxième temps, les phases de simulations permettent d'examiner la réaction de la nappe aux influences qu'on lui impose.

6.4 - Paramètres et données introduites dans le modèle -

6.4.1 - Généralités

Les données introduites dans les calculs seront les suivantes :

Piezométrie de référence (potentiels), mur et toit de l'aquifère inférieur (en cote NGF), mur et toit de l'aquifère supérieur,

le toit pouvant être ici la surface topographique qui sera également dans ce cas une cote de débordement pour une nappe libre. Enfin, le dernier tableau des données comportera la distribution des perméabilités horizontales des deux couches prises en compte et les perméabilités verticales de la couche semi-perméable de transfert.

6.4.2 - Maillage du modèle

La position du maillage (figure 17) a été choisie pour reproduire au mieux la géométrie de la future fouille. Les axes d'ordonnées sont alignés suivant les projections Lambert de la carte IGN à 1/25 000 . 4 ordres de mailles sont disponibles, les plus petites (ordre 4) étant disposées sur l'emprise de la fouille. Les mailles d'ordre 1 mesurent 900 mètres de côté, et les mailles d'ordre 3, 100 mètres. Les deux couches ont un maillage identique pour des raisons de rapidité de calcul.

6.4.3 - Piézométrie

L'introduction dans le calcul des données piézométriques n'a d'importance que pour les mailles à potentiel imposé. Dans le reste du domaine, les valeurs des potentiels affichés ne servent qu'à initialiser le calcul et ainsi à accélérer la convergence des itérations.

Les surfaces piézométriques prises en compte ici ont été présentées au paragraphe 3.1.

6.4.4 - Perméabilités

Les valeurs des perméabilités horizontales sont déduites des transmissivités calculées au moyen des pompages d'essais au travers de la relation $T = K \times H$

T : transmissivité

K : perméabilité

H : épaisseur de l'aquifère

Pour la zone de Meffret les pompages réalisés sur les piézomètres donnent accès aux valeurs suivantes :

+ Pour une épaisseur de 15,5 mètres au PZM 6, la perméabilité calculée au droit de ce piézomètre sera $K = 9,67.10^{-5}$ m/s.

- + Au PZM 7 bis, pour une épaisseur d'aquifère de 9 mètres, $K = 1,15.10^{-4}$ m/s.
- + Au PZM 4, si $E = 10$ mètres, $K = 3,5.10^{-4}$ m/s
- + Au PZM 5, si $E = 12$ mètres, $K = 2,9.10^{-5}$ m/s

Ces résultats sont déduits de l'appréciation des épaisseurs des couches les plus aquifères traversées lors des travaux de forage, avec une probabilité d'erreur de l'ordre du mètre.

6.4.5 - Géométrie des aquifères

L'extrapolation des cotes des toits et mur des deux couches aquifères a été réalisée par interprétation des logs Neutrons existant sur la zone de Meffret et des coupes des sondages carottés et des piézomètres. La coupe schématique de la figure 3 précédente donne un aperçu de la stratification des ensembles aquifères.

Afin de ne pas donner des épaisseurs trop importantes aux couches, on a procédé à une interprétation des "profils neutrons", et à un lissage des isohypses obtenues, en éliminant les discontinuités trop marquées.

Les figures 18 à 20 représentent les cartes des murs et toits des deux couches aquifères, la discrétisation de ces cartes permettant l'affichage des valeurs dans chaque maille du domaine modélisé.

6.4.6 - Débit

Ce terme regroupe les débits entrant ou sortant du modèle et que l'on a pu mesurer et qui entrent dans le calcul du bilan : ce sont en général des débits d'exutoires (sources) ou de forages, ou des débits d'alimentation (pluie efficace ou irrigation).

Dans le cas présent, les seuls débits connus pouvant prendre une importance dans le calcul sont les débits d'alimentation par la pluie efficace. Nous avons été ainsi amené à introduire dans la couche supérieure (dans la zone libre) un flux correspondant à une lame d'eau de 250 mm par an.



CARTE DU MUR DE JV_b

(isohypses en m. NGF)

6.5 - Première phase : calage du modèle

Le calage proprement dit du modèle mathématique s'est déroulé suivant la procédure détaillée par l'organigramme de la figure 21.

Après l'introduction des données brutes, les principales modifications se sont portées sur :

- . l'épaisseur des deux aquifères, estimée trop importante en première approximation ;
- . la piézométrie de la nappe JV_b , surtout au niveau de la liaison avec la Dronne.

Près de 25 passages en ordinateur ont été nécessaires pour atteindre la précision requise sur la piézométrie.

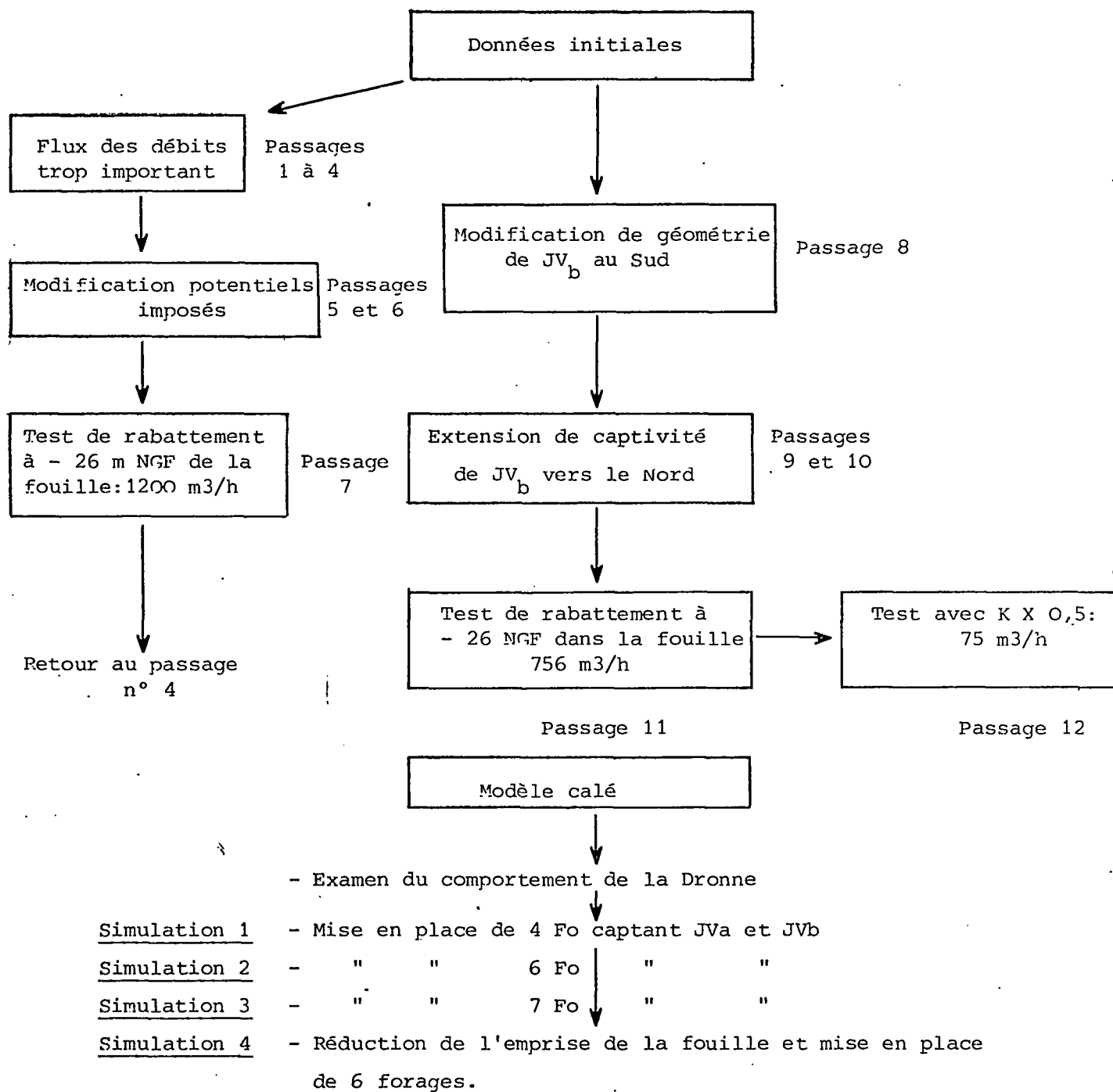
Le processus de calage s'est également porté sur la détermination de la perméabilité verticale de la couche semi-perméable séparant JV_b de JV_c . Pour ce faire, on a reproduit les conditions de pompage sur le PZM 6. L'ajustement de K_v permet de restituer la réaction du PZM 5 (JV_c) lors de ce pompage. Nous avons ainsi obtenu une perméabilité de 10^{-7} mètres/seconde.

6.6 - Deuxième phase : Simulation d'hypothèses de rabattement

6.6.1 - Préparation du modèle

Lors du calage du modèle, celui-ci calcule les flux d'eau transitant de maille à maille, et en particulier sur les contours. Ces débits n'étant dépendant que de l'aquifère, ils sont transformés en débit imposé sur les bordures, afin de ne pas introduire des débits parasites lors de l'imposition de gros pompages.

ORGANIGRAMME DE CALAGE ET DE SIMULATION DU MODELE



6.6.2 - Etude du comportement de la Dronne

Durant la phase de calage du modèle, nous avons été amenés à examiner le débit total nécessaire pour rabattre les deux nappes en fond de fouille.

Ceci a été réalisé en imposant les potentiels à - 26 m NGF sur l'ensemble de la fouille : les figures 22 et 23 donnent les conséquences de cette manipulation :

Au niveau de la fouille (figure 22), on constate que les débits provenant de la nappe vers la fouille (en litres par seconde) sont deux fois plus importants dans JV_b que dans JV_c : on obtient ainsi 238 m³/h dans JV_c , et 518 m³/h dans JV_b (756 m³/h au total).

Il faut toutefois remarquer que ces débits sont fonction de la forme de la fouille. En effet, les mailles situées dans les angles drainent plus d'eau que les mailles contigues. Or il est impossible de représenter une emprise circulaire de la fouille, ce qui introduit quelques imprécisions sur les débits.

Sur le même passage simulant l'exhaure totale, on peut examiner la réaction de la Dronne (figure 23).

La comparaison des débits apparaissant au niveau des mailles à potentiels imposés représentant la rivière indique que celle-ci conserve un comportement drainant vis-à-vis de la nappe, le bilan ressortant à une diminution du flux drainé de 46 m³/h sur l'ensemble du cours d'eau intégré dans la modélisation.

ANALYSE DE LA REPONSE DU POMPAGE TOTAL DANS LA FOUILLE

Fouille à - 26 NGF Pot imposé

1er chiffre : couche JVC

2ème chiffre: couche JVb

débit en l/s - 3326 : numéro mnémotechnique

7	8	9	7	8	9
	- 11.40	- 5.71	- 5.78	- 12.42	
	- 5.72	- 2.95	- 3.02	- 6.87	
33 28 1	2	3	33 29 1	2	3
- 12.51	o	o	o	- 6.86	
- 6.15	o	o	o	- 1.96	
4	5	6	4	5	6
- 6.86	o	o	o	o	- 13.76
- 3.25	o	o	o	o	- 5.54
7	8	9	7	8	9
- 6.86	o	o	o	o	- 13.75
- 3.61	o	o	o	o	- 6.05
33 52 1	2	3	33 53 1	2	3
- 13.71	- 6.86	- 6.86	- 6.86	- 13.71	
- 7	- 2.86	- 2.71	- 2.81	- 5.74	

LEGENDE : Débit en l/s

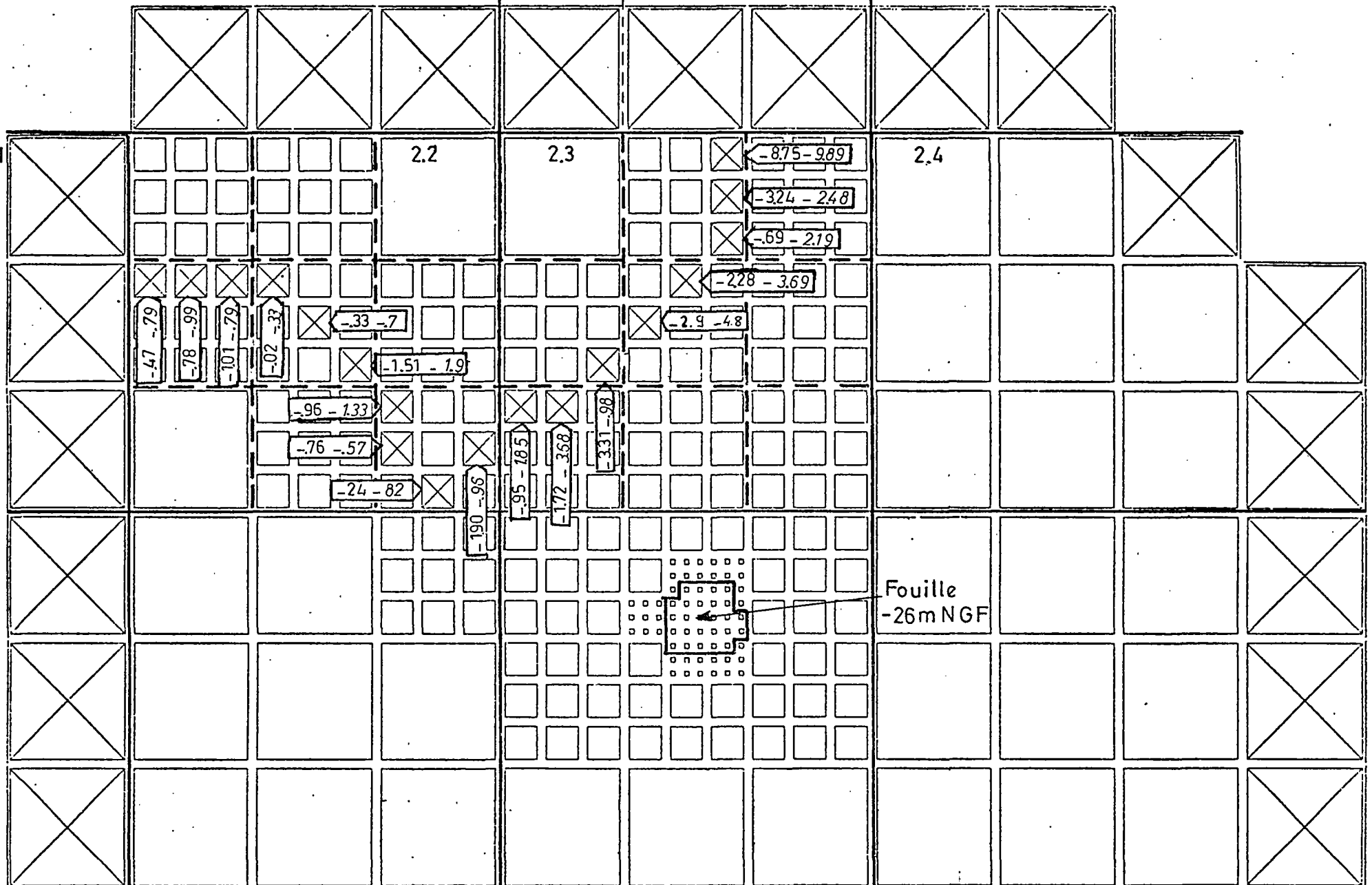
$-8,99$ $-8,79$

calage après dénoyage

— maille à potentiel imposé
(Dronne)

maille d'ordre 2

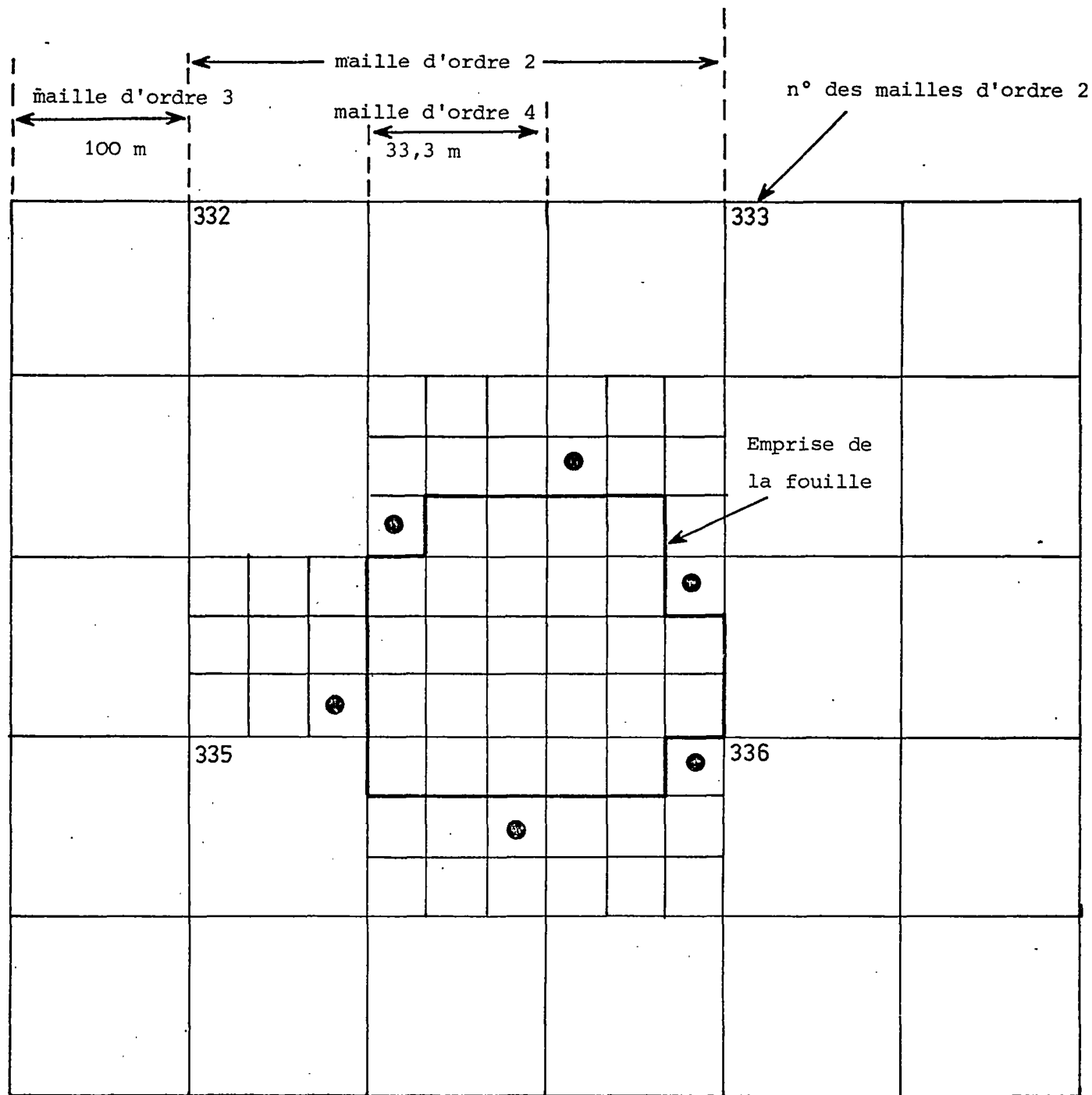
ordre 3



ETUDE DU COMPORTEMENT DE LA DRONNE

FIGURE 23
BRGM 82SGN259A01

RECHERCHE DE LA POSITION DES FORAGES : SIMULATION 2 - 6 FORAGES



6.6.3 - Simulation 1 : Mise en place de 4 forages d'exhaure

La disposition des forages d'exhaure dans le modèle se traduit par une mise en potentiel imposé des mailles contenant ces forages. Il s'agit, de réduire, voire annuler le débit résultant en fond de fouille en disposant autant de forages que nécessaire. Les mailles à potentiel imposé intègrent les deux nappes, ce qui veut dire que les forages d'exhaure peuvent exploiter en même temps les deux nappes.

Pour cette première simulation, on a imposé - 26 m NGF dans les mailles situées dans les angles de la fouille. Le tableau 5, rassemble les résultats obtenus :

TABLEAU 5 : RESULTATS DE LA SIMULATION N° 1

:	:	:	:			
:	N° MAILLE	:	DEBIT 1/s	:	DEBIT m3/h	:
:	:	:	Couches 1 + 2	:	Couches 1 + 2	:

:	:	:	:	:	:	:
:	33254	:	29,5	:	108	:
:	33266	:	32,8	:	118	:
:	33524	:	28,41	:	102	:
:	33536	:	36,06	:	130	:
:	Fouille	:	130,77	:	470	:
:	:	:	:	:	:	:

Les volumes d'eau s'écoulant vers la fouille restent trop importants, ce qui nous amène à augmenter le nombre de forages.

6.6.4 - Simulation 2 : Mise en place de 6 forages d'exhaure

Nous avons suivi la même méthode pour six mailles à potentiel imposé (figure 24). Les résultats (tableau 6) font ressortir un débit résultant en fond de fouille de 407 m3/h sur les deux nappes dont 299 m3/h pour la seule nappe de JV_b . Les débits enregistrés aux mailles représentant les forages donnant des débits de l'ordre de 65 à 100 m3/h

TABEAU 6 : IMPLANTATION DE 6 MAILLES A POTENTIEL IMPOSE
(6 FORAGES D'EXHAURE)

N° MAILLE	DEBIT l/s		DEBIT m3/h
	Couche 1	Couche 2	
33257	11,65	6,23	64,4
33264	16,07	7,44	84,6
33279	20,57	8,27	103,8
33293	12,47	5,45	64,5
33526	20,58	6,65	98
33533	13,56	6,54	72,4
Reste fouille	83,18	30,10	407,8

6.6.5 - Simulation 3 : 6 forages et réduction du cône de rabattement

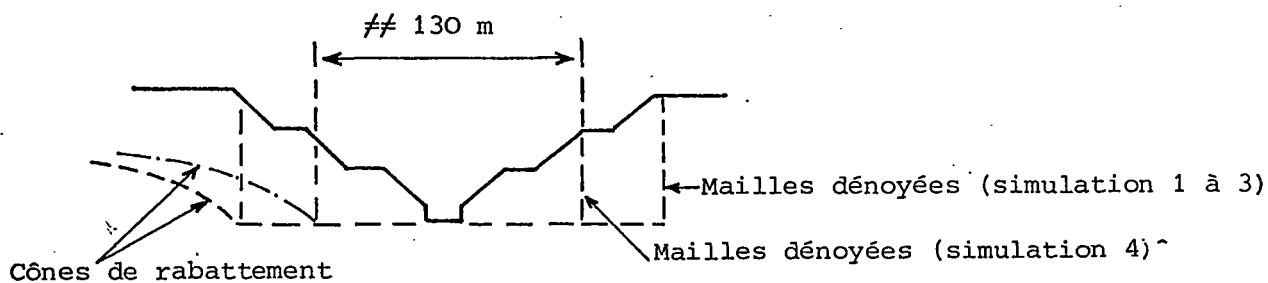
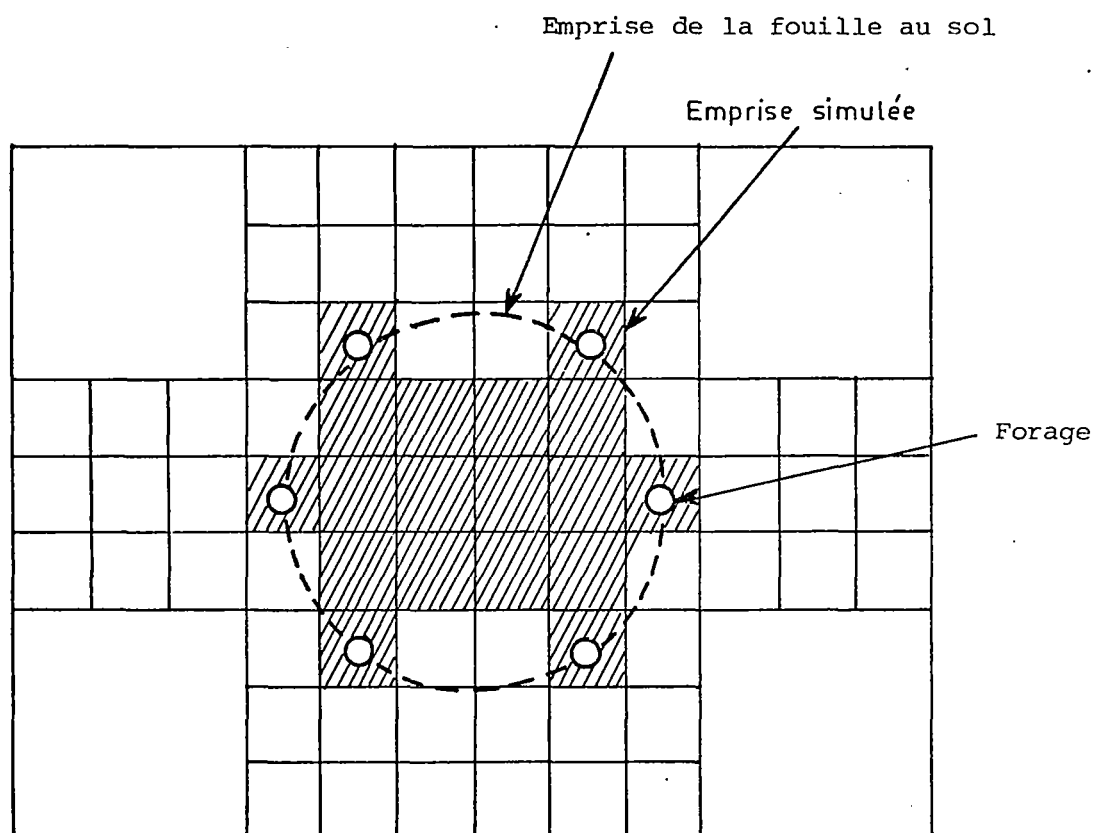


Figure 25 : Schéma de principe du rabattement simulé (simulation 4)

Dans les précédentes simulations, on prenait en compte les mailles couvrant totalement l'emprise de la fouille (6 mailles de 33 m, soit 199 m). Or, la fouille étant tronc-conique, l'emprise réelle de la fouille est plus restreinte (4 mailles de 33 m, soit 133 m) : cette modification permet de rapprocher les forages qui sont alors disposés en bordure du talus (figures 25 -26).

Simulation 3 : recherche de la position optimale
de 6 forages

▨ Maille à potentiel imposé



Le calcul donne les résultats suivants :

TABLEAU 7 : RESULTATS DE LA SIMULATION 3

N° Mailles	débit l/s		Débit total
	Couche 1	Couche 2	m3/h
33258	17,20	8,36	92,01
33268	17,27	8,55	92,9
33284	20,58	8,34	104,1
33296	20,63	8,88	106,2
33522	20,58	8,34	104,1
33532	20,57	8,26	103,7
Reste fouille	51	13	230,4
Σ Débits=			833,5 m3/h

En clair, ce schéma signifie des forages espacés les uns des autres de 90 à 100 m, disposés au bord de la fouille et captant les deux nappes en même temps : les débits à attendre de chaque forage sont de l'ordre de 110 m3/h (75 m3/h dans la couche 1, et 35 dans la couche 2). Il subsistera de toute façon un débit résiduel en fond de fouille, à exhauser à l'aide de pompes flottantes.

6.7 - Résultats de la modélisation -

Il convient tout d'abord de préciser que le modèle a été réalisé en régime PERMANENT, ce qui donne un résultat pouvant être modifié dans le réel par des conditions ne vérifiant pas les hypothèses (pluies abondantes, inondations, modification de T et S après de longs pompages etc...).

Le passage au régime transitoire ne pose pas de problème technique , mais c'est le manque d'informations(chronique de piézométrie, pompages de longue durée...) qui oblitère le processus.

Il reste qu'avec les hypothèses prises en compte dans la modélisation, c'est le système de rabattement constitué de 6 forages captant les deux nappes qui est le mieux adapté.

En fait, le dénoyage complet de la nappe IVb impose de créer de nombreux points de pompage en raison de l'impossibilité de profiter d'un effet de drainance verticale du fait de la présence du niveau d'argile entre IVb et IVc. On est alors amené, pour limiter au maximum les arrivées d'eau en fond de fouille de rapprocher au maximum les points d'exhaure.

Par contre, la décharge du niveau IVc ne pose pas de problème particulier.

7 - CONCLUSION : APS DU SYSTEME D'EXHAURE DE LA FOUILLE EXPERIMENTALE

DE MEFFRET

7.1 - Schéma retenu -

Rappelons que la présente étude est basée sur la géométrie de fouille fournie par la COGEMA (plan n° 3 du 27.11.81). Les contraintes hydrauliques imposées par le système sont :

- rabattement des nappes JVb et JVC au niveau du substratum de la fouille soit à la cote - 27 m NGF.

- réduction au maximum des arrivées d'eau en fond de fouille, de façon à ne pas déstabiliser les talus sableux.

Le schéma retenu est donné par la simulation n° 4 du modèle mathématique : création de forages captant les nappes de JVb et JVC conjointement (figure 27). Deux figures sont possibles ; 6 forages pouvant débiter 110 m³/h chacun, ou 12 forages pompant 60 m³/h. Cette dernière solution paraît la plus raisonnable pour des raisons de sécurité (panne de pompe), de coût (consommation électrique) et de prix des forages.

7.2 - Description des forages -

Les prescriptions générales du système d'exhaure sont les suivantes :

- . 12 forages répartis autour de la fouille expérimentale, le plus près possible de la rupture de pente (2 à 3 mètres).

- . Pompes de Ø extérieur 6" (débit 60 m³/h pour Hmt de l'ordre de 60 mètres).

- . Forages tubés en diamètre 8" intérieur avec des crépines de même diamètre (crépines à spires enroulées). Acier de qualité inox N S22S, diamètre de foration 9" 7/8 à la boue biodégradable (Revert). Tube de protection de 10" en tête sur 5 mètres, cimenté à l'extérieur.

L'élément captant aurait une conception identique sur tous les forages et comporterait :

de 0 à 30 mètres : tube plein
de 30 à 52 mètres : crépiné
de 52 à 60 mètres : tube plein
de 60 à 70 mètres : crépiné.

. Le schéma d'un ouvrage est donc le suivant : (schéma sans échelle) :

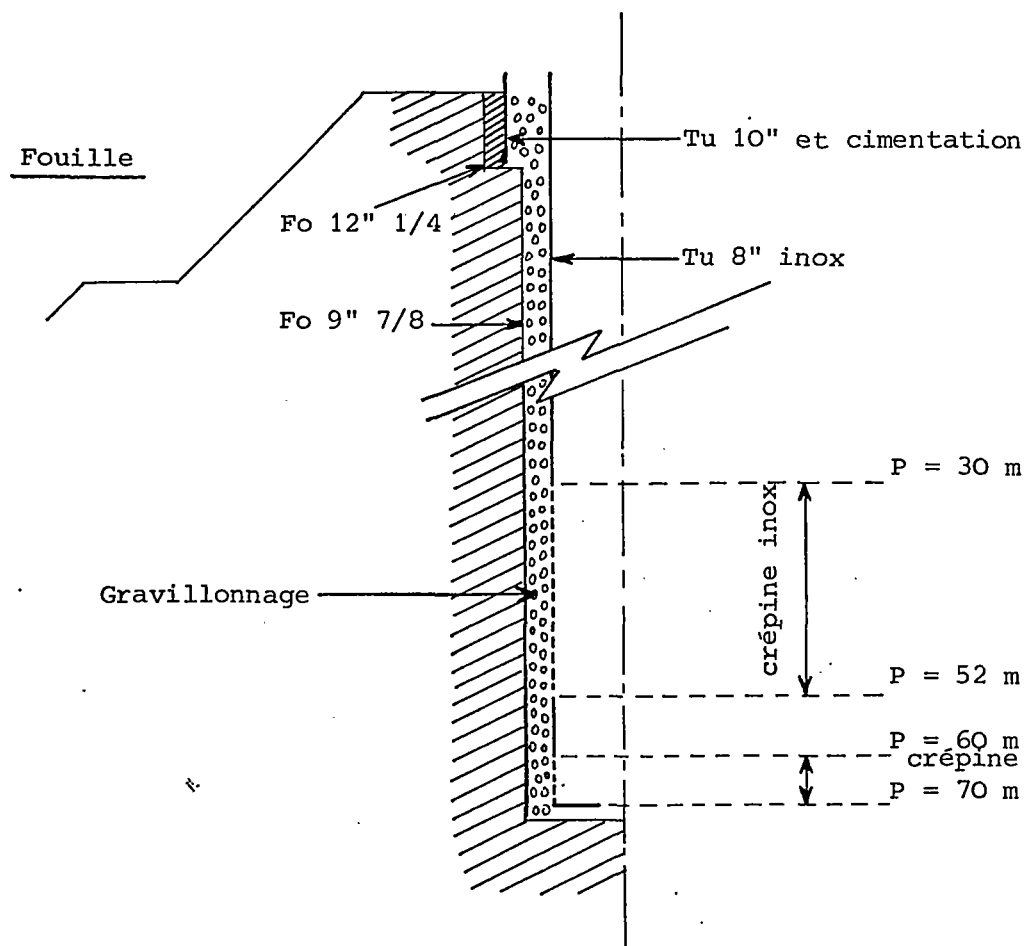


Figure 27 : Coupe technique d'un forage d'exhaure

. La profondeur des ouvrages voisinerait 70 à 75 mètres, cette cote étant précisée au cours des travaux.

7.3 - Installation complémentaire -

Chaque forage sera muni d'une vanne sur le refoulement, d'un compteur volumétrique et d'un tube guide en PVC permettant les mesures à la sonde lumineuse. ($\varnothing$ du tube : 17 à 20 mm).

Dans la fouille, il faudra prévoir la mise en place à l'avancement, d'une tranchée permettant la récolte des eaux de ruissellement. Le refoulement sera assuré par un ou plusieurs pompes d'épuisement de 200 m³/h de capacité totale.

Les commandes de marche et d'arrêt des pompes pourront être réalisées par la pose dans les forages d'électrodes de déclenchement.

7.4 - Essais complémentaires -

Ces essais complémentaires sont destinés à tester la validité du dispositif d'exhaure une fois celui-ci réalisé, et à examiner le comportement réel de la Dronne vis-à-vis de la nappe de JVb. On prendra donc les dispositions suivantes :

- . Implantation et creusement de deux piézomètres atteignant JVb de chaque côté de la Dronne à proximité de Meffrét (tubage crépine en PVC ; $\varnothing$ 100 mm).

- . Pompage de longue durée de tous les forages constituant le dispositif d'exhaure durant 25 à 30 jours en continu, avec surveillance limnigraphique sur tous les piézomètres de la région du Fieu.

-PT : COMMUNE :

Lignation : PZM 5 - Meffret -

échelle au : 1/500

Établi par : A.A.

Indice de
classement

X = 411,6528

Y = 311,6883

Interprétée par : A.A.

Z M Eube = +26,06

élev.	Demi-coupe technique	Nappes et plan d'eau	Échant.	Coupe	DESCRIPTION GÉOLOGIQUE	Strati- graphie
3,31m 0m 5m					0 Sable argileux 3 graviers - sables 6 argile blanc - jaunâtre plastique 14 argile blanchâtre à passages ocres renfermant quelques graviers 19 sable fin très peu argileux 20 argile blanchâtre renfermant sables et graviers 23 sables et graviers argileux blanchâtre à brun 24 argile sableuse blanchâtre 25 sable moyen très argileux 28 argile sableuse renfermant matière organique 31 sable grossier à matrice argileuse blanchâtre 34 sable grossier à matrice argileuse verdâtre 40 sable grossier argileux à verdâtre 42 sable grossier gris peu argileux 46 sable grossier argileux 48 sable grossier gris à noir 49 sable grossier verdâtre argileux 55 sable grossier très argileux 59 argile verdâtre avec grès 60 sable grossier argileux 62,40 sable grossier propre gris à noir 72,40 argile verte et/ou sableuse 74,40 argile verte nodulaire, finement sableuse 80,40 argile verte et sable grossier 83 sable grossier quartzique, gris à grain anguleux 88,40 argile verte légèrement sableuse 90	
58 240 63						
88 90						

V graviers = 4208

Nota : La coupe lithologique est approximative
à raison d'un très mauvais remaniement
des cuttings.

ÉPT : COMMUNE :

signation : PZ M 6

Meffret

Indice de
classement

X = 44,646 0

Y = 311,684 7

échelle au : 1/500

établi par :

Interprétée par :

Z ml tubage = + 25,9

élev.	Demi-coupe technique	Nappes et plan d'eau	Echant.	Coupe	DESCRIPTION GÉOLOGIQUE	Strati- graphie
0	0			0	argile brun jaunâtre diffuse.	
				2,60	galets-graviers - sables	
5m	5m			5m	argile noirâtre-sableuse	
				6m	argile brun-verdâtre sableuse	
				7m	argile blanche	
					argile blanche	
				19m	argile blanc-verdâtre 2 sableuse.	
				23	sable argileux blanc-verdâtre	
				26	argile blanc-verdâtre légèrement sableuse	
				28	sables peu à pas argileux verdâtre	
33				33	argile verdâtre légèrement sableuse	
37,50				37,50	sable gris vert [moyen 37,50 à 47m grossier 47 à 53m]	
52,60				53	argile sableuse gris vert	
54,70				55,50	sable argileux gris-vert.	
57,50				57,50		

ÉPT : COMMUNE :

signation : PZ M 7bis Meffret

pro au : 1/500

établi par :

Indice de
classement

X = 411,3928

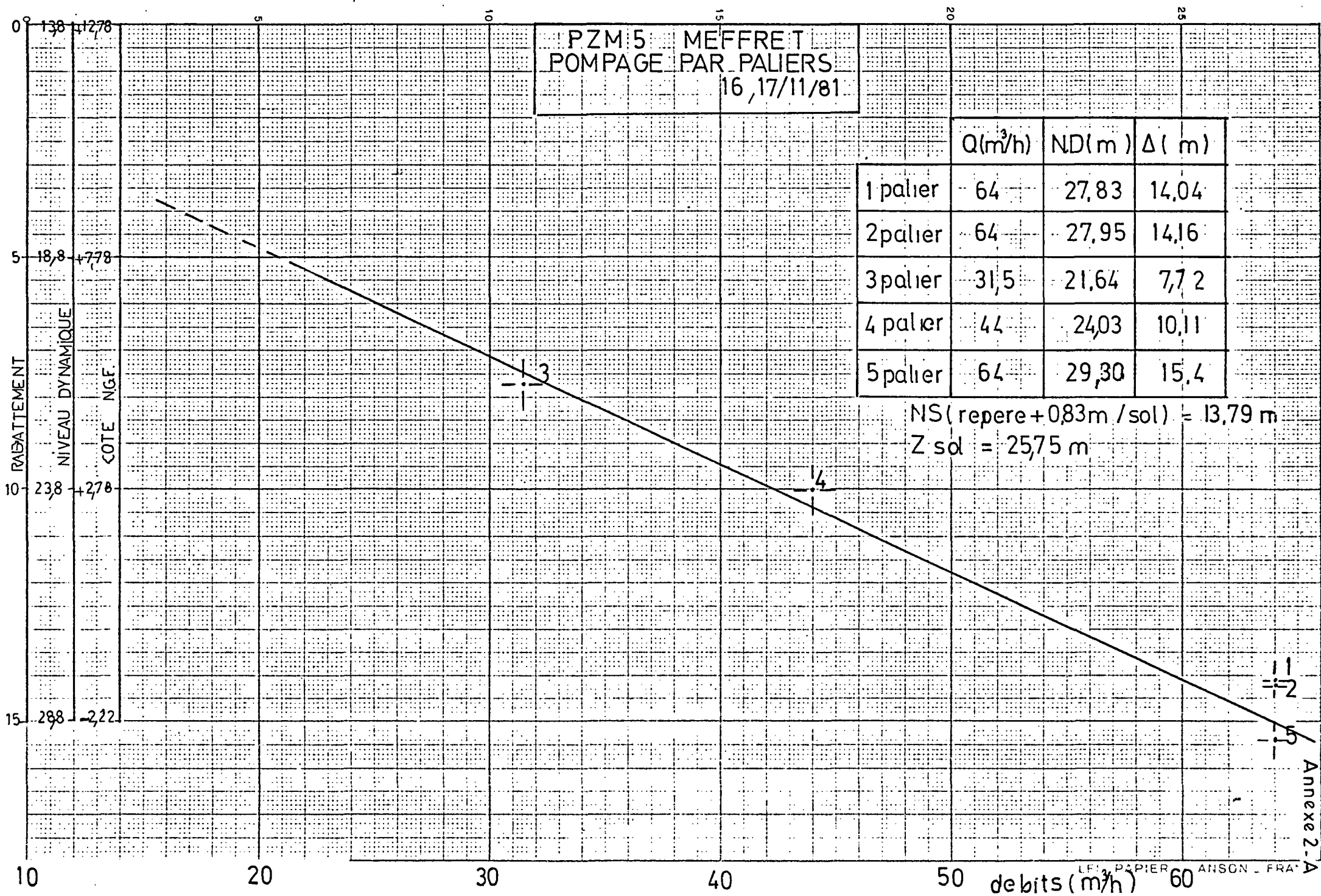
Y = 311,8282

Interprétée par :

Z₆₀ = +23,29

clend.	Demi-coupe technique	Nappes et plan d'eau	Echant.	Coupe	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	Strati- graphie
0/20m					0 argile brune 2 sable grossier légèrement argileux, brun. 3 argile sableuse brun clair 6 sable grossier : argile blanchâtre argile blanchâtre noduleuse petits éléments rougeâtres. 12 argile blanc-jaunâtre légèrement sableuse (19 à 20m) 23 sable grossier quartzique brun clair avec argile blanchâtre. 30 argile jaunâtre claire et sable moyen quartzique. 32 sable gris, moyen, légèrement argileux. 35 sable quartzique grisâtre à gris foncé. taille moyenne. 42 sable-quartzique, gris foncé. légèrement argileux taille fine. 46 sable quartzique, gris verdâtre, grossier. + argileux vers la base 51 argile gris-verdâtre avec qq éléments de quartz 53 argile gris-verdâtre 54,15	

[illegible]



PZM 6 | MEFFRET POMPAGE PAR PALIERS

