BRGM

BUREAU DE RECHERCHES
GEOLOGIQUES ET MINIERES

SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 - 45018 Orléans Cedex
Tél. : (38) 63-00-12

DEPARTEMENT D'ILLE-ET-VILAINE

Syndicat Intercommunal
des Eaux de la Forêt
de Paimpont

RENFORCEMENT DES RESSOURCES DU SYNDICAT DE PAIMPONT

Reconnaissance hydrogéologique des grès armoricains dans le secteur de la Ville Danet (commune de Paimpont)

par

R. DUCHENE et H. TALBO

76 SGN 052 BPL

Service géologique régional BRETAGNE-PAYS-DE-LA-LOIRE
Rue Henri Picherit, 44300 Nantes
Tél. : (40) 74-49-00 et 74-56-75

Bureau de Recherches
Géologiques et Minières
BIBLIOTHEQUE

R E S U M E

A l'instigation de la Direction Départementale de l'Agriculture d'Ille-et-Vilaine, le Syndicat Intercommunal des eaux de la forêt de Paimpont a fait procéder à des recherches d'eau souterraine dans les "grès armoricains" (Ordovicien inférieur) du secteur de la "Ville Danet" (commune de Paimpont).

Cinq forages de reconnaissance, profonds de 35 à 83 m, ont été réalisés par la technique du "marteau fond-de-trou". Implantés de façon à recouper un accident tectonique supposé ils ont confirmé que dans ce secteur les grès, particulièrement fracturés, étaient très aquifères.

Un pompage d'essai effectué sur F5 permet, en n'utilisant que des hypothèses de calcul vraisemblablement pessimistes, d'estimer à environ 85 m^3/heure les possibilités de débit permanent d'un ouvrage d'exploitation profond de 80 mètres.

Cependant les ressources exploitables de la nappe aquifère mise en évidence ne sont pas connues. Elles dépendent pour une large part de facteurs restant à déterminer : extension totale de la zone des grès fracturés et efficacité de son effet de drain sur l'ensemble du massif gréseux.

Pour éviter les risques de surexploitation, il semble préférable, pour le moment, de limiter les prélèvements moyens à 1.000 m^3 par jour, tout en se réservant la possibilité, si les observations futures montrent que les ressources réelles de la nappe le permettent, de doubler, voire de tripler la production, en réalisant d'autres captages dans le même secteur, à mesure de l'accroissement des besoins. Un schéma de forage d'exploitation, tenant compte de ces différents impératifs, est présenté en fin de rapport.

S O M M A I R E

	Page
RESUME	I
SOMMAIRE	II
INTRODUCTION	1
1 - IMPLANTATION DES FORAGES DE RECONNAISSANCE	4
2 - MODE DE FORAGE - DEROULEMENT DES TRAVAUX	9
3 - RESULTATS	12
31 - Terrains rencontrés	12
32 - Débits mesurés en cours de forage	16
4 - POMPAGE D'ESSAI	18
41 - Interprétations	18
42 - Productivité d'un ouvrage de captage	25
5 - QUALITE DE L'EAU	26
6 - DEFINITION DE L'OUVRAGE D'EXPLOITATION	29
61 - Implantation	29
62 - Nature, dimensions minimales	29
63 - Equipement	31
64 - Réalisation - développement - réception	31
CONCLUSIONS	33

INTRODUCTION

Le Syndicat des Eaux de la Forêt de Paimpont est alimenté par "l'Etang Bleu", ancienne minière creusée dans des sables d'âge Pliocène. L'augmentation du nombre d'abonnés et la croissance des consommations individuelles, joints à un certain déficit des précipitations hivernales de ces dernières années, font que les ressources de l'Etang Bleu sont devenues insuffisantes pour faire face aux besoins dans de bonnes conditions.

Le captage des sources du secteur de la Ville Danet a été envisagé. Elles sont isolées, loin des habitations et présentent peu de risques de pollution. Mais leur débit naturel est faible et ne serait vraisemblablement augmenté que dans des proportions limitées par le captage.

Le bourg de Paimpont comme pratiquement l'ensemble de la forêt se trouve sur un massif important de "grès armoricains" (Ordovicien inférieur) reposant sur les "schistes et poudingues pourprés de Montfort" (Cambrien). Les grès armoricains, puissants de plusieurs centaines de mètres forment un synclinal de direction approximativement Ouest - Est, affecté de replis secondaires.

Comme l'ont montré notamment quelques forages d'eau récents, les grès armoricains peuvent être aquifères lorsque certaines circonstances favorables, ayant permis le développement d'une fracturation de la roche suffisamment intense, sont rassemblées.

A l'instigation de la Direction Départementale de l'Agriculture, et sous son contrôle, le Syndicat a confié au B.R.G.M., Service Géologique Régional Bretagne-Pays de Loire, l'étude hydrogéologique des grès armoricains du secteur de la Ville Danet, en vue de définir les possibilités aquifères de la roche, l'implantation optimale et les caractéristiques techniques du nouvel ouvrage de captage nécessaire à son alimentation.

Par convention, le B.R.G.M. était chargé :

- de l'élaboration du programme, de la surveillance et du contrôle des travaux de forage de reconnaissance (5 à 8 forages de 80 à 100 m de profondeur, réalisés par la technique du "marteau fond-de-trou") ;

- de la conduite et de l'interprétation des pompages d'essai réalisés sur certains des forages de reconnaissance ;

CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE

(d'après 1/320000)

(Echelle 1/200 000)

Grès Armoricain (Ordovicien)

Schistes pourprés (Cambrien)

Schistes (Briovérien)

Zone explorée

DESSIN R. DUCHENE

- du recueil des échantillons de terrain et de l'établissement des coupes géologiques, du prélèvement d'échantillons d'eau aux différents niveaux aquifères, et des analyses sommaires portant sur : résistivité, pH, TH, fer, manganèse et azote ;

- de la détermination, à partir des résultats obtenus, de l'implantation et des caractéristiques techniques de l'ouvrage de captage définitif.

Les travaux (forages et pompage d'essai), ont été réalisés du 14/10 au 21/12/1975, par l'entreprise HUILLET, de Tours.

1 - IMPLANTATION DES FORAGES DE RECONNAISSANCE

Les "grès armoricains" sont constitués pour l'essentiel de grès quartzites, durs et à grains fins. Si elles sont poreuses, ces roches sont en moyenne peu perméables. Pour être productif, un forage doit rencontrer des fissures ouvertes au sein de la roche. Il est par ailleurs indispensable que les horizons ou les zones fissurés aient une extension suffisante pour que l'effet de drain qu'ils jouent alors vis-à-vis de l'ensemble moins perméable, mais poreux, permette de mobiliser des ressources importantes.

La fissuration peut provenir de ce que des strates rigides ont réagi par de multiples cassures à des contraintes n'ayant fait que plisser ou déformer légèrement des couches à peine plus souples. La recherche de ce type de fissuration est en général très aléatoire car on connaît mal la lithologie de détail des grès de l'Ordovicien inférieur, ainsi que leur structure.

La fissuration peut être provoquée ou considérablement amplifiée par des mouvements tectoniques (failles, décrochements...), même si quelquefois leur amplitude reste limitée. Le problème essentiel est alors de rechercher et de localiser la trace au sol d'accidents ayant une extension notable.

Dans le massif armoricain où le sol est toujours très couvert, l'examen des photographies aériennes en vision stéréoscopique (restituant le relief) est souvent la façon la plus efficace d'aborder le problème.

Sur l'extrait de photographie jointe, on a reporté outre les limites (approximatives) des diverses formations, les principales observations faites ainsi dans le secteur de Paimpont-La Ville Danet :

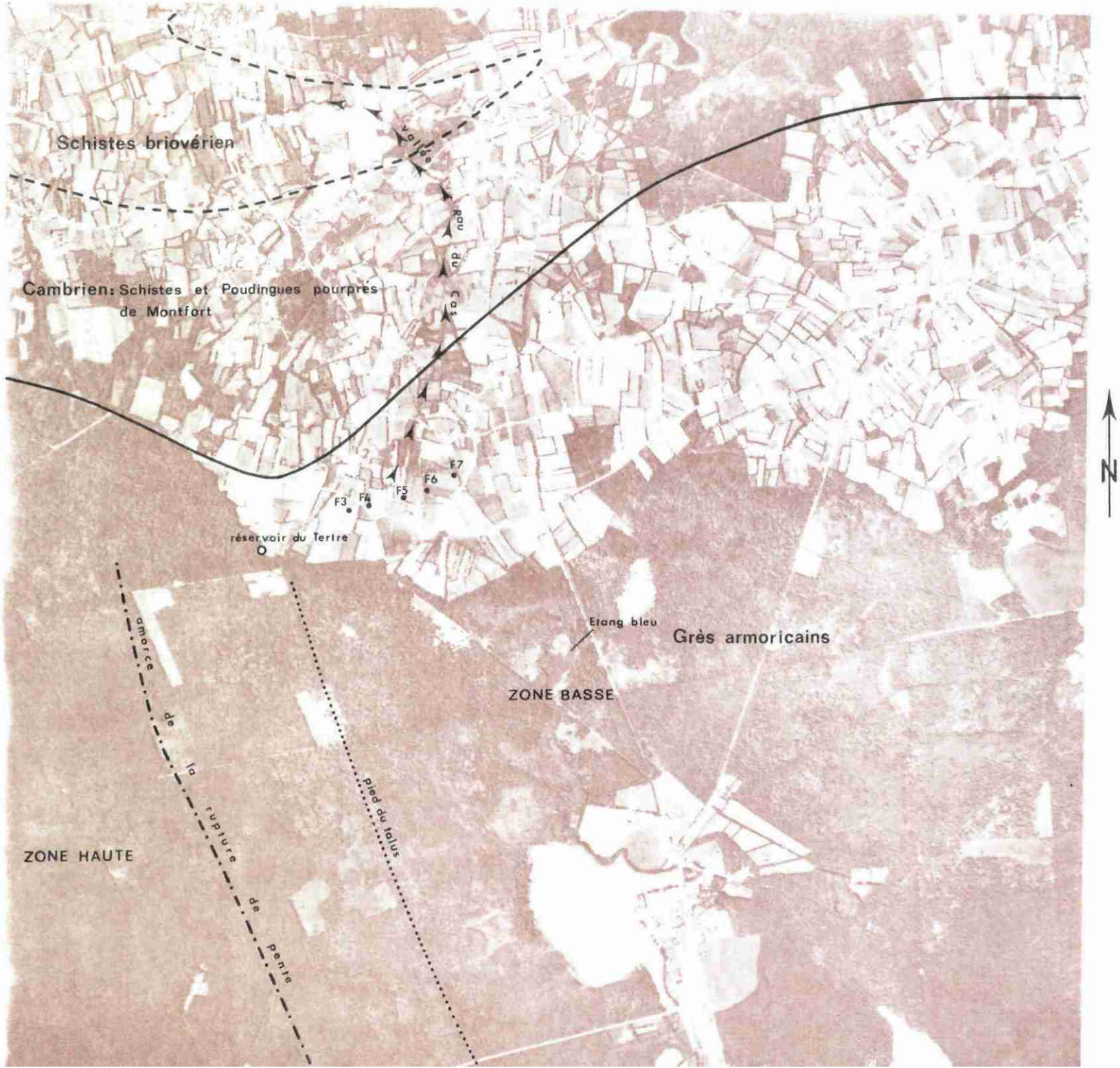
- à l'Ouest, une zone haute (Z = 200 à 250 m) au relief accusé, séparée d'une zone basse (Z = 150 à 170 m) et plate située plus à l'est, par une rupture de pente bien marquée de direction N-NW - S-SE, pratiquement perpendiculaire à la direction générale des couches et du massif gréseux ;

- à faible distance de la base de la rupture de pente (aux Rues Pontgérard), commence un vallon peu encaissé, mais dont le fond est très humide. Plusieurs sources y apparaissent (émergence de la nappe) qui donnent naissance, plus au nord, au ruisseau du Cas.

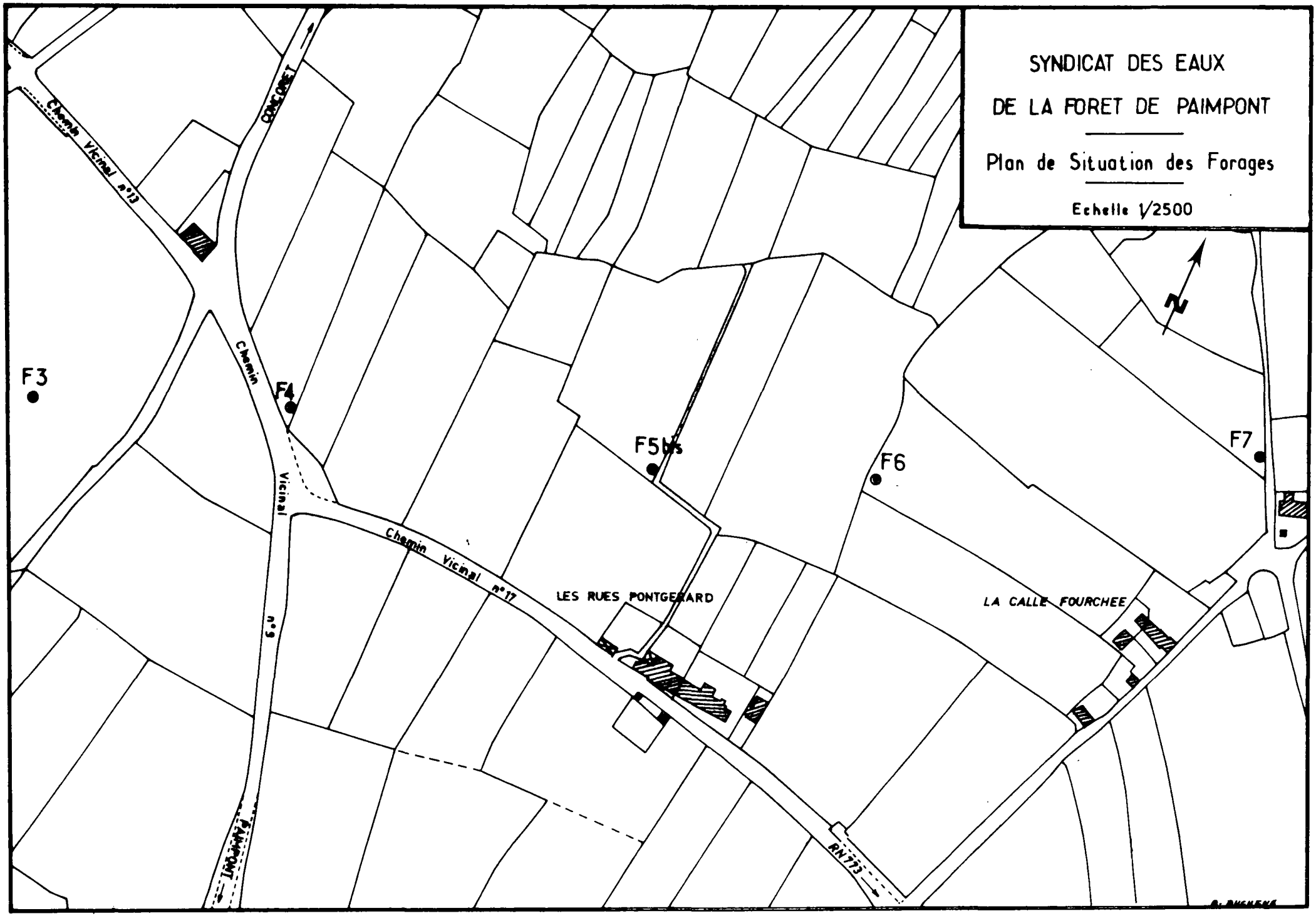
PAIMPONT ET LE SECTEUR DE LA VILLE DANET

photographie aérienne

échelle: environ 1/25 000



R. DUCHENE


SYNDICAT DES EAUX
DE LA FORET DE PAIMPONT
Plan de Situation des Forages
Echelle 1/2500
N
F3
F4
F5bis
F6
F7
Chemin Vicinal n°13
CONCORET
Chemin Vicinal n°9
Chemin Vicinal n°17
LES RUES PONTGERARD
LA CALLE FOURCHEE
RN 773
PAIMPONT

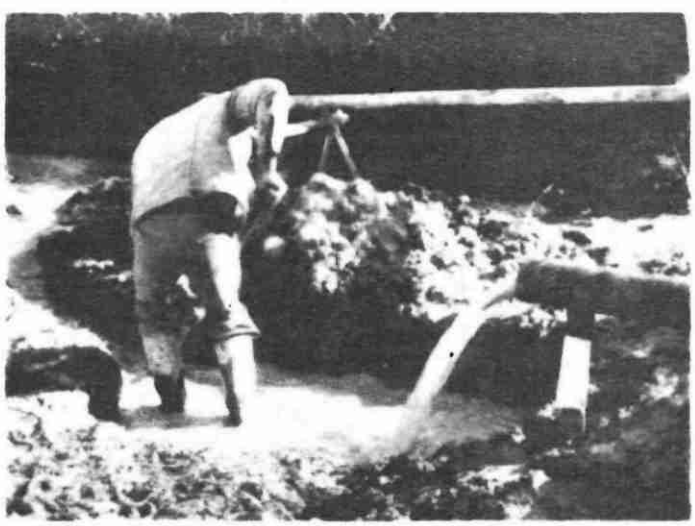
Une telle situation traduisant très généralement l'existence d'un accident tectonique (zone faillée), cinq forages de reconnaissance ont été prévus, alignés du réservoir du Tertre aux Rues Pontgérard (F5), perpendiculairement à l'accident (supposé), de façon à être surs de le recouper*. Les travaux ont commencé par le forage 5 ; au forage 3, la productivité des grès était moins bonne, en conséquence, les forages 1 et 2 n'ont pas été réalisés et ont été remplacés par les forages 6 et 7, situés à l'Est de F 5 (cf. plan de situation à 1/2 500).

* Il aurait pu se faire que la bande de grès fissurés sous l'action des contraintes tectoniques soit suffisamment étroite pour être entièrement comprise entre deux forages et ne pas être décelée. Elle aurait alors été trop peu importante pour présenter un intérêt réel.

EN COURS DE FORAGE

1 - F5bis- vers 25 m de profondeur
débit : 7 m^3/h

2 - F5bis- 64 m de profondeur
débit : près de 40 m^3/h



L'eau qui retombe en pluie au sol est canalisée par des diguettes en terre (photo 2-1er plan), est évacuée par ce tuyau à la sortie duquel le débit peut être mesuré - ici, en chronométrant le temps de remplissage d'un bac de 500 litres.

2 - MODE DE FORAGE - DEROULEMENT DES TRAVAUX

Les forages ont été réalisés avec la technique du battage rapide à l'air comprimé (marteau fond-de-trou). L'outil est un marteau pneumatique perfectionné, descendu au bout du train de tige, équipé d'un taillant muni de pastilles ou barettes de frappe au carbure de tungstène. L'air comprimé (ici, 20 m^3/minute sous 10 bars) actionne le marteau (le taillant travaillant à la fois par percussion et rotation), remonte à la surface les déblais (cuttings) et l'eau fournie par le terrain.

Cette méthode offre de nombreux avantages :

- elle permet de forer rapidement des roches très dures qui, par les méthodes classiques ne pourraient être explorées qu'à des prix de revient 3 à 6 fois plus élevés ;

- l'eau qui sort en permanence pendant le creusement peut être canalisée et son débit mesuré à tout moment. Ce débit n'est pas parfaitement représentatif des possibilités de production de l'aquifère (elles sont en général sensiblement plus élevées), mais il est cependant significatif. Parmi plusieurs forages de reconnaissance, dans la mesure où ils fournissent chacun en cours de forage des débits suffisamment différents à des profondeurs comparables, on sait immédiatement lequel est le plus intéressant sans qu'il soit besoin de tous les tester avec une pompe immergée.

En contre-partie, le "marteau fond-de-trou" a quelques inconvénients :

- cette méthode ne permet pas de forer dans des terrains mous (argiles, marnes...) ou boulants (sables) ;

- les diamètres de forage sont faibles :105 à 220 mm pour les plus courants ;

- les profondeurs qui peuvent être atteintes sont également limitées : 80 à 100 m en moyenne, quelquefois moins (50-60 m) lorsque l'eau est très abondante.

Les travaux ont commencé le 14/10/1975, au forage des Rues Pont-gérard (F5), avec un outil (taillant en croix) de 127 mm de diamètre. Mais l'eau exhaurée avec des débits assez importants ravinait la paroi du forage, constituée de roche très altérée sur les 20 premiers mètres, ce qui

a provoqué des éboulements (le forage était alors arrivé à 64,7 m). Après quelques tentatives de récupération, l'ouvrage a été abandonné le 18/10.

Les forages F 4 et F 3 ont alors été réalisés, puis F 5bis, situé à une dizaine de mètres de F 5, F 6 et F 7. Pour chaque ouvrage, le mode opératoire a été le suivant :

- forage au marteau fond-de-trou, taillant de 127 mm jusqu'au premières venues d'eau ;

- élargissement au tricône rotary de 212 mm ;

- pose d'un tube métallique provisoire (pour éviter le ravinement et les risques d'éboulement des horizons supérieurs très altérés) ;

- reprise du forage au marteau fond-de-trou, taillant de 127 mm, avec éventuellement à partir d'une certaine profondeur, télescopage (poursuite en diamètre inférieur) avec un taillant de 115 mm ;

- équipement en tubes PVC 104 x 110 mm, lanternés à la scie, et descendus jusqu'au blocage, la base du forage étant laissée nue ;

- arrachage du tube métallique provisoire.

T A B L E A U R E C A P I T U L A T I F

IDENTIFICATION du FORAGE	DATES du CHANTIER	PROFONDEUR FINALE ATTEINTE	DIAMETRES de FORAGE	EQUIPEMENT PVC LANTERNE	OBSERVATIONS
F5	14/10 au 18/10	64, 67 m	127 mm	néant	éboulements, forage bouché à 8,5 m abandonné
F4	20/10 au 25/10	83,8 m	212 mm (élargissement) jusqu'à 20 m 127 jusqu'à 83,8	sur 44 m de 12,90 à 56,90 m	
F3	27/10 au 31/10	79 m	212 mm (élargissement) jusqu'à 20 m 127 jusqu'à 67 m 115 " 79 m	sur 52 m de 5m à 57m	
F5bis	3/11 au 15/11	78 m	212 mm (élargissement) jusqu'à 20 m 127 jusqu'à 63,8m 115 " 78 m	sur 44 m de 20m à 64m	
F6	17/11 au 28/11	71,5 m	212 mm (élargissement) jusqu'à 20 m 127 jusqu'à 48,6m 115 " 71,5	sur 36 m de 1,50 à 37,5 m	panne d'outil panne et changement de compresseur (pression insuffisante)
F7	1/12 au 11/12	35,7 m	212 mm (élargissement) jusqu'à 12 m 127 jusqu'à 36 m	sur 16 m de 20m à 36 m	mauvais fonctionnement du compresseur pression trop faible

3 - RESULTATS

31 - Terrains rencontrés

Tous les forages réalisés montrent des coupes très semblables. Ils ont tous traversé des grès sur toute leur hauteur : grès altérés en surface, jusqu'à 10 ou 20 m de profondeur, puis alternancesde bancs durs et de bancs plus tendres, avec toujours de l'argile jaune ou rouge provenant des interbancs ou du remplissage des fissures.

En schématisant, on peut retenir les coupes suivantes :

- F 3

de	0	à 14,30	: alternances de grès altérés et d'argile ocre
	14,30	à 67	: grès gris-verdâtres - alternances d'horizons durs et tendres, avec présence d'argile rouge - argile blanche entre 53,5 et 58
	67	à 79	: idem, mais prédominance des horizons durs

- F 4

de	0	à 19,30	: alternances de grès altérés et d'argile jaune à rouge
	19,30	à 51	: grès durs gris-verdâtres, avec quelques passages plus tendres - passage d'argile blanche à 44,5
	51	à 76	: alternances de grès altérés et d'argile
	76	à 83,3	: grès dursavec quelques petits passages altérés

- F 5bis

de	0	à 22	: grès d'abord blancs, puis gris, altérés mêlés à de l'argile jaune à rouge
	22	à 49	: idem avec quelques passages plus résistants
	49	à 76	: grès dursavec quelques petits passages tendres mêlés à de l'argile jaune

- F 5

de 0 à 17,20 : grès altérés gris-verdâtre avec passées d'argile jaune à rouge

17,20 à 51,80 : alternances de grès durs et tendres, avec quelques horizons très résistants

51,80 à 56,50 : grès altérés et argile rouge à jaune

56,50 à 64,67 : grès durs avec très peu d'argile

- F 6

de 0 à 4,30 : grès très altérés et argile rouge

4,30 à 9,70 : grès gris-verdâtre, dursjusqu'à 8,30

9,70 à 40 : alternances de grès durs et plus tendres mêlés à de l'argile jaune à rouge

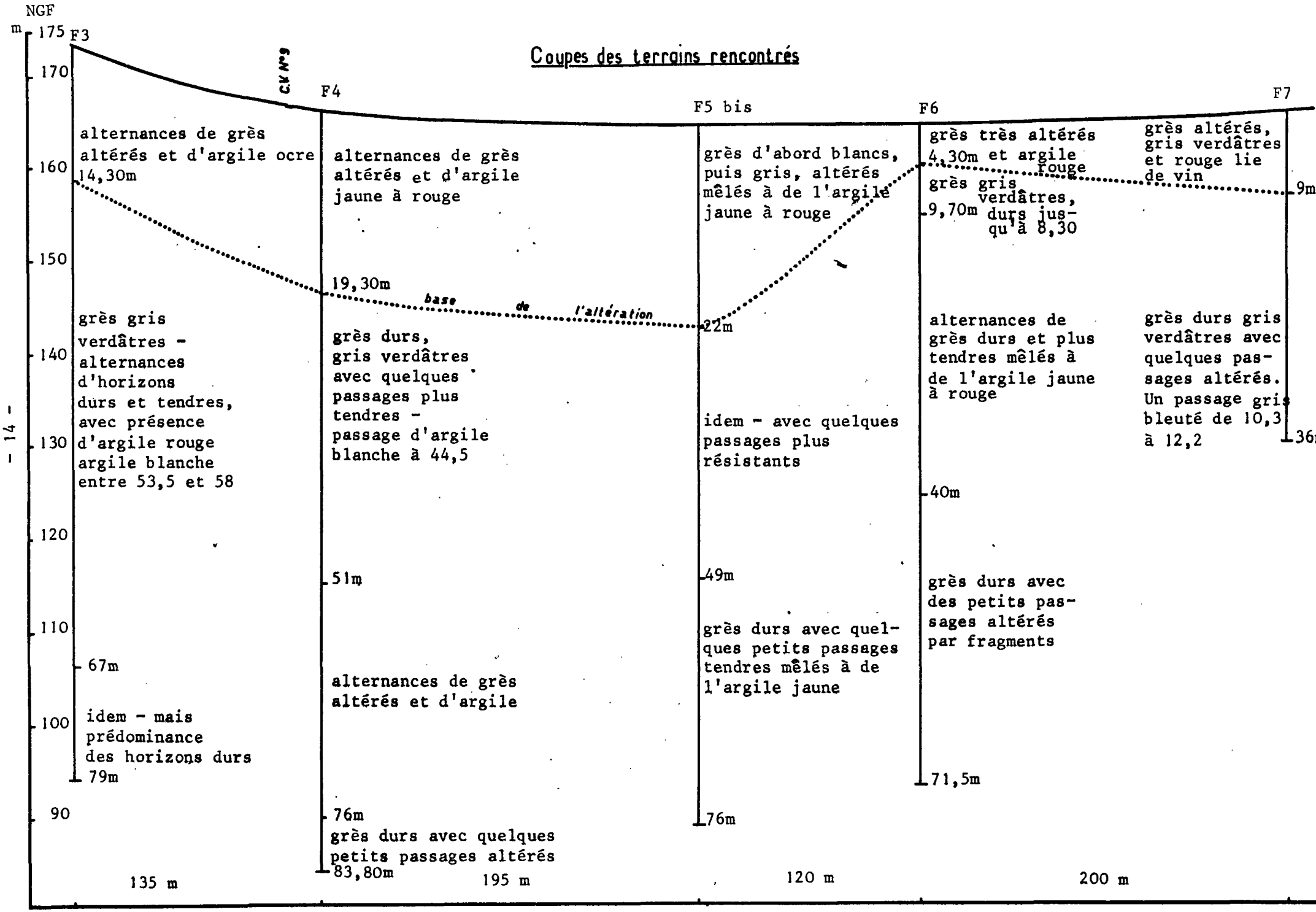
40 à 71,50 : grès durs avec des petits passages altérés par fragments

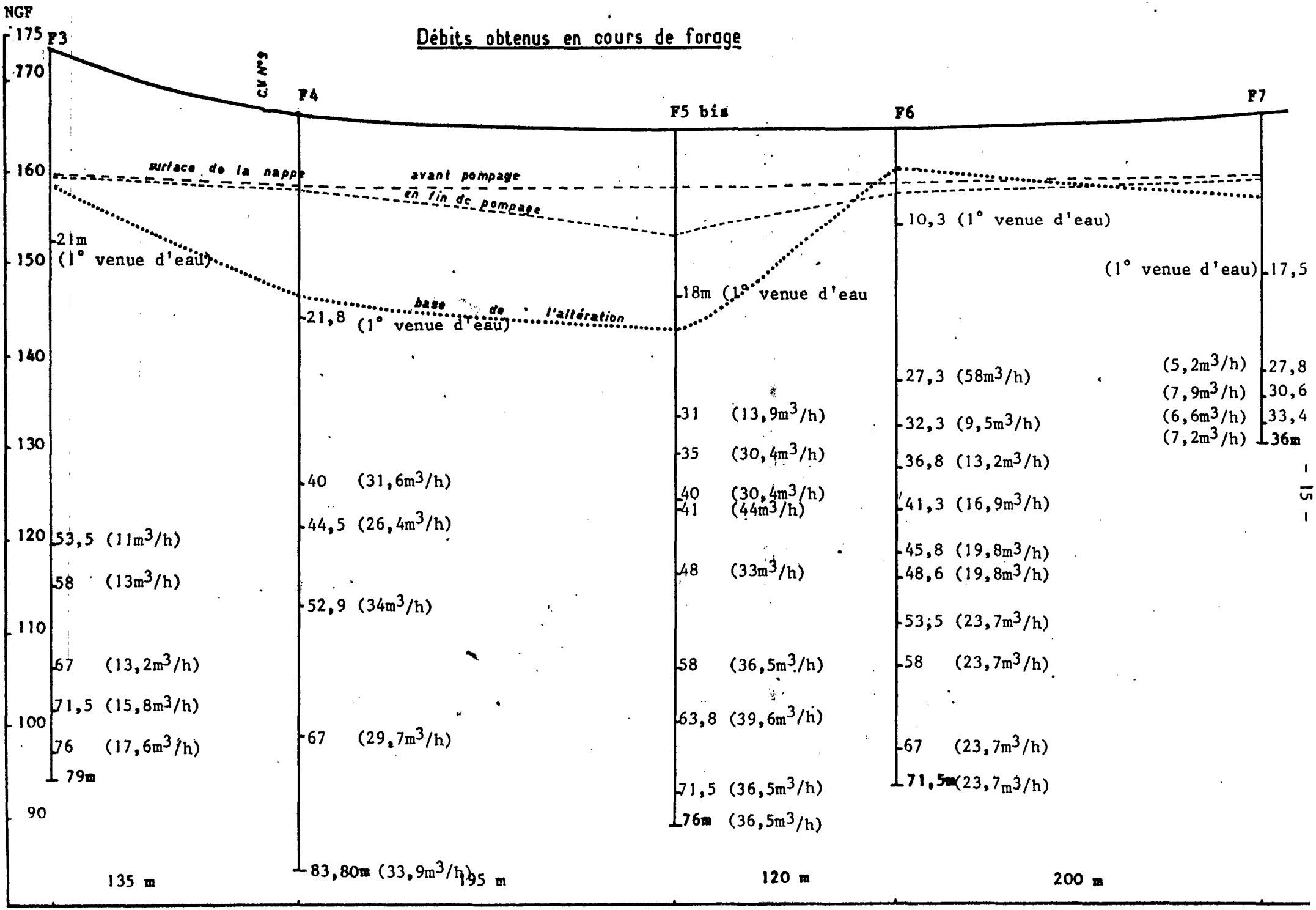
- F 7

de 0 à 9 : grès altérés, gris-verdâtres jusqu'à 6,60, rouge à lie-de-vin jusqu'à 8,30, gris verdâtres ensuite

9 à 36 : grès durs gris-verdâtres avec quelques passages altérés - un passage gris-bleuté de 10,3 à 12,2

Il ne semble pas utile de chercher à faire des corrélations de détail. On remarquera simplement qu'il y a toujours beaucoup d'argile. Le maximum d'altération superficielle est localisé sous la zone F 4 - F 4bis qui correspond également à la vallée du ruisseau de Cas, au maximum d'argile et aux débits les plus importants obtenus en cours de forage (cf. ci-après).


Coupes des terrains rencontrés
NGF
m
175
170
160
150
140
130
120
110
100
90
F3
C.V. N°9
F4
F5 bis
F6
F7
alternances de grès altérés et d'argile ocre
14,30m
grès gris verdâtres - alternances d'horizons durs et tendres, avec présence d'argile rouge argile blanche entre 53,5 et 58
67m
idem - mais prédominance des horizons durs
79m
135 m
alternances de grès altérés et d'argile jaune à rouge
19,30m
base de l'altération
grès durs, gris verdâtres avec quelques passages plus tendres - passage d'argile blanche à 44,5
51m
alternances de grès altérés et d'argile
76m
grès durs avec quelques petits passages altérés
83,80m
195 m
grès d'abord blancs, puis gris, altérés mêlés à de l'argile jaune à rouge
22m
idem - avec quelques passages plus résistants
49m
grès durs avec quelques petits passages tendres mêlés à de l'argile jaune
76m
120 m
grès très altérés
4,30m et argile rouge
grès gris verdâtres, durs jusqu'à 8,30
9,70m
alternances de grès durs et plus tendres mêlés à de l'argile jaune à rouge
40m
grès durs avec des petits passages altérés par fragments
71,5m
200 m
grès altérés, gris verdâtres et rouge lie de vin
9m
grès durs gris verdâtres avec quelques passages altérés. Un passage gris bleuté de 10,3 à 12,2
36


Débits obtenus en cours de forage
NGF
175
170
160
150
140
130
120
110
100
90
F3
C.N°9
F4
F5 bis
F6
F7
surface de la nappe avant pompage
en fin de pompage
base de l'altération
21m (1° venue d'eau)
53,5 (11m3/h)
58 (13m3/h)
67 (13,2m3/h)
71,5 (15,8m3/h)
76 (17,6m3/h)
79m
21,8 (1° venue d'eau)
40 (31,6m3/h)
44,5 (26,4m3/h)
52,9 (34m3/h)
67 (29,7m3/h)
83,80m (33,9m3/h)
18m (1° venue d'eau
31 (13,9m3/h)
35 (30,4m3/h)
40 (30,4m3/h)
41 (44m3/h)
48 (33m3/h)
58 (36,5m3/h)
63,8 (39,6m3/h)
71,5 (36,5m3/h)
76m (36,5m3/h)
10,3 (1° venue d'eau)
27,3 (58m3/h)
32,3 (9,5m3/h)
36,8 (13,2m3/h)
41,3 (16,9m3/h)
45,8 (19,8m3/h)
48,6 (19,8m3/h)
53;5 (23,7m3/h)
58 (23,7m3/h)
67 (23,7m3/h)
71,5m (23,7m3/h)
(1° venue d'eau) 17,5
(5,2m3/h) 27,8
(7,9m3/h) 30,6
(6,6m3/h) 33,4
(7,2m3/h) 36m
135 m
195 m
120 m
200 m

32 - Débits mesurés en cours de forage

1ère venue d'eau	F3 21 m		F4 21,8 m		F5 20,3 m		F5bis 18,0 m		F6 10,30 m		F7 17,5 m	
	P*	Q*	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Qù
	53,5	11	40	31,6	23,5	1,4	31	13,9	27,3	5,8	27,8	5,2
	58	13	44,5	26,4	24,3	2,25	35	30,4	32,3	9,5	30,6	7,9
	67	13,2	52,9	34	26,1	3,6	40	30,4	36,8	13,2	33,4	6,6
	71,5	15,8	67	29,7	29,5	9	41	44	41,3	16,9	34,3	7,2
	76	17,6	80,5	33,9	33,8	10,8	48	33	45,8	19,8	35,4	7,2
			83,8	33,9	35,5	13,5	58	36,5	48,6	19,8		
					40,1	27	63,8	39,6	53,5	23,7		
					46	27,6	71,5	36,5	58	23,7		
					56,5	30	76	36,5	67	23,7		
					67,6	35,8			71,5	23,7		

* P = profondeur (en m) atteinte par le forage
Q = débit mesuré, en m^3/h

Rappelons que ces débits ne sont significatifs que par l'ordre de grandeur de leurs différences. Par ailleurs, le débit maximum qui peut être extrait par le compresseur est fonction de la profondeur du forage et diminue lorsque celle-ci augmente.

Certaines augmentations brusques du débit, par exemple, à F 5 bis, entre 40 et 41 m de profondeur, le débit passe de 30,4 à 44 m^3/heure, pour ensuite redescendre à 33 m^3/heure, proviennent très vraisemblablement de la vidange de fissures ouvertes importantes qui, une fois vidées, ne fonctionnent plus que comme drains.

C'est incontestablement la zone F 4 - F 5 - 5 bis qui fournit les meilleurs résultats. On remarquera cependant :

- les débits mesurés à F 3 sont en progression régulière et constante. Il est probable qu'à plus grande profondeur (hors de portée de la technique de forage utilisée), des débits du même ordre que ceux de F 4 et F 5 auraient pu être trouvés ;

- à F 6, bien qu'étant notables, les débits sont inférieurs à ceux de F 4 et F 5 - 5 bis, mais il est possible que ce soit, au moins pour partie, causé par les insuffisances du compresseur (insuffisances qui ont d'ailleurs considérablement ralenti le chantier de F 6), et que les valeurs obtenues ne soient pas parfaitement comparables aux autres ;

- à F 7, les insuffisances du compresseur se sont aggravées et n'ont pas permi de poursuivre le forage au-delà de 35,4 m. Les débits obtenus sont certainement fortement sous-estimés.

En résumé, il semble que la zone explorée, large de 650 m, bénéficie dans sa totalité d'une fissuration intense des grès. Les débits les plus importants ont été obtenus dans la partie centrale (F 4 - F 5 - 5 bis). Plus à l'ouest (F 7) les débits recherchés ne pourraient être obtenus qu'à des profondeurs plus importantes. Plus à l'est (F 6 - F 7), les résultats enregistrés ne sont pas absolument significatifs, et il n'est pas à écarter que le secteur optimal se poursuive jusque-là, voire au-delà.

Remarque : La nappe est en charge : sa surface piézométrique (cf. graphique) est nettement au-dessus des premières venues d'eau.

4 - POMPAGE D'ESSAI

Une pompe immergée (diamètre d'encombrement 95 mm) a été installée dans le forage F 5 bis le 16/12. Un pompage d'essai au débit constant moyen de 17 m^3/h (maximum de la pompe) a débuté le 17/12 à 10 H et s'est poursuivi pendant 36 H 40', jusqu'au 18/12 à 22 H 40. La descente du niveau piézométrique a été suivie manuellement (mesures à la sonde électrique) au forage d'essai (F 5 bis) et à F 7. La descente et la remontée ont été suivies par enregistrements limnigraphiques aux autres ouvrages (F 3 - F 4 - F 6) - cf. tableaux de mesures en annexe.

Le rabattement (abaissement de la surface piézométrique) maximum à F 5 bis, forage d'essai, était de l'ordre de 5 m après 36 heures de pompage.

41 - Interprétations

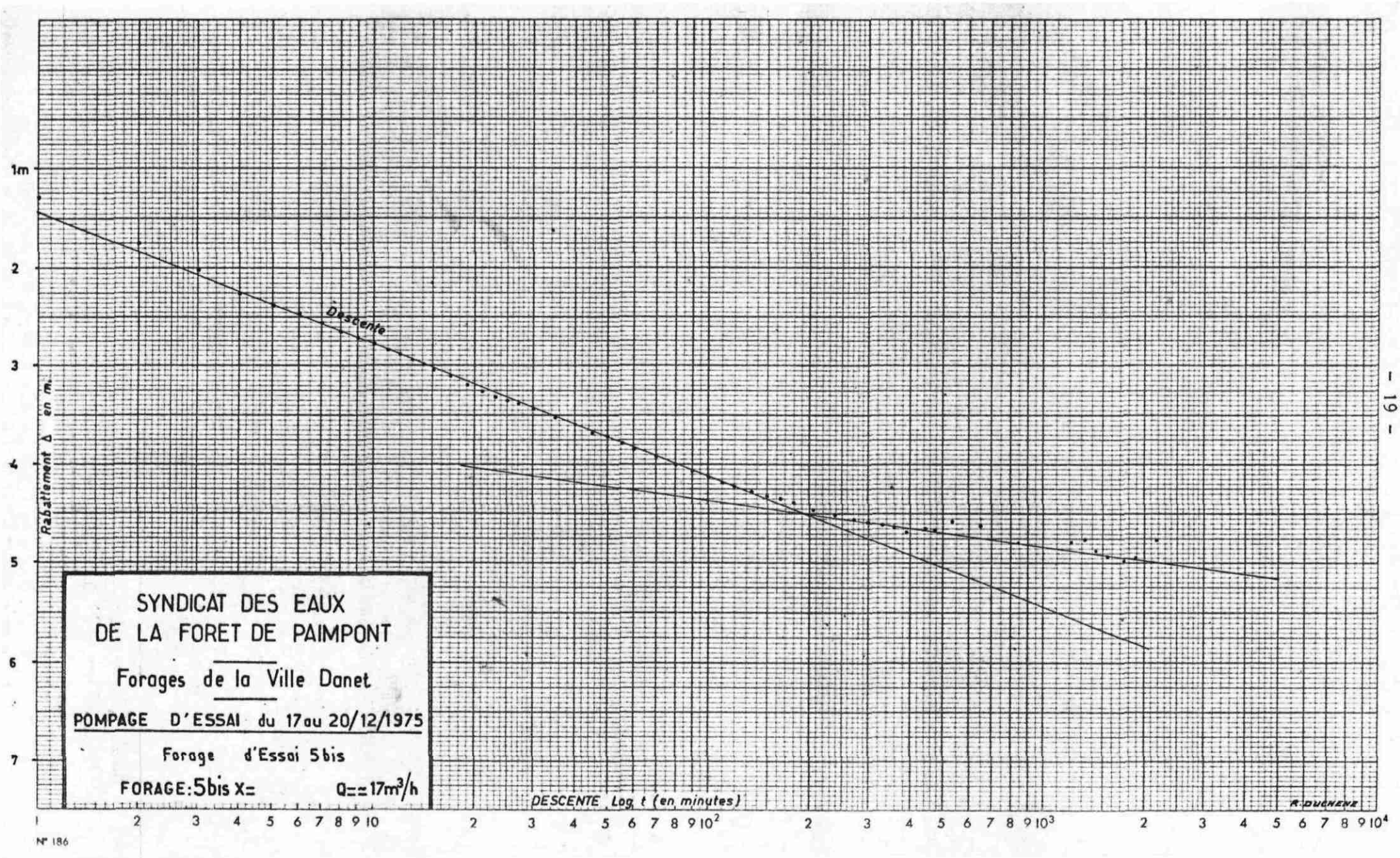
Sur un plan simplement qualitatif, on constate qu'à tous les forages la surface de la nappe s'est abaissée pendant le pompage en fonction exponentielle du temps puis qu'après l'arrêt de la pompe, elle est remontée symétriquement à sa descente.

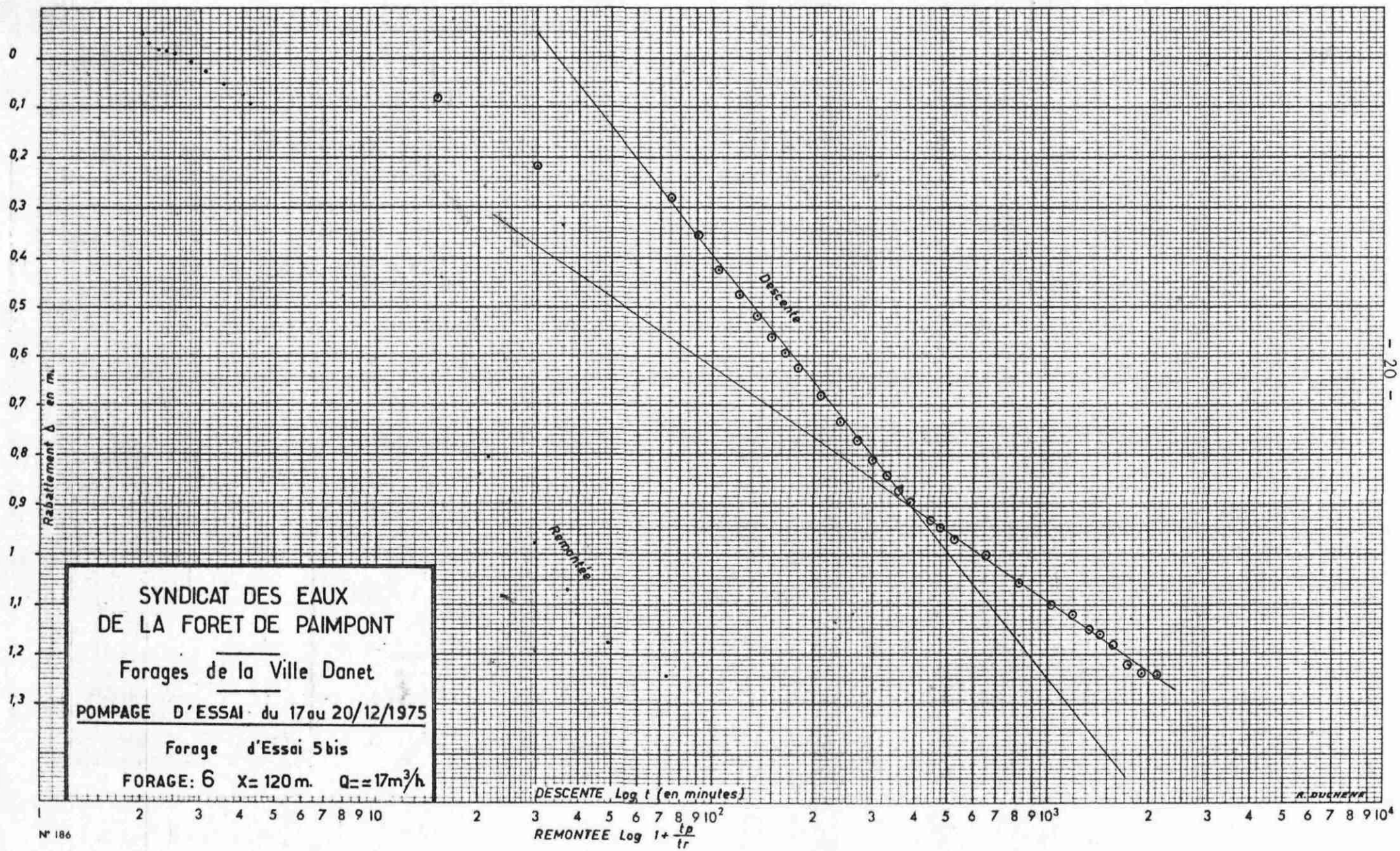
Ceci démontre qu'on a affaire à une véritable nappe, étendue (le calcul montre qu'en 36 H, le pompage a affecté un "cône de dépression" d'au moins 500 mètres de rayon), et non à des "poches" isolées.

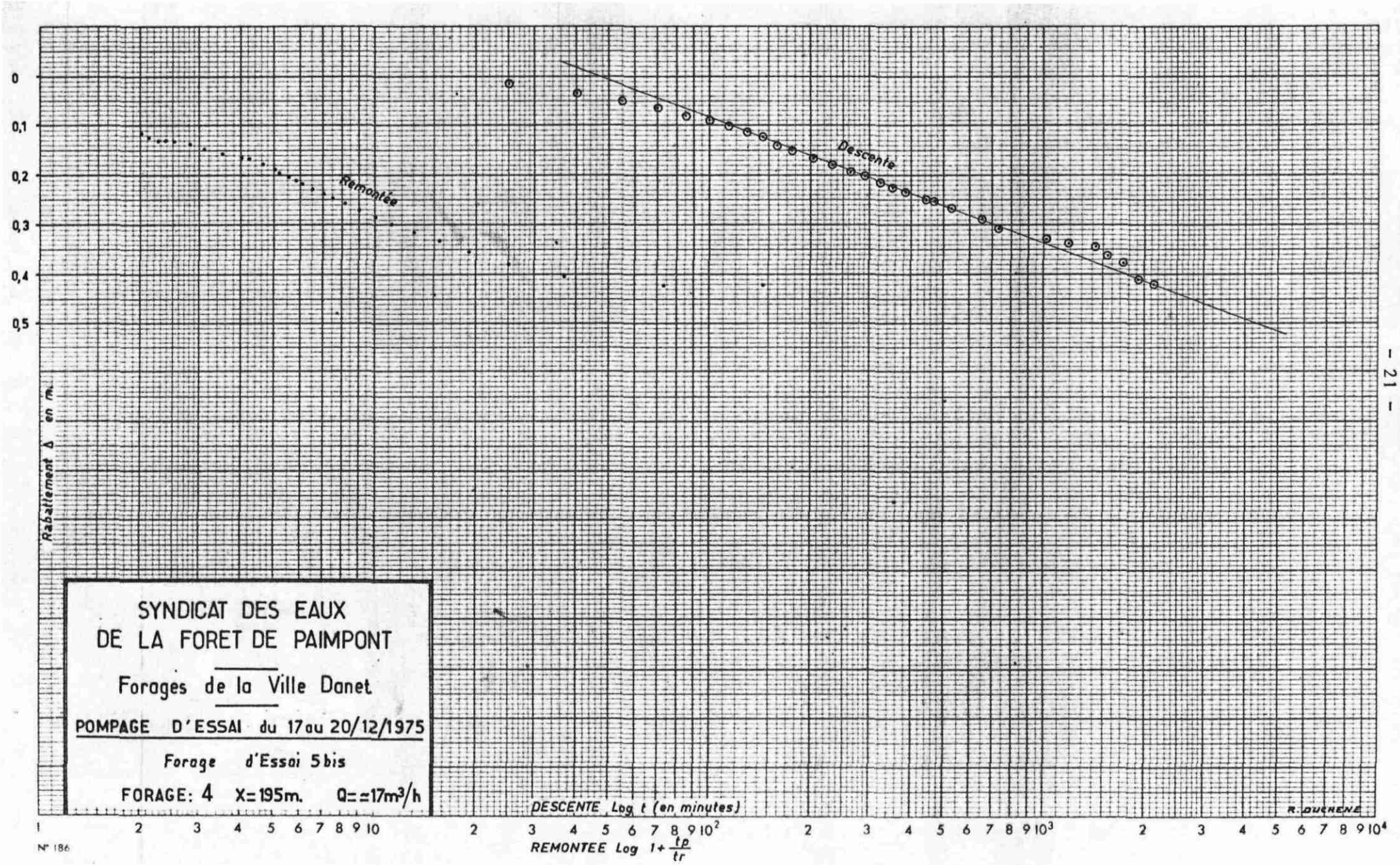
Les méthodes et équations mises au point par Theis et Jacob pour rendre compte de l'écoulement souterrain en régime transitoire permettent de calculer les paramètres hydrauliques de l'aquifère :

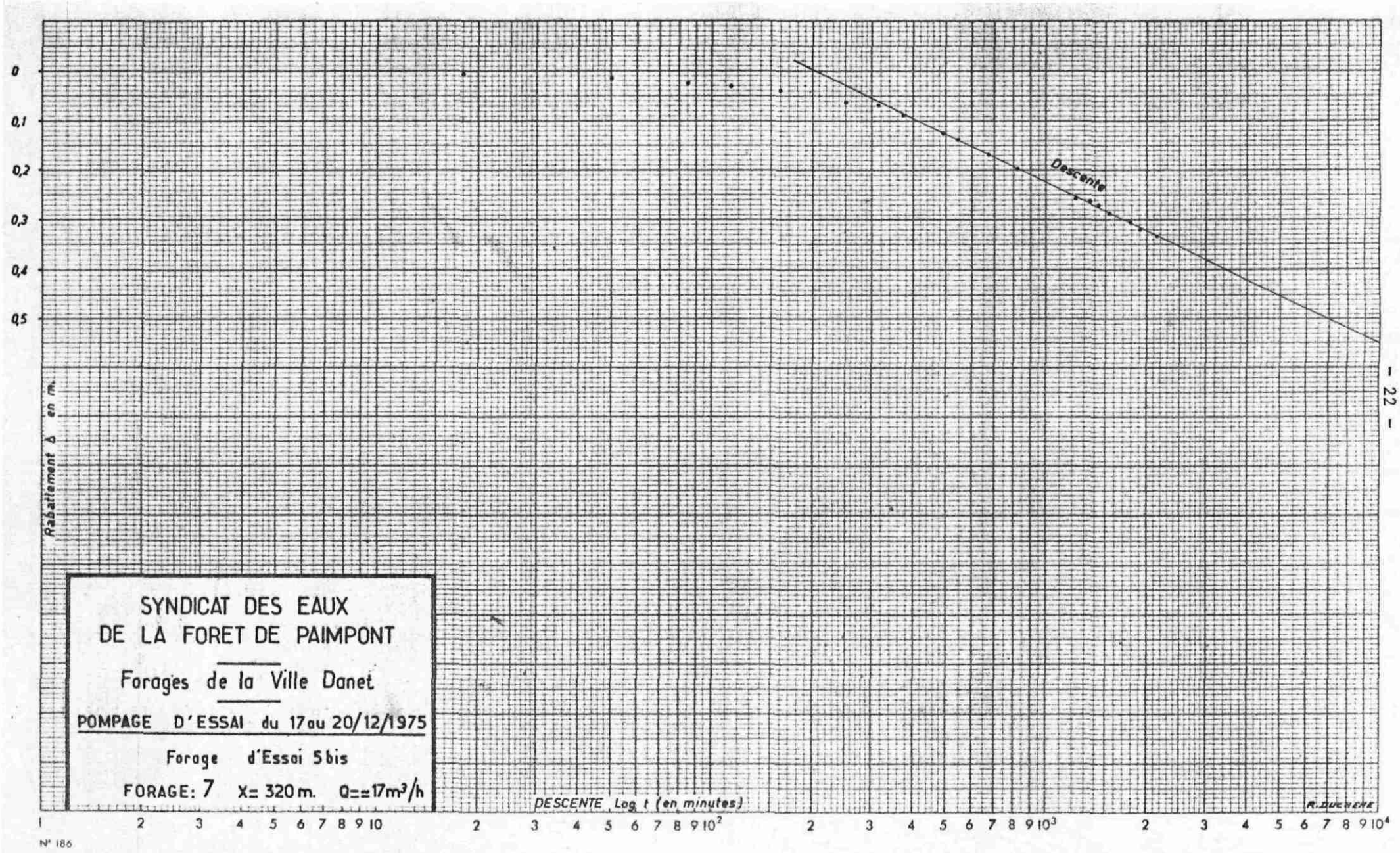
- la Transmissivité T, produit de la perméabilité par l'épaisseur de la couche aquifère mouillée, proportionnelle, pour un débit de pompage donné, à la pente de la droite de descente ou de remontée tracée en coordonnées semi-logarithmiques;

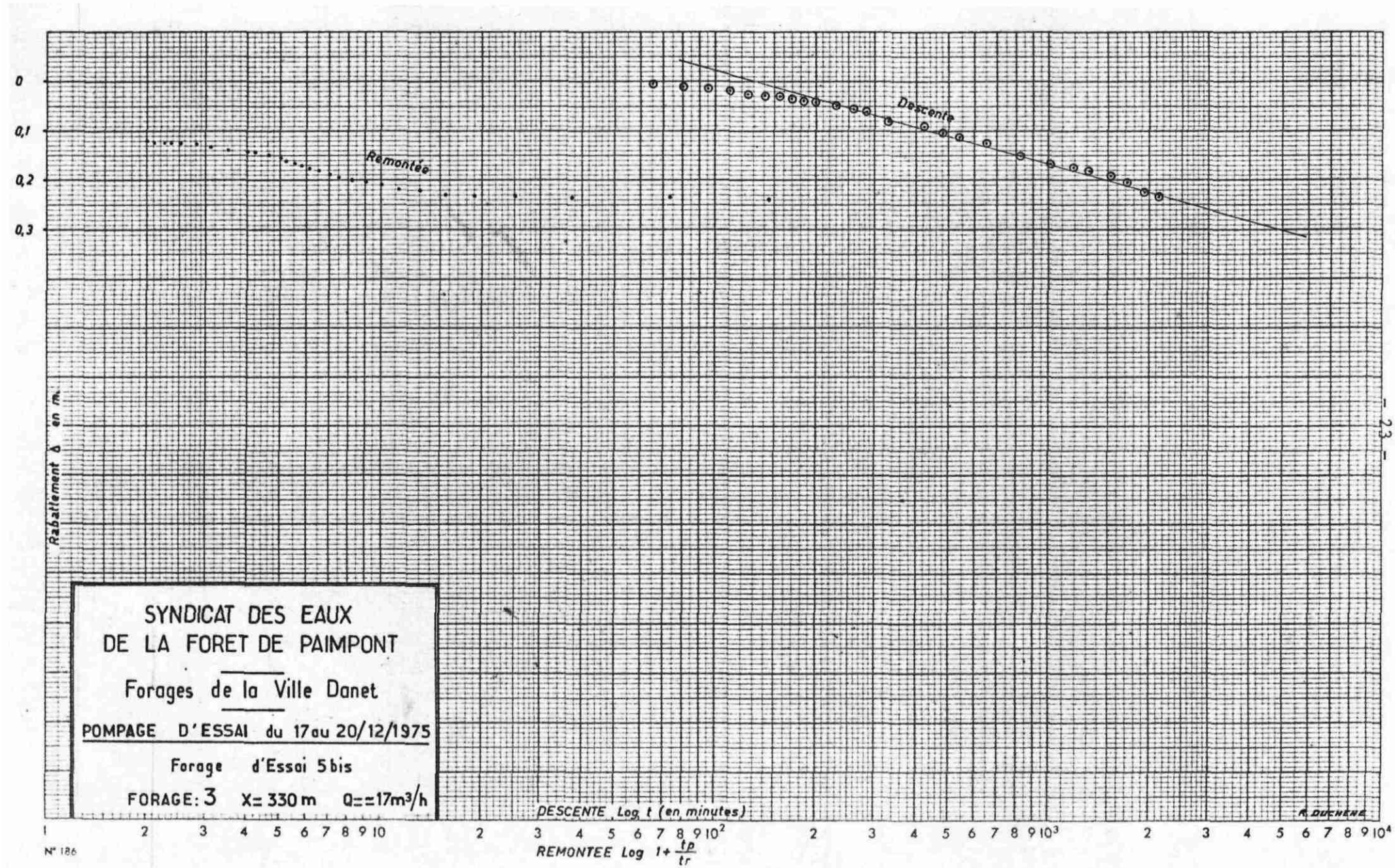
- le coefficient d'emmagasinement S, nombre sans dimensions, exprime la quantité d'eau libérable par unité de volume de roche réservoir.


1m
2
3
4
5
6
7
Rabattement Δ en m.
Descente
SYNDICAT DES EAUX
DE LA FORET DE PAIMPONT
Forages de la Ville Danet
POMPAGE D'ESSAI du 17 au 20/12/1975
Forage d'Essai 5 bis
FORAGE: 5bis X= Q= = 17m³/h
DESCENTE Log t (en minutes)
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10² 2 3 4 5 6 7 8 9 10³ 2 3 4 5 6 7 8 9 10⁴
R. DUCHENE
N° 186


Rabattement Δ en m.
0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1
1,1
1,2
1,3
Descente
Remontée
SYNDICAT DES EAUX
DE LA FORET DE PAIMPONT
Forages de la Ville Danet
POMPAGE D'ESSAI du 17 au 20/12/1975
Forage d'Essai 5 bis
FORAGE: 6 X= 120 m. Q= = 17m³/h
DESCENTE Log t (en minutes)
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10² 2 3 4 5 6 7 8 9 10³ 2 3 4 5 6 7 8 9 10⁴
REMONTEE Log 1+ tp/tr
R. DUCHENE
N° 186


0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
Rabattement Δ en m.
Remontée
Descente
SYNDICAT DES EAUX
DE LA FORET DE PAIMPONT
Forages de la Ville Danet
POMPAGE D'ESSAI du 17 au 20/12/1975
Forage d'Essai 5 bis
FORAGE: 4 X=195m. Q=17m³/h
DESCENTE Log t (en minutes)
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10² 2 3 4 5 6 7 8 9 10³ 2 3 4 5 6 7 8 9 10⁴
REMONTEE Log 1+tp/tr
R. DUCHENE
N° 186


0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
Rabattement s en m.
Descente
DESCENTE Log t (en minutes)
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10² 2 3 4 5 6 7 8 9 10³ 2 3 4 5 6 7 8 9 10⁴
R. DUCHENE
SYNDICAT DES EAUX
DE LA FORET DE PAIMPONT
Forages de la Ville Danet
POMPAGE D'ESSAI du 17 au 20/12/1975
Forage d'Essai 5 bis
FORAGE: 7 X= 320 m. Q=17m³/h
N° 186


0
0,1
0,2
0,3
Rabattement s en m.
Remontée
Descente
SYNDICAT DES EAUX
DE LA FORET DE PAIMPONT
Forages de la Ville Danet
POMPAGE D'ESSAI du 17 au 20/12/1975
Forage d'Essai 5 bis
FORAGE: 3 X= 330 m Q=17m³/h
DESCENTE Log t (en minutes)
REMONTEE Log 1+ tp/tr
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10² 2 3 4 5 6 7 8 9 10³ 2 3 4 5 6 7 8 9 10⁴
R. DUCHENE
N° 186

On remarque sur les courbes jointes qu'à F 5 bis et F 6 se dessinent très nettement deux pentes différentes : une première pente plus forte, une deuxième plus adoucie, alors qu'aux autres forages, l'abaissement de la surface piézométrique suit toujours la même pente.

Deux explications sont possibles :

- hypothèse a) : augmentation de la transmissivité à une certaine distance du forage d'essai : la transmissivité serait plus forte dans les secteurs F 3 et F 4 à l'ouest, F 7 à l'est ;

- hypothèse b) : réalimentation partielle par égouttement des niveaux supérieurs. En raison de leur éloignement au forage d'essai, les forages F 4, F 3 et F 7 n'auraient alors enregistré que la deuxième partie de la descente.

Ces deux hypothèses sont vraisemblables, en raison de ce que l'on sait du contexte géologique et hydrogéologique, on peut fournir des arguments en faveur de chacune d'elles.

- Valeurs des paramètres hydrauliques -

	F3	F4	F5bis		F6		F7
			1ère partie	2ème partie	1ère partie	2ème partie	
T m^2/h	15,5	12	2,35	5,2	3,7	6,5	9,4
S	7.10^{-4}	$5,5.10^{-4}$			$3,3.10^{-4}$		7.10^{-4}

Remarque : On ignore les ressources de la nappe explorée. A la Ville Danet, la zone d'intense fracturation a au moins 1 km de largeur. Si elle se poursuit ainsi à travers toute la forêt de Paimpont jusqu'au Forges, comme le laissent penser certaine indices, les ressources exploitables peuvent être considérables. Par contre, cette zone fracturée peut se rétrécir, s'interrompre à quelque distance au sud des forages, drainer difficilement une faible partie du massif gréseux et les ressources de la nappe peuvent alors être réduites à quelques centaines de milliers de m^3 exploitables annuellement.

Il est évident que, dans la mesure où elle est cependant suffisante vis-à-vis des besoins actuels, il convient de retenir l'hypothèse la plus pessimiste, tout en se réservant la possibilité, si les observations futures montrent que les ressources réelles de la nappe le permettent, de doubler, voir de tripler la production, par des tranches successives de travaux (plusieurs forages dans la même zone) réalisables au fur

et à mesure de l'augmentation des besoins.

Il en est de même pour les paramètres hydrauliques et nous retiendrons pour les estimations qui suivent les valeurs pessimistes :

$$T = 3\ m^2/h$$
$$S = 5.10^{-4}$$

42 - Productivité d'un ouvrage de captage

Avec les valeurs de transmissivité et d'emmagasinement retenues ci-dessus, dans un forage profond de 80 mètres et de 220 mm de diamètre, le rabattement maximal admissible serait de l'ordre de 50 mètres. Il serait atteint après 3 000 heures de pompage ininterrompu (un peu plus de 4 mois), au débit constant de 86 m^3/heure (2 064 m^3/jour) ou après 5 000 heures de pompage ininterrompu (7 mois) au débit de 84 m^3/heure (2 016 m^3/jour).

Un tel débit risque d'être trop important vis-à-vis des ressources - ignorées - de la nappe et il semble moins risqué de se limiter à un débit d'exploitation de 50 m^3/heure, permettant d'obtenir 1 000 m^3/jour en moyenne, 1 200 m^3/jour en période de pointe (soit un volume annuel compris entre 350 000 et 400 000 m^3).

Dans ces conditions, un prélèvement moyen de 1 000 m^3/jour produirait dans un forage tel que décrit plus haut, un rabattement de seulement 25 m après 5 000 heures de fonctionnement.

Remarque : Si dans l'avenir, plusieurs ouvrages peuvent être réalisés, on peut calculer de même que dans deux forages, distants de 200 m et fournissant chacun 50 m^3/heure, le rabattement serait de 33 m après 5 000 heures de pompages. Dans trois forages distants chacun de 200 m et fournissant chacun 50 m^3/heure (3 000 m^3/jour au total), le rabattement serait de 40 m après 5 000 heures de pompage.

5 - QUALITE DE L'EAU

Des échantillons d'eau ont été prélevés à chaque forage et ont fait l'objet de tests physico-chimiques sommaires :

	F3	F4	F5 bis avant pompage	F5 bis en fin de pompage	F6	F7
Résistivité Ω/cm à 20° C	12 326	12 933	12 719	13 008	11 692	8 453
Dureté totale d° Francais	1°	2°	2°	1°	1,4°	2°
Fer total mg/1	0,34	0,48	0,25	0,17	1,1	0,4
Manganèse mg/1	0,3	0,1	0	0,05	0	0,1
Chlorures Cl mg/1	17,5	20	20	18,5	20	20,5
Azote ammoniacal mg/1	0	0	0	0,2	0,25	0,15

Il faut remarquer que sauf F5^{bis} "en fin de pompage", les autres échantillons ont été obtenus par émulsion.

En outre, deux analyses ont été effectuées par le Laboratoire des Eaux d'Alimentation (Agréé en première catégorie) de l'Ecole Nationale de la Santé Publique de Rennes, confirmant la très faible minéralisation de l'eau issue des grès armoricains. Cette eau, très pure, est agressive, et nécessitera un adoucissement avant d'être distribuée. Les deux échantillons analysés par l'E.N.S.P. ont été prélevés pendant le pompage d'essai sur $F5^{bis}$: un échantillon (A) prélevé après 7 heures de pompage, le deuxième (B) après 24 heures de pompage :

Examen physique

	éch. A	éch. B
Turbidité	5 gouttes de mastic	5 gouttes de mastic
Résistivité (en Ω/cm à 20°)	12.737	13.030
p^H	4,9	4,8
Couleur	$<$5 mg/1 de Pt	$<$5 mg/1 de Pt

Analyse chimique

Oxygène cédé par K Mn O_4 en milieu alcalin (mg/1)	0,12	0,25
Dureté totale (d°Français)	I,25	1,25
T A "	0	0
T AC "	0,5	0,5
Co_2 libre (mg/1)	37,1	37,2
Silice (mg/1)	5,3	5,6

Etude de l'agressivité (essai sur marbre)

	Avant	Après	Avant	Après
p^H	4,9	7,85	4,8	7,8
T AC	0,5	11	0,5	11
Dureté totale	1,25	13,22	1,15	12

Cations (mj/1)

Calcium, en C_a^{++}	3	2,5
Magnésium, en M_g^{++}	1,2	1,2
Ammonium, en NH_4^+	0	0
Sodium, en Na^+	10	0
Potassium, en K^+	0,85	0,85
Fer, en Fe^{++}	0,06	0,1
Manganèse, en Mn^{++}	$<$ 0,02	0,02
Aluminium, en Al^{+++}	0,4	0,25

	éch. A	éch. B
Anions		
Carbonique, en Co_3^{--}	0	0
Bicarbonique, en HCo_3^{-}	6,1	6,1
Chlore, en Cl^{-}	16,5	16,0
Sulfurique, en S_{04}^{--}	0,48	I,45
Nitreux, en N_{02}^{-}	0	0
Nitrique, en N_{03}^{-}	0,2	0,6
Phosphorique, en P_{04}^{---}	0	0
Métaux lourds	Zn : 0,2	néant
Phénols	néant	néant

6 - DEFINITION DE L'OUVRAGE D'EXPLOITATION

61 - Implantation

Compte tenu des résultats du pompage d'essai, n'importe quel emplacement entre F4 et F6 est sensiblement équivalent. Une localisation entre F4 et F5 semble préférable : la plus grande épaisseur d'altération superficielle assurera une meilleure protection contre les risques d'infiltration depuis la surface.

L'implantation exacte de l'ouvrage peut donc être choisie dans les limites comprises entre F4 et F5, sur de simples critères d'ordre pratique : achat de terrain, facilités d'accès, proximité de la ligne électrique... etc.

62 - Nature, dimensions minimales

- Diamètre : Le coût d'un ouvrage, surtout en roche dure et abrasive comme le grès armoricain, croît sensiblement comme le carré de son rayon. Il y a donc intérêt à réaliser un forage dont le diamètre sera limité au minimum compatible avec la pompe nécessaire.

On peut distinguer 3 parties dans le forage :

- la protection de tête, partie cimentée de façon à empêcher les infiltrations depuis la surface. Ici pour que la cimentation constitue une protection efficace elle devra être forée au diamètre minimum de 300 mm.

- la chambre de pompage, partie de l'ouvrage recevant la pompe. Un groupe immergé de 50 m^3/h, tel que prévu, a un diamètre d'encombrement de l'ordre de 145 mm et nécessite une chambre de pompage ayant un diamètre minimum de 165 mm, soit un diamètre minimum de travail de 220 mm.

- la partie basale qui, laissée nue, sans équipement, peut être forée en diamètre plus petit : de l'ordre de 127 mm.

- Profondeurs

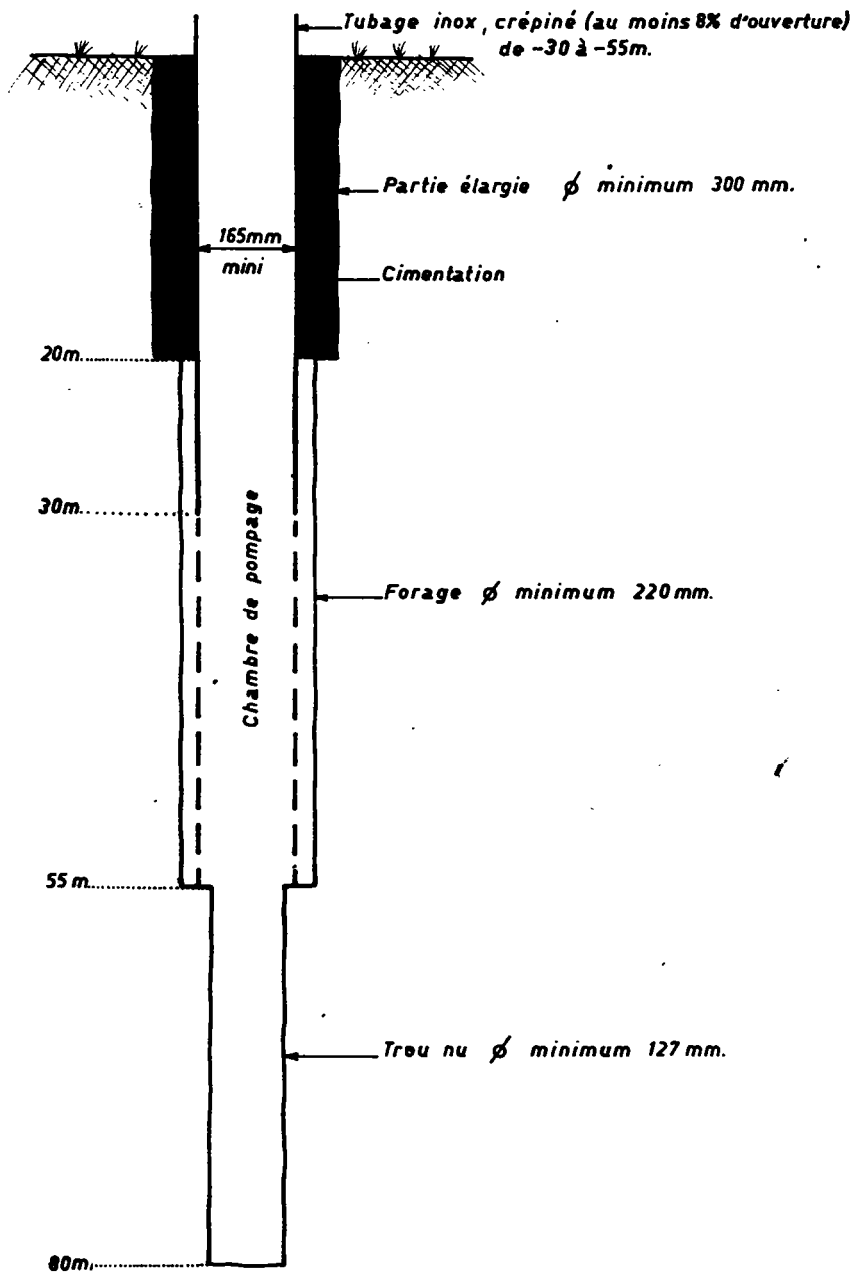
La profondeur totale devra être de 80 m (jusqu'à 90 m si la foration est aisée)

La cimentation de tête descendra jusqu'à 20 m.

La chambre de pompage doit être suffisamment profonde pour que la pompe, descendue au fond, ne risque pas d'être dénoyée. Si on retient l'éventualité de réaliser dans l'avenir deux autres forages (rabattement maximum

PAIMPONT_FORAGE D'EXPLOITATION

Schéma de Principe



R. DUCHENE

pour 3 forages débitant chacun 50 m^3/h et distants de 200 m = 40 m), compte tenu de ce que le "niveau statique" de la nappe est en étiage à 6 - 7 m sous le sol, une chambre de pompage descendue à 55 m devrait convenir.

Ces données sont résumées sur le schéma de principe joint.

63 - Equipement

Le forage devra être muni, de 0 à 55 m de profondeur d'un tubage de diamètre intérieur 165 mm minimum, crépiné de 30 à 55 m (au moins 8 % d'ouverture pour que le débit puisse pénétrer dans de bonnes conditions dans l'ouvrage).

Compte-tenu de l'agressivité de l'eau, le tubage devra être de préférence en inox. On peut également l'envisager en P.V.C. (qualité alimentaire).

La pompe devra être en inox. Elle pourra être suspendue par un câble fixé à un chevalement installé au sol et muni d'un treuil. La colonne d'exhaure pourra ainsi être légère : P.V.C. semi-rigide au P.V.C. rigide à raccords vissés, ce qui facilitera et réduira la durée des manoeuvres de pompe en cas de panne ou de remplacement.

64 - Réalisation - développement - réception

L'ouvrage d'exploitation pourra être réalisé par telles méthodes et suivant telles techniques qui seront proposées par les entreprises consultées sous réserve que les diamètres ne soient pas inférieurs à ceux préconisés ici. Il faut d'ailleurs remarquer que ces dimensions minimales peuvent être obtenues par les techniques de battage rapide à l'air comprimé (marteau-fond-de trou), à l'exception de la partie cimentée (Ø 300 mm) qui devrait alors soit être élargie en rotation, soit être réalisée au battage classique.

Le forage terminé devra être développé. Etant donné l'abondance d'argile, des traitements aux polyphosphates pourront améliorer sensiblement les performances. On peut envisager comme opérations :

- pompage de nettoyage (éventuellement par émulsion)

- détermination du débit spécifique

- application de polyphosphates (3 à 5 %)

- détermination du nouveau débit spécifique. Si celui-ci a évolué favorablement, une deuxième application de polyphosphates devra être effectuée.

Le développement étant terminé et contrôlé, on devra procéder aux essais de réception. Ceux-ci comporteront obligatoirement cinq paliers de pompage à des débits croissants séparés par des périodes de repos de façon à laisser la nappe remonter à son niveau initial. ILs permettront de déterminer le débit d'exploitation optimum et de définir un processus de contrôle périodique (annuel) de l'état de l'ouvrage.

CONCLUSIONS

Il semble que l'on puisse dire que les recherches d'eau souterraine entreprises dans les grès armoricains du massif de Paimpont ont été couronnées de succès. Sous réserve que l'ouvrage d'exploitation soit réalisé avec soin et dans les règles de l'art, les besoins du Syndicat vont pouvoir être satisfaits dans de bonnes conditions pour un certain temps.

Les grès armoricains sont bien représentés en d'autres secteurs de Bretagne. Les résultats positifs obtenus à Paimpont pourraient, dans une certaine mesure, avoir valeur d'exemple et permettre d'apporter une solution à un certain nombre de problèmes d'alimentation en eau potable.

Il faut cependant se garder de tout excès d'optimisme et se souvenir que, pour le moment, les ressources exploitables de la nappe explorée ne sont pas connues. Si, à priori, elles sont très suffisantes pour fournir 1.000 m^3/jour, il n'est pas absolument certain qu'elles soient assez abondantes pour supporter une exploitation continue double ou triple de cette valeur.

Aussi serait-il éminemment souhaitable de connaître les fluctuations de la nappe, avant sa mise en service, puis sous l'influence des pompages d'exploitation (en mesurant régulièrement son niveau piézométrique dans les forages de reconnaissance) et d'établir les corrélations entre ces variations et les facteurs qui les provoquent (volumes des prélèvements et apports par les précipitations). On pourra ainsi définir ou estimer les quantités d'eau pouvant être extraites chaque année sans risquer d'épuiser la nappe et décider en connaissance de cause lorsque les circonstances l'exigeront, de la réalisation ou non de nouveaux forages d'exploitation dans la même zone.

A N N E X E

Pompage d'essai

- fiches de mesures -

POMPAGE D'ESSAI DU 17 AU 20/12/75

DEPART[nt] COMMUNE : PAIMPONT (35)

DESIGNATION : La Ville Danet

NATURE & REFERENCE : Forage d'essai - F 5 bis

PROFONDEUR : 78 m

CREPINE DE 20m A 64 m

Ø DE ... A ... : ...

DE ... A ... : ...

ORIGINE DES MESURES DE NIVEAUX : ...

COTE DU REPERE : 164,918 m

COTE SOL : 164,498 m

HAUTEUR REPERE-SOL : 0,420 m

DISTANCE AU FORAGE D'ESSAI : ...

NIV. PIEZOMETRIQUE LE 17 A 10h : 6,58 m

LE ... A ... : ...

N° D'ARCHIVAGE

FEUILLE N° 1

DESCENTE ☐

REMONTEE ☐

DATE	HEURE	MINUTES * t_p	MINUTES * t_r	NIV. DYNAM. ou lecture (m)	RABATTEMENT Δ (m)	$1+\frac{t_p}{t_r}$	DEBIT 500 lit. en sec.	DEBIT Q m³/h	RABAT[nt] SPECIFIQUE Δ/Q	observations
17/12	10h	0		6,58	0					
		1'		7,88	1,30					
		2'		8,33	1,75					
		3'		8,615	2,035					
		4'		8,855	2,275		1'44"	17,3		
		5'		8,955	2,375					
		6'		9,055	2,475					
		7'		9,17	2,59					
		8'		9,245	2,665					
		9'		9,32	2,74					
	10h10	10'		9,375	2,795					
		11'		9,44	2,86					
		12'		9,49	2,91					
		13'		9,55	2,97					
		14'		9,59	3,01					
	10h15	15'		9,63	3,05					
		17'		9,705	3,125					
		19'		9,785	3,205					
		21'		9,865	3,285					
		23'		9,905	3,325					
		25'		9,94	3,36					
		27'		9,975	3,395					
	10h30	30'		10,045	3,465					
		35'		10,11	3,53		1'46"	16,9		
		40'		10,205	3,625					
	10h45	45'		10,27	3,69					
		50'		10,325	3,745					
		55'		10,385	3,805					
	11h	60'		10,43	3,85					
		70'		10,525	3,945		1'45"	17,1		
		80'		10,595	4,015					
	11h30	90'		10,655	4,075		1'45"	17,1		
		100'		10,715	4,135					
		110'		10,765	4,185					
	12h	120'		10,805	4,225		1'45"	17,1		
	12h15	135'		10,852	4,272					
	12h30	150'		10,898	4,318					
	12h45	165'		10,935	4,355		1'46"	16,9		
	13h	180'		10,969	4,389					
	13h30	210'		11,04	4,46					
	14h	240'		11,09	4,51		1'46"	16,9		

* t_p temps à compter du debut du pompage

POMPAGE D'ESSAI DU 17 AU 20/12/1975

DEPART[t] COMMUNE : PAIMPONT (35)

DESIGNATION : La Ville Danet

NATURE & REFERENCE : Forage d'essai - F 5bis

PROFONDEUR : 78 m

CREPINE DE 44 A 64 m

Ø DE ... A ... : ...

DE ... A ... : ...

ORIGINE DES MESURES DE NIVEAUX : ...

COTE DU REPERE : 164,918 m

COTE SOL : 164,498 m

HAUTEUR REPERE-SOL : 0,420 m

DISTANCE AU FORAGE D'ESSAI : ...

NIV. PIEZOMETRIQUE LE 17 A 10h : 6,58 m

LE ... A ... : ...

N° D'ARCHIVAGE

FEUILLE N° 2

DESCENTE ☒

REMONTEE ☐

DATE	HEURE	MINUTES * tp	MINUTES * tr	NIV. DYNAM. ou lecture (m)	RABATTEMENT Δ (m)	$1+\frac{t_p}{t_r}$	DEBIT lit. en sec.	DEBIT Q m³/h	RABAT[t] SPECIFIQUE Δ/Q	observations
17/12	14h30	270'		11,13	4,55		1'45"5	17		
	15h	300'		11,159	4,579					
	15h30	330'		11,192	4,612					
	16h	360'		11,217	4,637		1'44"	17,3		
	16h30	390'		11,258	4,678					
	17h30	450'		11,234	4,654					
	18h	480'		11,240	4,660					
	19h	540'		11,160	4,580		1'51"	16,2		
	21h	660'		11,199	4,619		1'51"	16,2		Arrêt de 21 h 35 à 21 h 45 - réparation groupe - 2ème arrêt de 10 minutes.
18/12	0h10	850'		11,348	4,768		1'45"	17,1		
	6h15	1215'		11,350	4,770		1'50"	16,3		
	8h15	1335'		11,336	4,756		1'50"	16,3		
	10h	1440'		11,449	4,869		1'46"	16,9		
	12h	1560'		11,521	4,941		1'44"5	17,2		
	15h10	1750'		11,552	4,972		1'45"	17,1		
	17h45	1905'		11,522	4,942		1'48"			
	22h25	2185'		11,341	4,761		1'52"	16,07		

* t_p temps à compter du debut du pompage

t_r " " " de l'arrêt " "

POMPAGE D'ESSAI DU 17 AU 20/12/75

DEPART[nt] COMMUNE : PAIMPONT (35)

DESIGNATION : La Ville Danet

NATURE & REFERENCE : Forage F 6

PROFONDEUR : 71,50 m

CREPINE DE 1,50 A 37,50 m

Ø DE ... A ... :

DE ... A ... :

ORIGINE DES MESURES DE NIVEAUX : ...

COTE DU REPERE : 165,173 m

COTE SOL : 164,453 m

HAUTEUR REPERE-SOL : 0,720 m

DISTANCE AU FORAGE D'ESSAI : 120 m

NIV. PIEZOMETRIQUE LE 17 A 10h : 6,06 m

LE ... A ... :

N° D'ARCHIVAGE

FEUILLE N° 1

DESCENTE ☒

REMONTEE ☐

DATE	HEURE	MINUTES * t_p	MINUTES * t_r	NIV. DYNAM. ou lecture (m)	RABATTEMENT Δ (m)	$1+\frac{t_p}{t_r}$	DEBIT lit. en sec.	DEBIT Q m³/h	RABAT[nt] SPECIFIQUE Δ/Q	observations
17/12	10h	0		6,06	0					
		15'		6,14	0,08					
		30'		6,28	0,22					
		45'		6,28	0,22					
	11h	60'		6,28	0,22					
		75'		6,343	0,283					
	11h30	90'		6,415	0,355					
		105'		6,483	0,423					
	12h	120'		6,535	0,475					
		135'		6,577	0,517					
	12h30	150'		6,62	0,56					
		165'		6,654	0,594					
	13h	180'		6,685	0,625					
		210'		6,74	0,68					
	14h	240'		6,795	0,735					
		270'		6,833	0,773					
	15h	300'		6,87	0,81					
		330'		6,90	0,84					
	16h	360'		6,929	0,869					
	16h30	390'		6,955	0,895					
	17h30	450'		6,99	0,93					
	18h	480'		7,005	0,945					
	19h	540'		7,028	0,968					
	21h	660'		7,060	1,00					
18/12	0h	840'		7,115	1,055					
	3h	1020'		7,16	1,10					
	6h	1200'		7,18	1,12					
	8h	1320'		7,21	1,15					
	10h	1440'		7,22	1,16					
	12h	1560'		7,245	1,185					
	15h	1740'		7,28	1,22					
	18h	1920'		7,30	1,24					
	22h	2160'		7,30	1,24					

* t_p temps à compter du debut du pompage

t_r ...

POMPAGE D'ESSAI DU 17 .... AU 20/12/75

DEPART[nt] COMMUNE : PAIMPONT (35)

DESIGNATION : La Ville Danet

NATURE & REFERENCE : Forage n° 6

PROFONDEUR : 71,50 m

CREPINE DE 1,50 A 37,50 m

Ø DE ... A ... :

DE ... A ... :

ORIGINE DES MESURES DE NIVEAUX : .....

COTE DU REPERE : 165,173 m

COTE SOL : 164,453 m

HAUTEUR REPERE-SOL : 0,720 m

DISTANCE AU FORAGE D'ESSAI : 120 m

NIV. PIEZOMETRIQUE LE 17 A 10 h : 6,06 m

LE ... A ... :

N° D'ARCHIVAGE

FEUILLE N° 1

DESCENTE ☐

REMONTEE ☒

DATE	HEURE	MINUTES * t_p	MINUTES * t_r	NIV. DYNAM. ou lecture (m)	RABATTEMENT Δ (m)	$1+\frac{t_p}{t_r}$	DEBIT lit. en sec.	DEBIT Q m³/h	RABAT[nt] SPECIFIQUE Δ/Q	observations
18/12	22h		0	7,30	1,24	2161				
	22h30		30'	7,30	1,24	73				
	22h45		45'	7,235	1,175	49				
	23h		60'	7,127	1,067	37				
	23h15		75'	7,035	0,975	29,8				
	23h30		90'	6,95	0,89	25				
	23h45		105'	6,863	0,803	21,571				
19/12										Limnigraphe bloqué
	9h		660'	6,153	0,093	4,272				
	10h		720'	6,137	0,077	4				
	12h		840'	6,112	0,052	3,571				
	15h		1020'	6,088	0,028	3,117				
	18h		1200'	6,07	0,01	2,8				
	21h		1380'	6,055	+0,005	2,565				
20/12	0h		1560'	6,05	+0,01	2,384				
	3h		1740'	6,045	+0,015	2,241				
	6h		1920'	6,032	+0,028	2,125				
	10h		2160'	6,013	+0,047	2				

* t_p temps à compter du debut du pompage

POMPAGE D'ESSAI DU 17 AU 20/12/75

DEPART[t] COMMUNE : PAIMPONT (35)

DESIGNATION : La Ville Danet

NATURE & REFERENCE : Forage n° 4

PROFONDEUR : 83,80 m

CREPINE DE 12,90 A 56,90 m

Ø DE ... A ... :

DE ... A ... :

ORIGINE DES MESURES DE NIVEAUX : ...

COTE DU REPERE : 166,610 m

COTE SOL : 165,995 m

HAUTEUR REPERE-SOL : 0,615 m

DISTANCE AU FORAGE D'ESSAI : 195 m.

NIV. PIEZOMETRIQUE LE 17 A 9h10 : 7,51 m

LE ... A ... :

N° D'ARCHIVAGE

FEUILLE N° 1

DESCENTE ☒

REMONTEE ☐

DATE	HEURE	MINUTES * t_p	MINUTES * t_r	NIV. DYNAM. ou lecture (m)	RABATTEMENT Δ (m)	$1+\frac{t_p}{t_r}$	DEBIT lit. en sec.	DEBIT Q m³/h	RABAT[t] SPECIFIQUE Δ/Q	observations
17/12	10h10	10'		7,51						
		25'		7,525	0,015					
		40'		7,545	0,035					
		55'		7,56	0,05					
	11h10	70'		7,575	0,065					
		85'		7,59	0,08					
		100'		7,60	0,09					
		115'		7,61	0,10					
	12h10	130'		7,622	0,112					
		145'		7,633	0,123					
		160'		7,652	0,142					
	12h55	175'		7,661	0,151					
		205'		7,678	0,168					
	13h55	235'		7,69	0,18					
		265'		7,704	0,194					
	14h55	295'		7,713	0,203					
		325'		7,724	0,214					
	15h55	355'		7,735	0,225					
		385'		7,743	0,233					
		445'		7,76	0,25					
		475'		7,765	0,255					
	18h55	535'		7,778	0,268					
	20h55	655'		7,80	0,29					
18/12	0h	840'		7,82	0,31					
	3h	1020'		7,84	0,33					
	6h	1200'		7,85	0,34					
	8h	1320'		7,852	0,342					
	10h	1440'		7,862	0,343					
	12h	1560'		7,875	0,365					
	15h	1740'		7,888	0,378					
	18h	1920'		7,92	0,41					
	22h	2160'		7,93	0,42					

* t_p temps à compter du debut du pompage

POMPAGE D'ESSAI DU 17 . . . . AU 20/12/75.

DEPART[T] COMMUNE : PAIMPONT (35)

DESIGNATION : La Ville Danet

NATURE & REFERENCE : Forage F 4

PROFONDEUR : 83,80 m

CREPINE DE 12,90 A 56,90 m

Ø DE . . . A . . . : . . . .

DE . . . A . . . : . . . .

ORIGINE DES MESURES DE NIVEAUX : . . . . .

COTE DU REPERE : 166,610 m

COTE SOL : 165,995 m

HAUTEUR REPERE-SOL : 0,615 m

DISTANCE AU FORAGE D'ESSAI : 195 m

NIV. PIEZOMETRIQUE LE 17 . . A 9h30 : 7,51 m

LE . . . . . A . . . : . . .

N° D'ARCHIVAGE

FEUILLE N° 1

DESCENTE ☐

REMONTEE ☒

DATE	HEURE	MINUTES * t_p	MINUTES * t_r	NIV. DYNAM. ou lecture (m)	RABATTEMENT Δ (m)	$1+\frac{t_p}{t_r}$	DEBIT lit. en sec.	DEBIT Q m³/h	RABAT[T] SPECIFIQUE Δ/Q	observations
18/12	22h		0	7,93	0,42	2161				
	22h15		15'	7,93	0,42	145				
	22h30		30'	7,93	0,42	73				
	23h		60'	7,912	0,402	37				
	23h30		90'	7,888	0,378	25				
19/12	0h		120'	7,862	0,352	19				
	0h30		150'	7,84	0,33	15,4				
	1h		180'	7,823	0,313	13				
	1h30		210'	7,809	0,299	11,285				
	2h		240'	7,792	0,282	10				
	2h30		270'	7,78	0,270	9				
	3h		300'	7,767	0,257	8,2				
	3h30		330'	7,757	0,247	7,545				
	4h		360'	7,748	0,238	7				
	4h30		390'	7,738	0,228	6,538				
	5h		420'	7,728	0,218	6,142				
	5h30		450'	7,72	0,21	5,8				
	6h		480'	7,712	0,202	5,5				
	6h30		510'	7,705	0,195	5,235				
	7h		540'	7,698	0,188	5				
	8h		600'	7,687	0,177	4,6				
	9h		660'	7,677	0,167	4,272				
	10h		720'	7,675	0,165	4				
	12h		840'	7,668	0,158	3,571				
	15h		1020'	7,655	0,145	3,117				
	18h		1200'	7,645	0,135	2,8				
	21h		1380'	7,641	0,131	2,565				
20/12	0h		1560'	7,64	0,13	2,384				
	3h		1740'	7,64	0,13	2,241				
	6h		1920'	7,633	0,123	2,125				
	10h		2160'	7,626	0,116	2				

* t_p temps à compter du debut du pompage

t_r " " " de l'arrêt " "

POMPAGE D'ESSAI DU 17 AU 20/12/1975

DEPART^nt COMMUNE
PAIMPONT (35) La Ville Danet

DESIGNATION :

NATURE & REFERENCE : Forage F 3

PROFONDEUR : 79 m

CREPINE DE 5 m A 57 m

Ø DE ... A ... :

DE ... A ... :

ORIGINE DES MESURES DE NIVEAUX :

COTE DU REPERE : 173,671 m

COTE SOL : 173,036 m

HAUTEUR REPERE-SOL : 0,635 m

DISTANCE AU FORAGE D'ESSAI : 330 m

NIV. PIEZOMETRIQUE LE 17 A 10 h : 13,13 m

LE ... A ... :

N° D'ARCHIVAGE

FEUILLE N° 1

DESCENTE ☒

REMONTEE ☐

DATE	HEURE	MINUTES * t_p	MINUTES * t_r	NIV. DYNAM. ou lecture (m)	RABATTEMENT Δ (m)	$1+\frac{t_p}{t_r}$	DEBIT ... lit. en sec.	DEBIT Q m^3/h	RABAT^nt SPECIFIQUE Δ/Q	observations
17/12	10 h	0		13,13	0					
		20'		13,13	0					
		35'		13,13	0					
		50'		13,13	0					
	11h05	65'		13,135	0,005					
	11h20	80'		13,14	0,01					
	11h35	95'		13,143	0,013					
	11h50	110'		13,149	0,019					
	12h05	125'		13,153	0,023					
	12h20	140'		13,158	0,028					
		155'		13,161	0,031					
		170'		13,166	0,036					
	13h05	185'		13,17	0,01					
		200'		13,172	0,042					
		215'		13,174	0,044					
		230'		13,18	0,05					
	14h05	245'		13,182	0,052					
		260'		13,186	0,056					
		275'		13,19	0,06					
	15h05	305'		13,197	0,067					
		335'		13,21	0,08					
	16h05	365'		13,21	0,08					
		395'		13,216	0,086					
	17h05	425'		13,221	0,091					
		455'		13,228	0,098					
	18h05	485'		13,232	0,102					
		515'		13,238	0,108					
	19h05	545'		13,243	0,113					
	21 h	660'		13,25	0,125					
	0 h	840'		13,282	0,152					
	3 h	1020'		13,298	0,168					
	6 h	1200'		13,304	0,174					
	8 h	1320'		13,31	0,180					
	10 h	1440'		13,31	0,180					
	12 h	1560'		13,323	0,193					
	15 h	1740'		13,335	0,205					
	18 h	1920'		13,35	0,225					
	22 h	2160'		13,363	0,233					

* t_p temps à compter du debut du pompage

POMPAGE D'ESSAI DU 17 AU 20/12/75

DEPART[nt] COMMUNE : PAIMPONT (35)

DESIGNATION : La Ville Danet

NATURE & REFERENCE : Forage F 7

PROFONDEUR : 35,70 m

CREPINE DE 20 A 35,70 m

Ø DE ... A ... : ...

DE ... A ... : ...

ORIGINE DES MESURES DE NIVEAUX : ...

COTE DU REPERE : 166,409 m

COTE SOL : 166,007 m

HAUTEUR REPERE-SOL : 0,402 m

DISTANCE AU FORAGE D'ESSAI : 320 m

NIV. PIEZOMETRIQUE LE 17 ... A 10h : 7,25 m

LE ... A ... : ...

N° D'ARCHIVAGE

FEUILLE N° 1

DESCENTE ☒

REMONTEE ☐

DATE	HEURE	MINUTES * t_p	MINUTES * t_r	NIV. DYNAM. ou lecture (m)	RABATTEMENT Δ (m)	$1+\frac{t_p}{t_r}$	DEBIT ... lit. en sec.	DEBIT Q m^3/h	RABAT[nt] SPECIFIQUE Δ/Q	observations
17/12	10h	0		7,25	0					
	10h18	18'		7,255	0,005					
	10h50	50'		7,264	0,014					
	11h25	85'		7,273	0,023					
	11h53	113'		7,280	0,030					
	12h40	160'		7,287	0,037					
	14h10	250'		7,31	0,060					
	15h15	315'		7,319	0,069					
	16h10	370'		7,338	0,088					
	18h15	495'		7,373	0,123					
	19h05	545'		7,386	0,136					
	21h20	680'		7,419	0,169					
	23h50	830'		7,446	0,196					
18/12	6h25	1225'		7,504	0,254					
	8h25	1345'		7,51	0,260					
	10h15	1455'		7,519	0,269					
	12h05	1565'		7,535	0,285					
	16h	1800'		7,556	0,306					
	18h	1920'		7,568	0,318					
	21h55	2155'		7,582	0,332					

* t_p temps à compter du debut du pompage

POMPAGE D'ESSAI DU 17 AU 20/12/1975

DEPART^nt COMMUNE : PAIMPONT (35) La Ville Danet

DESIGNATION : .....

NATURE & REFERENCE : Forage F 3

PROFONDEUR : 79 m

CREPINE DE 5 m A 57 m

Ø DE ... A ... :

DE ... A ... :

ORIGINE DES MESURES DE NIVEAUX : .....

COTE DU REPERE : 173,671 m

COTE SOL : 173,036 m

HAUTEUR REPERE-SOL : 0,635 m

DISTANCE AU FORAGE D'ESSAI : 330 m

NIV. PIEZOMETRIQUE LE 17 A 10 h : 13,13 m

LE ... A ... :

N° D'ARCHIVAGE

FEUILLE N° 1

DESCENTE ☒

REMONTEE ☐

DATE	HEURE	MINUTES * t_p	MINUTES * t_r	NIV. DYNAM. ou lecture (m)	RABATTEMENT Δ (m)	$1+\frac{t_p}{t_r}$	DEBIT lit. en sec.	DEBIT Q m³/h	RABAT^nt SPECIFIQUE Δ/Q	observations
17/12	10 h	0		13,13	0					
		20'		13,13	0					
		35'		13,13	0					
		50'		13,13	0					
	11h05	65'		13,135	0,005					
	11h20	80'		13,14	0,01					
	11h35	95'		13,143	0,013					
	11h50	110'		13,149	0,019					
	12h05	125'		13,153	0,023					
	12h20	140'		13,158	0,028					
		155'		13,161	0,031					
		170'		13,166	0,036					
	13h05	185'		13,17	0,01					
		200'		13,172	0,042					
		215'		13,174	0,044					
		230'		13,18	0,05					
	14h05	245'		13,182	0,052					
		260'		13,186	0,056					
		275'		13,19	0,06					
	15h05	305'		13,197	0,067					
		335'		13,21	0,08					
	16h05	365'		13,21	0,08					
		395'		13,216	0,086					
	17h05	425'		13,221	0,091					
		455'		13,228	0,098					
	18h05	485'		13,232	0,102					
		515'		13,238	0,108					
	19h05	545'		13,243	0,113					
	21 h	660'		13,25	0,125					
	0 h	840'		13,282	0,152					
	3 h	1020'		13,298	0,168					
	6 h	1200'		13,304	0,174					
	8 h	1320'		13,31	0,180					
	10 h	1440'		13,31	0,180					
	12 h	1560'		13,323	0,193					
	15 h	1740'		13,335	0,205					
	18 h	1920'		13,35	0,225					
	22 h	2160'		13,363	0,233					

* t_p temps à compter du debut du pompage

POMPAGE D'ESSAI DU 17 AU 20/12/75

DEPART^nt COMMUNE
PAIMPONT (35)

DESIGNATION : La Ville Danet

NATURE & REFERENCE : Forage F 7

PROFONDEUR : 35,70 m

CREPINE DE 20 A 35,70 m

Ø DE ... A ... : ...

DE ... A ... : ...

ORIGINE DES MESURES DE NIVEAUX : ...

COTE DU REPERE : 166,409 m

COTE SOL : 166,007 m

HAUTEUR REPERE-SOL : 0,402 m

DISTANCE AU FORAGE D'ESSAI : 320 m

NIV. PIEZOMETRIQUE LE 17 A 10h : 7,25 m

LE ... A ... : ...

N° D'ARCHIVAGE

FEUILLE N° 1

DESCENTE ☒

REMONTEE ☐

DATE	HEURE	MINUTES * t_p	MINUTES * t_r	NIV. DYNAM. ou lecture (m)	RABATTEMENT Δ (m)	$1+\frac{t_p}{t_r}$	DEBIT lit. en sec.	DEBIT Q m^3/h	RABAT^nt SPECIFIQUE Δ/Q	observations
17/12	10h	0		7,25	0					
	10h18	18'		7,255	0,005					
	10h50	50'		7,264	0,014					
	11h25	85'		7,273	0,023					
	11h53	113'		7,280	0,030					
	12h40	160'		7,287	0,037					
	14h10	250'		7,31	0,060					
	15h15	315'		7,319	0,069					
	16h10	370'		7,338	0,088					
	18h15	495'		7,373	0,123					
	19h05	545'		7,386	0,136					
	21h20	680'		7,419	0,169					
	23h50	830'		7,446	0,196					
18/12	6h25	1225'		7,504	0,254					
	8h25	1345'		7,51	0,260					
	10h15	1455'		7,519	0,269					
	12h05	1565'		7,535	0,285					
	16h	1800'		7,556	0,306					
	18h	1920'		7,568	0,318					
	21h55	2155'		7,582	0,332					

* t_p temps à compter du debut du pompage

POMPAGE D'ESSAI DU 17 . . . . AU . 20/12/1975

DEPART^nt COMMUNE
PAIMPONT (35) La Ville Danet

DESIGNATION : . . . . . .

NATURE & REFERENCE : Forage F 3

PROFONDEUR : 79 m

CREPINE DE 5 m A 57 m

Ø DE . . . A . . . : . . . .

DE . . . A . . . : . . . .

ORIGINE DES MESURES DE NIVEAUX : . . . . . .

COTE DU REPERE : 173,671 m

COTE SOL : 173,036 m

HAUTEUR REPERE-SOL : 0,635 m

DISTANCE AU FORAGE D'ESSAI : 330 m

NIV. PIEZOMETRIQUE LE . 17 . . A 10 h : 13,13 m

LE . . . . . A . . . : . . .

N° D'ARCHIVAGE

FEUILLE N° 1

DESCENTE ☐

REMONTEE ☒

DATE	HEURE	MINUTES * t_p	MINUTES * t_r	NIV. DYNAM. ou lecture (m)	RABATTEMENT Δ (m)	$1+\frac{t_p}{t_r}$	DEBIT lit. en sec.	DEBIT Q m³/h	RABAT^nt SPECIFIQUE Δ/Q	observations
18/12	22 h		0	13,363	0,233	2161				
	22h15		15'	13,369	0,239	145				
	22h30		30'	13,365	0,235	73				
	23h		60'	13,365	0,235	37				
	23h30		90'	13,364	0,234	25				
19/12	0h		120'	13,362	0,232	19				
	0h30		150'	13,36	0,23	15,4				
	1h		180'	13,352	0,222	13				
	1h30		210'	13,349	0,219	11,285				
	2h		240'	13,34	0,21	10				
	2h30		270'	13,335	0,205	9				
	3h		300'	13,33	0,20	8,2				
	3h30		330'	13,325	0,195	7,545				
	4h		360'	13,32	0,19	7				
	4h30		390'	13,312	0,182	6,538				
	5h		420'	13,308	0,178	6,142				
	5h30		450'	13,302	0,172	5,8				
	6h		480'	13,298	0,168	5,5				
	6h30		510'	13,292	0,162	5,235				
	7h		540'	13,288	0,158	5,				
	8h		600'	13,28	0,15	4,6				
	9h		660'	13,275	0,145	4,272				
	10h		720'	13,275	0,145	4				
	12h		840'	13,27	0,14	3,571				
	15h		1020'	13,264	0,134	3,117				
	18h		1200'	13,258	0,128	2,8				
	21h		1380'	13,256	0,126	2,565				
20/12	0h		1560'	13,256	0,126	2,384				
	3h		1740'	13,255	0,125	2,241				
	6h		1920'	13,254	0,124	2,125				
	10h		2160'	13,25	0,12	2				

* t_p temps à compter du debut du pompage

POMPAGE D'ESSAI DU. 17 . . . . AU. .20/12/1975

DEPART^nt COMMUNE
PAIMPONT (35) La Ville Danet

DESIGNATION : . . . . . .

NATURE & REFERENCE : Forage F 3

PROFONDEUR : 79 m

CREPINE DE 5 m A 57 m

Ø DE . . . A . . . :

DE . . . A . . . :

ORIGINE DES MESURES DE NIVEAUX : . . . . . .

COTE DU REPERE : 173,671 m

COTE SOL : 173,036 m

HAUTEUR REPERE-SOL : 0,635 m

DISTANCE AU FORAGE D'ESSAI : 330 m

NIV. PIEZOMETRIQUE LE . 17 . . A 10 h:13,13 m

LE . . . . A . . . :

N° D'ARCHIVAGE

FEUILLE N° 1

DESCENTE ☐

REMONTEE ☒

DATE	HEURE	MINUTES * t_p	MINUTES * t_r	NIV. DYNAM. ou lecture (m)	RABATTEMENT Δ (m)	$1+\frac{t_p}{t_r}$	DEBIT lit. en sec.	DEBIT Q m^3/h	RABAT^nt SPECIFIQUE Δ/Q	observations
18/12	22 h		0	13,363	0,233	2161				
	22h15		15'	13,369	0,239	145				
	22h30		30'	13,365	0,235	73				
	23h		60'	13,365	0,235	37				
	23h30		90'	13,364	0,234	25				
19/12	0h		120'	13,362	0,232	19				
	0h30		150'	13,36	0,23	15,4				
	1h		180'	13,352	0,222	13				
	1h30		210'	13,349	0,219	11,285				
	2h		240'	13,34	0,21	10				
	2h30		270'	13,335	0,205	9				
	3h		300'	13,33	0,20	8,2				
	3h30		330'	13,325	0,195	7,545				
	4h		360'	13,32	0,19	7				
	4h30		390'	13,312	0,182	6,538				
	5h		420'	13,308	0,178	6,142				
	5h30		450'	13,302	0,172	5,8				
	6h		480'	13,298	0,168	5,5				
	6h30		510'	13,292	0,162	5,235				
	7h		540'	13,288	0,158	5,				
	8h		600'	13,28	0,15	4,6				
	9h		660'	13,275	0,145	4,272				
	10h		720'	13,275	0,145	4				
	12h		840'	13,27	0,14	3,571				
	15h		1020'	13,264	0,134	3,117				
	18h		1200'	13,258	0,128	2,8				
	21h		1380'	13,256	0,126	2,565				
20/12	0h		1560'	13,256	0,126	2,384				
	3h		1740'	13,255	0,125	2,241				
	6h		1920'	13,254	0,124	2,125				
	10h		2160'	13,25	0,12	2				

* t_p temps à compter du debut du pompage