

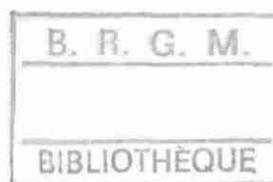
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
74, rue de la Fédération - 75-PARIS-15^e - Tél. 783 94-00

DIRECTION DU SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 818 - 45-Orléans-La Source - Tél. 66-06-60 à 64

ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE
des
FORMATIONS AQUIFÈRES
du
BASSIN de LANGON (35)

par

S. KUKLAN



Service géologique régional Bretagne Pays de la Loire

31, rue du Docteur-Haïcault 35 - Bain-de-Bretagne

Tél. 0.10

70 SGN 005 BPL

Décembre 1969

BUREAU DE RECHERCHES
GEOLOGIQUES ET MINIERES

Service Géologique Régional
BRETAGNE - PAYS DE LA LOIRE
31, rue du Docteur Haicault
35 - BAIN-DE-BRETAGNE

Tél. 0.10

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DES FORMATIONS AQUIFERES
DU BASSIN DE LANGON (I.-~~à~~-V.)

par S. KUKLAN

Décembre 1969

- R E S U M E -

Le captage de Port-de-Roche a été implanté en 1962, après une étude géophysique et géologique, dans les formations tertiaires et quaternaires du Bassin de Langon. Aux essais il s'est montré susceptible de fournir des débits importants (plus de $7000 \text{ m}^3/\text{j}$), et depuis 1965 il alimente les 12 communes du Syndicat Intercommunal des Eaux de Port-de-Roche avec un débit moyen de 600 à $700 \text{ m}^3/\text{jour}$.

L'extension prévue de la distribution aux 18 communes du Syndicat des Bruyères nécessitera une augmentation de la production, qui passera à $3700 \text{ m}^3/\text{jour}$. La Direction Départementale de l'Agriculture d'Ille-et-Vilaine a donc demandé au B.R.G.M. de réaliser une étude hydrogéologique du bassin d'alimentation afin de déterminer s'il est en mesure de répondre à l'accroissement des besoins.

Cette étude a comporté :

- Le forage et l'équipement en piézomètres de 21 sondages de reconnaissance.
- Des prospections géologiques de surface complétées par de petits sondages à la tarière à main.
- L'observation des mouvements des niveaux d'eau au cours d'un cycle hydrogéologique.
- Un pompage d'essai sur le captage lui-même, avec observation de ses répercussions sur le réseau des piézomètres.
- L'exploitation et la synthèse des résultats obtenus.

L'étude a apporté les résultats suivants :

- Le bassin de Langon présente trois formations aquifères : graviers alluviaux de la Vilaine, sables pliocènes et marno-calcaires (Oligocène). Les premiers possèdent une perméabilité très supérieure à celle des autres dépôts et jouent, de ce fait, le rôle primordial dans l'alimentation du captage. Le pompage d'essai a montré des transmissivités de 200 à $400 \text{ m}^2/\text{h}$ correspondant à des perméabilités de 40 à $90 \text{ m}/\text{h}$.

- La nappe des graviers est alimentée par la Vilaine lors des crues. L'apport d'eau compense alors totalement les pertes de tous ordres (drainage par le fleuve à l'étiage, évapotranspiration, pompages au captage et dans les gravières).

- La nappe des graviers est menacée de pollutions (ordures ménagères, écoulement d'égoûts, apport d'eaux polluées de la Vilaine). Le pouvoir filtrant de la formation est insuffisant pour réaliser une bonne épuration. Le traitement et le contrôle de la qualité de l'eau sont indispensables avant sa distribution.

La réalimentation annuelle par la Vilaine est un facteur important de sécurité de l'exploitation. Les performances du forage le rendent apte à supporter l'accroissement prévu de la production. A titre de sécurité supplémentaire le creusement d'un second ouvrage de captage peut être envisagé.

- S O M M A I R E -

	Pages
RESUME	I
SOMMAIRE	III
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX DANS LE TEXTE	VI
LISTE DES PLANCHES HORS TEXTE	VII
LISTE DES ANNEXES HORS TEXTE	VII
1 - INTRODUCTION	1
11 - Problèmes posés	1
12 - Données antérieures à l'étude B.R.G.M..	2
121 - Campagne de géophysique.	2
122 - Sondages de reconnaissance.	2
123 - Captage alimentant le syndicat de Port-de-Roche.	4
13 - Travaux réalisés..	4
131 - Sondages de reconnaissance.	4
132 - Levés géologiques.	4
133 - Observations hydrogéologiques.	6
134 - Pompage d'essai	6
135 - Etude de la chimie de l'eau	6
2 - GEOMETRIE ET NATURE DES FORMATIONS AQUIFERES	7
21 - Forme du bassin	7
22 - Nature du remplissage	7
23 - Description des formations aquifères	8
231 - Les graviers	8
232 - Les sables	8
233 - Les calcaires	8
24 - Extension des formations aquifères	9
241 - Les graviers	9
242 - Les sables	9
243 - Les calcaires	9
25 - Formation du bassin, mise en place du remplissage	10
3 - METHODES D'ETUDES HYDROGEOLOGIQUES.	11
31 - Mesures des niveaux	11
32 - Exploitation des mesures	11
33 - Pompage d'essai	11

	Pages
4 - FLUCTUATIONS NATURELLES DE LA NAPPE.	12
41 - Sens des fluctuations	12
42 - Etude des profils piézométriques	12
421 - Etude d'ensemble des profils	13
422 - Etude détaillée de chaque ligne de profils	13
422.1 - Ligne AB	13
422.2 - Ligne CD	14
422.3 - Ligne EF	15
43 - Etude des graphiques de variation.	16
431 - Sens des variations	16
432 - Comparaison des divers graphiques.	16
44 - Conclusions	17
5 - FORME DE LA NAPPE.	18
51 - Traits généraux.	18
511 - Sens de l'écoulement	18
512 - Gradients hydrauliques	19
52 - Particularités locales	19
521 - Zone Nord-Ouest	19
522 - Zone du Vaulay.	19
523 - Zone des gravières.	20
53 - Conclusions	20
6 - ENSEIGNEMENT DU POMPAGE D'ESSAI	22
61 - Description de la station d'essai.	22
611 - Ouvrages suivis systématiquement	22
612 - Ouvrages suivis occasionnellement	24
613 - Matériel d'exhaure et d'évacuation	24
614 - Contrôle hydrochimique	24
62 - Déroulement de l'essai	24
621 - Circonstances défavorables	24
622 - Circonstances favorables	25
63 - Résultats	27
631 - Extension du cône de dépression	27
632 - Evolution des niveaux d'eau au cours du pompage	28
632.1 Forage 29 et Piézomètre 58	28
632.2 Autres ouvrages observés.	33
633 - Evolution des niveaux de l'eau après l'arrêt du pompage	33
634 - Détermination des paramètres hydrauliques	33
635 - Chimie de l'eau	36
635.1 Mesures de résistivité	36
635.2 Analyses des prélèvements	38

	Pages
64 - Conclusions générales	38
7 - HYDROCHIMIE	39
71 - Différents types d'eaux	39
72 - Echanges d'eau entre les divers terrains.	39
73 - Rapports avec la Vilaine	40
74 - Potabilité et pollutions	40
75 - Perspectives d'avenir	40
8 - MODALITES DE L'EXPLOITATION.	42
9 - PROTECTION DE LA NAPPE	44
91 - Conséquences de l'exploitation des gravières	44
92 - Autres risques de pollution	45
921 - Dépôts d'ordures.	45
922 - Ruisseaux	45
923 - Autres pollutions	45
93 - Conclusions : mesures de protection à envisager	45
931 - Protection rapprochée	45
932 - Périmètre éloigné	46
10 - CONCLUSIONS GENERALES	47
101 - Importance relative des aquifères	47
102 - Relations avec la Vilaine.	47
103 - Problèmes de protection de la nappe	48

Liste des FIGURES et TABLEAUX dans le texte

N° des Figures		Pages
1	- Coupe géologique et technique du FORAGE N° 29 (Captage)	3
2	- Tableau récapitulatif des sondages exécutés par SOL-BRETAGNE	5
3	- Plan de situation de la Station d'essai.	21
4	- Limnigramme du Captage au cours du pompage d'essai	23
5	- Carte de l'extension du cône de dépression.	26
6	- Graphique de DESCENTE - FORAGE N° 29 (Captage)	29
7	- Graphique de DESCENTE - PIEZOMETRE N° 58	30
8	- Graphiques de DESCENTE - PIEZOMETRES Nos 57-56-60-59.	31
9	- Graphiques de REMONTEE - FORAGE N° 29 (Captage) et PIEZOMETRE N° 58	32
10	- Tableau récapitulatif des résultats T - K - S.	34
11	- Tableau des RESISTIVITES.	35
12	- Tableau d'ANALYSES d'eau.	37

- Liste des PLANCHES -

- I - Plan de situation des ouvrages étudiés
- II - Limites des formations aquifères
- III - Coupe transversale AB
- IV - Coupe transversale CD
- V - Coupe transversale EF
- VI - Carte piézométrique au 25/11/68 (Pseudo-étiage)
- VII - Carte piézométrique au 22/3/69 (Hautes eaux)
- VIII - Carte piézométrique au 28/6/69 (Période transitoire)
- IX - Carte piézométrique au 25/10/69 (Etiage)

- Liste des ANNEXES -

- ANNEXE I - Coupes géologiques simplifiées
- ANNEXE II - Graphiques des fluctuations

1 - INTRODUCTION.

La croissance des besoins en eau, tant pour l'alimentation humaine que pour les usages agricoles et industriels, pose de graves problèmes dans le Massif armoricain, pauvre en eaux souterraines. Traditionnellement le Génie rural d'Ille-et-Vilaine a toujours essayé de faire appel aux eaux souterraines de préférence aux eaux superficielles. Ces dernières sont effet de moins bonne qualité, plus difficiles à protéger des pollutions et d'un prix de revient plus élevé.

Des études ont été notamment entreprises sur tous les bassins tertiaires du département qui montraient des ressources intéressantes, bien que limitées. C'est dans ce cadre que le captage de Port-de-Roche a été implanté en 1962 dans le bassin tertiaire de Langon, traversé par la Vilaine et recouvert par les alluvions de ce fleuve.

Le forage de Port-de-Roche a montré d'excellentes possibilités. Lors des essais il a fourni des débits supérieurs à 300 m³/h., et il fonctionne depuis cette époque à près de 90 m³/h sans manifester la moindre défaillance.

11 Problèmes posés.

Dans les années à venir il est prévu d'augmenter fortement les débits prélevés à Port-de-Roche. Le captage qui alimente actuellement le seul Syndicat de Port-de-Roche fournirait également de l'eau à celui des Bruyères. Les besoins estimés passeraient alors de 1 650m³/j. à près de 4 000m³/j. Le débit horaire devrait donc s'élever à environ 200 m³/h. D'après les résultats des essais il apparaît que le forage est parfaitement en mesure de supporter cet accroissement de débit. Mais a priori il était difficile d'en évaluer les répercussions sur la nappe captée.

La Direction Départementale de l'Agriculture a donc demandé au B.R.G.M., dans le cadre d'une convention, de faire l'étude hydrogéologique de la zone intéressée par ce captage.

Les objectifs principaux de l'étude sont les suivants :

- déterminer la nature et l'importance des relations entre la nappe et le fleuve (la Vilaine alimente-t-elle la nappe ? que serait-il de cette

alimentation en cas de pompages à fort débit ? dans quelle mesure serait-elle susceptible de compenser les prélèvements ? ne serait-il pas nécessaire de prévoir une suralimentation artificielle ?).

- évaluer l'ordre de grandeur des caractéristiques hydrauliques des terrains aquifères (perméabilité et coefficient d'emménagement) qui conditionnent le volume et le renouvellement des réserves.

- déterminer les conditions de protection de la nappe (existe-t-il des facteurs de pollution, quelle peut en être l'incidence, quelle épuration est susceptible d'occasionner le transit de l'eau dans le terrain, quelles mesures devraient être prises pour lutter contre les pollutions éventuelles, quelles sont les conséquences des exploitations de graviers sur l'économie de la nappe ?).

12 Données antérieures à l'étude B.R.G.M.

121 Campagne de géophysique.

Une campagne de prospection géophysique a été réalisée en Juin 1961 par la Compagnie de Prospection Géophysique Française (profils et sondages électriques). Elle apporte des données très intéressantes sur la structure générale du bassin le long des profils exécutés. Mais le nombre limité de ceux-ci ne permet pas de connaître l'extension des niveaux aquifères.

122 Sondages de reconnaissance.

28 sondages de reconnaissance ont été également réalisés en 1961 par l'Entreprise Boucher (21 en Mars, 7 en Septembre).

Les logs de ces sondages ont été examinés très attentivement. De cette analyse, on peut tirer les conclusions suivantes :

- nos coupes de sondages faites en observant les échantillons au fur et à mesure de leur extraction ne concordent pas toujours avec les coupes des sondages Boucher situés à faible distance.

- certains termes sont mal ou pas définis. Ainsi au sondage 23 on remarque la succession : alluvions argileuses, alluvions et graviers, alluvions, sables et alluvions. Le terme alluvions ne se rapporte donc ni aux argiles, ni aux graviers, ni aux sables. Que peut-il signifier ?

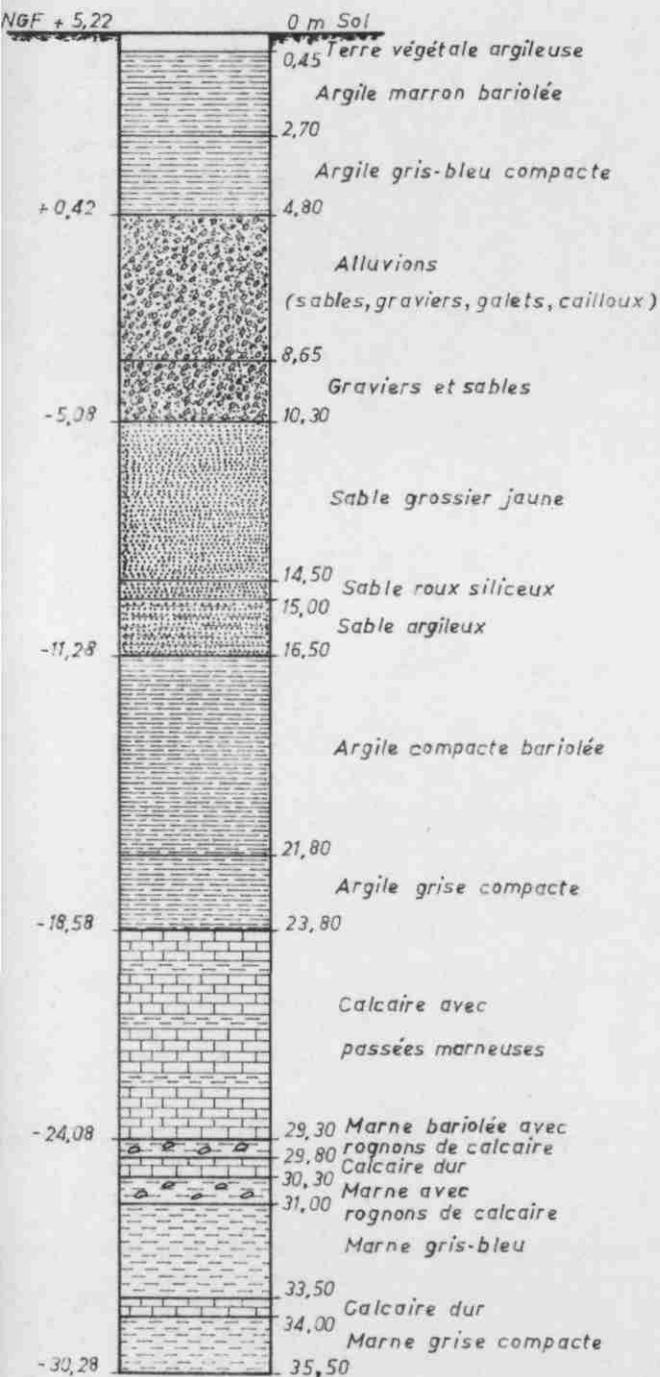
- certaines déterminations (calcaires, dolomies) paraissent douteuses, la plupart des cotes peu précises.

La valeur de ces coupes nous paraît donc incertaine et nous pensons qu'elles ne peuvent permettre d'étayer aucun raisonnement rigoureux. Quand les graviers de base des alluvions sont signalés, nous en avons cependant tenu compte pour cartographier l'extension de cette formation.

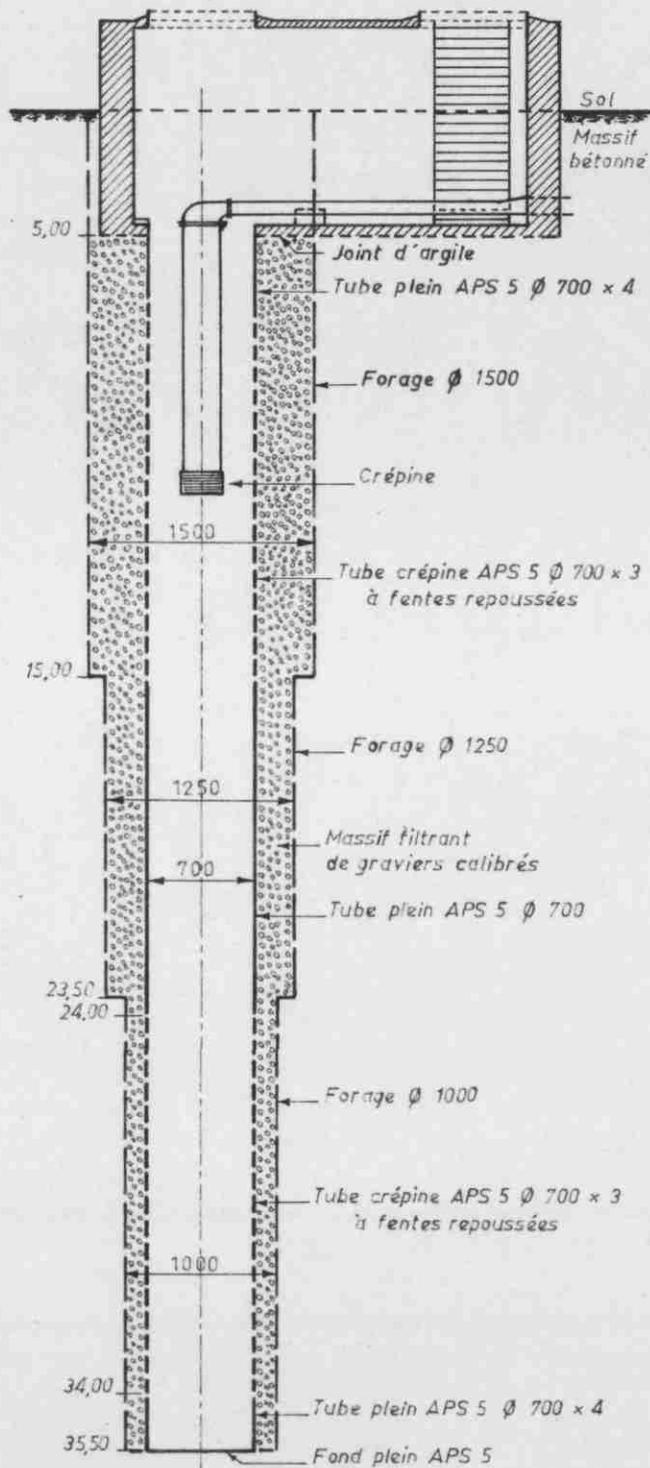
FORAGE N° 29 (Captage)

ECHELLES { Hauteurs : 1/200
Largeurs : 1/500

COUPE GEOLOGIQUE



COUPE TECHNIQUE



123 Captage alimentant le syndicat de Port-de-Roche.

Il a été réalisé par la S.P.I.E. en 1962 (35,50m de profondeur, crépiné de 5m à 15m et de 24m à 34m, avec massif filtrant sur toute la hauteur. La coupe fournie - précise - concorde parfaitement avec nos observations sur des sondages voisins. (voir Fig. 1 ci-contre)

Un essai de débit de 10 jours a été réalisé par cette même société du 11 au 21/9/62. Le débit porté à 300 m³/h. au bout de 69 heures a été progressivement augmenté jusqu'à 327 m³/h. puis diminué à 310 m³/h. dans les dernières heures de pompage. Le rabattement était environ de 2,50m à 63 heures, de 5,30m à 215 heures et de 5,10m à 240 heures.

Si cet essai a démontré que le captage pouvait fournir des débits importants pendant 10 jours, il ne permet pas d'affirmer que ces débits auraient pu être maintenus pendant de longues périodes (aux mois d'étiage surtout). Il faut notamment remarquer qu'au bout de 215 heures de pompage, le niveau dynamique se trouvait à 8,40m de profondeur par rapport au sol alors que le mur des graviers de base des alluvions se trouve à 8,65m (d'après la coupe S.P.I.E.)(1). La stabilisation ou pseudo-stabilisation qui semble apparaître dans les 25 dernières heures de pompage après l'abaissement du débit de 327 à 310 m³/heure est-elle due à une alimentation par un réservoir à niveau constant (la Vilaine'(2))?

13 Travaux réalisés.

131 Sondages de reconnaissance.

21 sondages ont été réalisés par la Société Sol-Bretagne en Octobre-Novembre 1968. Ils totalisent 237m et ont été équipés en piézomètres à l'aide de tubes lucoflex lanternés, de 96/100 mm de diamètre. Les coupes en ont été relevées très soigneusement au fur et à mesure de la sortie des échantillons. Elles sont données en Annexe I du présent rapport (3). Voir également en Annexe Plan général de situation (Planche I).

132 Levés géologiques.

La cartographie des affleurements, complétée par de petits sondages à la tarière, a permis de préciser la limite et la nature des formations perméables, ainsi que celles des terrains encaissants ou de recouvrement.

-
- (1) La diminution de débit pompé de 327 m³/h. à 310 m³/h. à ce niveau est à remarquer. Fut-elle motivée par une accentuation brutale du rabattement ?
(2) Nous ignorons malheureusement la cote de la Vilaine pendant cet essai de débit.
(3) Les numéros de chantier (Sol-Bretagne) sont donnés en regard des numéros d'archivage B.R.G.M.

TABLEAU RECAPITULATIF
des sondages exécutés par SOL-BRETAGNE
26 Septembre - 4 Décembre 1968

ARCHIVAGE B.R.G.M.			ARCHIVAGE ENTREPRISE	OUVRAGE		COORDONNEES LAMBERT		ALTITUDE Z (NGF)		OBSERVATION
Feuille	1/8°	N°		Nature	Prof ^r	X	Y	Sol	Repère	
Pipriac 387	8	52	S. B. 1	Sondage	8,40	286,38	312,60	10,09	11,59	Piézomètre
		53	S. B. 2	Sondage	27,60	286,16	312,38	5,23	7,01	Piézomètre
		54	S. B. 3	Sondage	9,70	286,35	312,34	5,10	6,85	Piézomètre
		55	S. B. 4	Sondage	30,70	286,19	312,19	4,92	6,68	Piézomètres jumelés
		56	S. B. 5	Sondage	7,80	286,19	312,19	4,86	6,61	
		57	S. B. 6	Sondage	35,70	285,98	312,05	4,72	6,42	Piézomètre
		58	S. B. 7	Sondage	9,20	286,19	311,99	5,18	6,85	Piézomètre
		59	S. B. 8	Sondage	6,90	286,34	311,98	4,66	6,45	Piézomètre
		60	S. B. 9	Sondage	6,70	286,09	311,87	5,20	6,95	Piézomètres Abandonné
		61	S. B. 10	Sondage	14,50	286,09	311,87	5,16	-	
		61'	S. B. 10'	Sondage	14,60	286,07	311,87	5,28	7,05	jumelés
		62	S. B. 11	Sondage	5,90	286,56	311,84	4,12	6,03	Piézomètre
		63	S. B. 12	Sondage	8,00	286,31	311,75	4,26	6,06	Piézomètre
		64	S. B. 13	Sondage	7,20	286,73	311,73	4,06	5,91	Piézomètre
		65	S. B. 14	Sondage	8,00	286,84	311,65	4,23	6,12	Piézomètre
		66	S. B. 15	Sondage	6,00	286,44	311,60	3,69	5,46	Piézomètre
		67	S. B. 16	Sondage	5,20	286,35	311,45	9,14	9,59	Piézomètre
		68	S. B. 17	Sondage	7,40	286,47	311,19	6,59	8,34	Piézomètre
		69	S. B. 18	Sondage	7,20	286,75	311,28	4,51	6,31	Piézomètre
		70	S. B. 19	Sondage	7,50	286,45	310,88	5,96	7,68	Piézomètre
		71	S. B. 20	Sondage	9,40	286,48	310,67	6,02	7,72	Piézomètre
72	S. B. 21	Sondage	7,80	286,56	312,06	5,23	7,02	Piézomètre		

N.B. "S. B. 12" = sondage n° 12 exécuté pour l'Entreprise SOL-BRETAGNE.

133 Observations hydrogéologiques.

Les niveaux de l'eau dans les puits et piézomètres ont fait l'objet de mesures périodiques, de même que le relevé des échelles limnimétriques sur la Vilaine. Un nivellement topographique de tous les points d'observation a permis l'interprétation des mesures piézométriques.

Il a été effectué :

20	tournées générales (90 points d'observation)	soit	1800	mesures
30	" de mesures de profils (27 points)	soit	<u>810</u>	"
		Soit au total.....	2610	mesures

134 Pompage d'essai.

Un pompage d'essai a été effectué du 14 au 16 Octobre 1969 sur le forage de Port-de-Roche. Le pompage proprement dit a duré 29 h. La descente des niveaux a été suivie régulièrement sur le forage et 5 piézomètres et de façon intermittente sur 20 autres piézomètres. L'essai a été accompagné de 10 mesures de la résistivité de l'eau et de 2 prélèvements aux fins d'analyse chimique complète.

135 Etude de la chimie de l'eau.

Cinq tournées de mesures de la résistivité ont été faites. Elles ont intéressé une centaine de points d'observation, y compris les cours d'eau (5 points en Vilaine).

En outre nous avons apporté notre concours à M. Hervé, stagiaire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique qui a effectué l'étude chimique, pour lui montrer les points d'observation et l'aider à effectuer les prélèvements. Quatre tournées générales ont intéressé 45 points d'eau en moyenne.

2 - GEOMETRIE ET NATURE DES FORMATIONS AQUIFERES.

Ce chapitre ne traitera pas en détail de la géologie du Bassin de Langon. Des études diverses, géologiques, sédimentologiques, palynologiques, ..y ont été faites par les chercheurs de l'Université de Rennes. Nous y renvoyons le lecteur. Nous nous attacherons par contre ici à caractériser de notre mieux la nature et l'extension des seules formations susceptibles de former des réservoirs.

21 Forme du bassin. (voir Planche II)

La limite des formations sédimentaires apparaît sur la carte donnée en annexe. Les terrains anciens qui entourent le bassin sont constitués de grès dans la partie N et de schistes dans la partie S. Le contact entre ces deux terrains se situe au Nord du lieu dit La Gare. La zone d'étude étant limitée à l'Ouest de la Vilaine, nous ne pouvons apporter de précisions sur l'extension du bassin en rive gauche du fleuve.

Les études géophysiques et géologiques, comme nos propres observations, amènent à la conclusion que le bassin de Langon occupe un fossé d'effondrement dans les terrains anciens, fossé qui par la suite a été comblé par des sédiments relativement récents. Plusieurs accidents tectoniques, qui ont dû rejouer à plusieurs reprises, et en particulier au cours du comblement, compartimentent le bassin.

22 Nature du remplissage.

La nature du remplissage apparaît comme variable suivant que l'on se trouve dans tel ou tel des compartiments qui divisent le bassin. Ceci est dû en fait aux mouvements différentiels de ces compartiments, ainsi qu'à la limitation de la profondeur d'investigation par sondages. Dans l'ensemble on peut donner la coupe-type schématique suivante :

Alluvions	{	recouvrement (terre végétale, limons, argiles)	1,50 à 5 m env.
de la Vilaine	{	graviers fluviatiles	2 à 4,50 m "

Formations tertiaires	{	graviers non fluviatiles (éboulis de pente?)	0 à 3 m.
		sables	6 à 24 m.
		argile compacte	7 m. au forage
		calcaires marneux	épaisseur inconnue
		argiles	id.

Dans cette coupe-type apparaissent trois formations susceptibles de contenir de l'eau. Ce sont les graviers, quelle qu'en soit l'origine, les sables et les marnes calcaires, (sables et graviers n'étant pas séparés par une formation imperméable, sont en communication hydraulique.) Les calcaires marneux par contre semblent constamment séparés des autres terrains aquifères.

23 Description des formations aquifères.

231 Les graviers.

Ils sont extrêmement hétérométriques. Assez bien lités, ils contiennent des sables (fins à grossiers) aussi bien que des graviers proprement dits, des galets et jusqu'à des blocs de grandes dimensions (un de ces blocs trouvé dans la gravière SCREG mesure 1,65 x 1,10 x 0,70m). De petites passées argileuses s'y intercalent.

232 Les sables.

Essentiellement quartzeux, ils ne contiennent qu'une faible proportion d'argile (4 à 8 %). Ils sont assez hétérométriques, et leur granulométrie varie d'un point à un autre du bassin. Le diamètre des grains va de 0,060 à 3 mm, la dominante se situant vers 0,50/1 mm dans le N et le S du bassin, tandis qu'à l'W elle n'est que de 0,20 à 0,40 mm. La couleur en varie également, jaunes-ocres dans le Nord, ils passent à un ocre-rouge dans le Sud. En profondeur ils prennent souvent un faciès de grès calcaire très semblable à ce que l'on connaît dans d'autres bassins analogues.

La granulométrie de ces dépôts, nettement inférieure à celle des graviers, en fait un aquifère beaucoup moins intéressant. Ils ne sont pas pour autant négligeables, car du fait de leur extension et leur position sous-jacente aux graviers, ils constituent un réservoir appréciable.

233 Les calcaires.

Il s'agit en fait de marno-calcaires. La proportion d'argile y est en effet beaucoup plus grande que dans les terrains analogues du bassin de Rennes, par exemple. Ce sont des formations tendres, à grain fin, de couleur dominante blanc-gris à gris jaunâtre. Ils ont parfois une texture plus grossière, caverneuse et renferment alors d'assez nombreux fossiles.

Ils constituent un aquifère plutôt médiocre, de perméabilité faible. Leur position, généralement captive sous une couche d'argile, ne leur confère en outre que d'assez faibles possibilités d'alimentation.

24 Extension des formations aquifères. (Planche II)

241 Les graviers.

Ils constituent un épandage alluvial correspondant à d'anciens cours de la Vilaine. Dans l'ensemble l'allure donnée par l'étude géophysique est assez en concordance avec nos propres observations. Quelques rectifications de la limite des graviers ont été nécessaires pour dresser la carte donnée en Annexe. (Planche II)

En fait les limites de cette formation ne sont pas toujours aisées à définir du fait, en particulier, de l'allure en biseau qu'elle prend sur les bords de la paléo-vallée.

Dans le but de mieux préciser ce point nous avons effectué quelques sondages à la tarière à main surtout aux abords du lit actuel du fleuve. Il semble que les graviers s'étendent sous ce lit, mais que les communications hydrauliques entre cette formation et la Vilaine soient parfois difficiles, du fait de l'intercalation d'un recouvrement argileux.

Nous savons que les mêmes dépôts se retrouvent en rive gauche du fleuve, mais il ne nous est pas possible d'en définir l'extension dans cette zone.

242 Les sables.

L'extension des sables est moindre que celle des graviers, mais leur épaisseur est nettement plus grande. Ils forment une cuvette elliptique allongée sensiblement N.NE-S.SW limitée à l'Est par une faille majeure de même direction. La zone d'affleurement de ces dépôts, à l'W de la limite des graviers, est jalonnée d'exploitations anciennes ou actuelles qui en permettent l'observation.

Dans la partie SE du bassin, entre la Vilaine et l'Etier, les sables ont été retrouvés par sondages (21, 22, 23) et réapparaissent au front de taille de la gravière SCREG. Ils semblent là constituer une seconde cuvette, à moins qu'il ne s'agisse que d'une apparence due au compartimentage du bassin.

243 Les calcaires.

Ces formations sont plus difficiles à localiser que les précédentes. Elles peuvent en effet exister sous les sables, sans avoir été

mises en évidence. Elles ne se montrent de façon certaine qu'à l'Est de la faille majeure qui limite les sables, et sans doute à cause de l'existence même de cette faille. Les calcaires forment là une bande parallèle à la faille, de 300 à 400 m. de largeur. La moitié N de cette bande apparaît affaissée par rapport à la moitié S, sans que l'on puisse affirmer qu'il s'agisse d'un seul bloc basculé, ou de deux blocs séparés par une faille transversale, dont le tracé prolongerait la vallée de Montenac.

25 Formation du bassin, mise en place du remplissage.

Nous esquisserons ici, de façon forcément schématique, l'histoire du bassin telle qu'elle ressort des études effectuées par les chercheurs de l'Université de Rennes.

Dès le début du Tertiaire le fossé d'effondrement, dont la profondeur totale dépasserait 200 m., aurait commencé à se remplir de sédiments argileux. Plus tard une sédimentation plus calcaire aurait entraîné la mise en place de marnes et marno-calcaires. Un épisode de sédimentation détritique aurait suivi, avec le dépôt des sables sur lesquels les divagations de la Vilaine auraient occasionné l'épandage de graviers fluviatiles. Enfin la sédimentation récente de limons et d'argiles aurait mis en place le recouvrement que l'on observe aujourd'hui.

3 - METHODES D'ETUDES HYDROGEOLOGIQUES.

31 Mesures des niveaux.

Nous avons déjà, au cours de notre introduction, mentionné les mesures effectuées, tant au cours de tournées générales que de tournées partielles sur profils piézométriques.

Ces mesures ont été faites à l'aide de sondes électriques type Rossignol. Compte-tenu de la précision du nivellement, la cote du plan d'eau est connue à moins de 1 cm. près.

32 Exploitation des mesures.

Les mesures du niveau de l'eau ont été exploitées de 3 façons :

- par des graphiques représentant les variations de chaque ouvrage en fonction du temps. Ces graphiques montrent ainsi l'évolution de la nappe en chaque point au cours de la période d'observation. (Annexe II)

- par des profils correspondant à 3 lignes de piézomètres et relatifs à différentes époques. On obtient ainsi une représentation à la fois spatiale et temporelle de cette évolution. (Planches III-IV-V)

- enfin par des cartes en courbes de la surface piézométrique donnant à chaque fois une représentation spatiale complète de l'état de la nappe.

(Planches VI-VII-VIII-IX)

33 Pompage d'essai.

Les détails relatifs au déroulement du pompage d'essai seront développés au chapitre correspondant.

Signalons que les mesures de niveau ont été faites à la sonde Rossignol avec une précision de l'ordre de 0,5 cm. Les temps ont été mesurés au chronographe à la seconde près, dans la phase initiale des mesures tout au moins.

Les observations ont été immédiatement exploitées sur place par la méthode de l'approximation logarithmique. Devant l'excellence des résultats obtenus, il nous a paru inutile d'utiliser une autre méthode.

4 - FLUCTUATIONS NATURELLES DE LA NAPPE.

Les fluctuations naturelles de la nappe ont été mises en évidence par des mesures périodiques des niveaux d'eau dans les différents ouvrages faisant partie du réseau d'observation.

L'étude de ces fluctuations a été réalisée par deux méthodes :

- profils de la surface piézométrique selon trois lignes de points d'observation,
- graphiques des variations des niveaux d'eau dans chaque ouvrage.

41 Sens des fluctuations.

Les profils comme les graphiques montrent à l'évidence que la surface piézométrique de la nappe s'élève en période hivernale, parallèlement aux montées successives de la Vilaine d'une part, ainsi qu'à l'accroissement de la pluviosité d'autre part. Inversement, la nappe baisse dès que la Vilaine commence sa décrue - plus sensiblement quand elle entre en période d'étiage - et que la pluviosité diminue ou s'annule complètement.

En conclusion, nous pouvons donc affirmer que l'alimentation de la nappe - du moins de celle que nous qualifierons de "supérieure", constituée essentiellement par les graviers alluvionnaires quaternaires - se fait pour une grosse part directement par la Vilaine et pour une part moindre par les pluies.

42 Etude des profils piézométriques. (Voir Planches III-IV-V)

Les profils piézométriques ont été réalisés en adoptant des ouvrages (puits, sondages équipés en piézomètres) alignés selon des lignes transversales à la direction générale du bassin et partant des limites du bassin versant à l'Ouest pour finir à la Vilaine à l'Est. Au total trois profils ont été ainsi réalisés et suivis périodiquement.

Nous signalons au passage qu'il ne nous a pas paru utile de créer de profils piézométriques au Sud du parallèle de Heinlée pour deux raisons :

- cette région se situe en dehors de la zone d'alimentation du captage et ne présente donc qu'un intérêt secondaire,

- la nappe y est soumise à des variations artificielles sous l'influence du pompage continu à fort débit de la gravière S.C.R.E.G.

421 Etude d'ensemble des profils.

De l'examen général des trois profils considérés, il ressort les observations communes que voici :

- les niveaux de la nappe montent régulièrement et conjointement avec les crues de la Vilaine (28/12/68 - 18/1, 22/2 et 23/3/69 par exemple) et le sens d'écoulement est alors orienté du fleuve vers le bassin versant,

- les niveaux de la nappe baissent dès que la Vilaine commence ses décrues, continuent toujours à baisser, de manière plus sensible d'ailleurs, pendant la période intermédiaire comprise entre les hautes eaux et l'étiage, et baissent également pendant l'étiage, quoique de manière moins sensible. Le sens de l'écoulement se fait alors du bassin versant vers le fleuve.

Il y a donc manifestement des inversions du sens de l'écoulement de la nappe entre le moment des crues de la Vilaine aboutissant à la période des hautes eaux où la nappe se trouve alimentée et rechargée, et le moment des décrues aboutissant à l'étiage où la nappe se trouve drainée et vidangée.

Nous pouvons donc dire que la nappe est soumise à un cycle à deux phases : l'une, la plus courte, d'alimentation par le fleuve, l'autre, de beaucoup la plus longue, de drainage par ce même cours d'eau.

422 Etude détaillée de chaque ligne de profils.

Après avoir dégagé les conclusions très générales de leur observation d'ensemble, nous allons examiner plus attentivement chacune de ces lignes de profils.

422.1 Ligne AB (voir Planche III).

Cette ligne, située au Nord du bassin par rapport au captage, traverse la plaine alluviale assez peu large en cet endroit (400m environ).

On observe immédiatement :

- que le sens d'écoulement général de la nappe s'inverse entre les deux périodes d'étiage et de hautes eaux. Cette ligne montre de la manière la plus évidente le cycle alimentation - drainage par la Vilaine. Lors des crues, l'écoulement se fait d'Est en Ouest, et en sens inverse lors des décrues. Aux plus hautes eaux ainsi qu'à l'étiage le plus bas, la pente devient très faible (à l'exception de la première grande crue) = 0,08 à 1,2 ‰ pour les hautes eaux, 0,08 à 0,16 ‰ pour l'étiage. Ceci correspond

à un écoulement minimal, la nappe se trouvant dans le premier cas, complètement réalimentée - dans le second cas, dans son état de vidange maximale,

- que, le long de ce même profil, le gradient varie. En effet la partie centrale a généralement la pente la plus faible (0,08 à 0,74‰), tandis que, tant à l'Ouest en bordure du bassin qu'à l'Est vers la Vilaine, elle est nettement plus accentuée (1,2 à 5,5‰ à l'W - 0,33 à 4,0‰ pour l'E). Ceci implique donc une meilleure perméabilité des terrains dans la partie centrale que dans les zones latérales. Les observations géologiques (voir Coupe AB - Planche III) viennent d'ailleurs à l'appui de cette conclusion,

- que la Vilaine a parfois des baisses de niveau assez brusques, provoquant une "rupture" dans la partie Est du profil (voir le 28/6/69). Cette "rupture" implique vraisemblablement de mauvaises communications hydrauliques en cet endroit entre la nappe et le fleuve : perméabilité moindre, absence de graviers ?

L'un dans l'autre, ce profil est assez expressif des relations nappe/cours d'eau et ne montre aucune anomalie particulière.

422.2 Ligne CD. (voir Planche IV)

Cette ligne passe par le forage 29 (captage) et traverse le bassin sur une longueur (700m environ) plus grande que le précédent.

L'examen de ce profil nous révèle que :

- le sens de l'écoulement général de la nappe s'inverse au cours de l'année hydrologique. En effet, après l'étiage 68 où le profil montre à l'évidence le drainage de la nappe par la Vilaine, dès la première crue (21-28/12/68) le sens est inversé et le fleuve alimente manifestement la nappe.

Toutefois la partie Ouest du profil montre quasi constamment une pente vers l'Est (en direction de la Vilaine). Ceci peut être dû à une perméabilité plus faible des terrains dans cette zone, ainsi qu'à l'influence d'une alimentation par les versants.

De même que dans le cas de la ligne AB la pente devient très faible aux périodes des hautes eaux maximales et d'étiages minimaux. A ces époques de faibles variations de la Vilaine peuvent occasionner des décrochements des niveaux qui simulent un drainage, alors qu'au contraire on est en période d'alimentation (exemple 18/1/69 et 22/3/69).

- le gradient hydraulique n'est pas le même sur toute la ligne du profil. Dans la partie centrale, il varie de 0,05 à 0,10‰ en hautes eaux, de 0,30 à 0,85 ‰ en période transitoire et s'annule en étiage. La partie Ouest par contre, comprise entre le captage et la limite du bassin, a un

gradient plus fort : 0,28 à 2,56 ‰ en hautes eaux, 1,28 à 2,68 ‰ en période transitoire, et 0,52 à 0,80‰ en étiage. Ce gradient plus élevé implique une perméabilité moins bonne; nous sortons en effet là de la zone des graviers pour passer dans la zone des sables pliocènes. La partie Est, comprise entre le piézomètre 72 et la Vilaine, présente un profil irrégulier, commandé avant tout, semble-t-il, par les fluctuations - toujours assez brusques - du plan d'eau du fleuve. Les variations les plus fortes semblent s'y produire en période transitoire, ce qui pourrait s'expliquer par des communications hydrauliques difficiles.

Ce profil semble à première vue moins "parlant" que le précédent, il nous apporte néanmoins les mêmes renseignements.

422.3 Ligne EF. (voir Planche V)

C'est la ligne de points d'observations de beaucoup la plus longue, puisqu'elle recoupe le bassin sur 1,300 km. Elle est un peu en diagonale sur sa direction générale.

De l'examen de ce profil, il ressort que :

- le sens de l'écoulement de la nappe, comme pour les deux profils précédents, s'inverse avec les saisons : la nappe est drainée par la Vilaine en période d'étiage (le profil du 25/11/68 est très caractéristique) et elle est alimentée aux moments des crues aboutissant à la période des hautes eaux. Aussitôt après chaque crue, le sens s'inverse une nouvelle fois et la nappe est à nouveau drainée par le fleuve, jusqu'à l'étiage suivant.

Toutefois dès la décrue de 1969 (27/4) on constate une modification de ce régime. La nappe présente dans sa partie orientale un "creux" qui induit une certaine alimentation par le fleuve, alors qu'on se trouve en fait dans la période de drainage. Ceci nous semble en fait dû à l'influence des importants pompages de la gravière S.C.R.E.G. Bien que celle-ci soit située à près de 1 km de distance, nous pensons en effet qu'elle occasionne la formation d'un cône de dépression qui s'allonge considérablement vers le NE à la faveur de l'ancien bras de la Vilaine ("coulée" de graviers) mis en évidence par l'étude géophysique.

- dans l'ensemble le long de cette ligne les gradients sont très faibles (0,02 à 0,20‰). Des variations se montrent encore, en particulier vers l'Ouest, ce qui est certainement dû à des différences de perméabilité des terrains.

43 Etude des graphiques de variation. (voir Annexe II)

Ces graphiques représentent les variations du niveau de l'eau en fonction du temps dans les différents ouvrages. Ils ont été réalisés en joignant par des segments de droites les points représentatifs des mesures effectuées au cours des tournées périodiques. Il est évident que de ce fait les maxima et les minima ne sont pas mis en évidence avec une précision absolue.

Les variations du niveau de la Vilaine aux dates des tournées sont représentées de la même façon pour permettre la comparaison.

431 Sens des variations.

Il est frappant de constater l'étroit parallélisme que présentent les variations de l'ensemble des ouvrages avec celles de la Vilaine. Montées et descentes des niveaux se situent aux mêmes dates. Les périodes de hautes et de basses eaux coïncident. Nous tenons là une nouvelle preuve de la stricte dépendance dans laquelle la nappe se trouve par rapport au fleuve.

Toutefois il est à remarquer que l'amplitude des variations de la nappe est moindre que celle de la Vilaine. Il y a donc un amortissement des mouvements, dû évidemment aux pertes de charge à la traversée des terrains. En outre le rapport de ces amplitudes est nettement plus fort à la période des hautes eaux qu'en période d'étiage. Il est évident que lorsque la nappe est en état de remplissage maximal, elle est beaucoup plus sensible aux variations de pression dues aux fluctuations du fleuve.

432 Comparaison des divers graphiques.

- Certains graphiques (par exemple puits 33 et 35), tout en respectant la règle générale que nous venons de définir, montrent des variations considérablement amorties. Il s'agit là d'ouvrages foncés dans des sables pliocènes où les pertes de charge sont naturellement beaucoup plus fortes que dans les graviers.

- L'amortissement que nous avons constaté des variations de niveau dans les ouvrages par rapport à celles de la Vilaine est fonction de la distance qui les sépare du fleuve. La comparaison des graphiques du puits 36 et du piézomètre 54 est à cet égard particulièrement significative. A la période des hautes eaux en particulier, le graphique du puits se superpose de façon quasi parfaite à celui de la Vilaine, distante de 25 m. A la même époque le piézomètre (distant du fleuve de 215 m) a des variations moindres du tiers environ.

- Les ouvrages situés dans la partie Sud du bassin (piézomètres 68, 69, 70 et 71) montrent des variations influencées par les pompes de la gravière S.C.R.E.G. A partir de la fin d'Avril, suite à la reprise des travaux, on constate une accentuation de la baisse des niveaux. Ce phénomène est bien entendu fonction de la distance de l'ouvrage considéré à la gravière. Très net aux piézomètres 71 et 70 des plus voisins, il devient presque imperceptible au 69, le plus éloigné.

44 Conclusions

L'étude des fluctuations de la nappe nous a permis de mettre en évidence un certain nombre de points très importants:

- La nappe est alimentée chaque année par les crues de la Vilaine. Les pertes qu'elle subit, que ce soit du fait du drainage d'étiage ou du fait des prélèvements, sont donc compensées périodiquement par cet apport. Il n'y a donc aucun risque d'épuisement de réserves par surexploitation, comme ce serait le cas si l'alimentation dépendait exclusivement des précipitations et du ruissellement.

- Les modalités de l'alimentation par la Vilaine ne sont pas parfaitement élucidées. Nous avons vu à l'examen des profils piézométriques qu'il se pose un problème des communications hydrauliques entre le fleuve et la nappe. On peut penser que l'essentiel de l'apport de la Vilaine se fait en un point situé à l'amont de la zone d'étude. Il est d'ailleurs probable que ce problème, pour être résolu, nécessiterait une extension de l'étude à la zone située en rive gauche du fleuve.

- Les variations du gradient hydraulique révèlent des différences assez sensibles dans la perméabilité des différents terrains. Il apparaît que les graviers alluviaux ont une perméabilité nettement plus forte que les autres formations, et en particulier que les sables pliocènes sous-jacents. Ceci nous permet de penser que ces graviers jouent un rôle primordial dans tous les phénomènes hydrogéologiques qui intéressent le bassin.

5 - FORME DE LA NAPPE.

Etude des cartes piézométriques.

Les mesures périodiques du niveau de l'eau dans les piézomètres nous ont permis de dresser les cartes de la surface de la nappe à différentes époques. En dépit du soin que nous avons apporté au nivellement des points d'eau et de la précision que nous y avons obtenue, la faible pente d'ensemble de la nappe rend, dans une certaine mesure, ce mode de représentation quelque peu aléatoire. Les traits essentiels de la forme de la nappe ressortent très clairement. Certains détails peuvent en être discutables. (voir Planches VI-VII-VIII-IX)

51 Traits généraux.

511 Sens de l'écoulement.

Quelle que soit la période considérée l'écoulement de l'eau se fait de la bordure W du bassin en direction de la Vilaine. Ceci est naturellement très net dans le cas des cartes correspondant aux périodes transitoires entre les hautes et les basses eaux (25/11/68 et 28/6/69). A ces époques le drainage de la nappe par le fleuve se marque de façon particulièrement nette.

En période de hautes eaux ce fait est bien moins évident. Nous avons d'ailleurs (carte du 22/3/69) été amené à dessiner en tiretés les courbes 4,7 et 4,8 m à proximité de la Vilaine. Ce tracé est quelque peu sujet à caution, mais il est le plus logique, compte tenu des mesures. En fait, à cette époque, la nappe est très plate dans la zone des graviers et son sens d'écoulement y est par conséquent mal définissable. En bordure du bassin toutefois le sens d'écoulement reste toujours le même.

Lors de l'étiage de la nappe (25/10/69) la représentation se complique du fait de l'influence des pompages de la gravière SCREG dont le cône de dépression s'étend jusqu'à proximité immédiate du captage de Port de Roche, selon l'allongement de l'ancien bras de la Vilaine comblé par les graviers. Il y a alors inversion du sens d'écoulement entre cet ancien bras et le cours actuel du fleuve.

512 Gradients hydrauliques

En concordance avec ce que nous venons de dire du sens de l'écoulement, ainsi d'ailleurs qu'avec les conclusions dégagées au chapitre précédent sur la forme des profils piézométriques, on constate sur les cartes une différence nette entre la zone des graviers et celle des terrains antérieurs qui les bordent vers l'Ouest.

Dans la zone des sables et des calcaires les courbes sont toujours assez serrées. L'espacement en varie peu entre les périodes d'étiage et de hautes eaux. Dans la zone des graviers, par contre, les courbes sont plus espacées, et cet espacement est beaucoup plus grand en période de hautes eaux qu'à l'étiage. Ceci établit de façon très nette :

- d'une part que la perméabilité des graviers est beaucoup plus forte que celle des autres terrains aquifères du bassin.

- d'autre part que l'essentiel des transits d'eau se produit dans ces graviers.

52 Particularités locales.

Compte tenu de ce que nous avons dit plus haut sur la valeur de certains détails des courbes, les cartes mettent en évidence quelques particularités de l'écoulement.

521 Zone Nord-Ouest.

Dans la zone située au N.W et à l'W du captage les courbes dessinent des ondulations qui indiquent une succession de directions d'alimentation en provenance des terrains anciens de la bordure du bassin. L'axe passant par les ouvrages 35 et 55 correspondrait à une alimentation en rapport avec la formation des "schistes intermédiaires" qui forment d'ailleurs en amont une vallée jalonnée de sources. L'axe dirigé des ouvrages 39 et 73 vers le captage correspond à une alimentation par les ruisseaux de Montenac et de Ravalin et les fossés d'assainissement qui les prolongent.

522 Zone du Vaulay.

Le dôme hydraulique centré sur le puits 47 du Vaulay correspond à l'affleurement des marno-calcaires. Il s'agit là, à notre sens, moins d'un centre d'alimentation de la nappe que d'une zone à faible perméabilité autour de laquelle la nappe se "moule".

523 Zone des gravières.

La comparaison entre les cartes d'étiage et de hautes eaux dans la zone des exploitations de graviers est très instructive.

Lors des périodes d'étiage, où l'activité de la gravière SCREG impose un pompage intense et continu, un cône de dépression très important se dessine dans cette zone. L'extension entre l'étier et la Vilaine en est mal connue, non plus que son éventuelle influence sur le plan d'eau de l'étier.

Dans la direction du captage, comme nous l'avons d'ailleurs mentionné plus haut, ce cône s'étend considérablement, au point que, malgré la distance qui les sépare, (1,350 km) les pompages de la gravière et du captage de Port de Roche s'influencent l'un l'autre. Sans être à proprement parler préjudiciable à l'exploitation du forage, cette situation ne peut en aucun cas lui être considérée comme favorable.

Par contre, lors des hautes eaux, en l'absence de tout pompage dans la gravière, le cône disparaît totalement. A la date du 22/3/69, après trois mois d'arrêt des pompes, la nappe des graviers a parfaitement retrouvé son équilibre naturel.

Ces constatations établissent une fois de plus l'excellente perméabilité des graviers, ainsi que les bonnes conditions d'alimentation de la nappe qu'ils contiennent. En outre elles attirent l'attention sur le préjudice que causent à cette nappe les importants pompages nécessités par l'exploitation des carrières, dont une extension exagérée risquerait d'entraîner un déficit de la production d'eau.

53 Conclusions

Les considérations que nous venons de développer rejoignent celles que nous avons été amené à mettre en avant au cours des chapitres précédents :

- Forte perméabilité des graviers, comparée à celles, inférieures, des autres terrains aquifères.
- Très bonnes conditions d'alimentation de la nappe des graviers, essentiellement à partir de la Vilaine, secondairement à partir de la bordure du bassin.
- Grande influence des pompages de la gravière SCREG, dont le cône de dépression s'étend jusqu'à proximité du captage de Port de Roche.

COMMUNE DE LANGON (I&V)

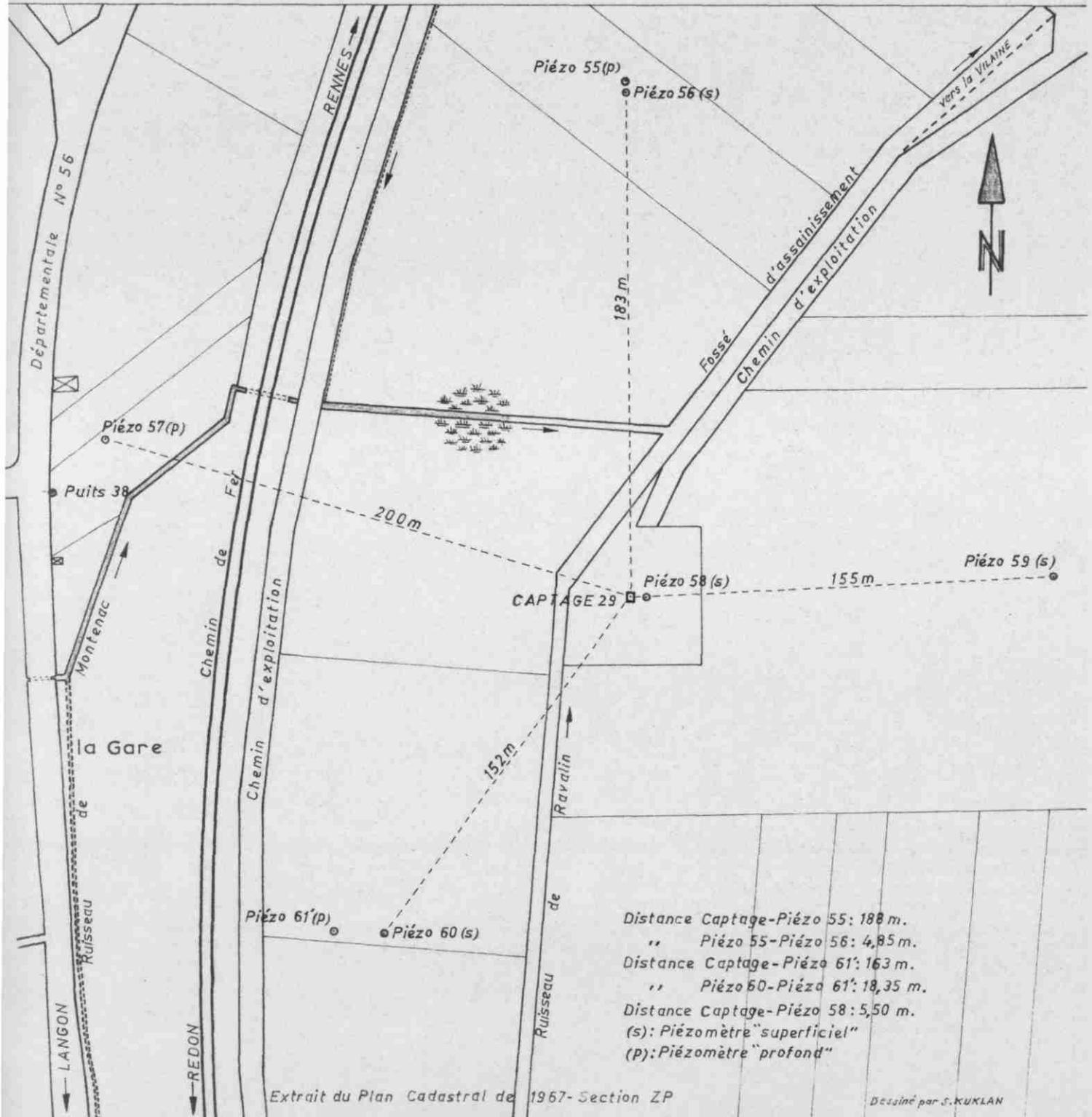
Lieudit : Prairie de Heinlée

ESSAI DE POMPAGE

14-15 Octobre 1969

PLAN DE SITUATION DE LA STATION D'ESSAI

ECHELLE : 1/2.000



6 - ENSEIGNEMENT DU POMPAGE D'ESSAI.

Le pompage d'essai prévu au marché, a été effectué du 14 au 16 Octobre 1969, sur le forage du Syndicat Intercommunal des Eaux de Port de Roche. Il avait comme objectifs de déterminer les paramètres hydrauliques des terrains aquifères et de mettre en évidence une éventuelle réalimentation par la Vilaine.

Auparavant un essai préliminaire a été fait pour tester le matériel de la station de pompage et déterminer les meilleures conditions du rejet de l'eau.

61 Description de la station d'essai. (voir Fig. 3)

611 Ouvrages suivis systématiquement.

La station d'essai proprement dite comprend le forage (n° 29) et sept piézomètres proches constituant 6 points de mesures. 4 des 7 piézomètres sont en effet jumelés 2 à 2. Les coupes géologiques ont été décrites antérieurement et nous renvoyons le lecteur au chapitre 2, ainsi qu'aux annexes. Nous donnons cependant ci-après un tableau résumant les principales caractéristiques de ces ouvrages.

Désignation de l'ouvrage	Prof ^r finale (m)	Cotes (m)		Ø (mm)		Distance au forage
		des graviers	du crépinage	forage	équipement	
Forage 29 (captage)	35,50	(+0,42 à -5,08) 4,80 à 10,30	{ 5,00 à 15,00 (24,00 à 34,00	{ 1,500 { 1,250 { 1,000	700	0m
Piézo 58	9,20	(-0,22 à -3,82) 5,40 à 9,00	5,40 à 9,00	400	100	5,50
Piézo 56	7,80	(+3,06 à -2,94) 1,80 à 7,80	4,05 à 7,05	400	100	183
Piézo 59	6,90	(+1,96 à -1,64) 2,70 à 6,30	2,70 à 6,30	400	100	155
Piézo 60	6,70	(+2,50 à -1,30) 2,70 à 6,50	3,60 à 6,60	400	100	152
Piézo 57	35,70	(+2,12 à -4,58) 2,60 à 9,30	4,00 à 23,05	{ 9"1/4 { 7" { 6"	100	200

N.B. Les cotes entre parenthèses sont exprimées en cotes NGF.

Station LANGON

Captage

11/10/69 7^h, 45

Repère : + 7,82

N.P. : - 5,99

POMPAGE D'ESSAI

Cote : + 1,83 NGF

NGF

+1,50

+1,00

+0,50

0

REPOS

DESCENTE

REMONTÉE

6 12 18 6 12 18 6 12 18 6 12 18 6 12 18 6 12 18 6 12 18

11

12

13

14

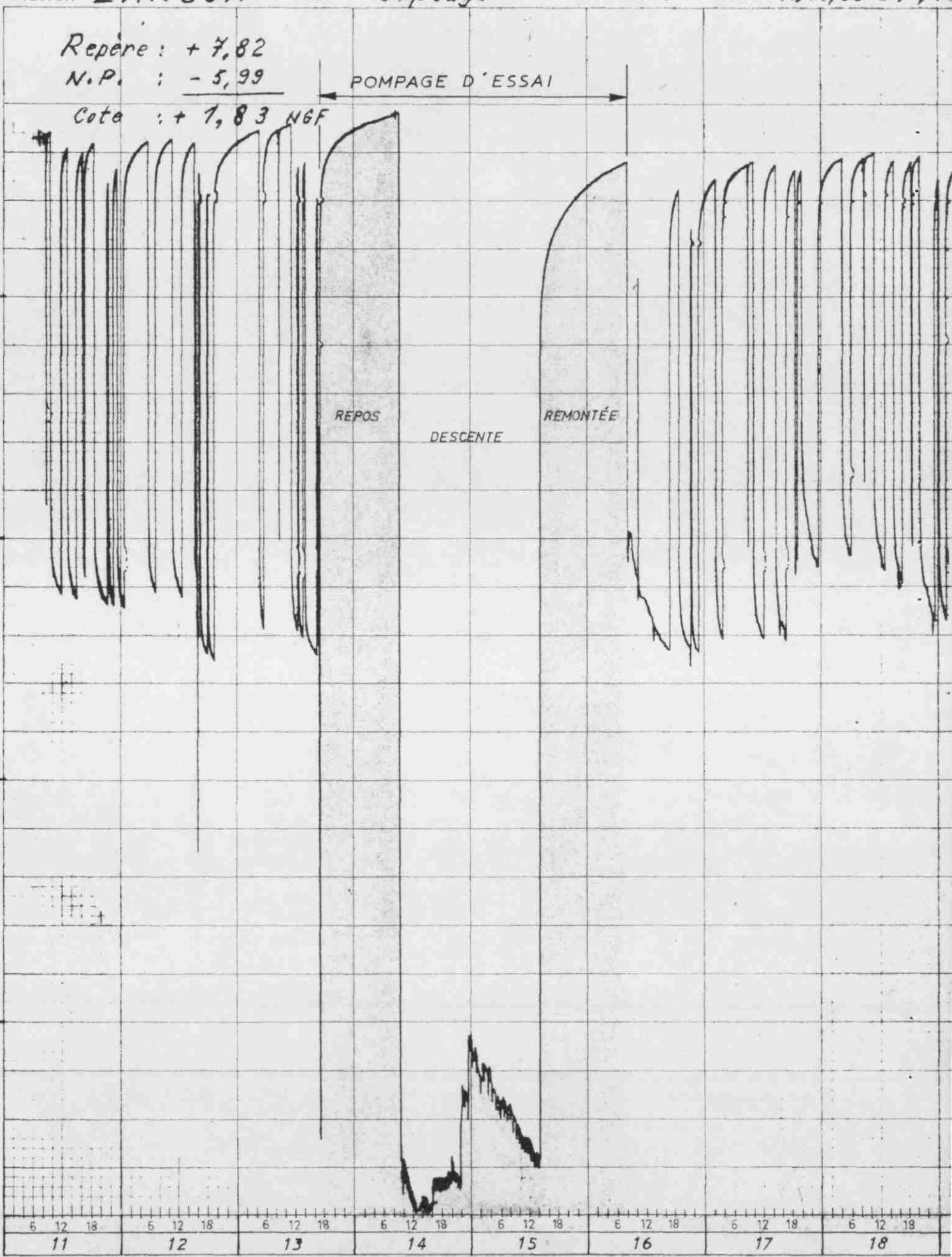
15

16

17

18

OCTOBRE 1969



612 Ouvrages suivis occasionnellement.

Outre les ouvrages indiqués précédemment, où les mesures ont été effectuées de façon systématique, nous avons suivi l'ensemble du réseau piézométrique du bassin par des tournées générales de mesures effectuées environ toutes les 2 heures.

613 Matériel d'exhaure et d'évacuation.

L'eau est pompée par deux groupes électro-pompes (SMAM/DROUARD). Elle est dirigée sur une bêche de traitement par l'intermédiaire d'une tour d'aération et de filtres gravitaires.

L'eau est ensuite reprise dans la bêche par 2 autres groupes électro-pompes (SMAM-UNELEC). Elle est dirigée alors vers les réservoirs enterrés du Haut-Montenac.

614 Contrôle hydrochimique.

Deux prélèvements, de 2 litres chacun, ont été effectués aux fins d'analyse chimique, pour mettre en évidence d'éventuelles variations de la composition de l'eau. Des mesures périodiques de la résistivité ont, en outre, été faites sur place à l'aide d'un résistivimètre Chauvin-Arnoux. La résistivité n'a montré que de faibles variations.

62 Déroulement de l'essai.

L'essai s'est déroulé dans des conditions d'ensemble très satisfaisantes. Cependant un certain nombre de circonstances ont fait qu'il ne s'agit pas d'un essai parfaitement idéal.

621 Circonstances défavorables.

621.1 Nous avions prévu de pomper pendant 72 heures, mais une panne d'électricité, survenue au bout d'une trentaine d'heures, nous a obligé à interrompre l'essai. De ce fait celui-ci a peut-être été trop court pour mettre en évidence la possibilité de réalimentation par la Vilaine. En outre cet arrêt intempestif, alors que deux observateurs seulement se trouvaient à pied d'oeuvre, nous a empêché de suivre la remontée des niveaux sur l'ensemble des points de mesure. Seuls le forage et le piézomètre 58 ont fait l'objet de ces mesures.

621.2 La disposition de l'équipement de pompage ne nous a pas permis de mesurer systématiquement le débit. Des évaluations en ont été faites en se basant sur le temps de remplissage de la bêche. Elles indiquent que le débit n'a pas été rigoureusement constant et que, de 170 m³/h environ au début du pompage, il est tombé à 150 m³/h au bout de 24 h. Cette variabilité du débit s'est répercutée de façon sensible sur le niveau de l'eau dans le forage et le piézomètre 58.

621.3 Le rejet de l'eau pompée, ou tout au moins de la fraction non reprise pour la distribution, s'est fait pour une part par le trop plein de la bêche, et pour une part par celui du réservoir de Montenac. L'écoulement de ce rejet a ramené l'eau à proximité du forage, dans une zone où les graviers sont sub-affleurants. Toutefois, aucune réalimentation n'a été constatée de ce fait. Il est néanmoins possible que ce phénomène se serait fait sentir si l'essai avait duré plus longtemps.

621.4 Avant l'essai les pompes ont été stoppées pendant 16 heures. Nous ne pouvons affirmer que cette durée ait été suffisante pour permettre à la nappe de retrouver son complet équilibre. Rien cependant ne nous permet de penser que ceci ait affecté le déroulement de l'essai.

621.5 Le choix des ouvrages d'observation fait a priori n'a sans doute pas été le meilleur possible. Nous avons retenu les ouvrages les plus proches du forage. Or, l'expérience a montré que le cône de dépression, qui sera analysé plus loin, ne s'est pas étendu de façon concentrique par rapport au forage. Certains ouvrages plus éloignés ont de ce fait montré des baisses plus importantes que certains de ceux qui ont fait l'objet d'observations systématiques (par exemple le piézomètre n° 63 a baissé au total de 0,55m, alors que le piézomètre 57 n'a varié que de 0,12m).

622 Circonstances favorables.

622.1 L'équipement de la station de pompage assez récent (1965), assez peu sollicité et utilisé alternativement, nous a permis de bénéficier d'un matériel en bon état et d'un régime de fonctionnement assez régulier.

622.2 La position du forage par rapport aux limites du bassin est bonne. L'essai, de ce fait, n'a pas été perturbé par des phénomènes parasites dus à des effets de limite. En outre l'accès aux différents ouvrages était aisé.

622.3 Les conditions hydrologiques et météorologiques ont été idéales, ou peu s'en faut. A la suite de la sécheresse exceptionnelle de l'été, la nappe ainsi que la Vilaine, étaient pratiquement stabilisées

ESSAI DE POMPAGE

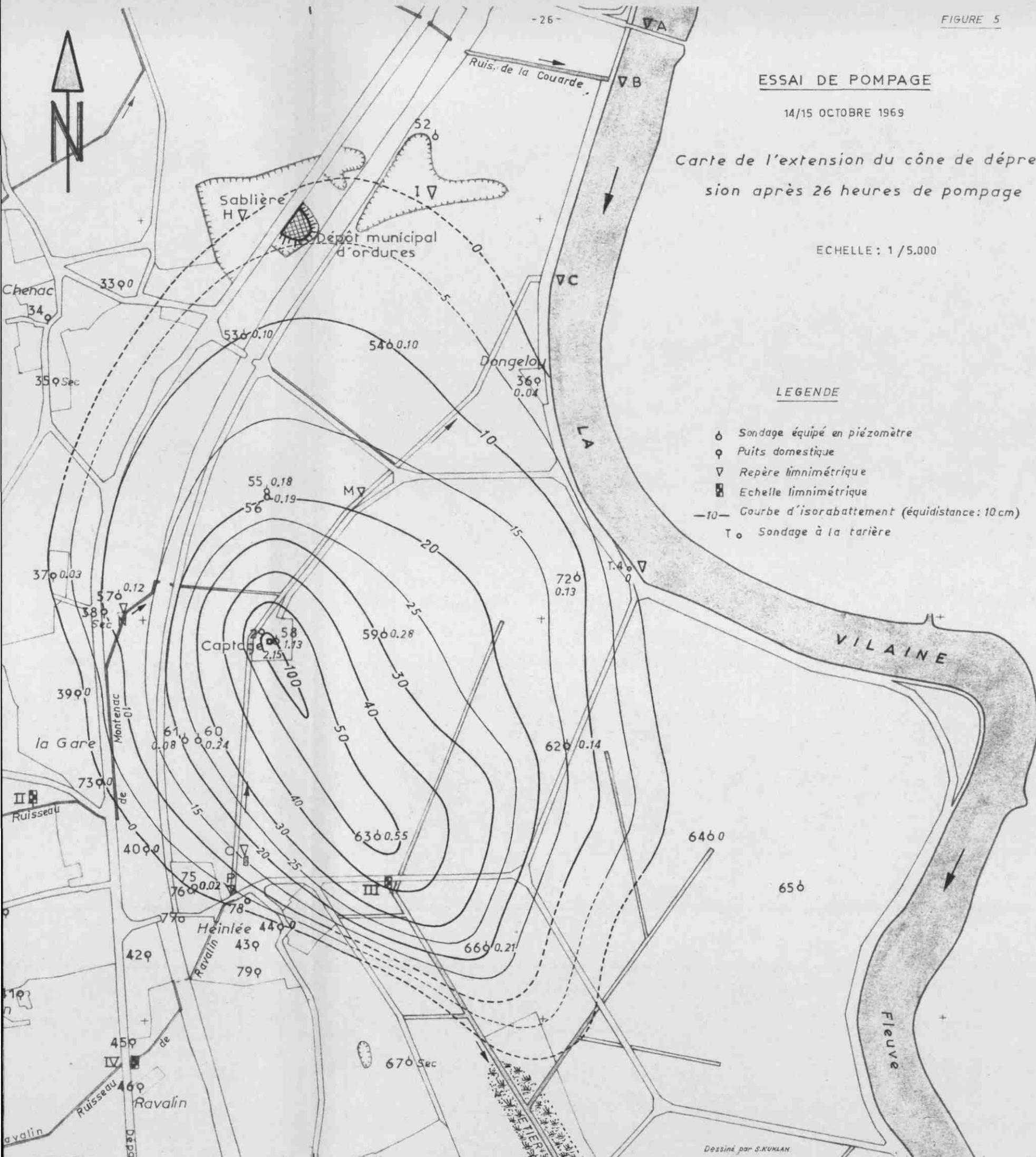
14/15 OCTOBRE 1969

Carte de l'extension du cône de dépression après 26 heures de pompage

ECHELLE : 1/5.000

LEGENDE

- ◊ Sondage équipé en piézomètre
- ⊙ Puits domestique
- ▽ Repère limnimétrique
- ▣ Echelle limnimétrique
- 10- Courbe d'isorabattement (équidistance: 10 cm)
- ⊙ Sondage à la tarière



à leur niveau le plus bas. Quelques variations, infimes, du niveau du fleuve ont été observées, qui n'ont pas été de nature à perturber les observations. Le temps est resté beau et ensoleillé, sans chute de pluie, avec seulement des brouillards nocturnes non susceptibles de réalimenter la nappe.

63 Résultats.

631 Extension du cône de dépression.

La carte Fig. 5 montre la forme et l'extension du cône de dépression du pompage au bout de 26 heures environ. Ceci correspond à très peu de chose près aux conditions réalisées à la fin de l'essai.

On constate tout de suite que le cône ne s'est pas développé de façon concentrique par rapport au forage. Il a une forme grossièrement ovale, dont le grand axe, non rectiligne, suit l'allongement de la bande de graviers indiquée par la géophysique. De ce fait, les piézomètres alignés selon cette direction (n° 63 et 66) ont présenté des rabattements beaucoup plus importants que certains de ceux qui ont fait l'objet de nos observations. Ce point illustre, comme d'ailleurs les autres résultats dont nous ferons état plus loin, l'hétérogénéité foncière des formations aquifères. La pente du cône de dépression, plus faible dans la direction de ces ouvrages que dans celle, par exemple, des piézomètres 57 ou 60, indique une plus forte perméabilité des terrains vers le Sud que vers l'Est du forage. On peut regretter que notre programme n'ait pas prévu de suivre un de ces piézomètres éloignés, par exemple le n° 63. Au vu des résultats des mesures de la descente nous avons envisagé d'en suivre la remontée, mais nous rappelons que les circonstances ne nous ont pas permis d'effectuer cette opération.

Le cône de dépression s'est considérablement étendu. Au bout des 30 heures de pompage, ces dimensions approximatives sont de 600 m. vers le N et le SE, de 250 m. vers l'W., en direction de la limite du bassin, alors que vers l'E il semble avoir atteint la Vilaine distante de 425 m. Cette extension importante indique que, quelle que soit l'hétérogénéité signalée plus haut des formations aquifères, la perméabilité d'ensemble en est forte.

L'extension présumée du cône jusqu'à la Vilaine pose le problème de la réalimentation de la nappe par le fleuve. En fait aucune observation ne nous autorise à affirmer qu'une telle réalimentation se soit produite. On peut d'ailleurs se poser la question de savoir si, au point précis où le cône aurait atteint la Vilaine, il y a effectivement communication hydraulique entre celle-ci et la nappe. Nos observations sembleraient même indiquer le contraire. La zone où semblent s'effectuer les communications en question se trouve plus en amont, en dehors de l'extension du cône de dépression.

Il semble enfin que vers le Nord l'influence du pompage ait atteint l'emplacement du dépôt municipal d'ordures. L'absence de point d'observation ne nous permet pas d'être catégorique à ce sujet. Nous pensons cependant utile de souligner ici le danger de pollution qui en découle.

632 Evolution des niveaux d'eau au cours du pompage.

Les mesures effectuées au cours du pompage sur les différents ouvrages d'observation ont été exploitées par la méthode de l'approximation logarithmique. Rappelons que, après un certain temps de pompage, le rabattement Δ est fonction du débit Q , du temps de pompage t , de la distance x du point d'observation au forage, et des paramètres hydrauliques du terrain (transmissivité T et coefficient d'emmagasinement S), suivant la formule :

$$\Delta = \frac{0,183 Q}{T} \lg \frac{2,25 T t}{x^2 S}$$

En conséquence, si l'on porte sur un diagramme semi-logarithmique le temps t selon l'abscisse logarithmique et le rabattement Δ selon l'ordonnée arithmétique, l'évolution du niveau de l'eau sera représentée par une droite. Les paramètres hydrauliques du terrain sont alors fonction de la pente c et de l'abscisse à l'origine t_0 , selon les formules :

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

$$S = \frac{2,25 T t_0}{x^2}$$

Les graphiques Fig. 6 à 9 synthétisent l'évolution des niveaux d'eau dans les ouvrages observés.

632.1 Forage 29 et Piézomètre 58.

Les variations du débit au cours du pompage ont été très vivement ressenties par le forage et le piézomètre le plus proche. Les graphiques de ce fait sont très irréguliers et, surtout dans le cas du forage, il n'est pas possible de tracer une droite unique joignant les points représentatifs des mesures.

Il apparaît néanmoins que ces points s'alignent assez bien sur des segments de droite parallèles, ce qui nous permet de penser que, si le débit avait été constant, nous aurions obtenu un excellent alignement.

Dans le cas du piézomètre 58 l'effet des variations du débit est déjà un peu amorti et nous obtenons des alignements très satisfaisants.

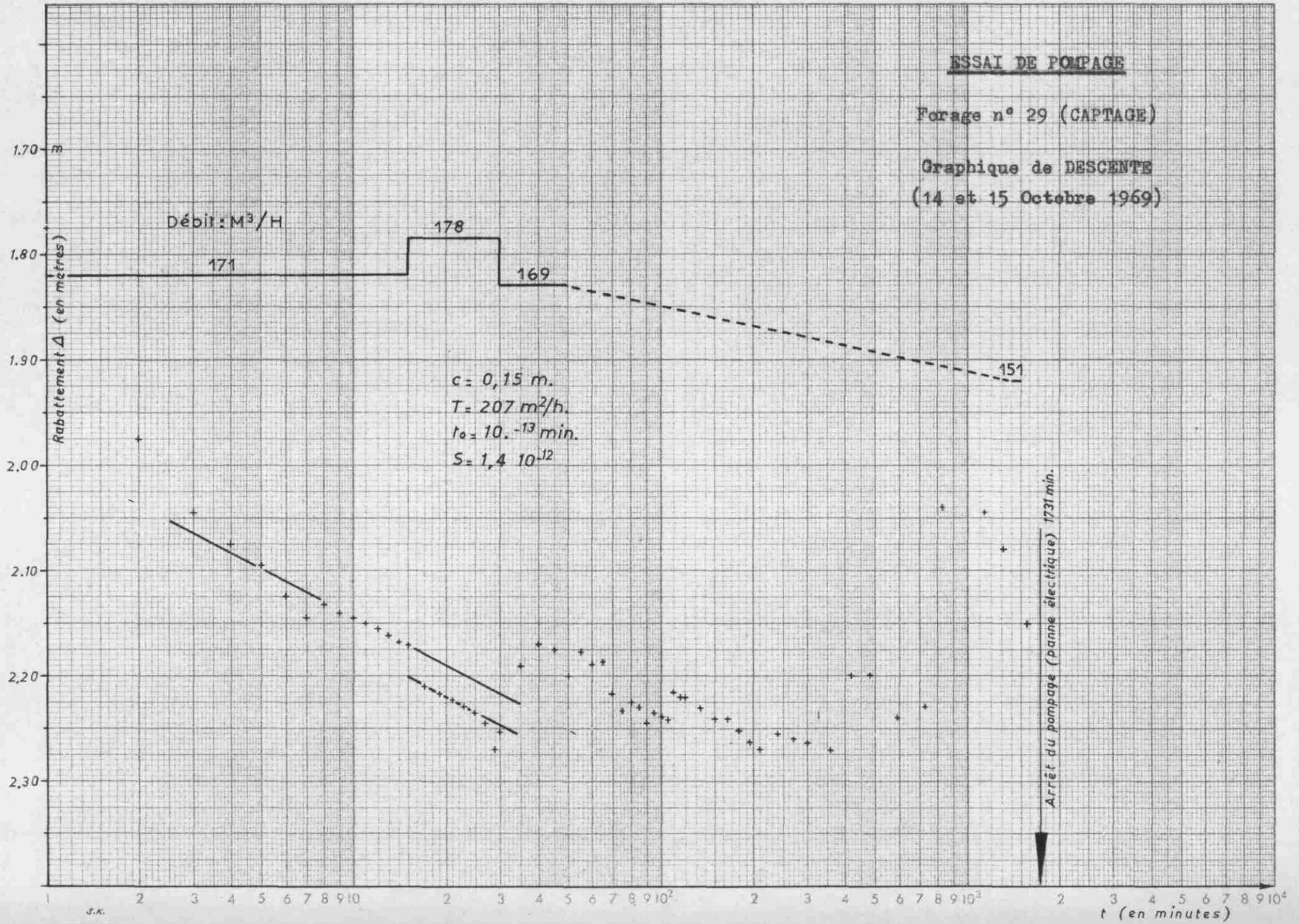


FIGURE 6

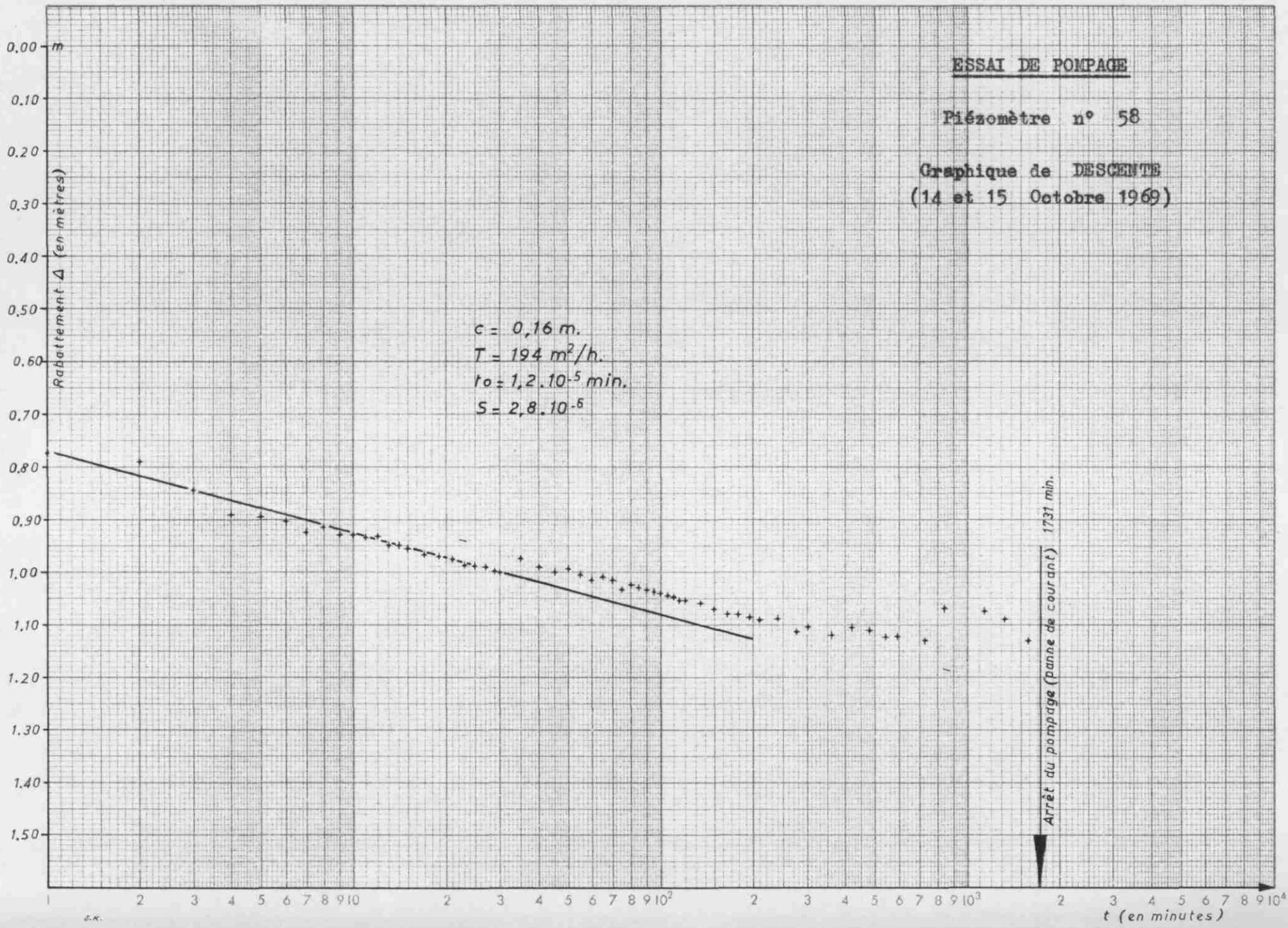


FIGURE 7

ESSAI DE POMPAGE

Piézomètres n° 57 - 56 - 60 - 59

Graphiques de DESCENTE
(14 et 15 Octobre 1969)

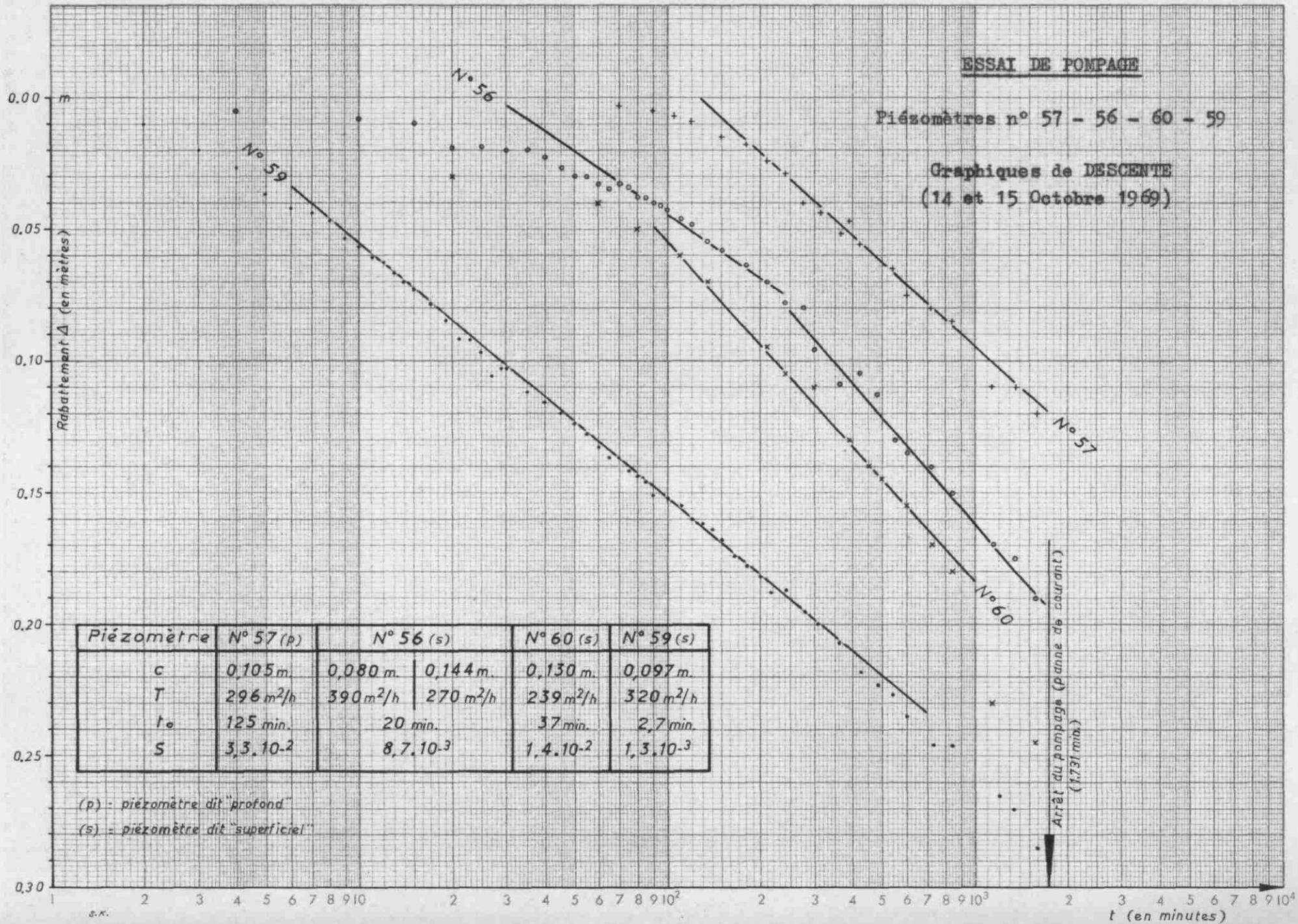


FIGURE 8

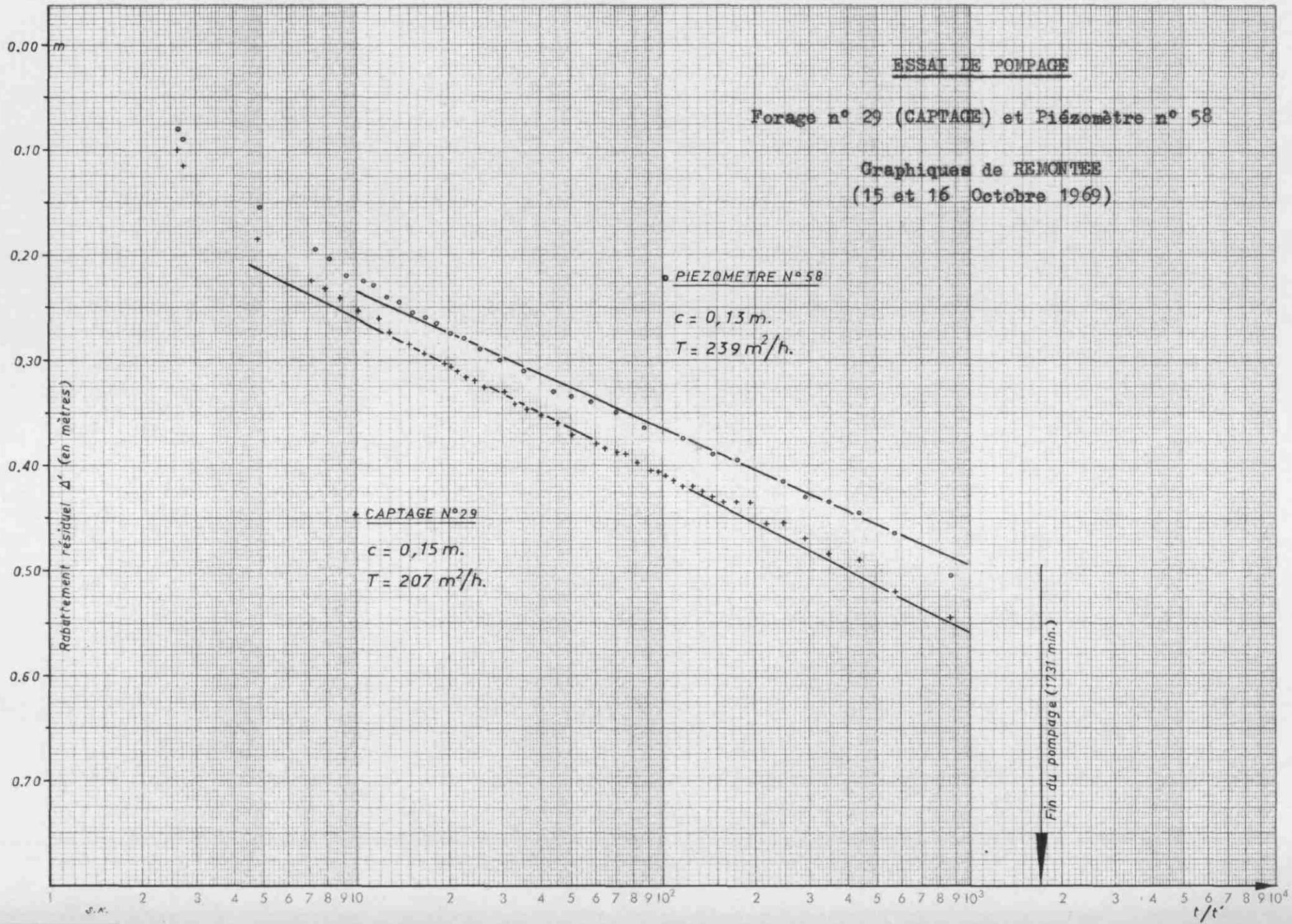


FIGURE 9

632.2 Autres ouvrages observés.

Les variations du débit n'ont pratiquement eu aucune influence sur les piézomètres situés à plus de 150 m. du forage. Les graphiques correspondants montrent d'excellents alignements des points représentatifs des mesures.

Il est à noter que sur les 4 ouvrages ainsi représentés, 3 ont des graphiques constitués d'une droite unique. Le quatrième par contre (n°56) présente un graphique constitué de deux segments de droite différents. Ceci établit une certaine homogénéité locale de la perméabilité autour des ouvrages n° 57, 59 et 60, mais indique la présence d'une zone moins perméable située à quelque distance du piézomètre 56.

Le parallélisme relatif des quatre graphiques permet en outre d'affirmer que, compte tenu d'une certaine hétérogénéité, le terrain aquifère présente cependant une perméabilité d'ensemble qui reste toujours du même ordre de grandeur.

633 Evolution des niveaux de l'eau après l'arrêt du pompage.

Pour les raisons que nous avons déjà mentionnées, la remontée des niveaux après l'arrêt du pompage n'a été observée que sur le forage et le piézomètre 58. La figure n° 9 représente cette évolution. Nous rappelons que la remontée s'interprète à partir d'une formule analogue à celle de la descente, en fonction du rapport $\frac{t}{t'}$, du temps total t écoulé depuis le début du pompage au temps t' écoulé depuis l'arrêt du pompage. Le rabattement résiduel est de la forme :

$$\Delta' = \frac{0,183 Q}{T} \lg \frac{t}{t'}$$

Le graphique montre, en l'absence de toute irrégularité de pompage, un excellent alignement des points représentatifs. Le parallélisme fort correct des deux droites montre une homogénéité locale satisfaisante de l'aquifère.

634 Détermination des paramètres hydrauliques.

L'application des formules énoncées plus haut aux différents graphiques que nous venons de décrire nous a permis de calculer les caractéristiques hydrauliques des terrains à l'emplacement des divers ouvrages étudiés.

Le tableau ci-après (Fig. 10) résume l'ensemble des résultats obtenus. La valeur de la perméabilité K a été obtenue en divisant la transmissivité T par l'épaisseur e de la couche aquifère.

TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS.

PIEZO N°	TRANSMISSIVITE T (en m ² /h)			PERMEABILITE K (en m/h)			COEFFICIENT D'EMMAGASINEMENT S
	Descente		Remontée	Descente		Remontée	
29(p) (captage)	207	-	207	37,6	-	37,6	1,4.10 ⁻¹²
58(s)	194	-	239	53,8 (36,6)	-	66,3 (45,0)	2,8.10 ⁻⁶
56(s)	390	270	-	65,0	45,0	-	8,7.10 ⁻³
57(p)	296	-	-	44,1	-	-	3,4.10 ⁻²
59(s)	320	-	-	88,8	-	-	1,3.10 ⁻³
60(s)	239	-	-	62,8	-	-	1,4.10 ⁻²

N.B. "s" = piézomètre dit "superficiel" (dans les graviers de base quaternaires seulement).

"p" = piézomètre dit "profond" (dans les graviers de base quaternaires, les sables pliocènes et éventuellement les calcaires oligocènes).

BASSIN TERTIAIRE DE LANGON

Captage de Port-de-Roche

Pompage d'essai (14-15/10/69)

Test électrique des échantillons d'eau
avec le paramètre de cuve $p = 2$ cm

(Résistivimètre CHAUVIN-ARNOUX)

Jour	Heure	LECTURES			Correction Facteur	RESISTIVITE $\rho \Omega$ cm	
		Echelle	Cadran	Température		à 25°	à 18°
14	8h.45	1.000	3,0	13,5	1,540	4.620	5.359
"	10h.30	1.000	3,0	13,8	1,552	4.656	5.400
"	12h.15	1.000	2,9	13,5	1,540	4.466	5.180
"	14h.00	1.000	2,8	13,8	1,552	4.345	5.040
"	15h.15	1.000	2,9	14,0	1,560	4.524	5.247
"	16h.50	1.000	2,9	13,9	1,556	4.512	5.233
"	18h.30	1.000	3,0	13,7	1,548	4.644	5.387
"	21h.45	1.000	3,0	13,0	1,520	4.560	5.289
15	7h.40	1.000	3,2	13,2	1,528	4.889	5.671
"	12h.00	1.000	3,0	13,7	1,548	4.644	5.387

On constate tout de suite la très grande valeur de la transmissivité et de la perméabilité. De telles valeurs (K compris entre 40 et 90 m/h) ne s'observant que dans des terrains dont les vides présentent de grandes dimensions (graviers, calcaires karstiques,...), nous pouvons en conclure que, dans la zone étudiée, l'aquifère est essentiellement constitué par les graviers alluviaux de la Vilaine, et que les terrains du bassin tertiaire proprement dit ne jouent, au mieux, qu'un rôle insignifiant dans l'alimentation du captage. A cet égard la comparaison des valeurs obtenues pour les piézomètres dits "profonds" (notés (p)) et superficiels (notés (s)) est extrêmement significative.

On devra noter au passage que les valeurs données pour la perméabilité du terrain dans les cas du forage et du piézomètre 58 sont assez différentes (37,6 et 53,8 m/h). Ce point qui semble en contradiction avec ce que nous avons dit de l'homogénéité locale de l'aquifère, doit à notre avis s'expliquer de la façon suivante : à l'emplacement de ces deux ouvrages les graviers alluviaux surmontent d'autres graviers au sommet des dépôts pliocènes. Nous avons pris pour épaisseur de l'aquifère, dans le cas du forage, l'épaisseur totale des formations graveleuses. Au contraire le piézomètre 58 a été arrêté à la base des graviers alluviaux. Si on rapporte sa transmissivité à l'épaisseur totale des graviers, on trouve une perméabilité de 36,9 m/h, très comparable à celle du forage (37,6 m/h).

En ce qui concerne les valeurs du coefficient d'emménagement on constate une nette différence entre le cas du forage et du piézomètre 58 d'une part et celui des autres ouvrages d'autre part.

Dans le cas du forage et du piézomètre 58, les valeurs trouvées sont extrêmement faibles. Ceci correspond à des conditions de nappe captive. Ce point peut sembler en contradiction avec le fait constaté - par comparaison des cotes relatives du toit des graviers et du plan d'eau - du dénoyage du sommet des graviers dans le forage. Nous pensons que ceci est dû à un certain "colmatage" - constaté tant à Langon qu'en d'autres points de la vallée de la Vilaine - de la partie supérieure de ces graviers par les argiles sus-jacentes.

Dans le cas des autres piézomètres les valeurs trouvées sont à la fois trop faibles pour des conditions de nappe libre et un peu trop fortes pour des conditions de nappe captive. Nous pensons qu'il est plus juste dans ce cas de parler d'une nappe "semi-captive", le recouvrement argileux des graviers étant, comme nous l'avons montré lors de l'étude géologique, assez sableux et devant, de ce fait, posséder une certaine perméabilité.

635 Chimie de l'eau.

635.1 Mesures de résistivité.

Des mesures de ρ ont été faites au cours de l'essai. Le tableau ci-contre donne les valeurs mesurées et les valeurs réduites à 18°. On voit tout de suite que les variations sont faibles et non significatives. On peut estimer que la composition de l'eau est restée à très peu près constante au cours de l'essai. (Fig. 11)

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX
Av. du Professeur Léon Bernard
35-RENNES

Fig. 12

- ANALYSES D'EAU -

Captage de LANGON
Pompage d'essai (14-15/10/1969)

<u>Examen physique</u>	<u>Avant pompage</u>		<u>Après 6 h. pompage</u>	
	pH	6,35		6,25
<u>Analyse chimique</u>				
Dureté totale (degrés français) .	5,50		5,80	
Titre alcalimétrique (TA)	0		0	
Titre alcalimétrique complet (TAC)	4,75		5,0	
Silice	7,25		7,25	
1° CATIONS	mg/l	me/l	mg/l	me/l
Calcium en Ca ⁺⁺	15,60	0,78	15,6	0,78
Magnésium en Mg ⁺⁺	3,85	0,32	4,50	0,37
Ammonium en NH ₄ ⁺	0		0	
Sodium en Na ⁺	18,30	0,79	18,80	0,81
Potassium en K ⁺	1,90	0,04	2,10	0,05
Fer en Fe ⁺⁺	0,20		0,60	0,02
Manganèse en Mn ⁺⁺	0		0	
2° ANIONS	mg/l	me/l	mg/l	me/l
Carbonique en CO ₃ ⁻⁻	0		0	
Bicarbonique en HCO ₃ ⁻⁻	57,95	0,95	61,0	1,0
Chlore en Cl ⁻	22,50	0,63	20,0	0,56
Sulfurique en SO ₄ ⁻⁻	0		1,92	0,04
Nitreux en NO ₂ ⁻⁻	0		0	
Nitrique en NO ₃ ⁻	7,85	0,12	4,50	0,07
Phosphorique en PO ₄ ⁻⁻	0		0	

635.2 Analyses des prélèvements.

La constance de la composition de l'eau est encore montrée par la comparaison des analyses des deux prélèvements effectués (voir tableau). Les ions majeurs conservent sensiblement les mêmes teneurs. Les seules variations de quelque importance concernent des ions secondaires, Fe^{++} qui passe de 0,20 à 0,60 mg/l et SO_4^{--} qui, absent lors du premier prélèvement, montre une teneur de 1,92 mg/l lors du second.

64 Conclusions générales.

En résumé l'essai, en dépit de quelques circonstances défavorables, s'est déroulé de manière très satisfaisante. Il a permis de déterminer, tout au moins pour les ouvrages qui ont fait l'objet de mesures systématiques, la valeur des paramètres hydrauliques de l'aquifère.

Nous pouvons ainsi estimer que :

- la transmissivité est comprise, selon les points d'observation, entre 200 et 400 m²/h., ce qui correspond à des perméabilités de l'ordre de 40 à 90 m/h.,

- la nappe est captive ou semi-captive avec des coefficients d'emmagasinement très faibles à l'emplacement du forage et de l'ordre de 1^o/₁₀₀ à quelques 3 % dans les zones situées à 150-200 m de ce forage. Ces valeurs ne permettent pas d'évaluer la quantité d'eau effectivement contenue dans le terrain, la porosité de celui-ci leur étant très certainement bien supérieure.

Les valeurs considérables de la perméabilité permettent d'affirmer le rôle pour le moins prépondérant joué par les graviers dans l'alimentation du captage. Les terrains perméables du pliocène jouent certes un rôle de réservoir, mais il est douteux que ce réservoir soit sollicité de façon appréciable par les pompes.

L'objectif que s'était proposé cette expérimentation de mettre en évidence une éventuelle réalimentation par la Vilaine de la nappe à la faveur de sa dépression n'a pas été atteint. Ceci est peut-être dû, sans que nous puissions l'affirmer, à ce que l'essai a été interrompu de manière prématurée. Il n'est toutefois pas certain que, même après 72 heures de pompage, le cône de dépression aurait atteint une zone où les communications hydrauliques permettraient une telle réalimentation.

7 - HYDROCHIMIE.

L'étude chimique des eaux du bassin de Langon a fait l'objet d'un Mémoire de D.E.S, présenté par M. Daniel HERVE, ingénieur de l'Ecole Nationale de la Santé Publique⁽¹⁾. Il nous est apparu inutile de reprendre ici le détail de ce travail auquel nous renvoyons le lecteur. Nous nous contenterons d'en résumer les conclusions essentielles, en les présentant en outre sous l'éclairage plus particulier des nécessités techniques liées à l'exploitation.

71 Différents types d'eaux.

L'existence de quatre groupes a été mise en évidence :

- l'eau des graviers, peu minéralisée (TH 4 à 8) avec une très faible teneur en Cl^- (20 mg/l),
- l'eau des sables, assez minéralisée, de dureté moyenne (TH 10 à 20), teneur en Cl^- encore très faible,
- l'eau des marno-calcaires, dure à très dure (TH 20 à 90), avec une forte concentration en Cl^- (jusqu'à 340 mg/l),
- l'eau des terrains anciens de bordure, très douce, acide et parfois ferrugineuse.

On observe des variations de la composition au cours de l'année. L'eau des graviers, acide lors de l'étiage, devient parfois alcaline aux hautes eaux. De telles variations nous semblent liées au processus d'alimentation-drainage de la nappe.

72 Echanges d'eau entre les divers terrains.

L'étude chimique montre des passages de l'eau d'un terrain à l'autre ; mais ces phénomènes qui dépendent des différences de perméabilité restent très discrets. En particulier, du fait des modalités de l'alimentation des graviers ainsi que de l'exploitation, la nappe de ces alluvions ne reçoit que très peu d'eau des autres terrains. Il est évident que nous ne pouvons en aucun cas évaluer les volumes intéressés par ces échanges.

(1) Avenue du Professeur Léon BERTRAND, 35-RENNES.

73 Rapports avec la Vilaine.

L'étude chimique apporte des arguments en faveur de l'hypothèse, que nous avons par ailleurs émise, d'une alimentation par la Vilaine dans la partie amont du bassin et de communications hydrauliques pour le moins difficiles par ailleurs.

74 Potabilité et pollutions.

L'étude de M. D. HERVE rejoint les préoccupations dont nous avons fait état quant aux risques de pollution de la nappe exploitée. L'influence possible du dépôt municipal d'ordures est en particulier évoquée.

Il est d'autre part souligné que les inondations, dont le rôle dans l'alimentation de la nappe n'est pas à négliger, ne lui fournissent pas une eau de potabilité satisfaisante.

Il est en effet certain que, dans la mesure où la nappe est alimentée, à partir de la Vilaine, par une eau dont la qualité laisse à désirer, il y a là un risque de pollution permanente. Le pouvoir filtrant des graviers ne paraît pas de nature à permettre une épuration naturelle suffisante. Certes la qualité de l'eau du fleuve est meilleure lors des crues où se fait l'alimentation de la nappe, qu'à l'étiage, mais en contrepartie il est à craindre que la charge polluante de la Vilaine, ne s'accroisse d'année en année.

Le traitement constant de l'eau avant distribution reste donc une nécessité absolue. Nous pensons utile d'insister ici tout particulièrement sur ce point. Il ne nous paraît pas que le traitement actuel, et surtout le contrôle de ce traitement, soient adaptés à l'importance de la distribution, surtout au moment où on envisage l'extension.

75 Perspectives d'avenir.

Monsieur D. HERVE souligne à très juste titre à quel point l'augmentation de l'exhaure est susceptible de modifier la nature chimique de l'eau "brute". Ce phénomène toutefois sera à notre avis plus lent et plus progressif que ne semble le penser l'auteur. Le contrôle et les modifications éventuelles à apporter au mode de traitement n'en seront que plus délicats à effectuer et à définir. Il y a là encore un point sur lequel nous estimons devoir attirer tout particulièrement l'attention des responsables.

Monsieur D. HERVE souligne in fine l'intérêt que peuvent présenter les études par traceurs pour caractériser les mouvements de l'eau. Nous ne pouvons que souscrire à cette idée, dont la mise en oeuvre devrait à notre avis permettre de définir les modalités précises d'alimentation de la nappe. Une telle expérimentation nécessiterait cependant que les conditions actuelles d'écoulement soient modifiées par un pompage de longue durée (8 jours au moins).

8 - MODALITES DE L'EXPLOITATION.

Le Syndicat Intercommunal des Eaux de Port-de-Roche, géré par la Société Sablaise des Eaux, Direction de Rennes, a commencé ses premières distributions d'eau potable en 1965. Le forage, exécuté en 1962 et situé dans la prairie de Heinlée, à l'intérieur d'un petit bâtiment surélevé par mesure de protection contre les inondations hivernales, ne comporte, à part la tuyauterie d'aspiration, aucune installation mécanique. La station de pompage exécutée en 1964, à 400 m. du captage, comporte tout le matériel d'exhaure et de refoulement, ainsi que de traitement.

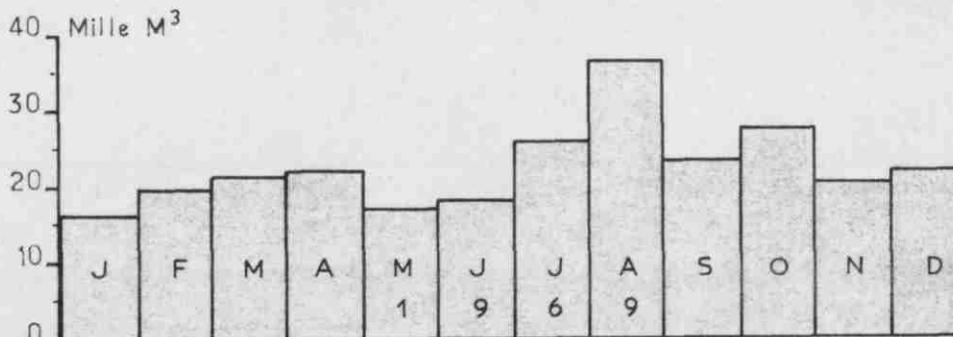
L'eau pompée est envoyée dans une tour d'aération, descend dans des filtres gravitaires et enfin tombe dans la bêche de traitement.

Ce dernier est double : neutralisation avec de la neutralite et stérilisation avec de l'eau de javel (appareil DOSAPRO).

De la bêche, l'eau traitée est "reprise" pour être refoulée vers le réseau de réservoirs et de châteaux d'eau qui la distribuent aux 12 communes actuellement desservies.

La distribution d'eau a commencé dans le courant de l'année 1965 par la commune de LANGON elle-même. Au cours de l'année 1966, 70.125 m³ ont été enregistrés au refoulement (il n'y a pas de compteur volumétrique sur la colonne d'exhaure). En 1967, la consommation, avec l'agrandissement du réseau, est passé à 121.350 m³, et en 1968, à 212.565 m³. Pour 1969, à une quinzaine de jours avant la fin de l'année, la consommation s'élève à 260.840 m³.

La consommation est beaucoup plus grande durant les mois d'été, où elle atteint le double de celle des mois d'hiver.



Les volumes d'eau enregistrés au refoulement sont inférieurs aux quantités pompées dans la nappe. D'une part, en effet, chaque semaine le lavage des filtres utilise quelques 100 m³. D'autre part, et c'est là le plus important, des incidents de pompage occasionnent des pertes au trop-plein de la bêche. Le compteur étant placé à la reprise de la bêche, ces pertes ne peuvent être comptabilisées. A titre d'exemple indiquons que du 16 au 18/8/69 il a été pompé environ 4.500 m³ (50 heures de pompage) dont la moitié environ a été perdue.

En période d'été, la fréquence des pompages normaux d'exploitation est beaucoup plus grande et assez régulière : en moyenne toutes les 2 heures, avec un rabattement de 1,00 m. environ. Par contre en période d'hiver, la fréquence est moins grande et moins régulière, avec des périodes d'arrêt durant les nuits de l'ordre de 4 à 6 heures ; le rabattement atteint alors 1,20 m. environ.

9 - PROTECTION DE LA NAPPE.

La nappe est menacée d'une part de destruction partielle et de cloisonnement par l'extension des gravières, d'autre part de pollutions diverses (dépôts d'ordures, ruisseaux chargés d'effluents nocifs, etc...).

91 Conséquences de l'exploitation des gravières.

Les deux carrières actuellement en activité dans la partie Sud du bassin, (cf. Planche II) exploitent les graviers aquifères. Si leur développement était autorisé, surtout plus au Nord, on arriverait à la destruction partielle ou même quasi totale du réservoir.

Il serait possible d'arguer qu'une fois l'exploitation terminée⁽¹⁾, on disposerait d'une série de bassins retenant une quantité d'eau bien supérieure à celle emmagasinée auparavant par les graviers. Cet argument ne résiste pas cependant à l'analyse. En effet, d'abord ces réserves d'eau stagnantes seraient très vulnérables aux pollutions. Les carrières anciennes sont souvent utilisées comme dépôts d'ordures. Les agriculteurs ont la déplorable habitude de laver leurs cuves à insecticides dans les étangs. Ensuite l'expérience prouve qu'à plus ou moins longue échéance, le fond et les parois des gravières abandonnées se colmatent, ce colmatage supprimant presque totalement les communications hydrauliques. Un tel phénomène s'observe déjà dans le bassin de Langon. Nous avons vu qu'il n'existait pas ou très peu de communications entre l'"étier" (étang situé dans la partie Sud du bassin) et la gravière placée juste à côté. Le front de taille de cette dernière, séparée par une vingtaine de mètres d'alluvions du bord de l'étier, ne montre que peu de venues d'eau. Par ailleurs le cône de dépression provoqué dans la nappe de graviers par le pompage se propage à plus de 1300 m au Nord en s'étendant sous l'étier.

Au bout d'un certain temps, les gravières abandonnées ne constituent donc pas de sites de réserves mais bien de véritables "barrières hydrauliques" réduisant ou même interdisant le transit de l'eau dans la nappe.

(1) Cette exploitation se fait à sec. Le cône de dépression provoqué par le pompage permanent dans les carrières s'étend à plus de 1300 m au Nord et arrive à proximité même du captage (cf. Planche IX).

92 Autres risques de pollution.

921 Dépôts d'ordures.

Dans la partie Nord du bassin, une ancienne carrière de sables pliocènes est utilisée comme dépôt d'ordures depuis 1963. (cf. planche II) Ces sables très perméables sont en communication directe avec l'aquifère des graviers alluvionnaires. Nous avons vu que la dépression provoquée par notre pompage dans la nappe lors de notre essai de 29 heures (§ 631) semblait atteindre et même dépasser ce dépôt d'ordures. Celui-ci représente donc un foyer de pollutions très dangereux qu'il faut absolument supprimer.

922 Ruisseaux.

La nappe est alimentée à l'Ouest par 2 ruisseaux servant d'égoûts aux groupements d'habitation de la gare (une trentaine de maisons et de Heintée (une vingtaine de maisons) (cf. planche VI) qui se perdent dans les formations perméables à 100 m. environ du captage. Ces ruisseaux fortement pollués par des effluents nocifs (purin, détergents, etc...) sont à détourner. (1) Ils sont probablement pour une plus large part encore que le dépôt d'ordures, à l'origine des pollutions chimiques observées dans l'eau pompée avant traitement. (2)

923 Autres pollutions.

De façon générale, tout dépôt d'ordures et de fumier ainsi que tout rejet d'effluents nocifs, doivent être interdits avec la plus grande rigueur, sur toute la superficie des terrains perméables.

93 Conclusions : mesures de protection à envisager.

931 Protection rapprochée.

Le périmètre de protection rapproché doit comprendre toute la superficie des alluvions et des formations tertiaires, sables notamment (cf. cartographie Planche II).

(1) Ce détournement serait facile : environ deux cents mètres de fossés à creuser sans traversée de route.

(2) cf. rapport D. HERVE "Contribution à l'étude des eaux de la nappe du Bassin tertiaire de LANGON (I.-&-V.) p. 17.
§ 321 "On remarque... la présence d'ammoniaque le 13/3/69".

A l'intérieur de ce périmètre doivent être interdits :

- a) le forage de puits, l'exploitation de carrières à ciel ouvert, l'ouverture et le remblaiement d'excavations à ciel ouvert ;
- b) le dépôt d'ordures ménagères, immondices, détritiques et produits radioactifs et de tous produits et matières susceptibles d'altérer la qualité des eaux ;
- c) l'installation de canalisations, réservoirs ou dépôts d'hydrocarbures liquides ou gazeux et de produits chimiques ;
- d) l'établissement de toutes constructions souterraines.

932 Périmètre éloigné.

Sur toute l'étendue du bassin versant l'installation de dépôts d'ordures et de canalisations, réservoirs et dépôts d'hydrocarbures liquides et de produits chimiques doit être interdite et l'installation de conduites d'eaux usées ou de tout autre effluent soumise à réglementation.

11018

10 - CONCLUSIONS GENERALES.

Aux termes de cette étude trois points fondamentaux nous paraissent devoir être mis en relief.

101 Importance relative des aquifères.

Tous les arguments dont nous avons pu faire état, tant en ce qui concerne la morphologie des dépôts que les modalités d'écoulement de l'eau et les enseignements du pompage d'essai, montrent que les graviers fluviatiles forment l'aquifère de loin le plus important. Les sables leur sont très secondaires et il semblerait même que dans les conditions actuelles ils ne soient pas sollicités par l'exploitation. Quant aux calcaires leur intérêt doit être considéré comme nul.

Cette constatation prend une grande importance lorsqu'on compare l'extension des dépôts de graviers le long de la vallée de la Vilaine à celle des formations tertiaires. Il apparaît que la mise en valeur des ressources en eau souterraine de cette région ne doit pas se limiter aux seules zones occupées par des bassins sédimentaires.

102 Relations avec la Vilaine.

L'étude des fluctuations de cette nappe démontre que la Vilaine l'alimente lors des crues. Il y a là un facteur très important de sécurité pour l'exploitation. Les prélèvements sont en effet plus que largement compensés par l'apport annuel du fleuve. On peut même penser que dans le cas d'une exploitation nettement plus importante qu'actuellement, les apports seraient suffisants pour combler le déficit momentané de la nappe.

De ce point, ainsi que du précédent, il découle une conclusion très importante. Le captage de Port-de-Roche paraît susceptible de fournir sans difficulté un débit de l'ordre de 200 m³/h. Il ne nous paraît pas souhaitable que cette valeur soit dépassée, les essais de réception de 1962 ayant montré l'apparition de pertes de charge anormales pour des débits supérieurs. On peut toutefois envisager qu'à plus ou moins longue échéance les besoins viennent à dépasser 200 m³/h. Il suffirait alors de foncer un second puits dans les graviers, par exemple au voisinage du piézomètre 54. Ce puits aurait une profondeur de l'ordre de 9m. En outre il serait très aisé à raccorder à la canalisation actuelle, qui passe à

quelques 180m. du piézomètre 54. On voit combien il serait facile et économique, de doubler la capacité de production de l'installation.

Nous estimons même qu'il serait avantageux de procéder à l'exécution d'un tel ouvrage, avant même que les besoins ne la nécessitent. La sécurité supplémentaire ainsi obtenue, dans le cas d'une défaillance du captage actuel, le serait à un coût extrêmement modique.

Enfin au cas où, dans un avenir actuellement non prévisible, les besoins en eau augmenteraient considérablement, il serait à conseiller d'implanter un ou plusieurs autres ouvrages en rive gauche de la Vilaine. Il serait alors inutile de procéder à une reconnaissance complète des formations sédimentaires, celle des graviers suffisant.

103 Problèmes de protection de la nappe.

La nappe des graviers est menacée en permanence par des pollutions diverses. Ceci est dû, d'une part aux épandages naturels (inondations) ou artificiels (dépôt d'ordures, fossés d'assainissement, engrais, .. de produits polluants, ainsi qu'au fait que les eaux de la Vilaine, qui alimentent la nappe, sont elles-mêmes polluées, et d'autre part au faible pouvoir filtrant des graviers, dû à leur forte granulométrie. Ceci nous amène aux deux conclusions suivantes :

- Il est nécessaire de réduire les causes de pollution. Certaines sont inévitables (par exemple les inondations), mais il peut être remédié à d'autres (déplacement du dépôt d'ordures, détournement des fossés d'assainissement).

- L'eau pompée au captage doit être traitée de façon permanente, et ce traitement doit faire l'objet d'un contrôle rigoureux et constant.

Un autre point nous paraît devoir être souligné. Les qualités que nous avons reconnues à l'aquifère des graviers imposent la conservation de cette formation. On doit donc proscrire toute ouverture d'exploitation de graviers dans la zone du captage. A notre avis la zone de protection doit comprendre toute la partie du bassin située au Nord d'une ligne passant par les piézomètres 68 et 69.

COUPES AB - CD - EF

Légende des Figurés



Alluvions argileuses



Graviers



Sables



Grès



Calcaires



Formations imperméables

ANNEXE I

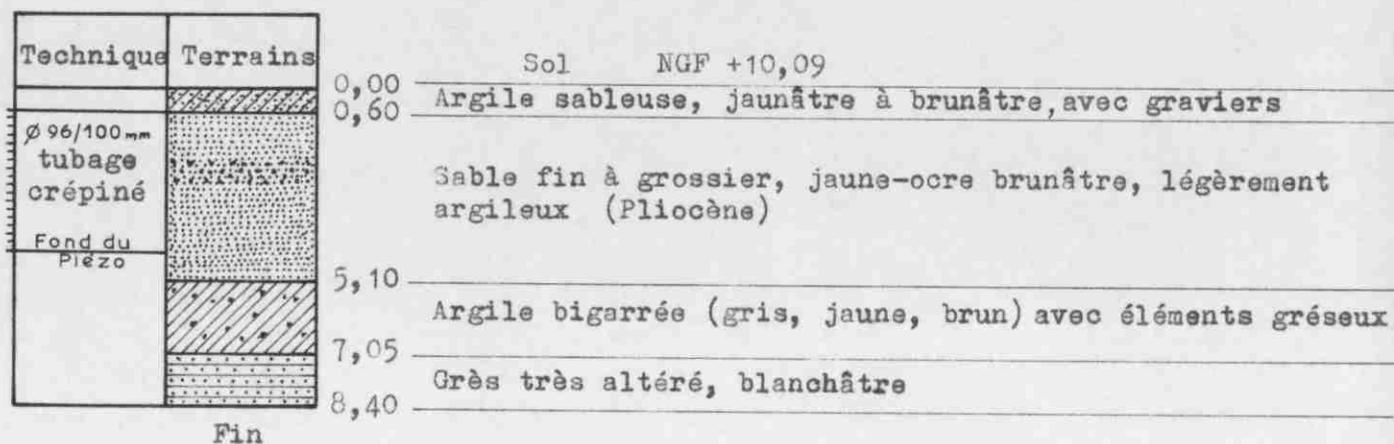
COUPES GEOLOGIQUES SIMPLIFIEES

Echelle : 1/200°

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 52

(Sol Bretagne - SB.1)

L O G



Echelle 1/200°

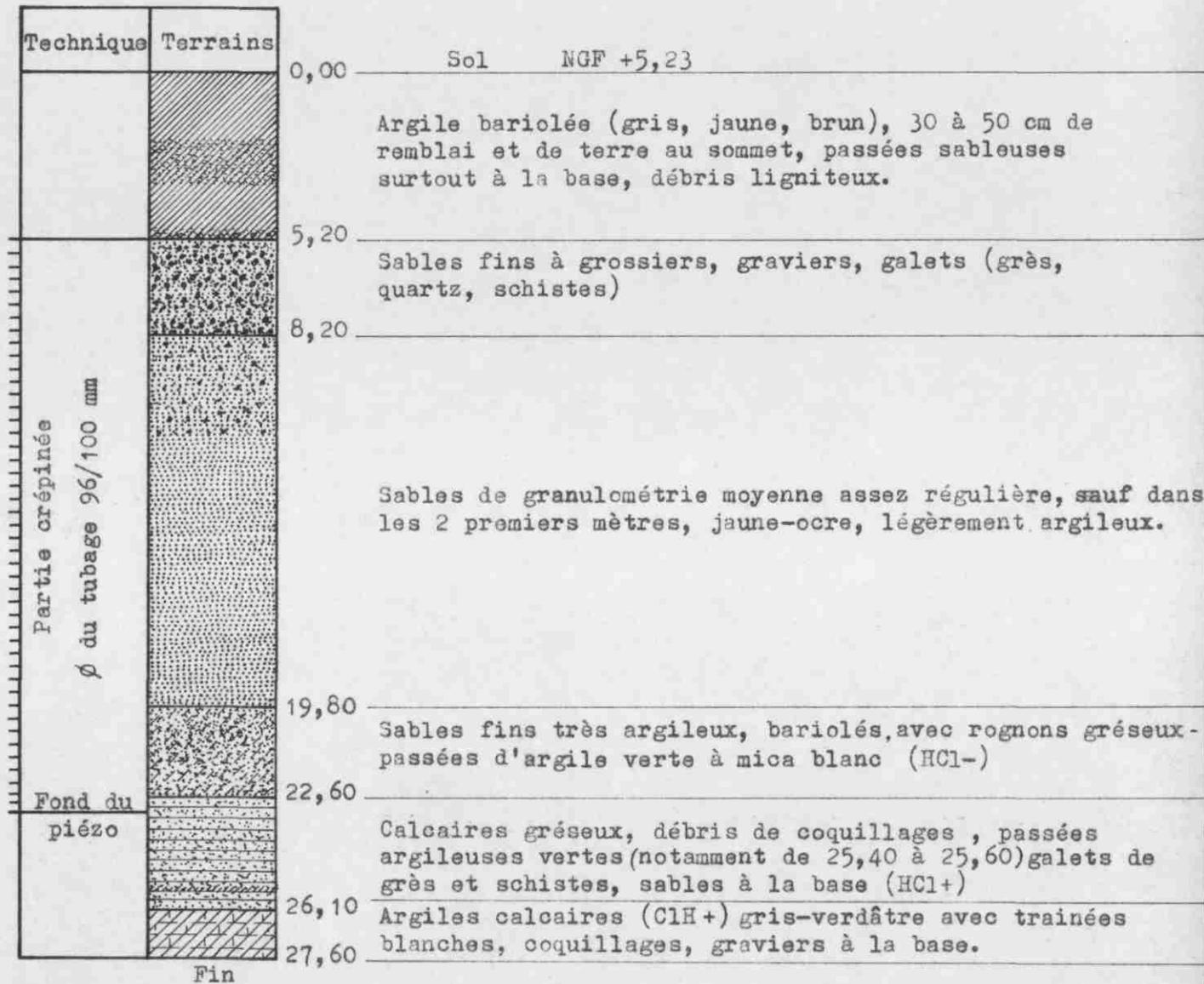
∅ du forage : de 0 à 8,40 = 9"1/4

(Soupape et carottier échantillonneur)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 53

(Sol Bretagne - SB.2)

L O G



Echelle 1/200°

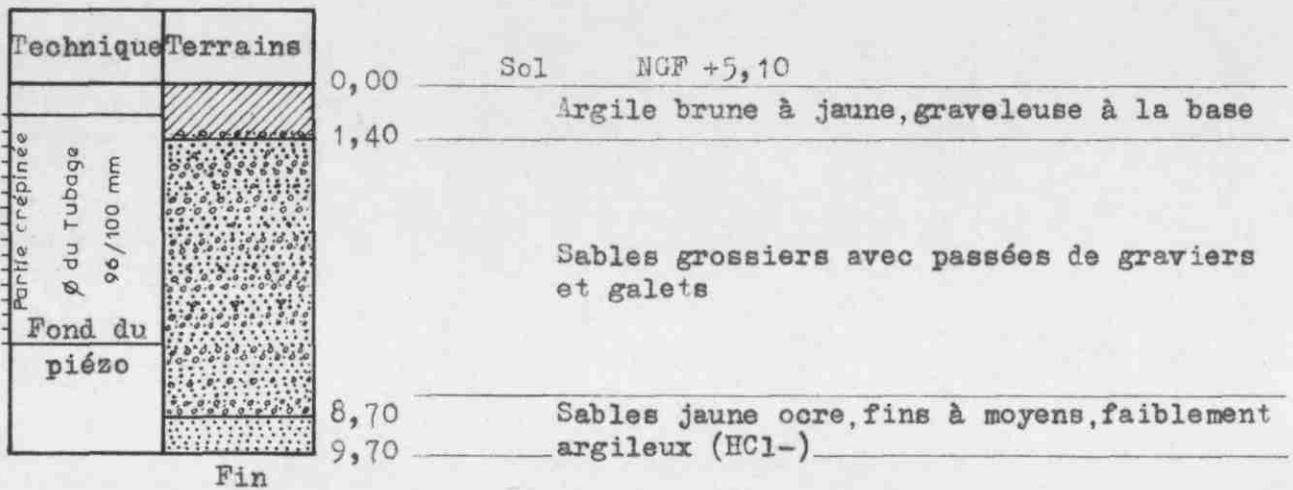
∅ du forage : de 0,00 à 14,75 = 7" (Soupape)
de 14,75 à 27,60 = 6" (id)

N.B.- Carottier échantillonneur dans la partie supérieure.

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 54

(Sol Bretagne - SB.3)

L O G



Echelle 1/200°

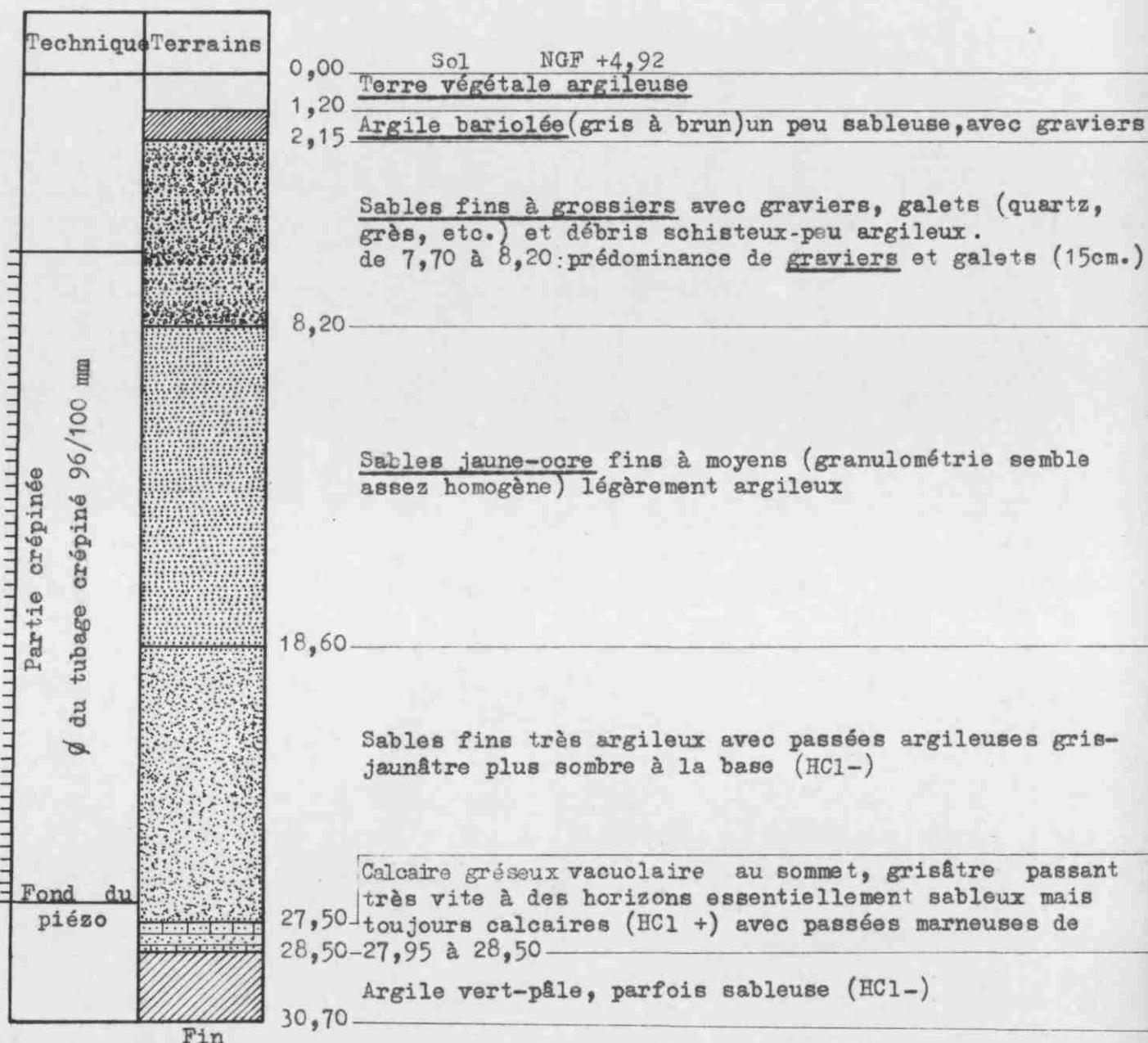
∅ du forage : de 0 à 9,70 = 7" (soupape)

N.B. - Carottier échantillonneur dans la partie supérieure.

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 55

(Sol Bretagne - SB.4)

LOG



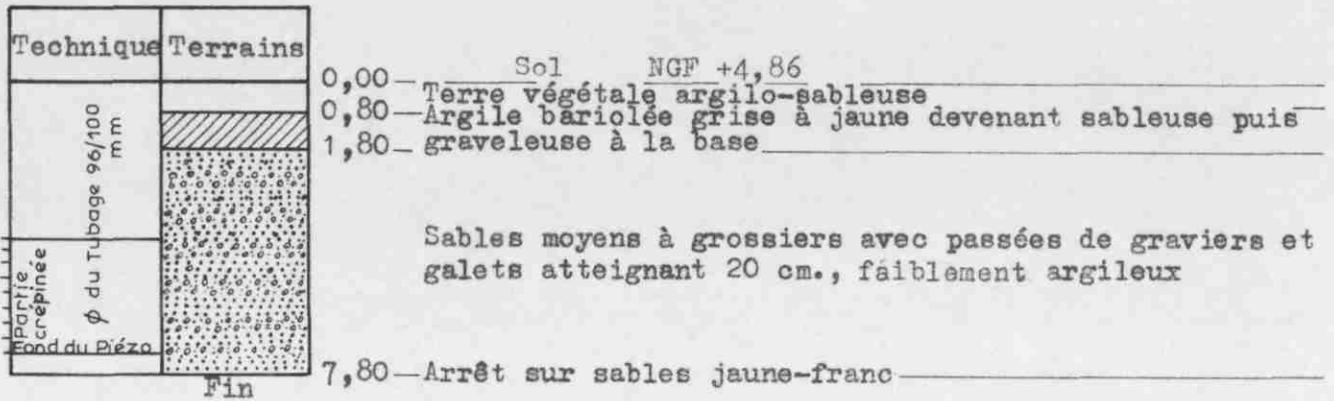
Echelle 1/200°

∅ du forage : de 0,00 à 8,40 = 406 mm (Benne BENOTO)
de 8,40 à 30,70 = 7" (Soupape)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 56

(Sol Bretagne - SB.5)

L O G

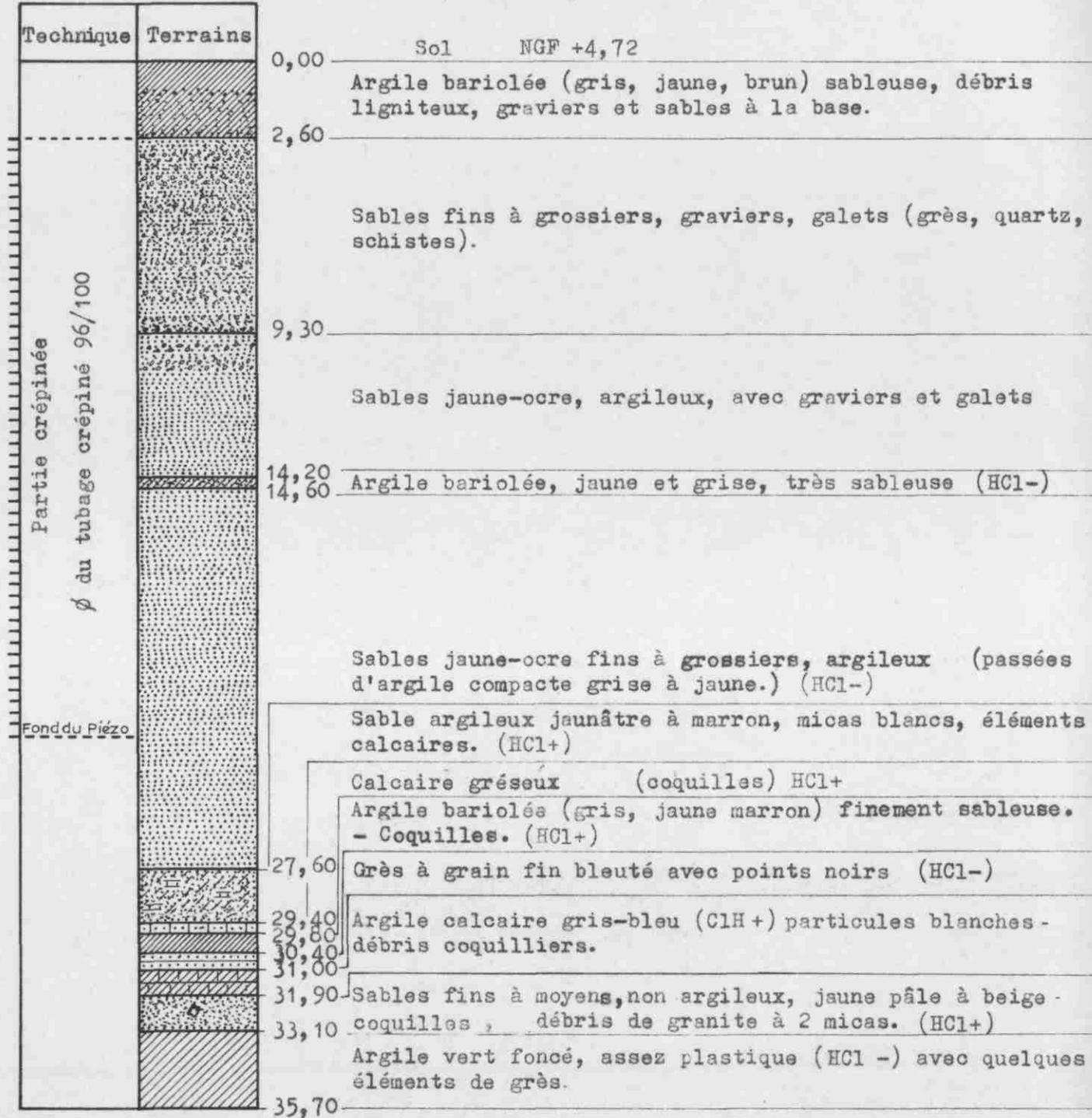


Echelle 1/200°

φ du forage : de 0 à 7,80 = 406 (Benne BENOTO)

L O G

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 57
(Sol-Bretagne - SB.6)



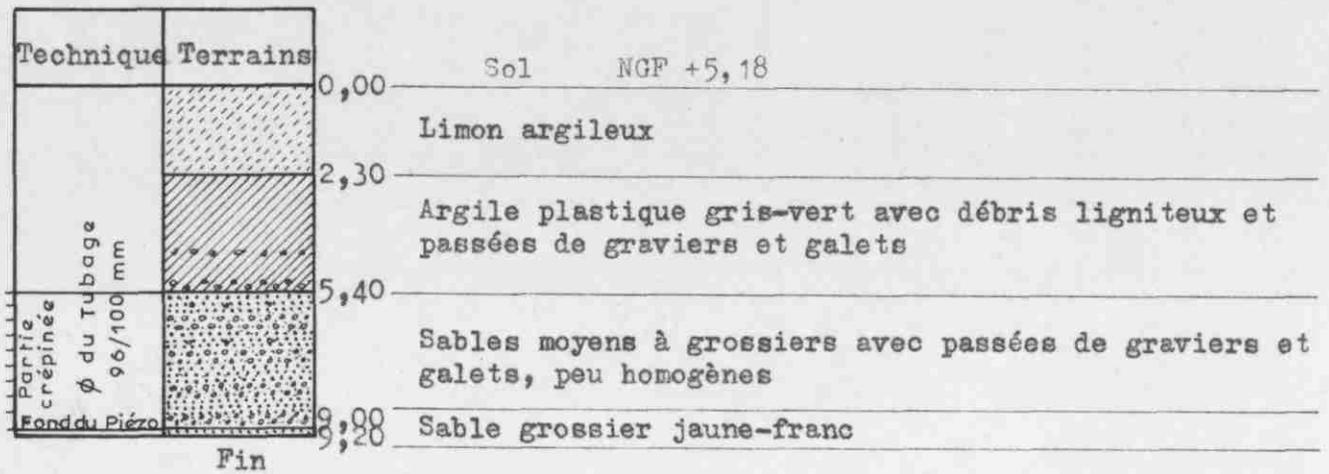
Echelle 1/200°

φ du forage : de 0,00 à 12,30 = 9"1/4 (Soupape)
 de 12,30 à 21,25 = 7" (id)
 de 21,25 à 35,70 = 6" (id)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 58

(Sol Bretagne - SB.7)

L O G

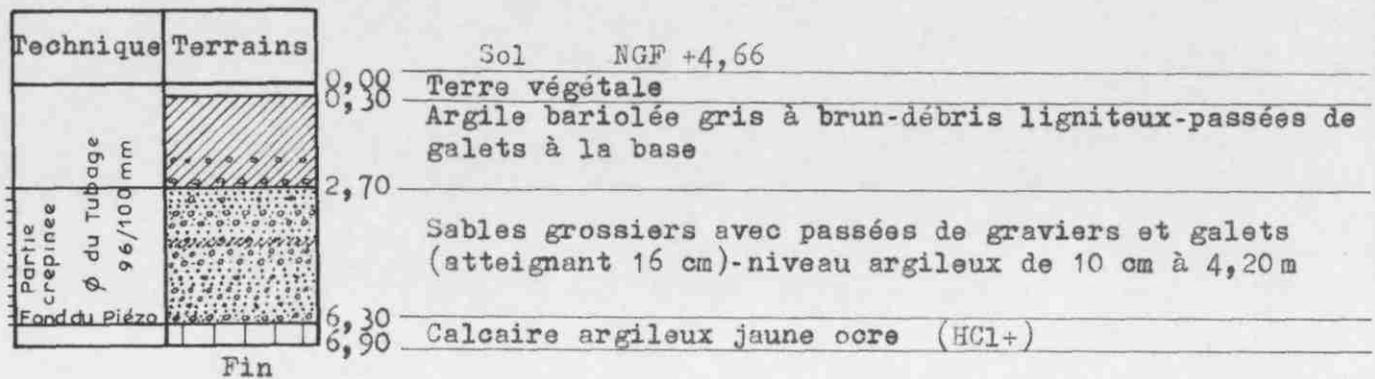


Echelle 1/200°

Ø du forage : de 0 à 9,20 = 406 mm. (Benne BENOTO)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 59
 (Sol Bretagne - SB.8)

L O G



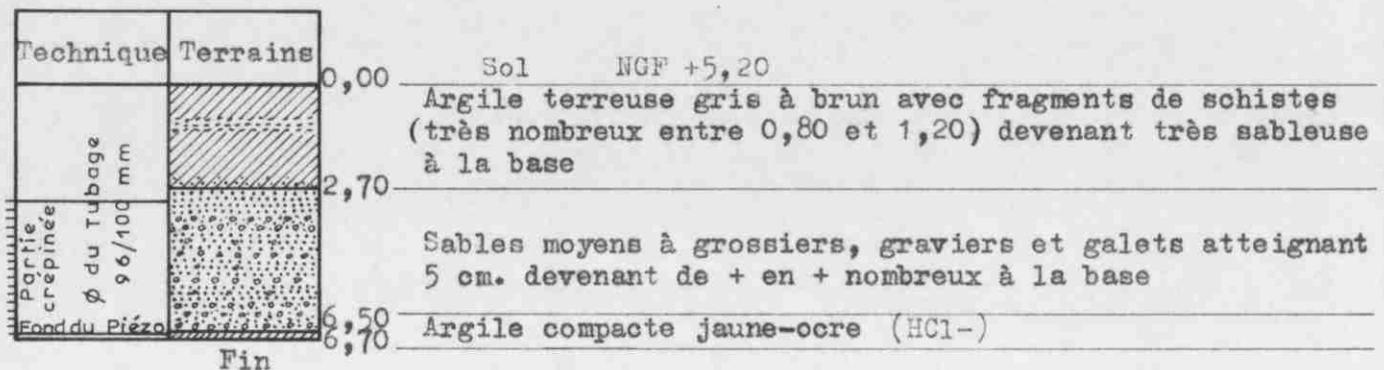
Echelle 1/200°

Ø du forage : de 0 à 6,90 : 406 mm. (Benne BENOTO)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 60

(Sol Bretagne - SB.9)

L O G



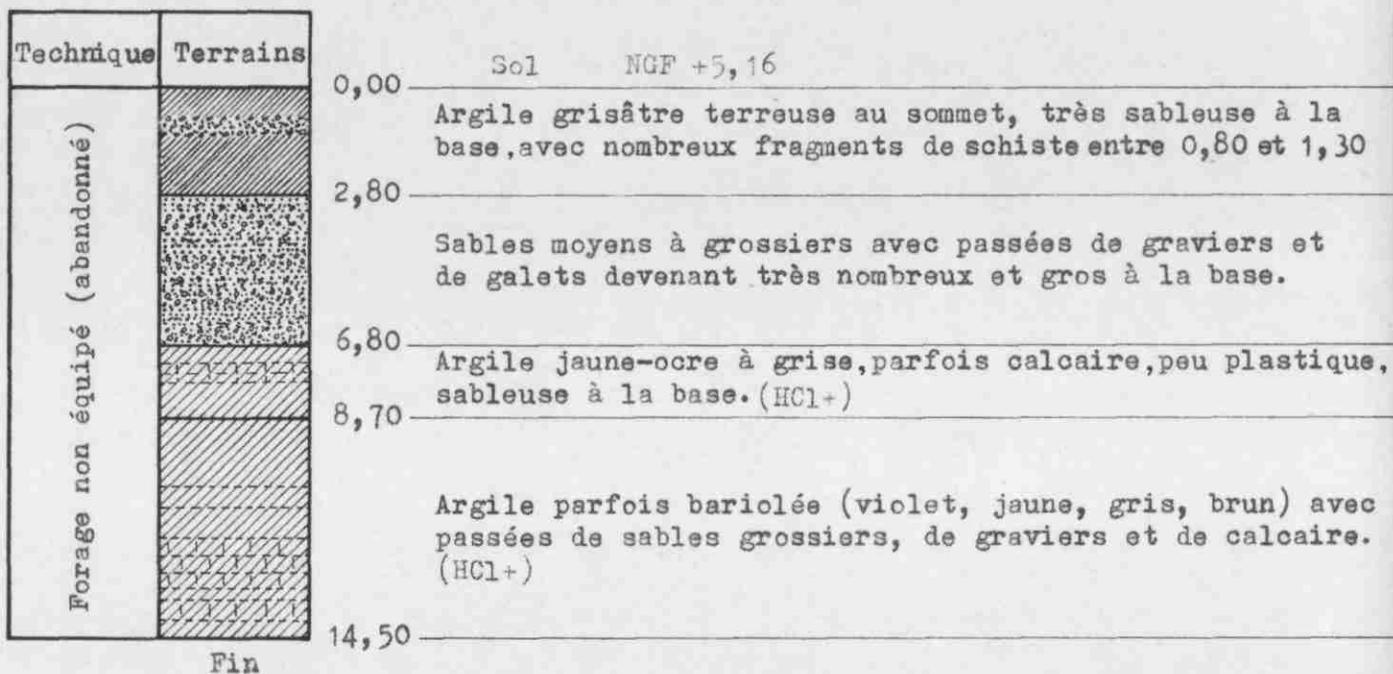
Echelle 1/200°

Ø du forage : de 0 à 6,70 = 406 mm. (Benne HENOTO)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 61

(Sol Bretagne - SB.10)

L O G

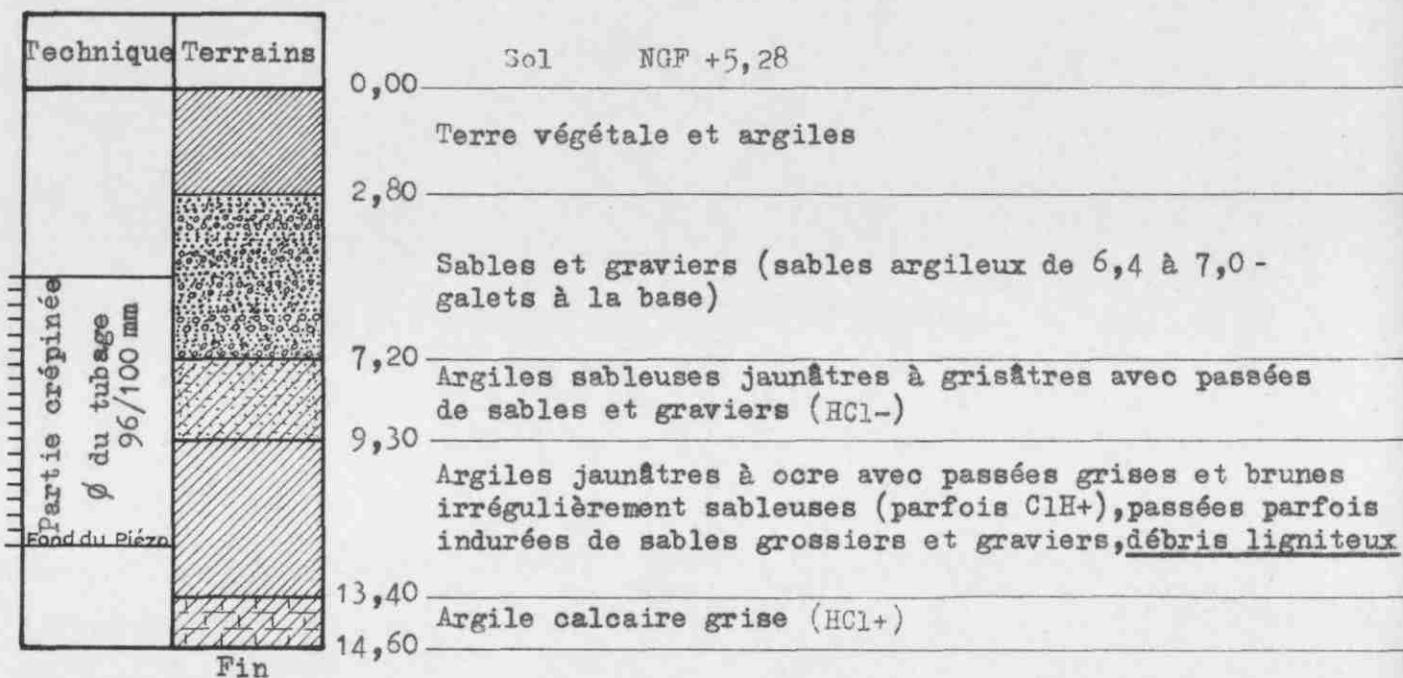


Echelle 1/200°

∅ du forage : de 0m à 14,50 = 406 mm (Benne BENOTO)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 61bis
 (Sol Bretagne - SB.10bis)

L O G



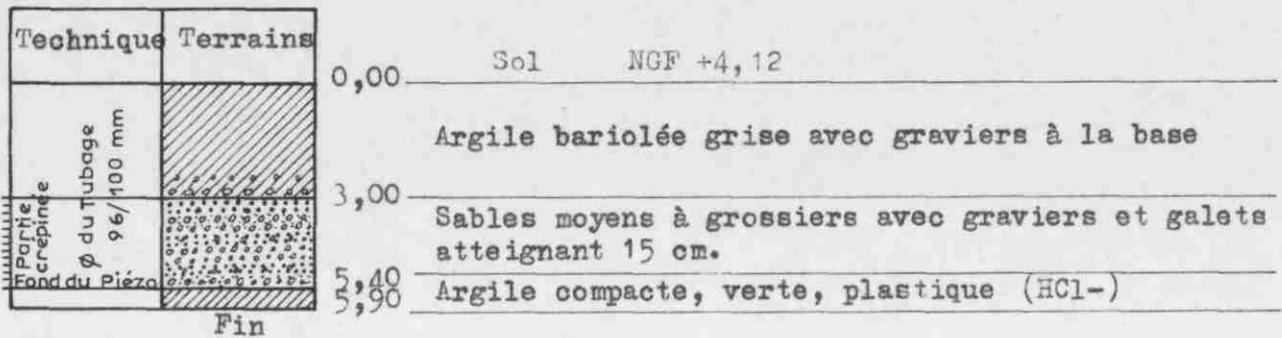
Echelle 1/200°

Ø du forage : de 0m à 14,60m = 9"1/4

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 62

(Sol Bretagne - SB.11)

L O G



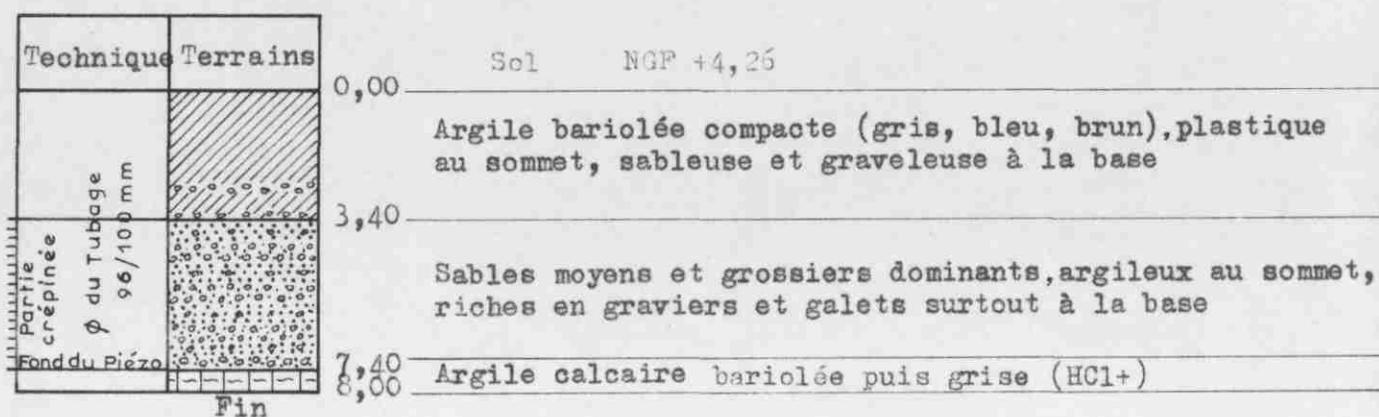
Echelle 1/200°

Ø du forage : de 0 à 5,90 = 406 mm. (Benne BENOTO)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 63

(Sol Bretagne - SB.12)

L O G

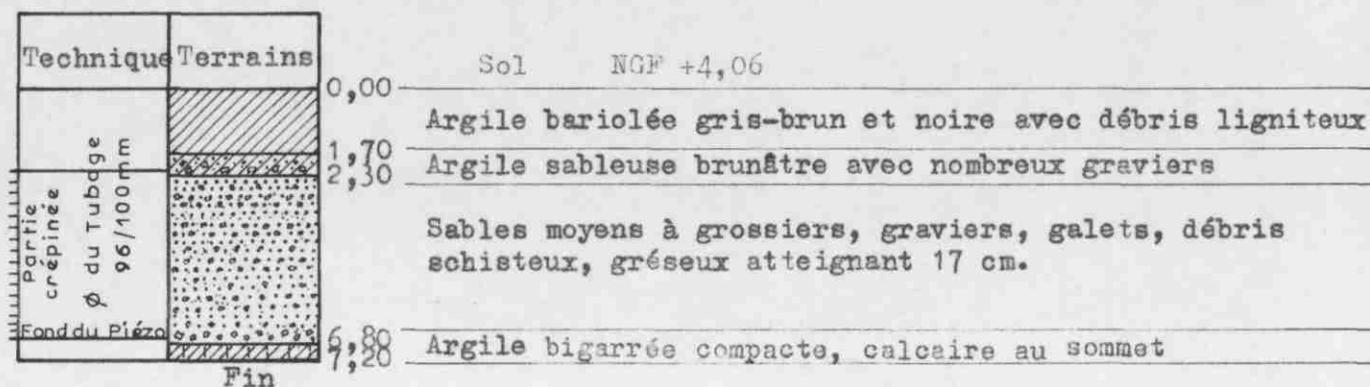


Echelle 1/200°

Ø du forage : de 0 à 8,00 = 406 mm. (Benne BENOTO)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 64
 (Sol Bretagne - SB.13)

LOG



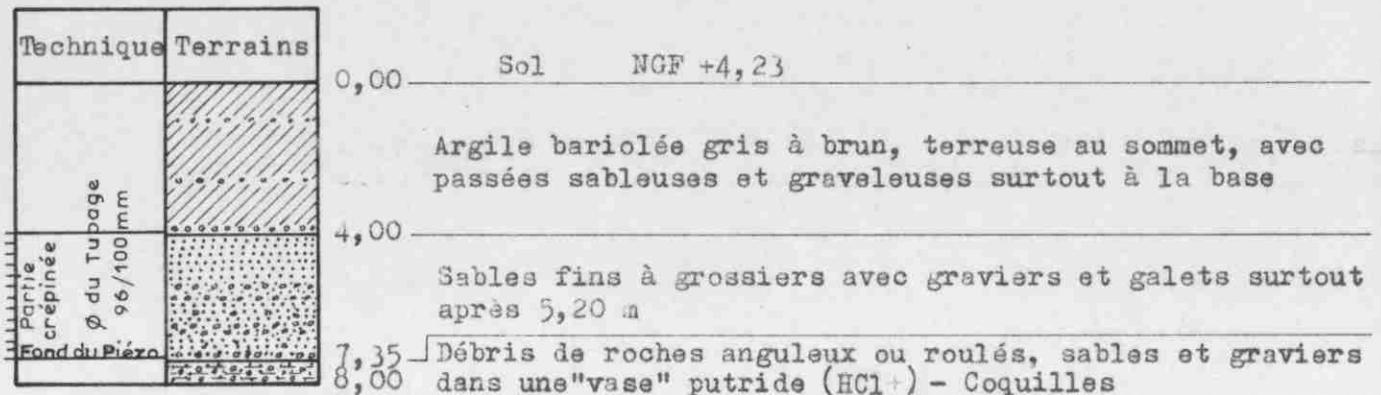
Echelle 1/200°

Ø du forage : de 0 à 7,20 = 550 mm. (Benne BENOTO)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 65

(Sol Bretagne - SB.14)

L O G



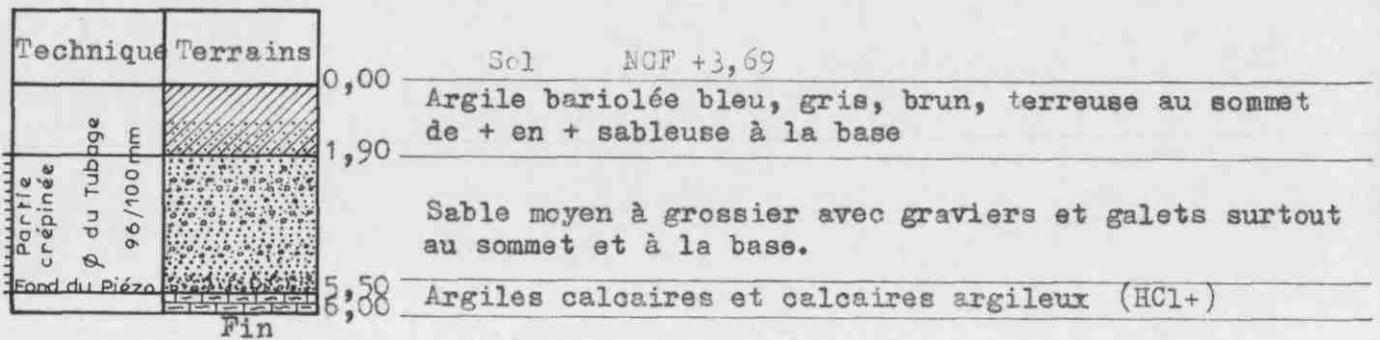
Fin

Echelle 1/200°

Ø du forage de 0 à 8,00 = 550 mm (Benne BENOTO)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 66
 (Sol Bretagne - SB.15)

L O G



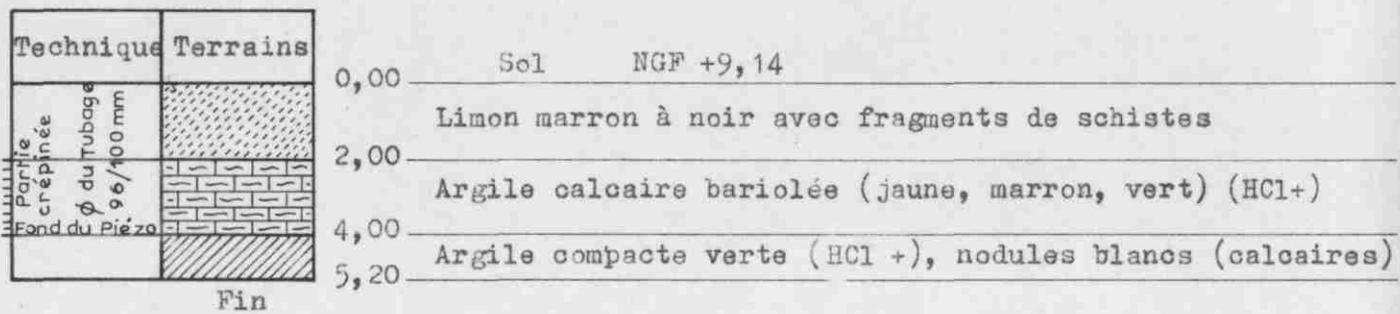
Echelle 1/200°

Ø du forage : de 0 à 6,00 = 406 mm. (Benne BENOTO)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 67

(Sol Bretagne - SB.16)

L O G



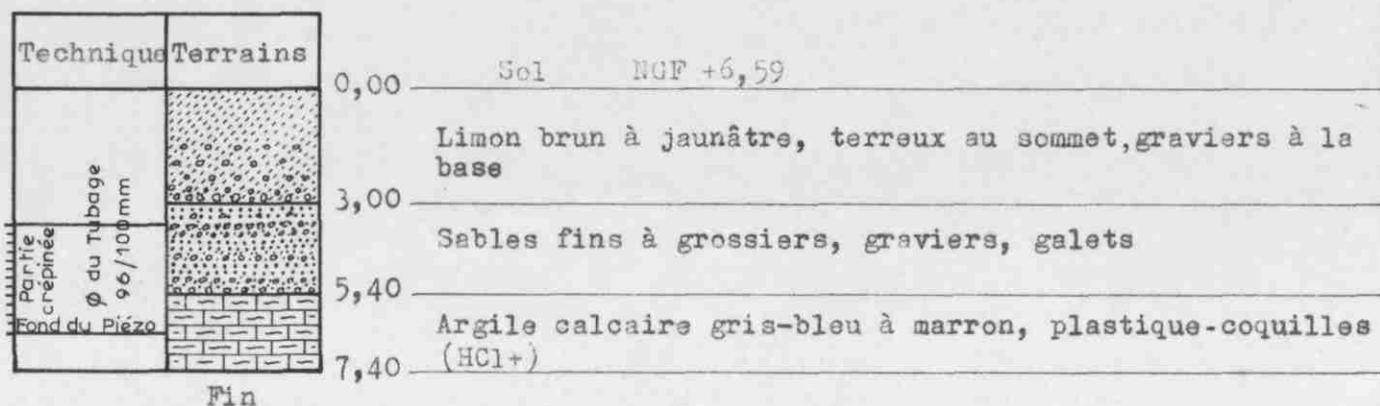
Echelle 1/200°

φ du forage : de 0 à 5,20 = 270 mm (Tarière)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 68

(Sol Bretagne - SB.17)

L O G

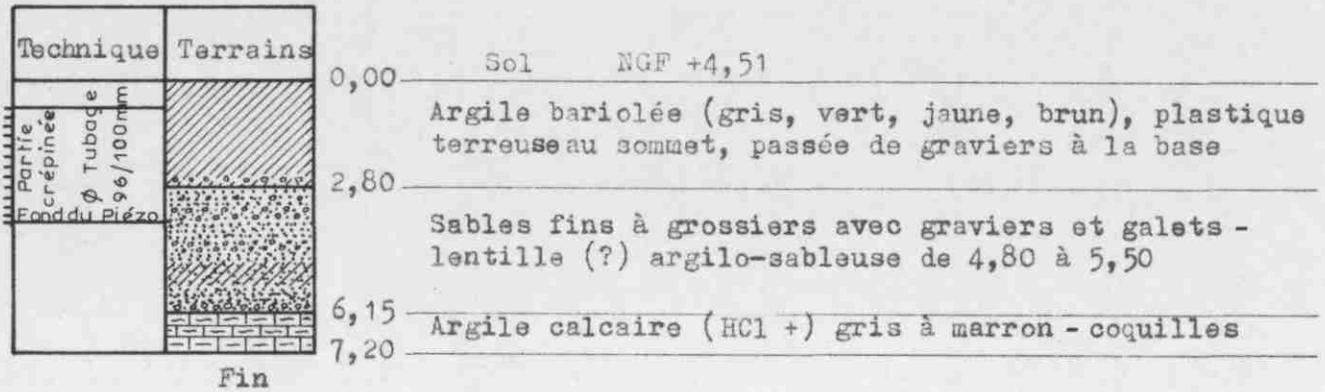


Echelle 1/200°

φ du forage : de 0,00 à 4,60 = 270 mm (Tarière)
de 4,60 à 7,40 = 7" (Soupape)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 69
 (Sol Bretagne - SB.18)

L O G



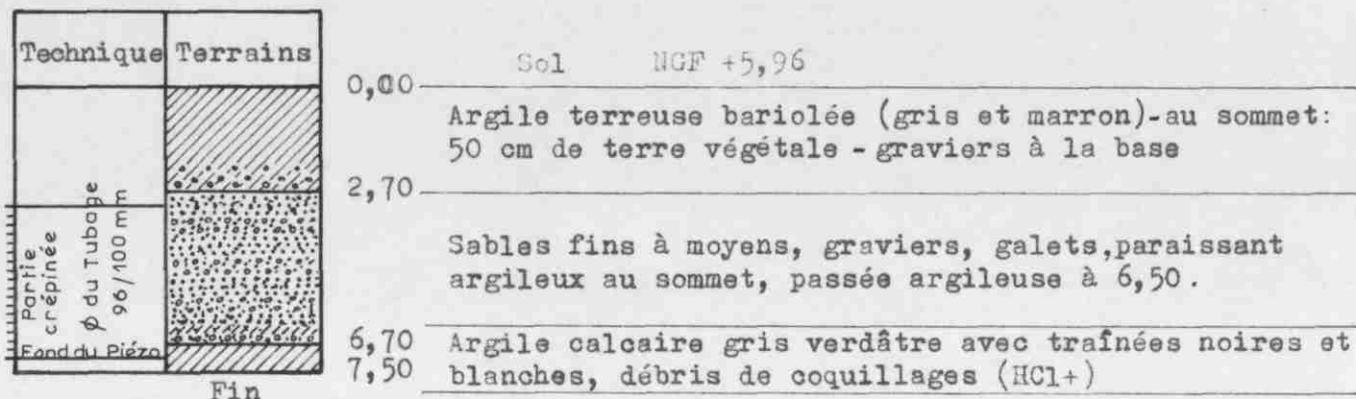
Echelle 1/200°

φ du forage : de 0 à 7,20 = 550 mm (Benne BENOTO)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 70

(Sol Bretagne - SB.19)

L O G



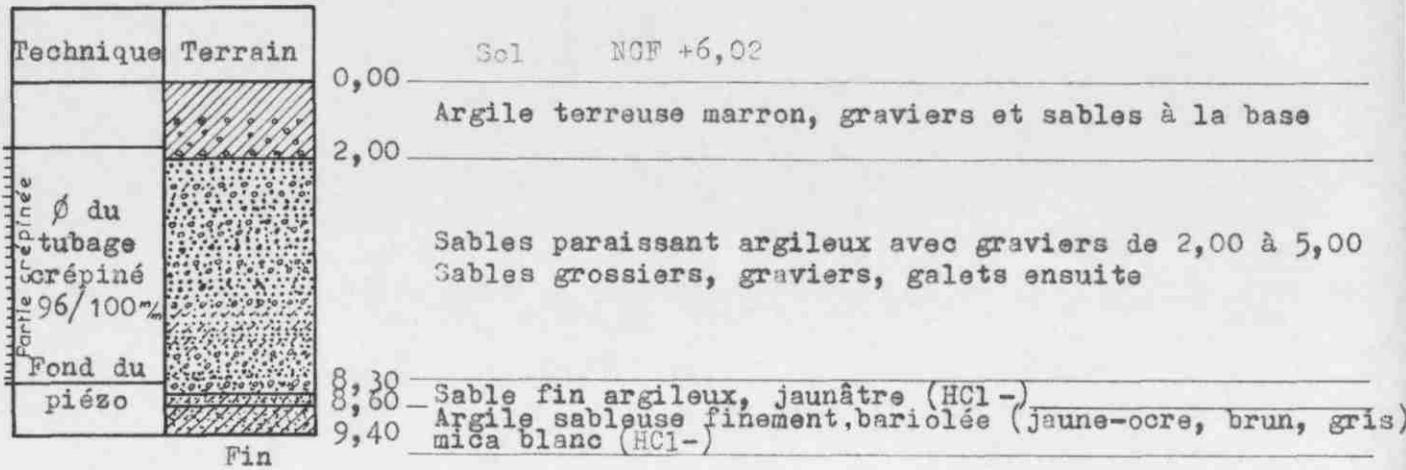
Echelle 1/200°

φ du forage : de 0,00 à 5,50 = 270 mm (Tarière)
de 5,50 à 7,50 = 7" (Soupape)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 71

(Sol Bretagne - SB. 20)

L O G



Echelle 1/200°

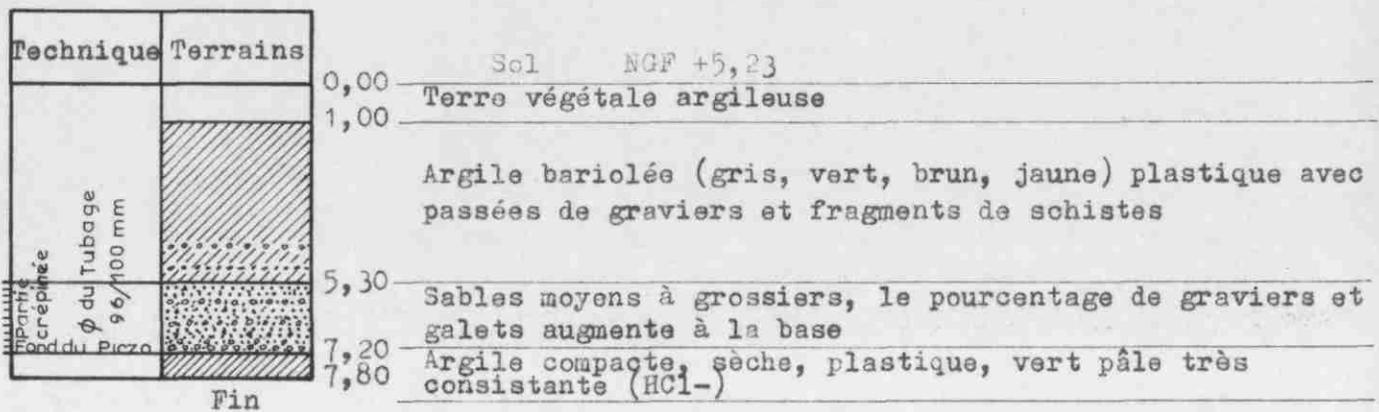
Ø du forage : de 0,00 à 5,50 = 270 mm (Tarière)

de 5,50 à 9,40 = 7 " (Scupape)

N° B.R.G.M. 387 - 8 - 72

(Sol Bretagne - SB.21)

L O G



Echelle 1/200°

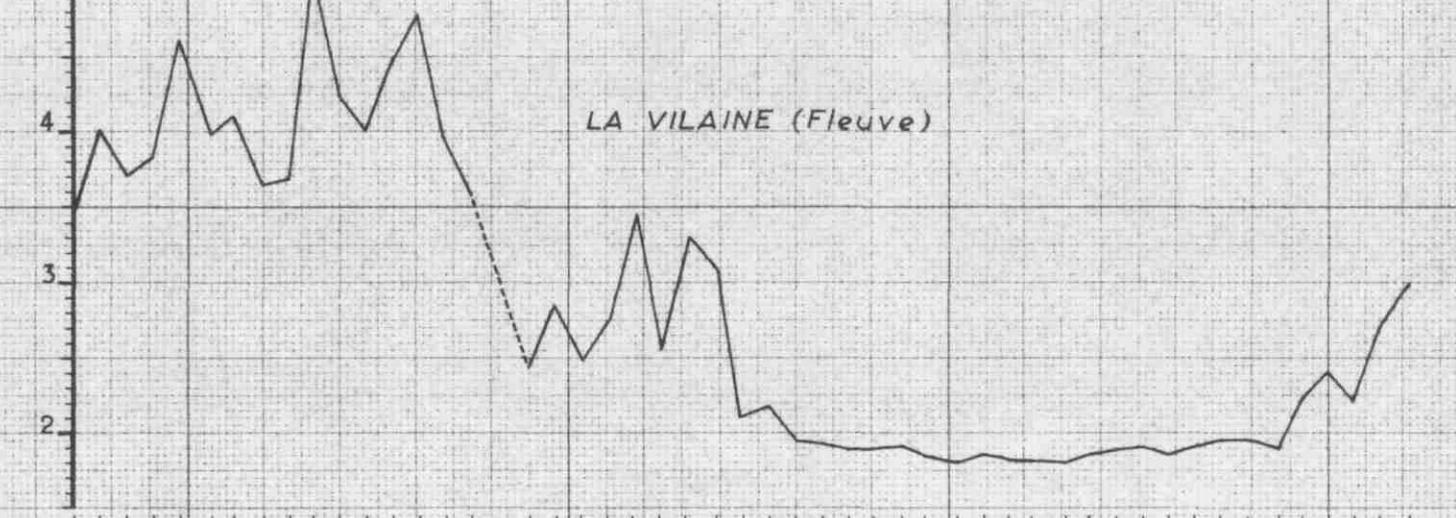
∅ du forage : de 0 à 7,80 = 406 mm (Benne BENOTO)

ANNEXE II

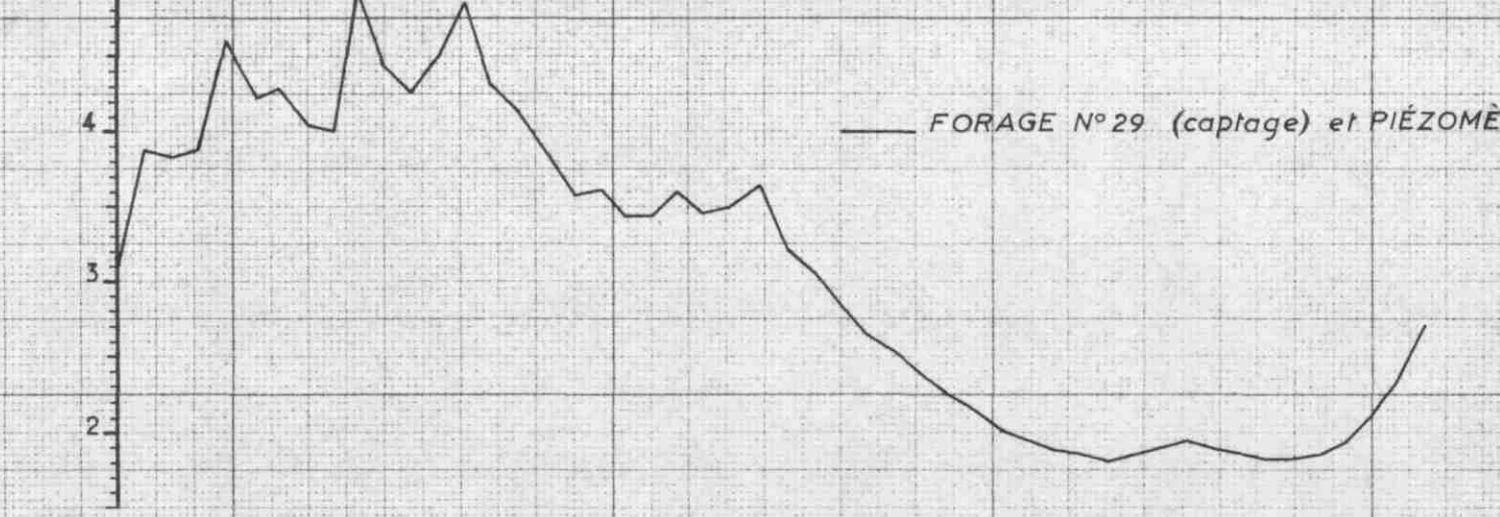
GRAPHIQUES DES FLUCTUATIONS

GRAPHIQUE DES FLUCTUATIONS

+ 5 NGF



NGF + 5

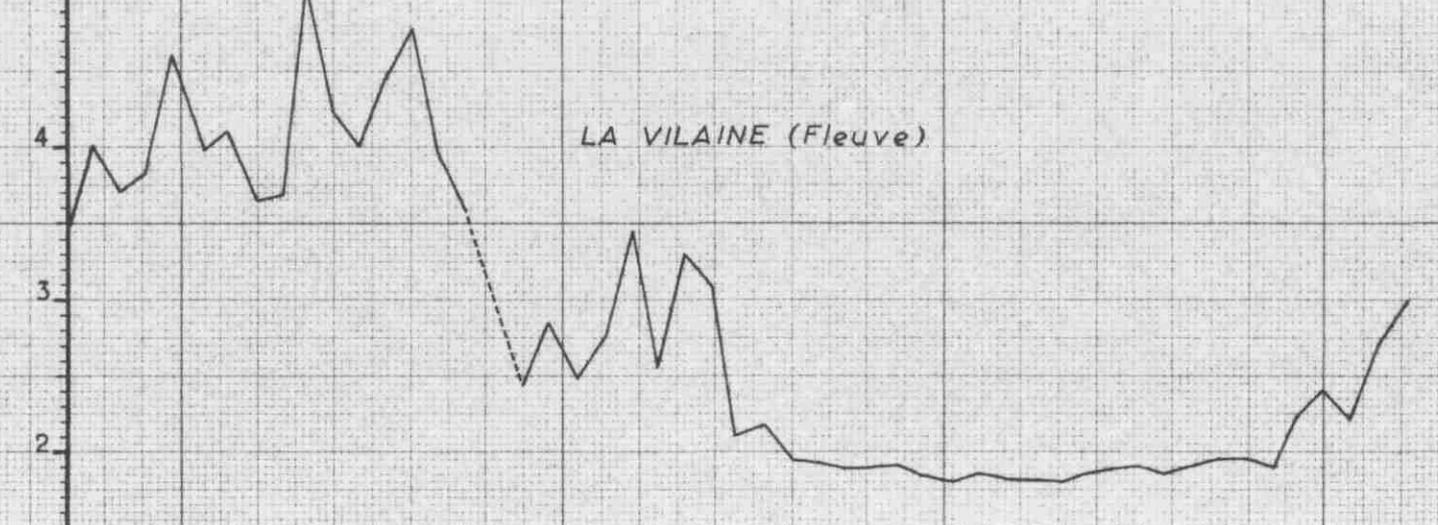


50 mm



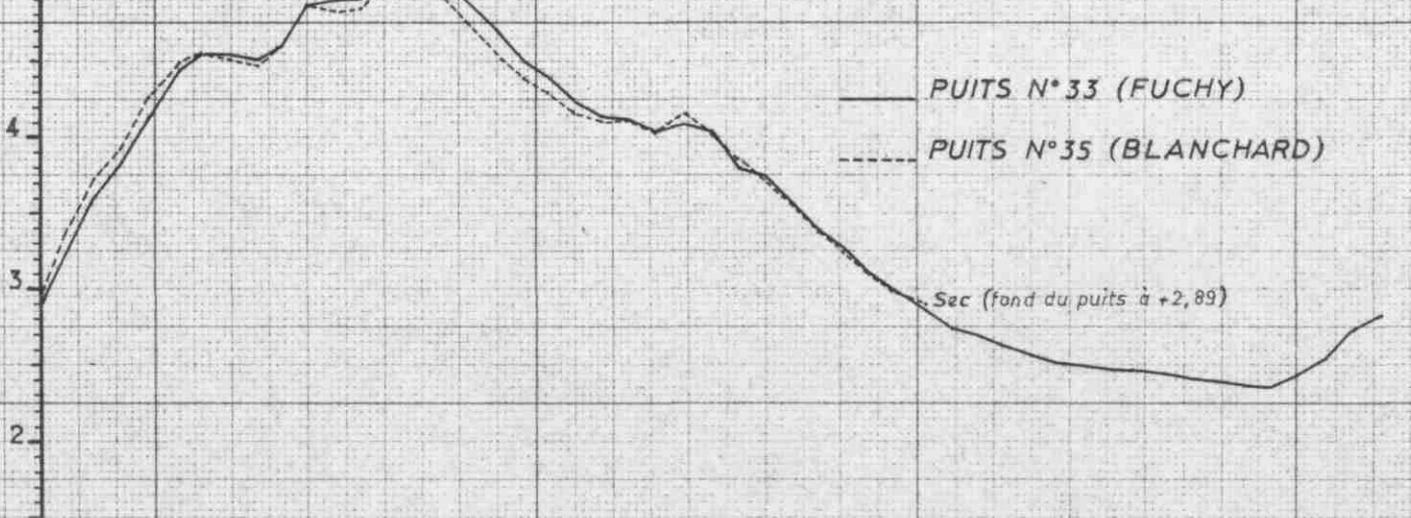
GRAPHIQUE DES FLUCTUATIONS

+ 5 NGF



NGF + 5

D I J F M A M J J A S O N D 1969

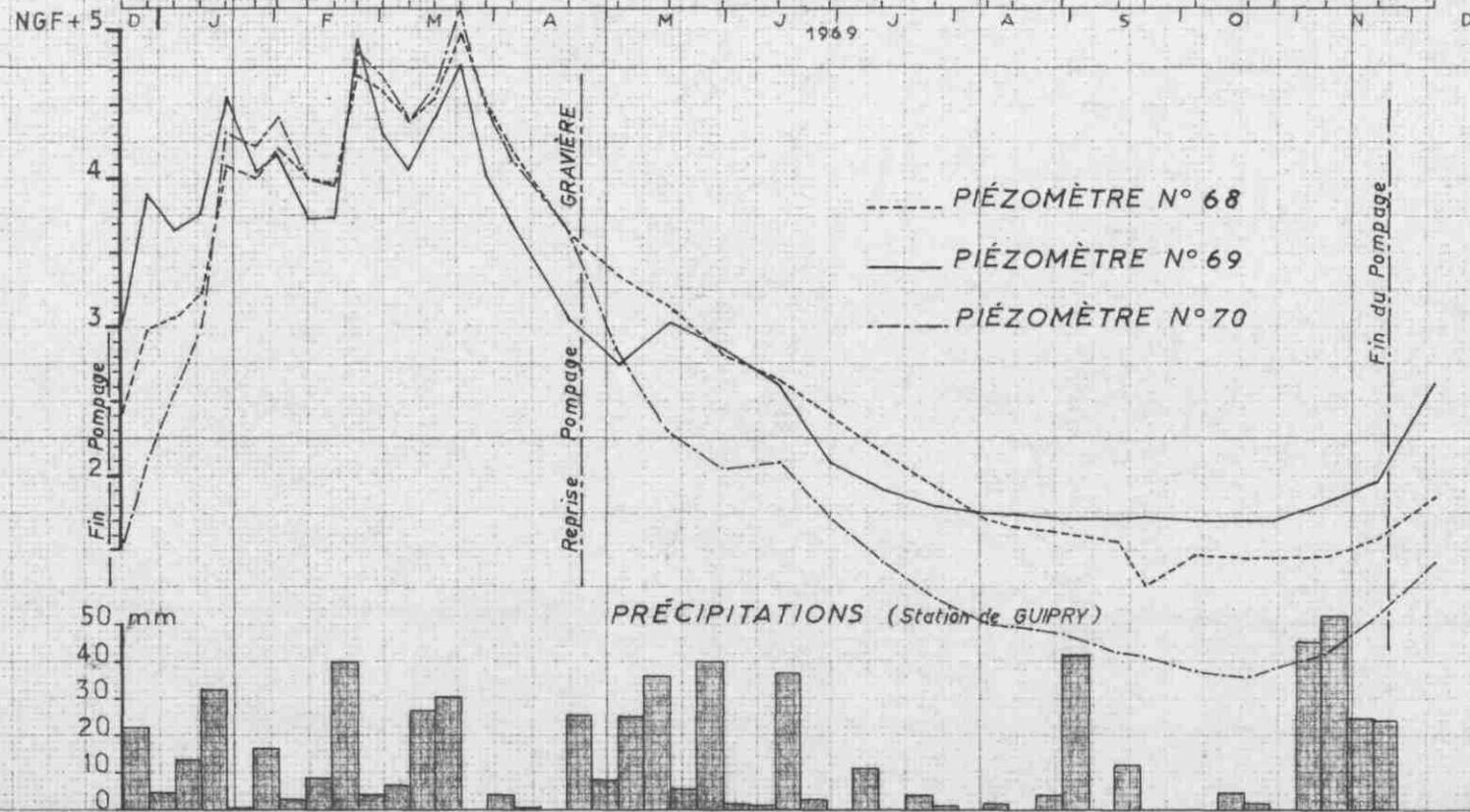
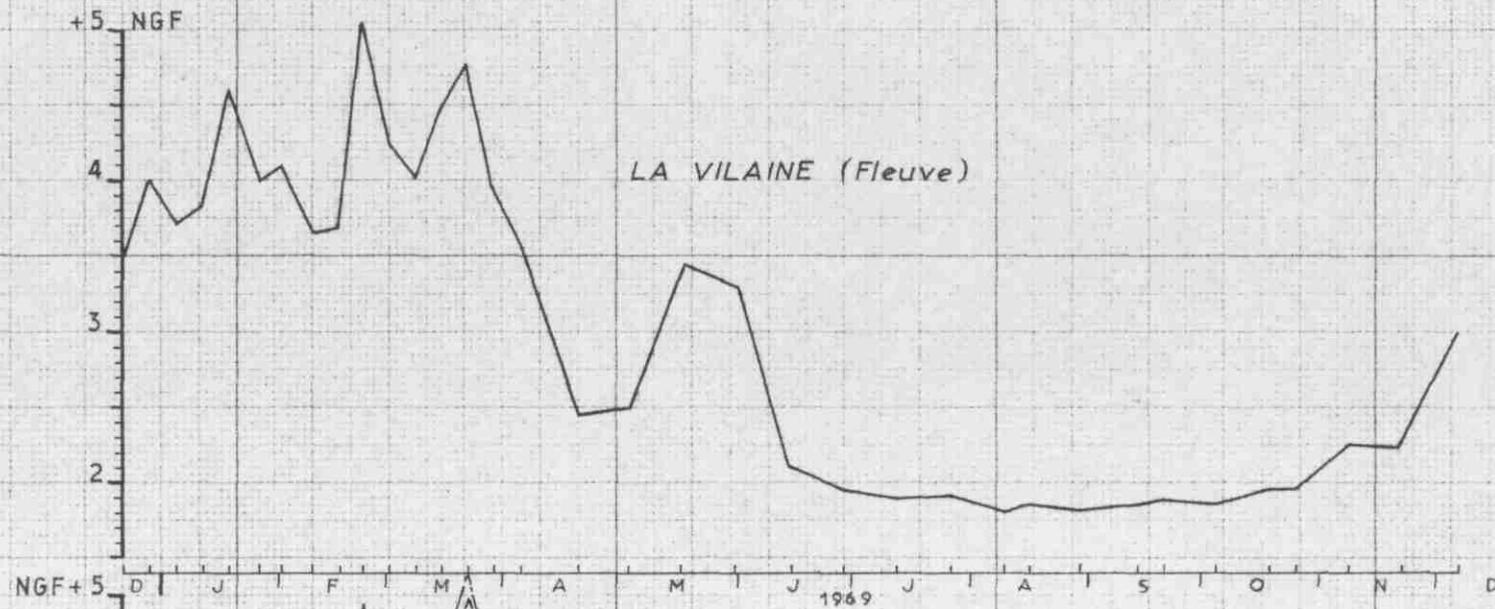


50 mm

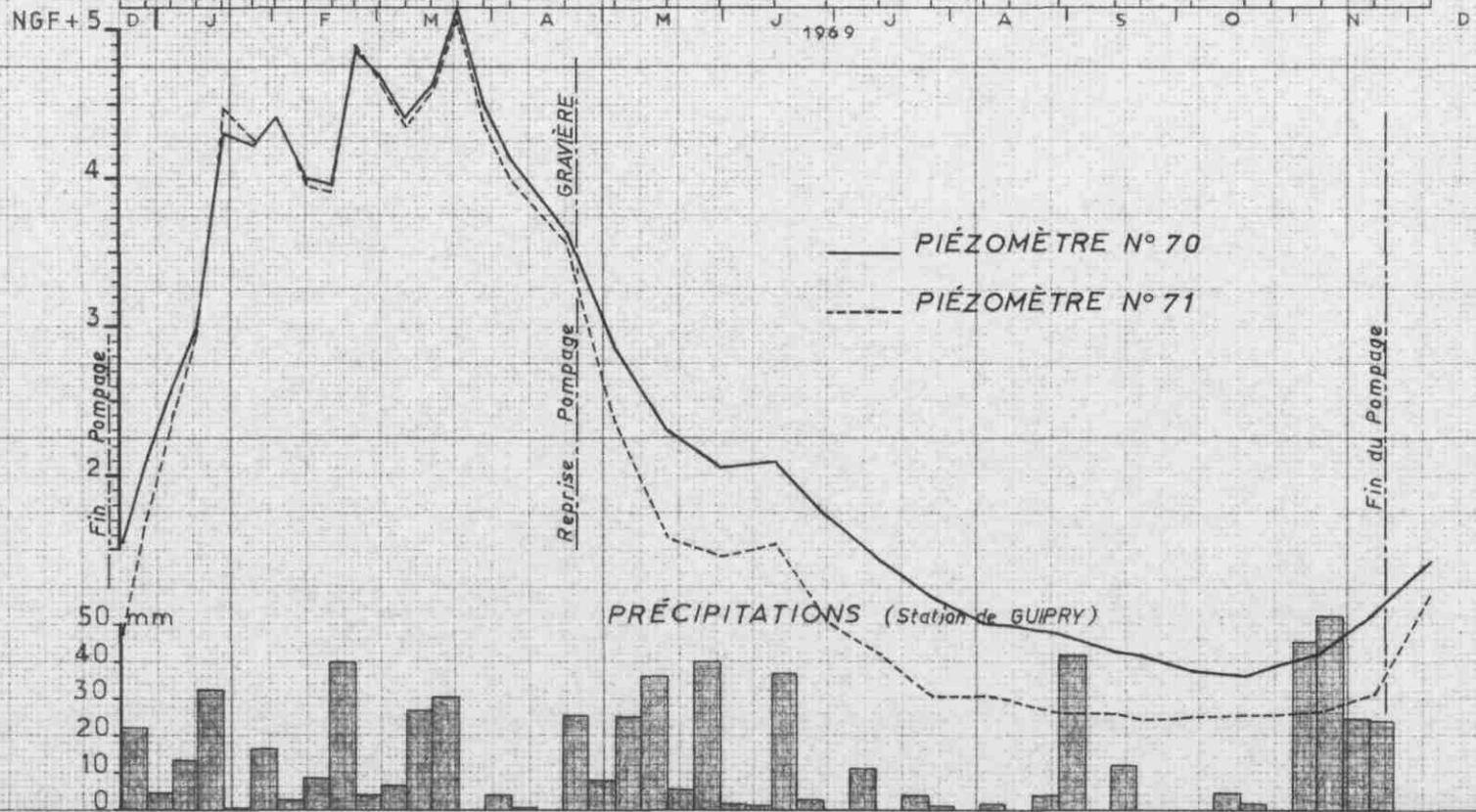
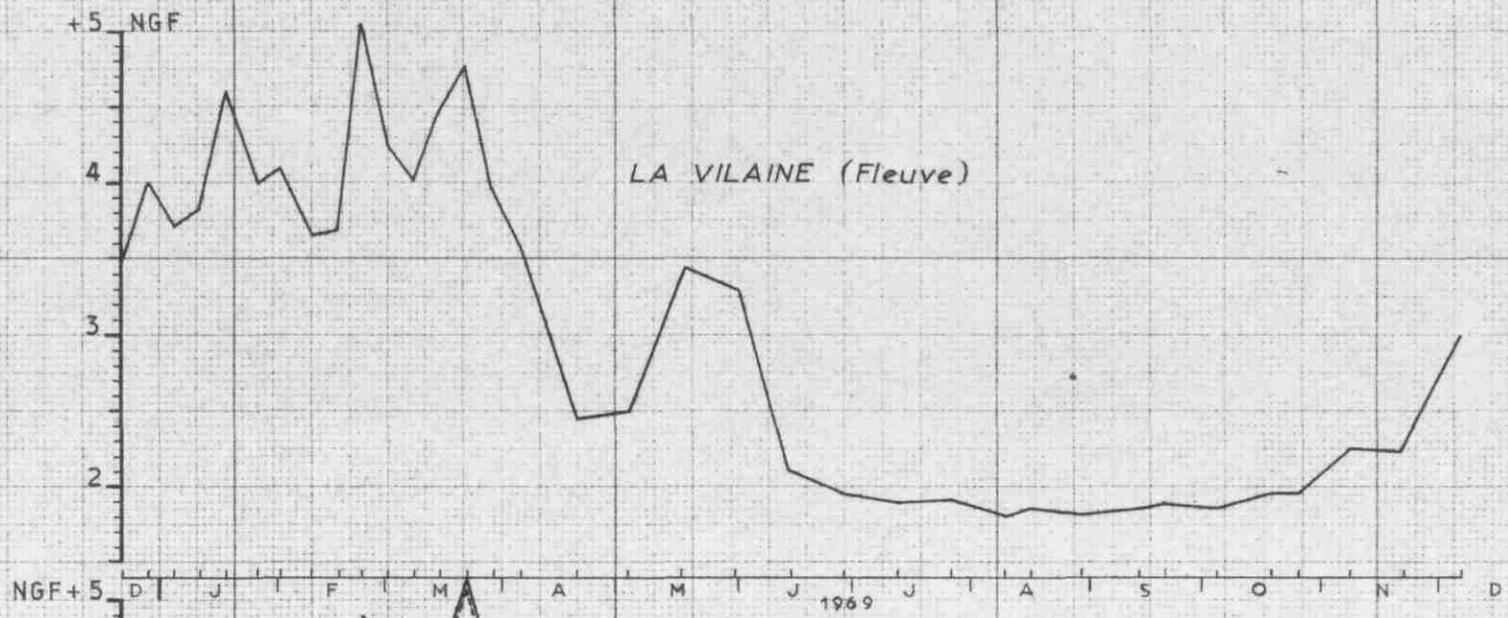
PRÉCIPITATIONS (Station de GUIPRY)



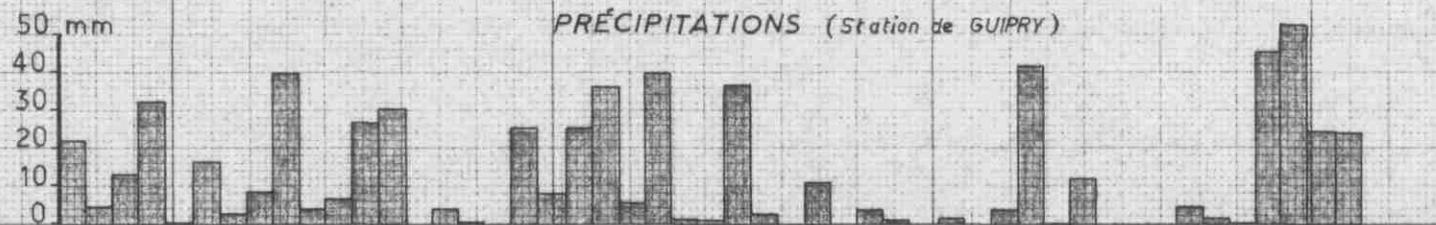
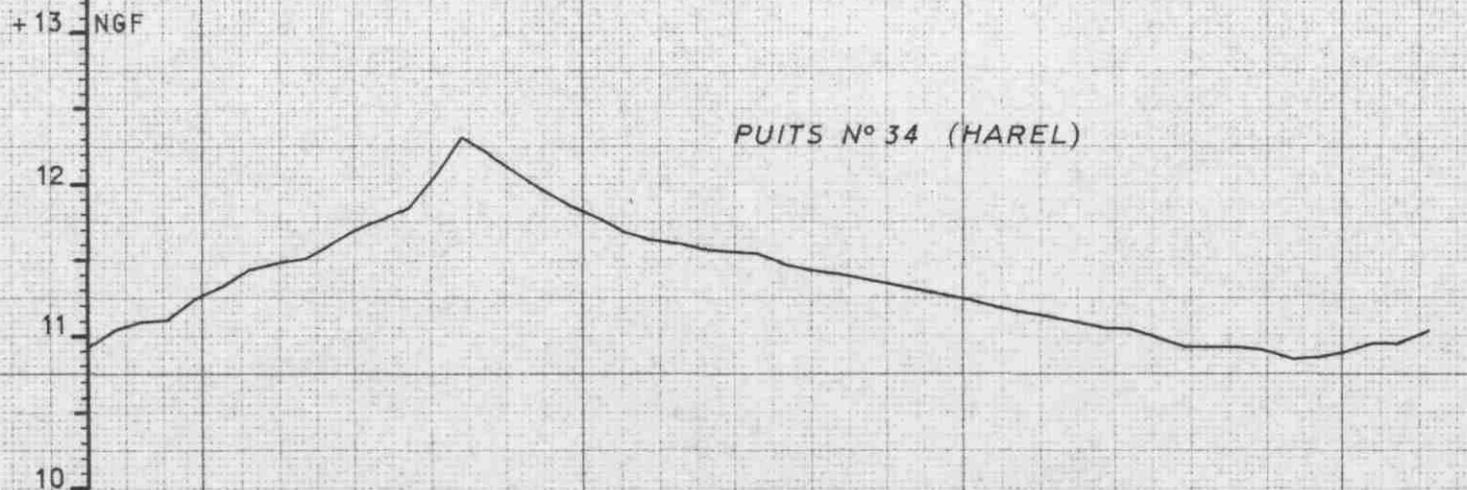
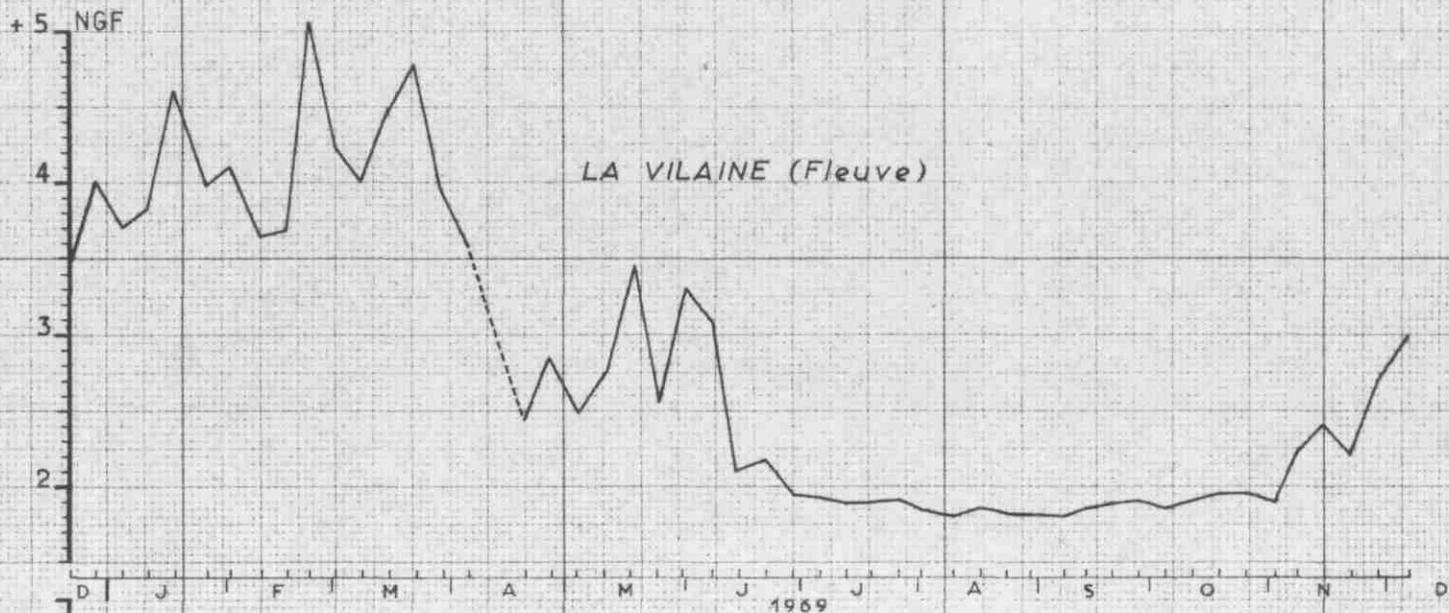
GRAPHIQUE DES FLUCTUATIONS



GRAPHIQUE DES FLUCTUATIONS



GRAPHIQUE DES FLUCTUATIONS



GRAPHIQUE DES FLUCTUATIONS

+ 5 NGF

LA VILAINE (Fleuve)

NGF + 5 D I J J A S O N D 1969

PIÉZOMÈTRE N° 54

PIÉZOMÈTRE N° 59

50 mm

PRÉCIPITATIONS (Station de GUIPRY)

GRAPHIQUE DES FLUCTUATIONS

+ 5 NGF

LA VILAINE (Fleuve)

NGF + 5 D I J J A S O N D 1969

Inondé

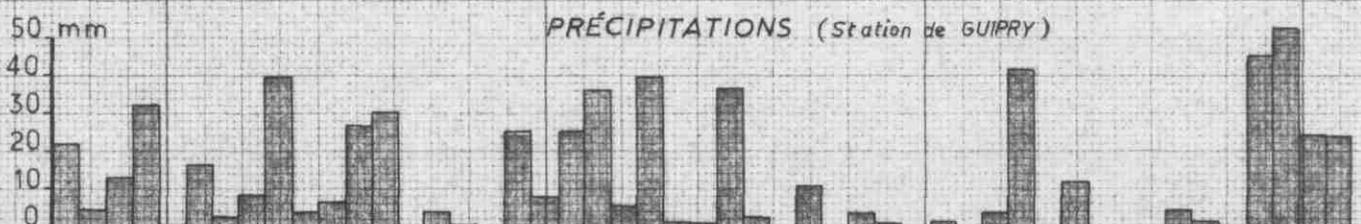
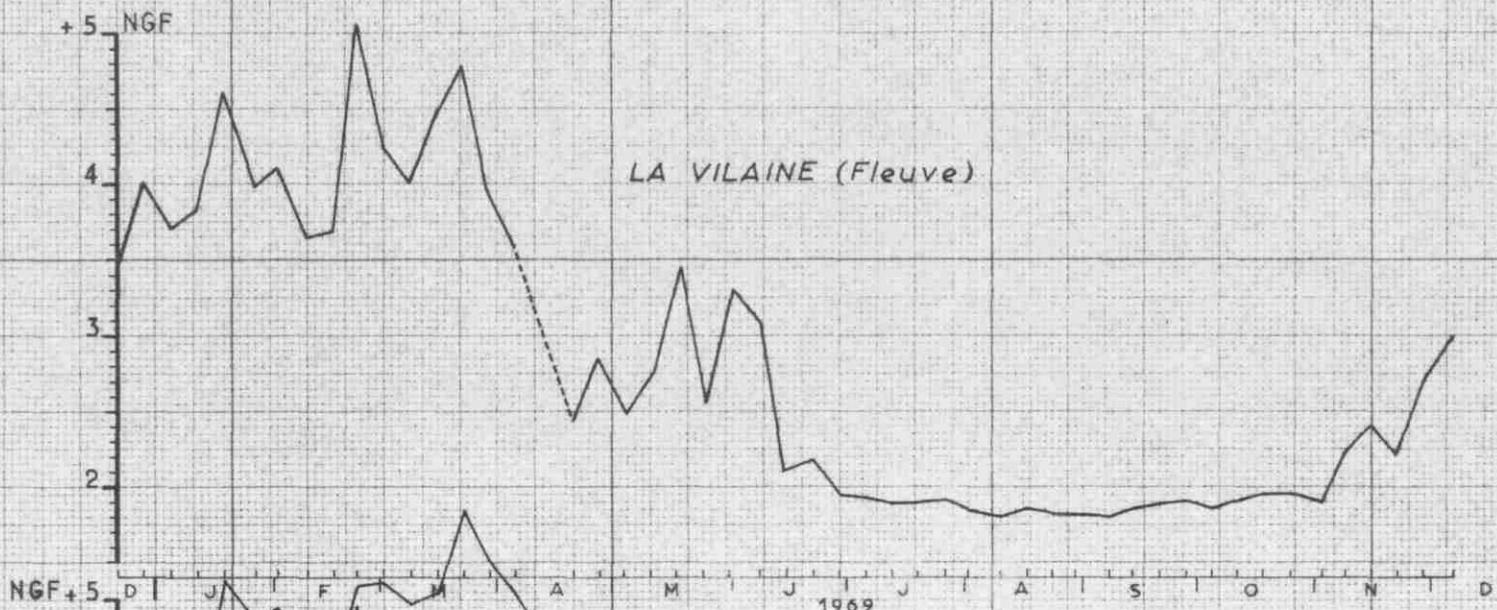
PIÉZOMÈTRES N° 55 et 56

PIÉZOMÈTRE N° 65

PRÉCIPITATIONS (Station de GUIPPY)

50 mm

GRAPHIQUE DES FLUCTUATIONS



BASSIN TERTIAIRE DE LANGON (I.&V.)

Plan de Situation des Ouvrages Etudiés

LEGENDE

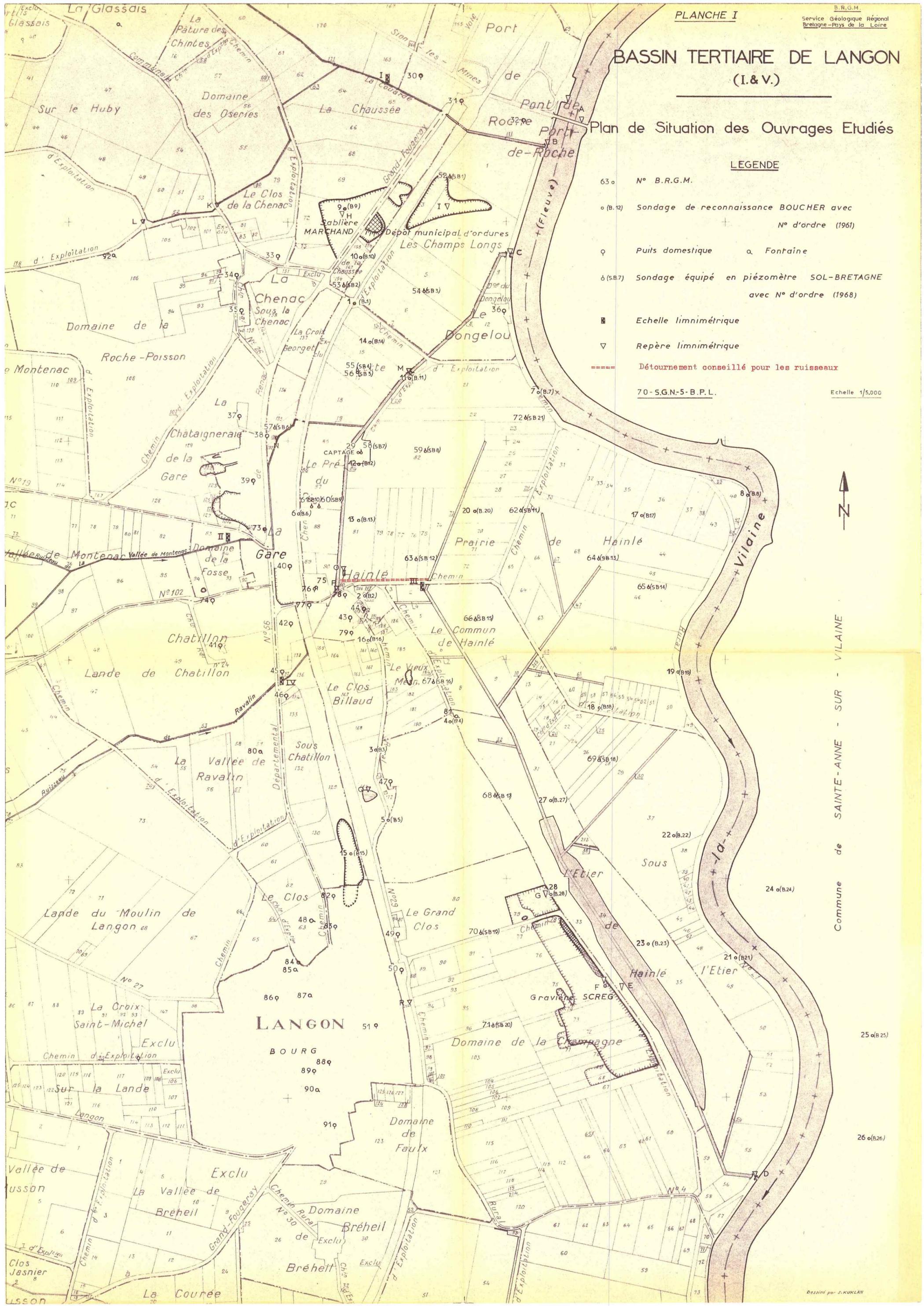
- 63 o N° B.R.G.M.
- o (B.12) Sondage de reconnaissance BOUCHER avec N° d'ordre (1961)
- q Puits domestique a Fontaine
- o (S.B.7) Sondage équipé en piézomètre SOL-BRETAGNE avec N° d'ordre (1968)
- Echelle limnimétrique
- ▽ Repère limnimétrique
- ==== Détournement conseillé pour les ruisseaux

70-S.G.N.5-B.P.L.

Echelle 1/5,000



Commune de SAINTE-ANNE - SUR - VILAINE



BASSIN TERTIAIRE DE LANGON (I & V)

Limites des formations aquifères

— LEGENDE —

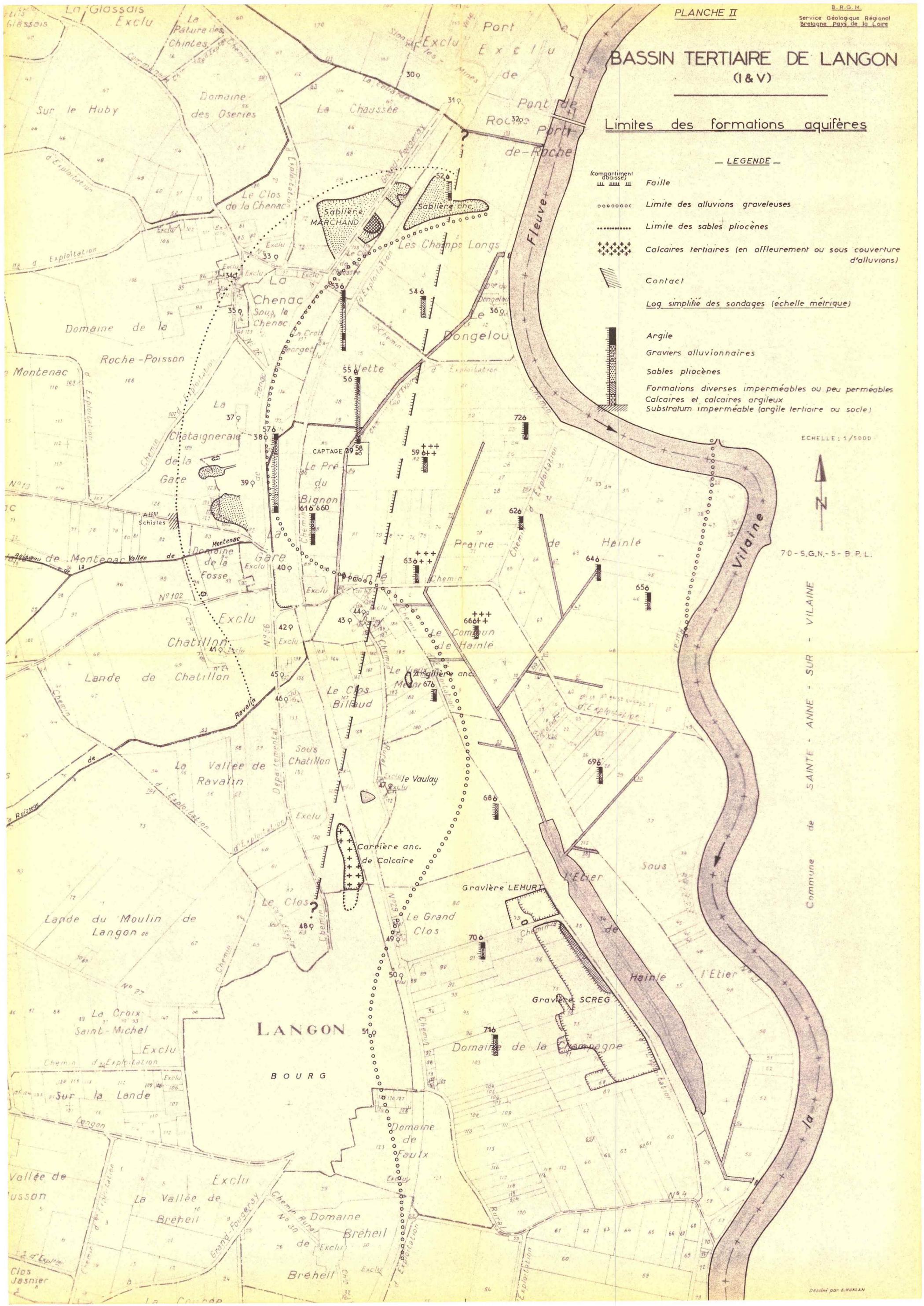
- (compartiment abaissé) Faille
- Limite des alluvions graveleuses
- Limite des sables pliocènes
- +++++ Calcaires tertiaires (en affleurement ou sous couverture d'alluvions)
- Contact
- Log simplifié des sondages (échelle métrique)
- Argile
- Graviers alluvionnaires
- Sables pliocènes
- Formations diverses imperméables ou peu perméables
- Calcaires et calcaires argileux
- Substratum imperméable (argile tertiaire ou socle)

ECHELLE : 1/5000

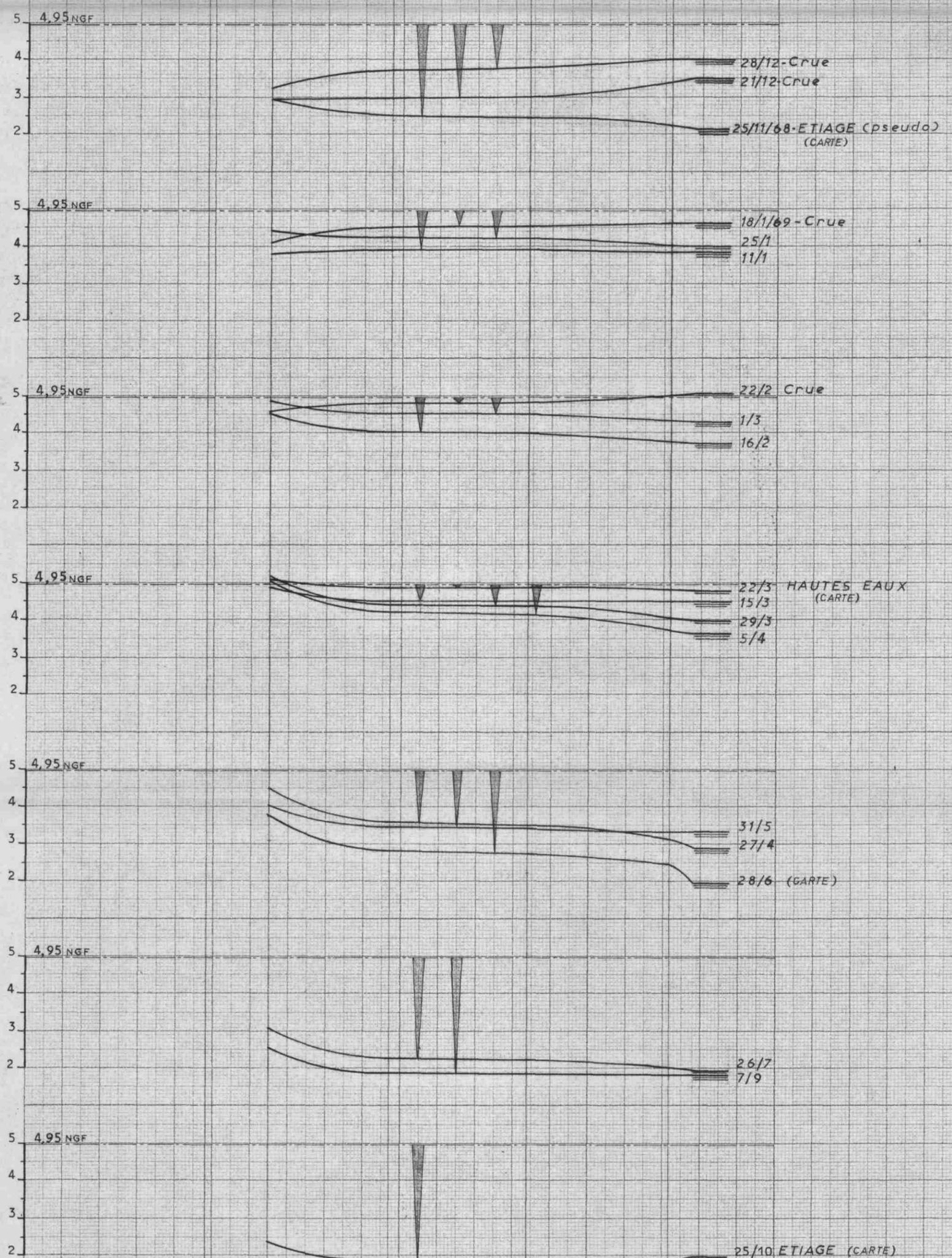
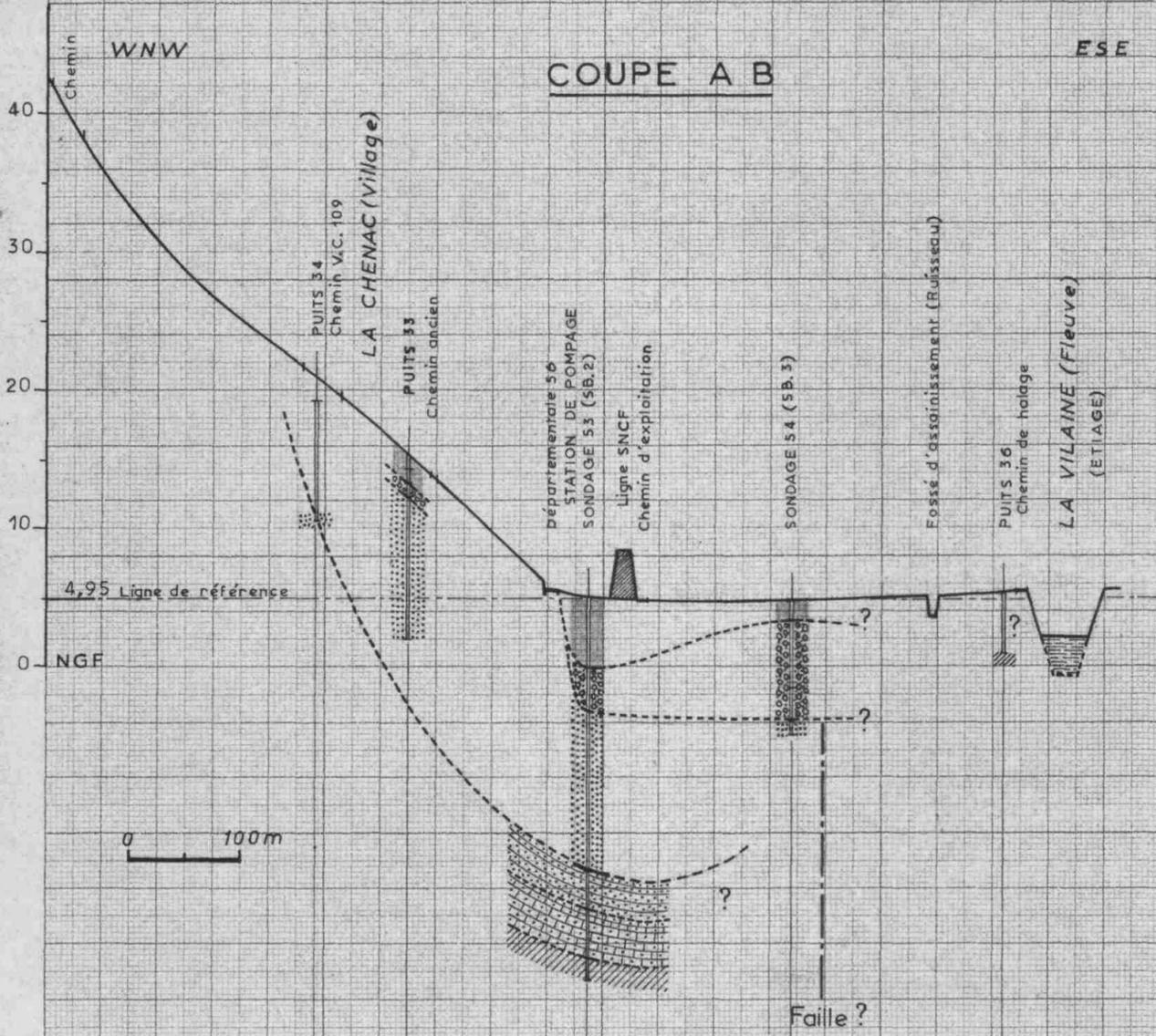


70-S.G.N.-5-B.P.L.

Commune de SAINTE-ANNE-SUR-VILAINE



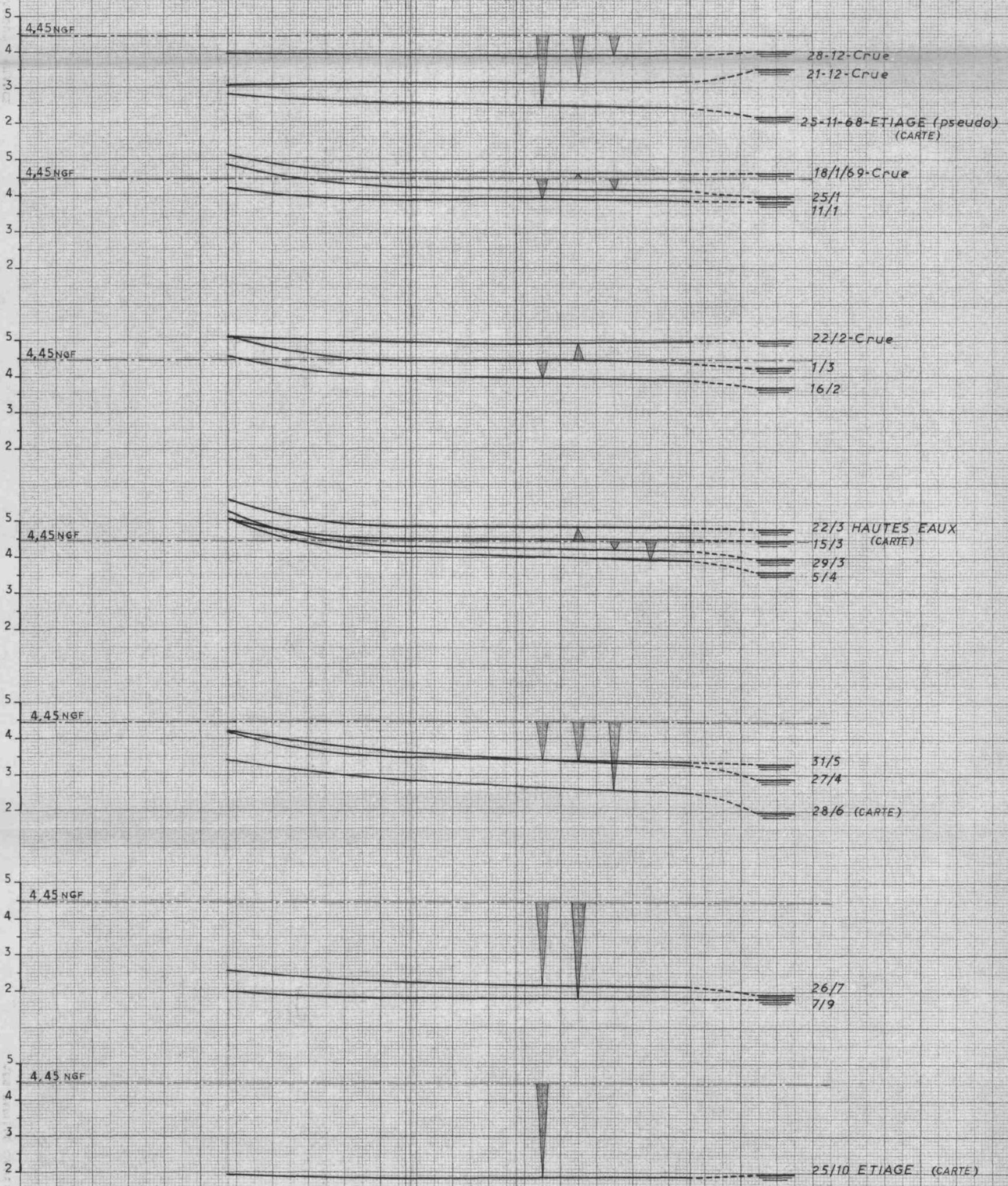
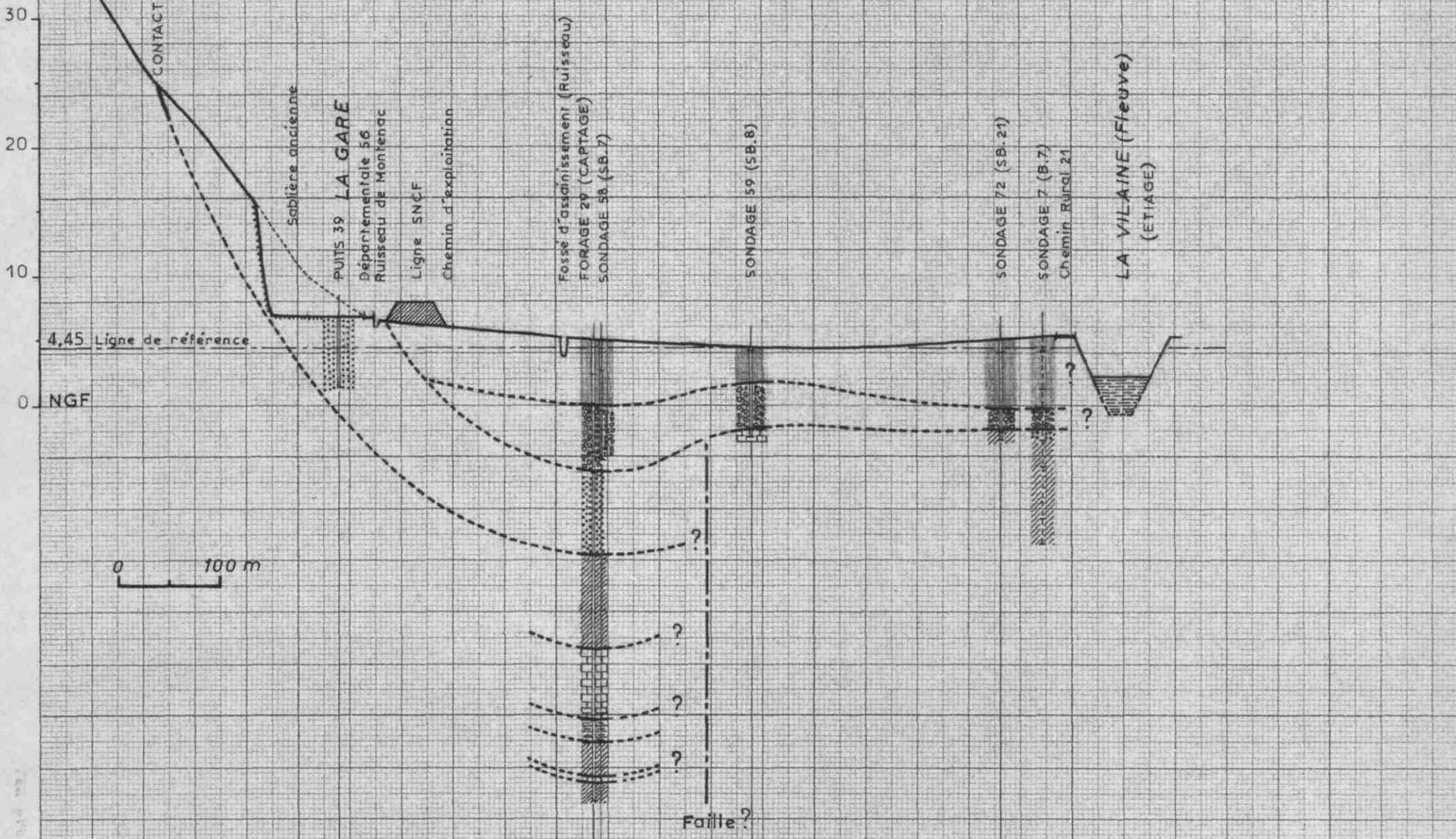
COUPE A B



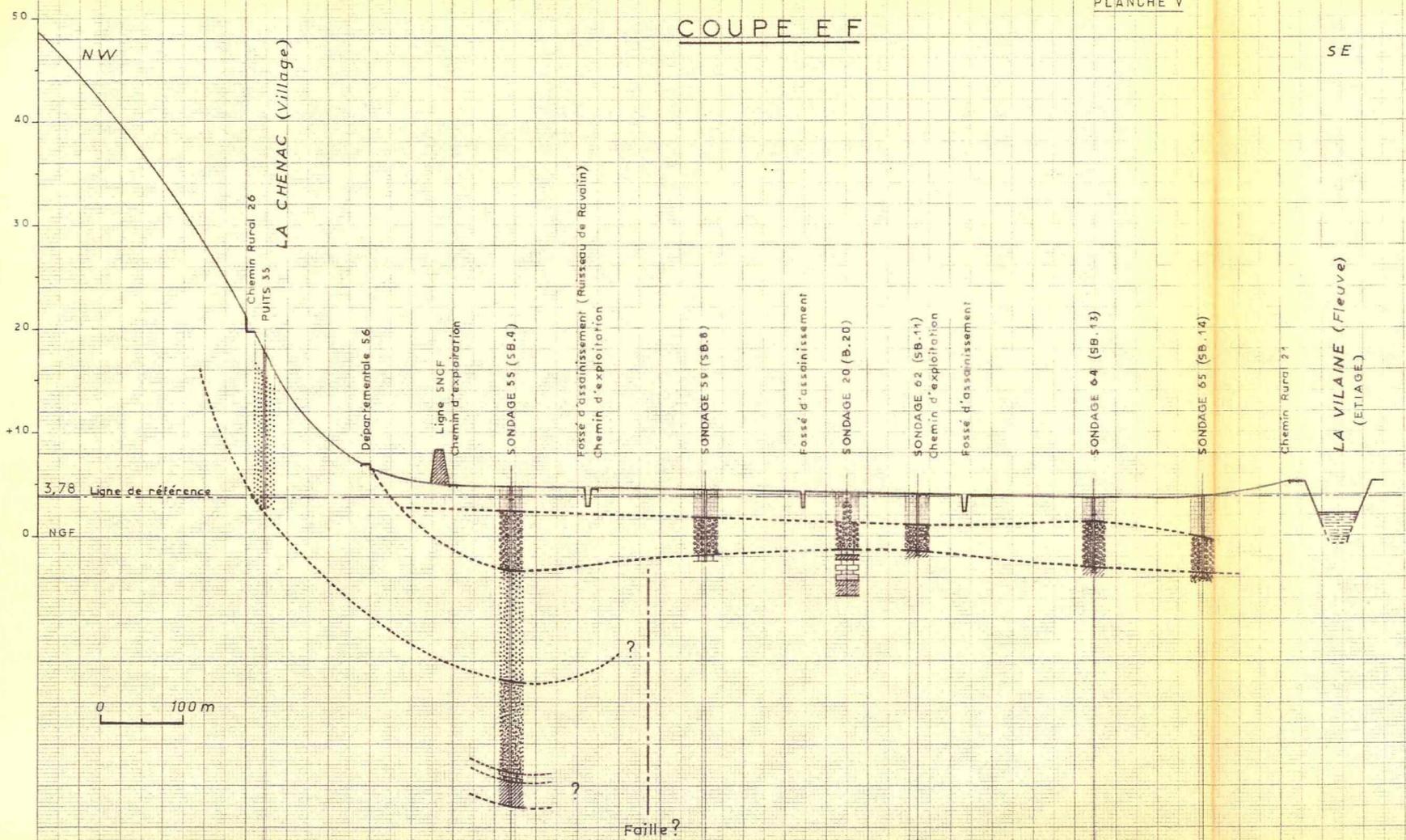
COUPE C D

WSW

ENE



COUPE E F



BASSIN TERTIAIRE DE LANGON (I-et-V)

CARTE DE LA SURFACE PIEZOMETRIQUE
au 25 NOVEMBRE 1968

"Pseudo-étiage"

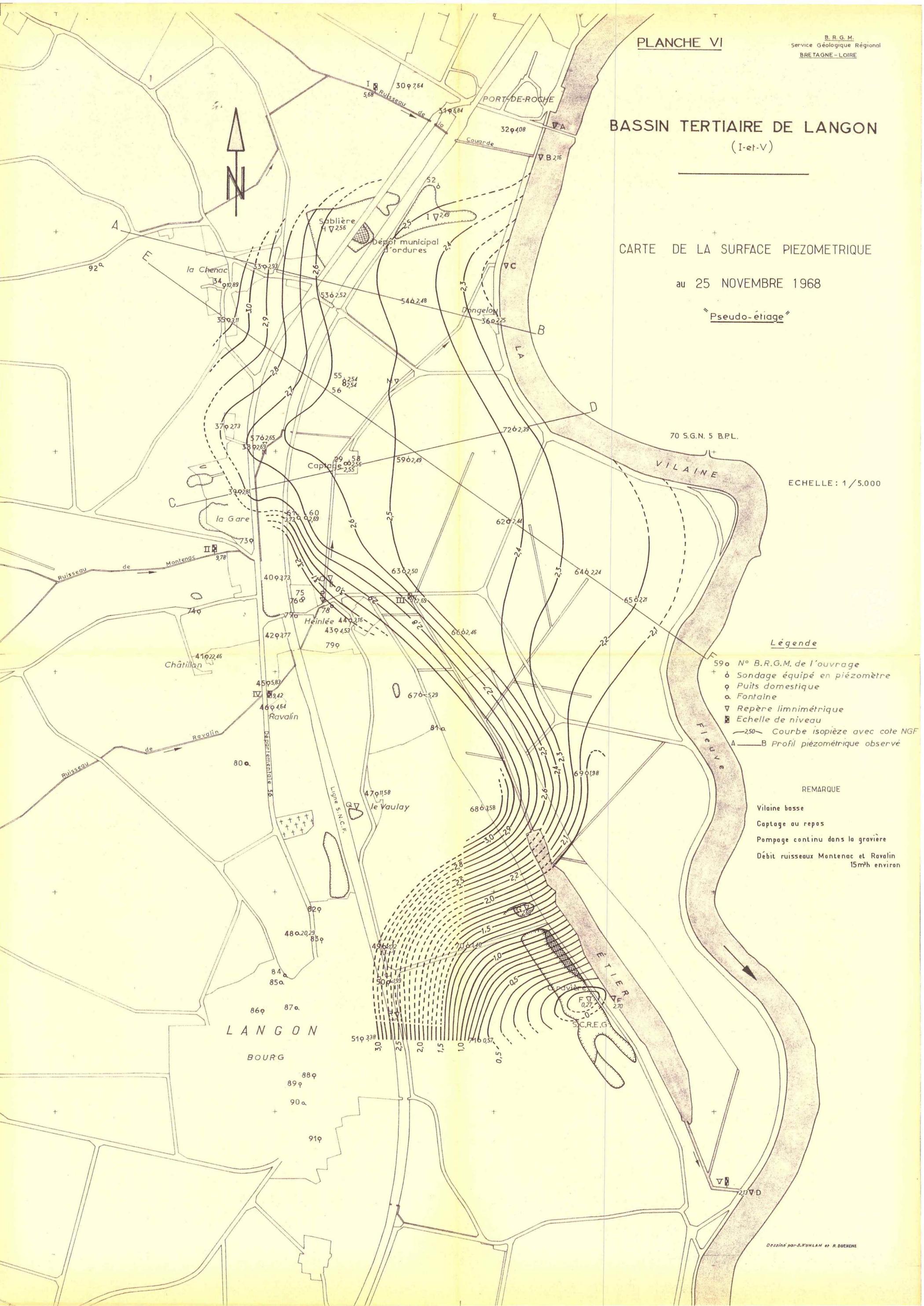
ECHELLE: 1/5.000

Légende

- 590 N° B.R.G.M. de l'ouvrage
- δ Sondage équipé en piézomètre
- φ Puits domestique
- α Fontaine
- ▽ Repère limnimétrique
- II Echelle de niveau
- 250— Courbe isopièze avec cote NGF
- A—B Profil piézométrique observé

REMARQUE

- Vilaine basse
- Captage au repos
- Pompage continu dans la gravière
- Débit ruisseaux Montenac et Ravalin
15m³ environ



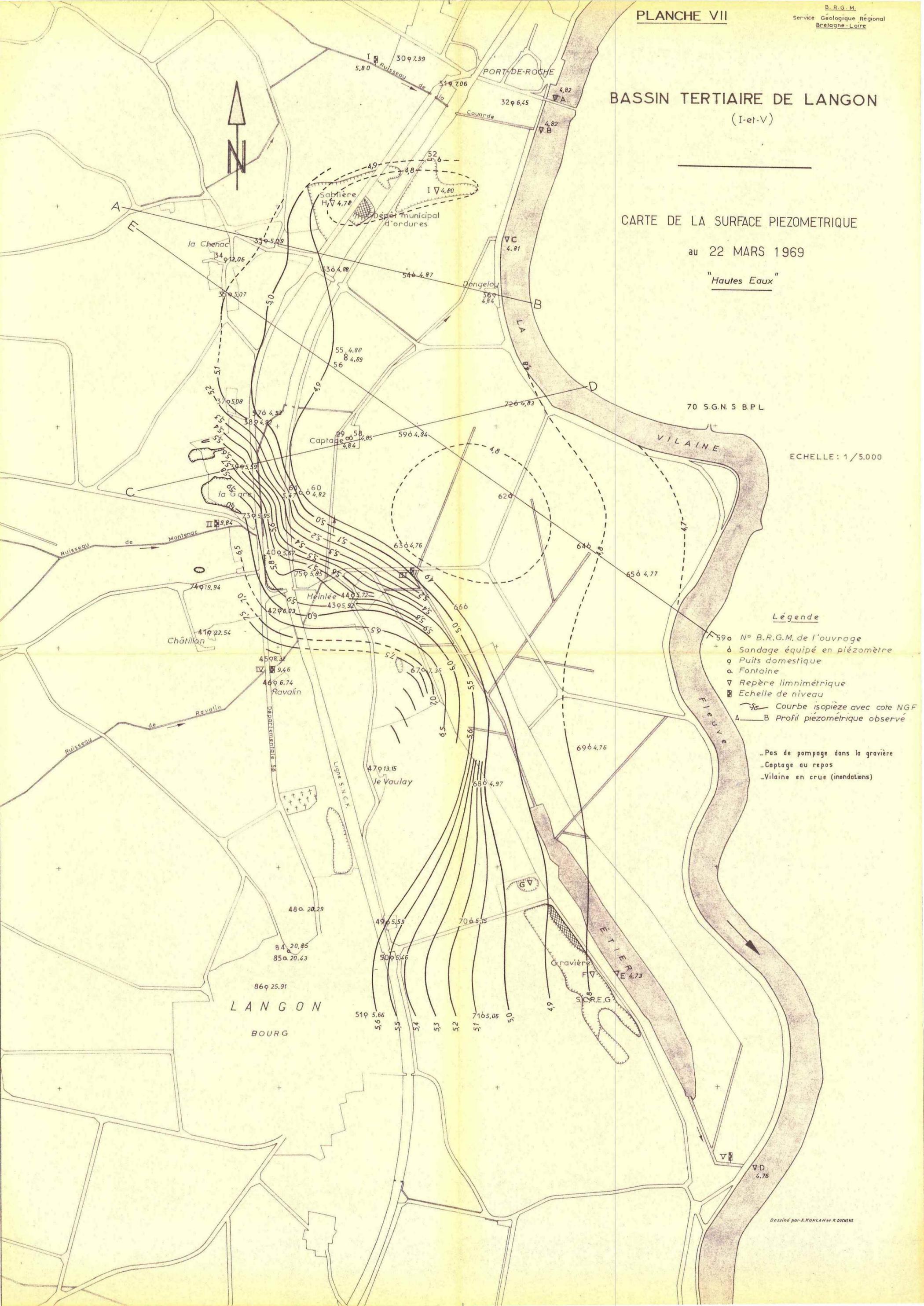
BASSIN TERTIAIRE DE LANGON (I-et-V)

CARTE DE LA SURFACE PIEZOMETRIQUE

au 22 MARS 1969

"Hautes Eaux"

ECHELLE: 1/5.000



Légende

- 590 N° B.R.G.M. de l'ouvrage
- o Sondage équipé en piézomètre
- o Puits domestique
- o Fontaine
- ∇ Repère limnimétrique
- Echelle de niveau
- Courbe isopièze avec cote NGF
- A—B Profil piézométrique observé

- Pas de pompage dans la gravière
- Captage au repos
- Vilaine en crue (inondations)

BASSIN TERTIAIRE DE LANGON (I-et-V)

CARTE DE LA SURFACE PIÉZOMÉTRIQUE au 28 JUIN 1969

"Période transitoire"

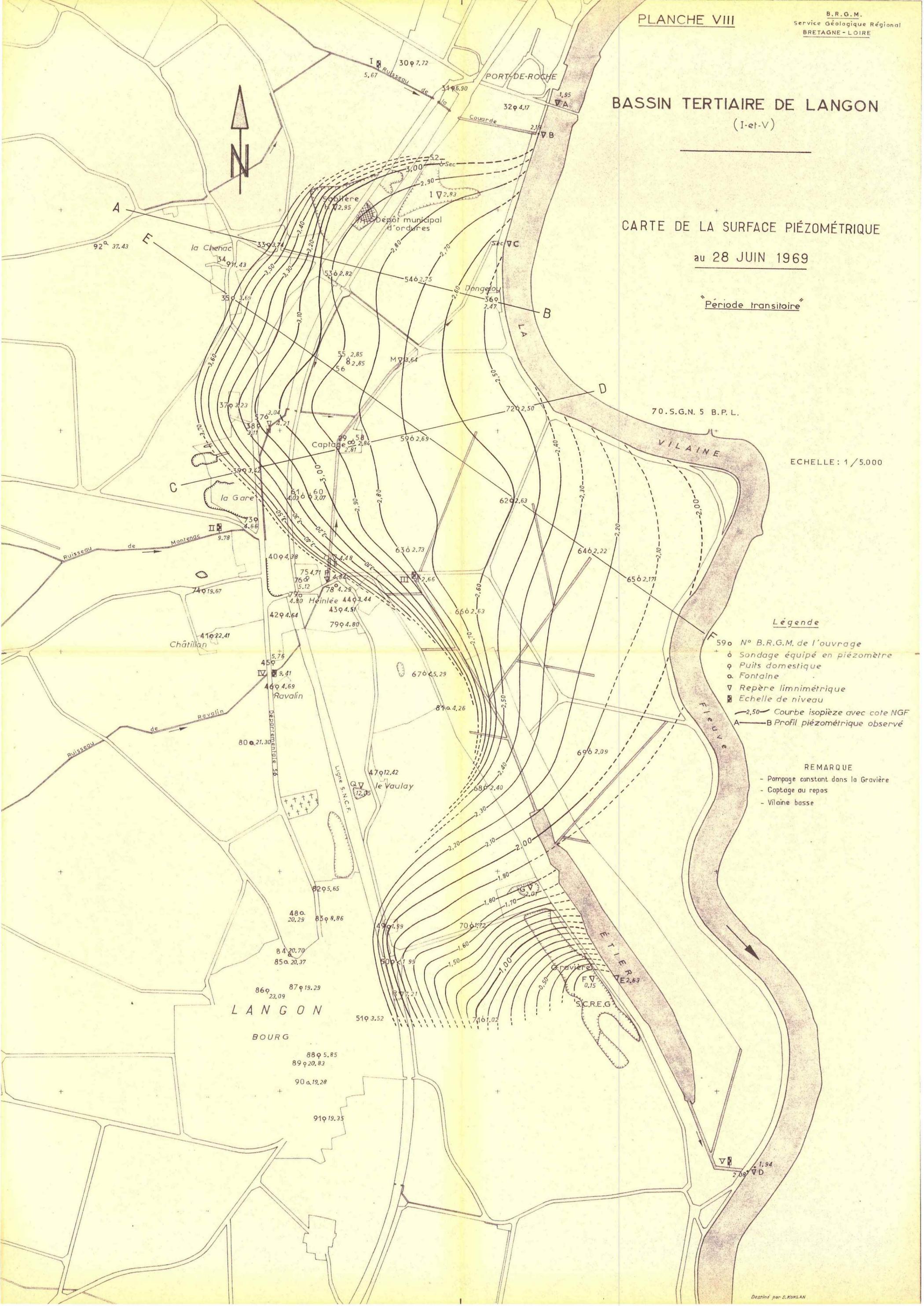
ECHELLE: 1/5.000

Légende

- 590 N° B.R.G.M. de l'ouvrage
- o Sondage équipé en piézomètre
- q Puits domestique
- a Fontaine
- ∇ Repère limnimétrique
- Echelle de niveau
- 2,50- Courbe isopièze avec cote NGF
- A-B Profil piézométrique observé

REMARQUE

- Pompage constant dans la Gravière
- Captage au repos
- Vilaine basse



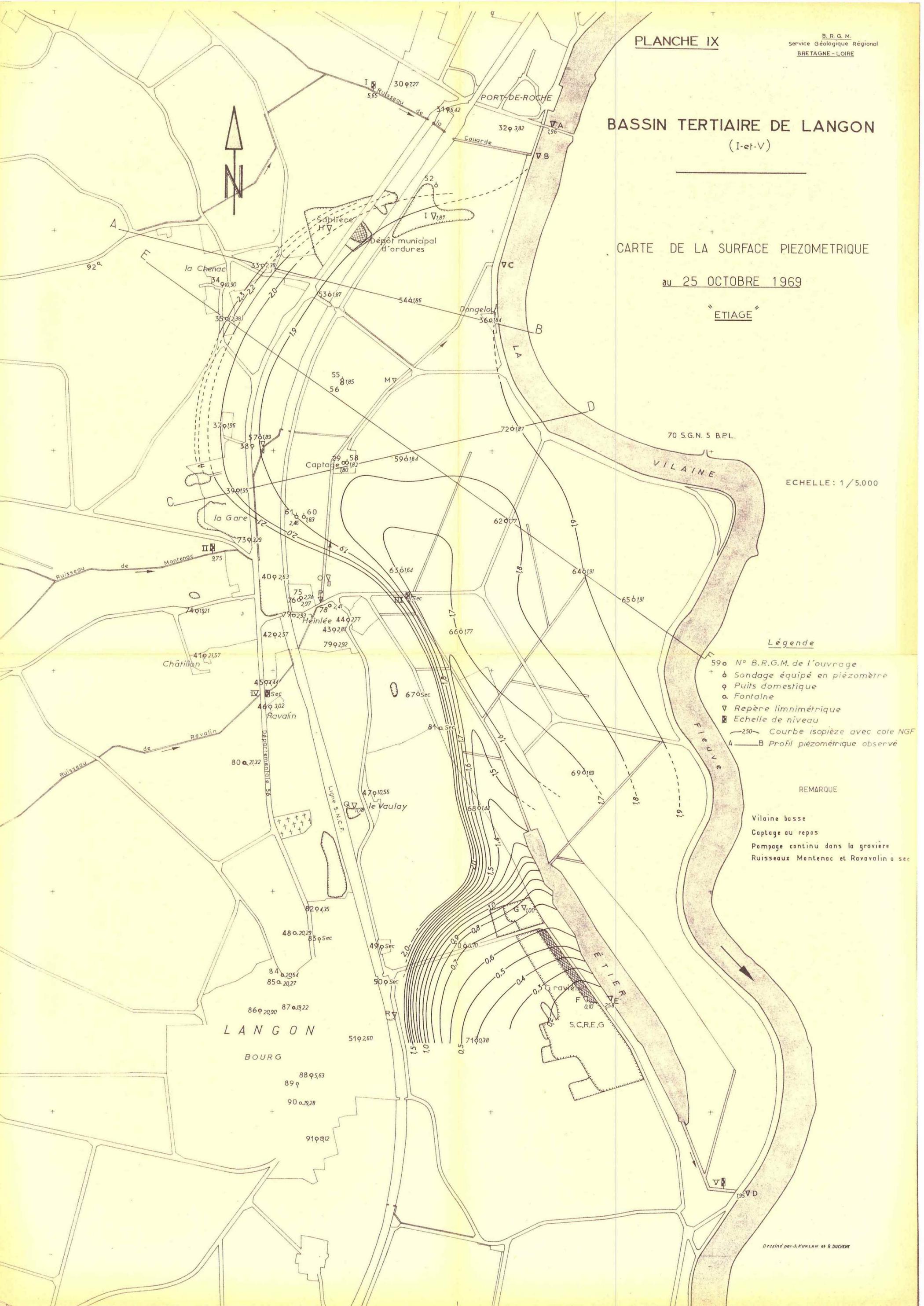
BASSIN TERTIAIRE DE LANGON (I-et-V)

CARTE DE LA SURFACE PIEZOMETRIQUE

au 25 OCTOBRE 1969

"ETIAGE"

ECHELLE: 1/5.000



Légende

- 59° N° B.R.G.M. de l'ouvrage
- + b Sondage équipé en piézomètre
- q Puits domestique
- o Fontaine
- ∇ Repère limnimétrique
- Echelle de niveau
- 250— Courbe isopièze avec cote NGF
- A—B Profil piézométrique observé

REMARQUE

Vilaine basse
 Captage au repos
 Pompage continu dans la gravière
 Ruisseaux Monténac et Ravalin à sec