

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT
INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE

BUREAU DE RECHERCHES
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 - 45 Orléans (02)

Tél.: (38) 86.06.60

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT

GROUPE D'ÉTUDE ET DE PROGRAMMATION

3, place Ste Melaine, 35 Rennes

Tél.: (99) 30.57.01

ÉTUDE DE PLANS D'EAU AU SUD DE RENNES (35)

S.D.A.U

par

L. BRUNEL et J. DEPAGNE



Service géologique régional BRETAGNE - PAYS-DE-LA-LOIRE

rue du docteur-Haicault, 35 Bain-de-Bretagne

Tél.: (99) 47.70.10

72 SGN 043 BPL

Bain-de-Bretagne, le 15 février 1972

- R E S U M E -

Le Ministère de l'Équipement et du Logement (D.D.E. d'Ille-et-Vilaine) a confié au B.R.G.M. le soin d'effectuer l'étude géologique et hydrogéologique du secteur des ballastières situé dans la vallée de la Vilaine à l'aval immédiat de Rennes. Ce secteur, dans le schéma d'Aménagement et d'Urbanisme de Rennes, doit en effet être transformé en une zone de loisirs permettant la pratique des sports nautiques. Le but de l'étude était de définir au mieux les modalités selon lesquelles les facteurs géologiques et hydrogéologiques (nature et caractéristiques des formations aquifères, régime d'alimentation et d'écoulement de la nappe) peuvent influencer sur les conditions de salubrité de l'aménagement projeté.

Le recueil de la documentation disponible et les observations de terrain ont permis de préciser la nature et la géométrie des diverses formations constituant le substratum et le remplissage de la vallée. La mise en place d'un réseau d'observation (échelles limnimétriques dans les étangs et puits particuliers) et les relevés de niveau ont fourni d'utiles renseignements sur les fluctuations et la piézométrie de la nappe alluviale. Le régime de celle-ci est caractérisé par un écoulement d'ensemble vers le fleuve qui, à l'étiage, draine la nappe, mais cet écoulement est perturbé de façon importante par les pompages nécessités par l'exploitation à sec de certaines carrières.

La qualité de l'eau permet d'envisager un aménagement conforme aux règles de l'hygiène. Les modalités de l'écoulement naturel et le compartimentage de la nappe (colmatages des étangs, affleurements du substratum imperméable) sont des facteurs favorables au maintien de la salubrité des eaux.

A la suite de cette étude préliminaire il reste encore à étudier ou préciser bien des points. La poursuite des travaux devrait permettre de dissiper les ambiguïtés qui subsistent. Les principaux problèmes à résoudre concernent les relations de la nappe et de la Vilaine et l'effet des compartimentages que nous avons évoqués ci-dessus.

- S O M M A I R E -

		Pages
	RESUME.	I
	INTRODUCTION.	1
1	CADRE DE L'ETUDE	4
	11 Cadre géographique.	4
	12 Cadre technique.	4
2	TRAVAUX EFFECTUES	5
	21 Etude documentaire.	5
	22 Etablissement du réseau d'observation	6
	23 Relevés périodiques des niveaux	8
	24 Interprétation de pompages d'essais	8
	25 Exploitation des données.	9
3	DESCRIPTION DES TERRAINS ET DE L'EXPLOITATION.	12
	31 Nature et géométrie des formations aquifères	12
	32 Développement des excavations	14
4	REGIME DE L'EAU.	17
	41 Fluctuations de la nappe.	17
	42 Piézométrie de la nappe	20
	421 Profils piézométriques.	20
	422 Carte piézométrique.	21
	43 Problèmes restant à résoudre	22
5	CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES DES FORMATIONS AQUIFERES.	24
6	QUALITE DE L'EAU	27
7	CONCLUSIONS	29

Liste des Figures dans le texte.

	pages
Figure 1 : Cadre géographique	3
Figure 2 : Coupes géologiques en travers (W-E) . .	10
Figure 3 : Coupe géologique en long (N-S)	11
Figure 4 : Graphiques des variations du niveau d'eau	16
Figure 5 : Variations du niveau et pluviométrie . . (échelle 17)	18
Figure 6 : Profils piézométriques.	19

Liste des Planches en annexe.

Planche I : Carte d'implantation des ouvrages	
Planche II : Carte hypsométrique du mur des sables pliocènes	
Planche III : Carte piézométrique	

—————

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

Après avoir traversé Rennes, avec une direction Est-Ouest, la Vilaine bute contre le relief d'Apigné, et infléchit son cours vers le Sud. Elle pénètre alors dans les formations du bassin tertiaire de Rennes. Dans ces terrains tendres, elle a pu, au Quaternaire, creuser une large vallée qu'elle a recouverte de ses alluvions. L'extension importante de dépôts graveleux a entraîné un grand développement des exploitations de carrières, en raison des besoins de la construction.

Le secteur de ces exploitations présente actuellement un aspect particulièrement inesthétique et par ailleurs n'est pas sans inconvénients du point de vue sanitaire. Une reconversion s'impose pour empêcher que subsiste, à faible distance de Rennes, cet ensemble de plans d'eau plus ou moins propres, de tas de gravats et d'ordures particulièrement favorables à la prolifération de moustiques et de rongeurs vecteurs de diverses maladies.

Mais cette reconversion devant obligatoirement entraîner des dépenses, il est nécessaire, afin de les rentabiliser, que le secteur reconverti puisse être utilisé à une fin ou une autre.

En conséquence le Schéma d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU) de Rennes a prévu de transformer le secteur des ballastières en une zone de loisirs pour la population, les excavations des carrières étant aménagées en plans d'eau pour les activités nautiques et éventuellement pour la baignade.

Cette transformation, pour être menée à bien, suppose que l'on connaisse, avec le maximum de précision possible, les modalités de gisement et de circulation de l'eau dans les ballastières d'une part et dans la nappe alluviale dont elles représentent des affleurements d'autre part. Il est par ailleurs nécessaire de vérifier que les conditions de salubrité indispensables y existent.

Pour ces raisons, le Groupement d'Etude et de Programmation (GEP) de la Direction Départementale de l'Equipement d'Ille-et-Vilaine, en même temps qu'il demandait à l'Ecole Nationale de la Santé Publique d'étudier le chimisme et la bactériologie des eaux, a chargé le B.R.G.M. d'une étude hydrogéologique du secteur des ballastières, par marché n° 48223 du 8 Juillet 1971.

Le but de cette étude était de :

- définir au mieux le régime de la nappe (modalités d'alimentation et d'écoulement, rapport avec la Vilaine) ;
- déterminer les paramètres (perméabilité, coefficient d'emmagasinement qui régissent la circulation des eaux souterraines ;
- mettre en évidence les modifications apportées au régime de la nappe par les influences artificielles qu'elle subit (extraction des graviers, pompages, liaisons directes d'étangs avec le fleuve) .

S'agissant d'une étude préliminaire, elle devait d'ailleurs surtout servir à mettre en évidence ou à mieux définir la position des problèmes relatifs à ces diverses questions.

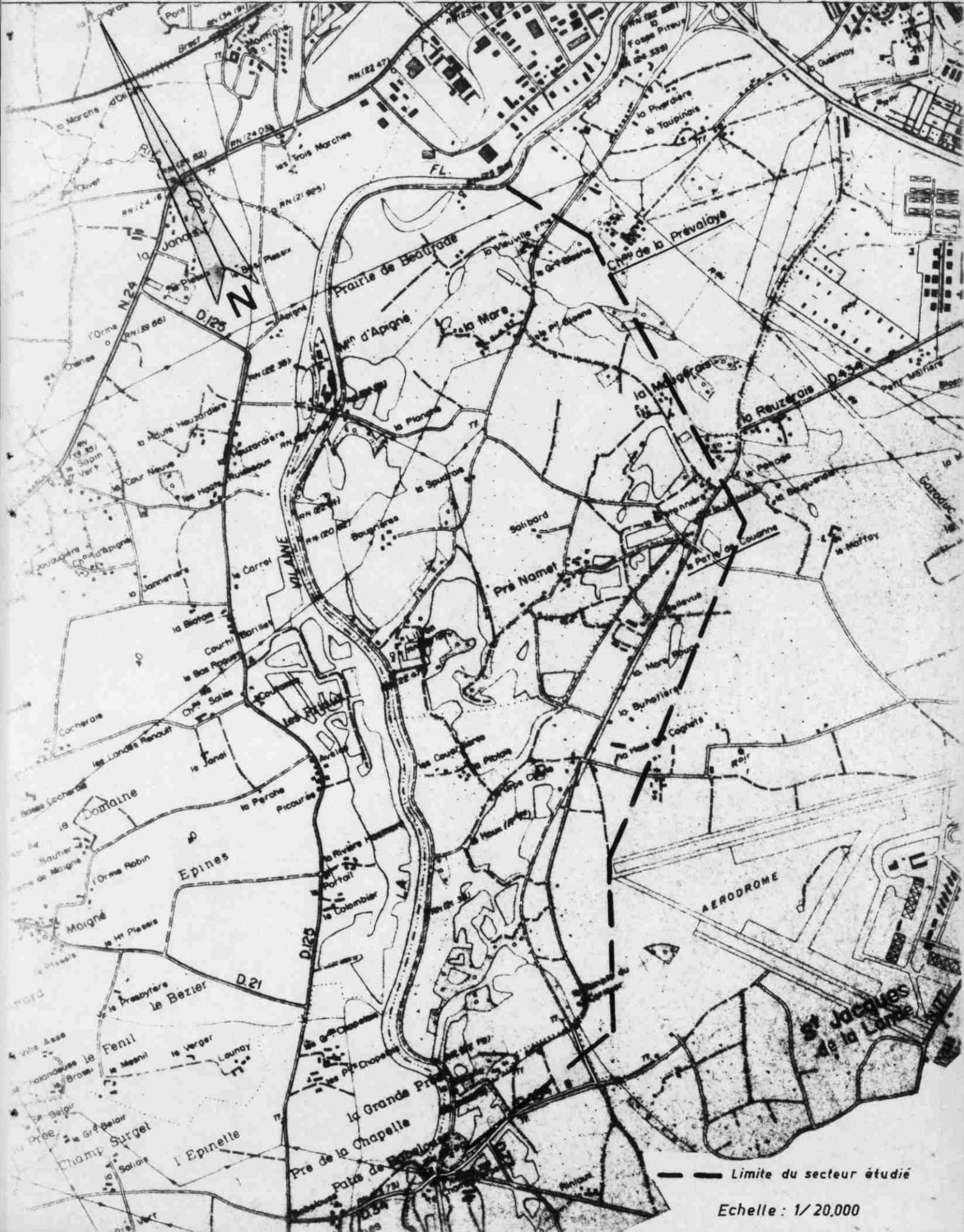
Le présent rapport rend compte des travaux effectués au titre de ce marché et des conclusions qu'ils autorisent. Il s'agit d'une synthèse provisoire, les études devant se poursuivre en 1972.

- 3 -
- BALLASTIERES en Aval de Rennes -

- Cadre géographique -

Fig:1

Dessiné par: H. Delain



--- Limite du secteur étudié

Echelle: 1/20,000

1 - CADRES DE L'ETUDE.

11 Cadre géographique (voir Figure 1).

Le secteur étudié se limite à la partie de la vallée située en rive gauche (à l'Est) de la Vilaine. Il est donc borné, au Nord et à l'Ouest par le fleuve. Au Sud l'étude s'est arrêtée à la hauteur du Moulin de Champcoors, tandis que vers l'Est la limite est constituée par le coteau qui porte le terrain de golf et l'aérodrome de Rennes-Saint-Jacques puis par une ligne qui coupe la vallée du Blosne par la Haie des Cognets, le Pâtis des Couasmes, la Prévalaye et rejoint la Vilaine à la hauteur de la zone industrielle de la route de Lorient.

L'aménagement projeté est en fait plus restreint et ne dépassera pas, au Nord, la route qui relie l'écluse d'Apigné au Pâtis des Couasmes. Si donc notre étude a débordé cette limite, c'est cependant sur ce secteur restreint que nous avons porté notre effort maximal.

12 Cadre technique.

Le marché n° 48223, consacré essentiellement à la mise en route de l'étude, prévoyait une série de mesures destinées d'une part à définir dans ses grandes lignes le régime de l'eau et d'autre part à mettre en évidence les problèmes que la poursuite des travaux aura à élucider. Il portait donc sur une recherche de la documentation géologique et hydrogéologique relative au secteur d'étude et sur la mise en place d'un réseau d'observation permettant de suivre les fluctuations des niveaux d'eau. La détermination des caractéristiques hydrauliques des alluvions était également prévue, ainsi que toutes observations de nature à permettre une meilleure compréhension du problème posé.

On ne devra donc pas s'étonner de voir le présent rapport laisser certaines questions sans réponse. Bien au contraire, à nos yeux, le but de cette étude, tout en fournissant certains éléments de réponse, était de susciter de telles questions que sa poursuite nous mettra à même d'élucider.

2 - TRAVAUX EFFECTUES.

21 Etude documentaire.

Un des premiers travaux a consisté à établir l'extension actuelle des exploitations de graviers. Cette extension est en effet très variable dans le temps, en raison d'une part du développement de certaines carrières, et d'autre part des remblaiements qui peuvent intervenir.

Nous avons disposé d'un plan au 1/5000 en deux feuilles établi en 1966 par la Direction départementale de l'Equipement. Après assemblage de ces feuilles nous nous sommes attachés à en actualiser les données. Au cours de la seconde quinzaine d'Octobre 1971, nous avons dans ce but parcouru le secteur en notant systématiquement les variations d'extension des excavations par rapport au plan de 1966. L'état du secteur a ainsi pu être défini avec une bonne précision.

Le résultat de ce travail est matérialisé par les plans donnés en annexe au présent rapport. Il est nécessaire de garder à l'esprit qu'ils représentent l'état du secteur à fin Octobre 1971, et que par conséquent il demandera dans l'avenir à être réactualisé.

°
° °

La recherche de toute documentation utile avait déjà été en partie effectuée au titre de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques, dans le cadre d'une étude d'ensemble du bassin tertiaire de Rennes. Elle a été reprise et complétée pour le secteur intéressé à l'occasion de la présente étude. Nous avons donc, outre les archives propres du B.R.G.M., consulté celles de la Ville de Rennes, du Service du Génie Rural et de la Faculté des Sciences. Nous avons également repris les études antérieures et en particulier l'étude géophysique effectuée en 1959 par la Compagnie

de Prospection Géophysique Française (CPGF). Nous noterons enfin que Monsieur Colin, ancien exploitant de carrières, nous a aimablement laissé consulter quelques une de ses archives personnelles.

Cette recherche nous a permis de réunir les renseignements nécessaires à l'établissement des documents, que nous présenterons ci-après, sur la nature et la structure des diverses formations constituant le remplissage de la vallée (carte hypsométrique du mur des sables pliocènes, coupes géologiques en long et en travers de la vallée).

Nous avons enfin recueilli, auprès du Service navigation des Ponts-et-Chaussées les données nécessaires à la compréhension du régime de la Vilaine dans le secteur considéré (bief compris entre les écluses d'Apigné et de Champcors).

22 Etablissement du réseau d'observation.

La connaissance des variations des niveaux d'eau étant essentielle à notre propos, nous avons procédé à l'établissement d'un réseau d'observation et de mesure couvrant au mieux le secteur d'étude.

Pour ce faire 17 échelles limnimétriques ont été mises en place, l'une dans la Vilaine, et les 16 autres dans autant d'excavations en eau. L'implantation de ces échelles est indiquée sur le plan en annexe (planche I). Elles ont été nivelées et rattachées au Nivellement Général de la France, avec une précision de l'ordre du demi-centimètre. Le rattachement au NGF a été fait à partir de 4 repères situés à l'Ecluse d'Apigné, à Lillion (Maison Huchet), à la Haie des Cognets et au Temple du Cerisier.

En même temps, pour compléter en mieux ce réseau, nous avons sélectionné et nivelé de la même façon que les échelles, une dizaine de puits particuliers. Ces ouvrages faisaient partie de notre recensement d'I.R.H. antérieur, ce qui explique leur numérotation apparemment aberrante (on passe ainsi du n° 2 au n° 13) reprise sans modification, pour des raisons de commodité de ce recensement.

Le tableau page 7 donne les cotes des zéros des échelles et des repères des puits (sommet de la margelle en général).

N°	Cote (NGF)	Dates des relevés et niveaux (NGF) correspondants						
Echelle	Base échelle	23/10/71	15/11/71	1/12/71	15/12/71	3/1/72	17/1/72	1/2/72
1	18,31	18,52	18,545	18,58	18,61	18,57	18,58	18,62
2	19,89	19,98	20,01	20,06	20,09	20,095	20,13	20,205
3	19,705	20,005	19,995	20,065	19,975	20,015	20,105	20,095
4	19,71	20,00	19,98	20,06	19,98	20,01	20,325	20,195
5	19,55	19,98	19,97	20,00	20,01	20,01	20,03	20,10
6	21,97	22,305	22,30	22,34	22,37	22,37	22,405	22,47
7	17,70	17,90	17,90	17,92	17,905	17,94	17,92	17,94
8	16,69	16,78	16,83	17,09	17,09	16,865	17,07	17,09
9	17,155	17,395	17,395	17,445	17,495	17,475	17,495	17,565
10	19,97	20,50	20,535	20,55	20,53	20,53	20,575	20,65
11	16,605	16,76	16,765	16,765	16,765	16,765	16,765	16,765
12	19,38	20,04	19,99	20,13	20,09	20,00	20,44	20,27
13	15,93	16,23	16,24	16,24	16,24	16,235	16,32	16,33
14	19,91	20,53	20,56	20,575	20,55	20,55	20,60	20,625
15	19,685	19,935	19,955	20,135	19,945	19,965	20,375	20,23
16	19,99	20,14	20,09	20,16	20,26	20,205	20,32	20,66
17	22,28	22,23	22,23	22,30	22,35	22,34	22,38	22,505
<u>Puits</u>	<u>Repère</u> <u>(margelle)</u>							
1	26,875	24,10	24,055	24,135	24,415	24,46	24,585	25,315
2	23,345	20,925	20,965	21,065	21,125	21,075	21,055	21,535
13 (bis)	23,91	21,96	21,90	22,08	22,09	21,89	22,055	22,395
14	22,445	20,175	20,20	20,295	20,335	20,285	20,355	20,575
15	23,37	20,70	20,725	20,79	20,82	20,81	20,88	20,95
17	23,275	19,37	19,45	19,485	19,55	19,545	19,505	19,695
22	24,69	22,19	22,86	24,07	22,88	22,945	24,105	24,22
24	22,48	19,15	19,30	20,22	19,98	19,78	20,52	20,51
27	33,585	20,185	20,155	20,225	20,185	20,195	20,255	20,335
39	23,87	21,18	21,27	21,47	21,63	21,65	21,92	22,42
40	22,68	19,59	19,29	19,52	19,47	19,30	19,53	19,42

PLANISPHÈRE DE LA VILLE DE L'EAU

23 Relevés périodiques des niveaux.

Nous avons procédé, depuis l'établissement du réseau piézométrique, à des tournées périodiques de relevé des niveaux par lecture des échelles et mesure à la sonde dans les puits. Le rythme des tournées ayant été d'une tous les 15 jours, nous disposons actuellement de 7 relevés généraux, le dernier en date du 1er Février 1972.

Les mesures dans les puits ont été faites à la précision du demi-centimètre. Il est par contre beaucoup plus difficile d'estimer celle des lectures d'échelle. Les niveaux des plans d'eau ne sont en effet jamais absolument stables, sous l'effet du vent dans les carrières et du passage des péniches sur la Vilaine. Nous avons cherché dans toute la mesure du possible à éliminer ces fluctuations parasites en repérant, à l'instant de la lecture le maximum et le minimum atteint par l'eau (4 lectures) et en en faisant la moyenne. Nous évaluons la précision de ce procédé à 1 cm.

Il sera parlé par la suite avec quelque détail de l'exploitation de ces relevés qui ont permis de dresser des graphiques de fluctuation en fonction du temps, des profils et une carte piézométrique à la date de fin Octobre 1971.

24 Interprétation de pompage d'essai.

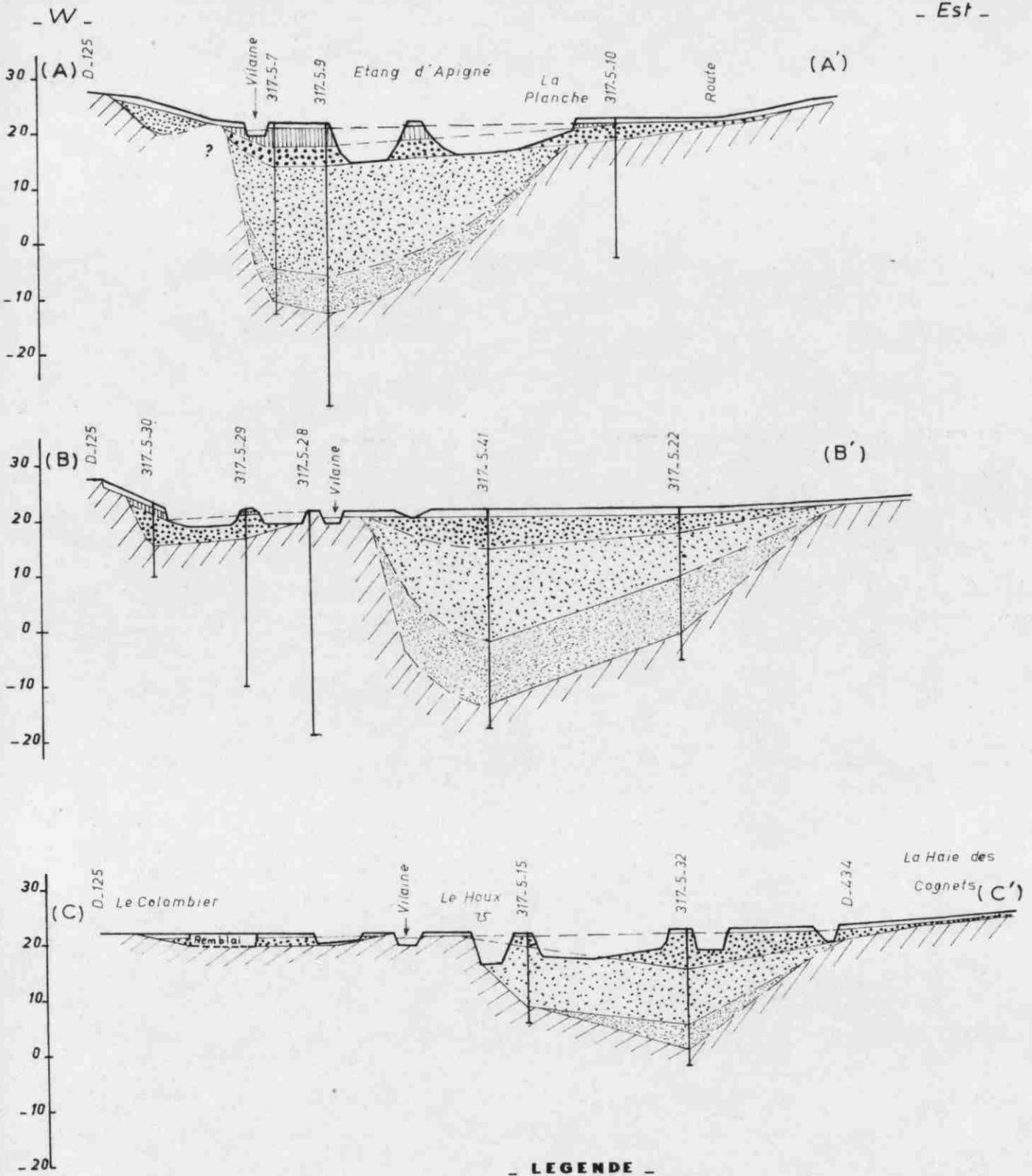
Le marché prévoyait la détermination des caractéristiques hydrauliques des alluvions par exploitation et interprétation d'un pompage d'essai effectué sur un ouvrage existant. Nous avons réalisé un pompage sur un puits de recherche foncé au Sud du secteur, près des étangs de la Pérelle, mais cet ouvrage, mal développé, n'a pas fourni de renseignements très précis. Nous avons cherché à pallier cela par exploitation de mesures faites sur le captage de Lillion (Syndicat de Mordelles). Là encore les résultats ne peuvent être considérés comme satisfaisants car, outre le fait des conditions d'exhaure (pompages 10 heures par jour en moyenne), ce forage ne capte pas directement les graviers alluviaux. Pour des raisons sanitaires en effet, ceux-ci sont aveuglés par un cuvelage bétonné et les crépines sont implantées dans les sables sous-jacents.

Comme nous le verrons il nous est actuellement possible de donner un ordre de grandeur de la perméabilité des graviers, mais il serait souhaitable que la poursuite de l'étude nous permette d'apporter quelques précisions à ce sujet. Nous nous proposons pour ce faire de réaliser de nouveaux essais à la faveur de la mise en place des piézomètres prévus dans le programme complémentaire.

25 Exploitation des données de ces travaux.

Les renseignements de tous ordre fournis tant par la documentation recueillie que par les relevés de niveaux et les pompages ont naturellement fait l'objet d'une analyse détaillée. C'est sur la base de cette exploitation que nous avons pu dresser la synthèse que nous présentons ici.

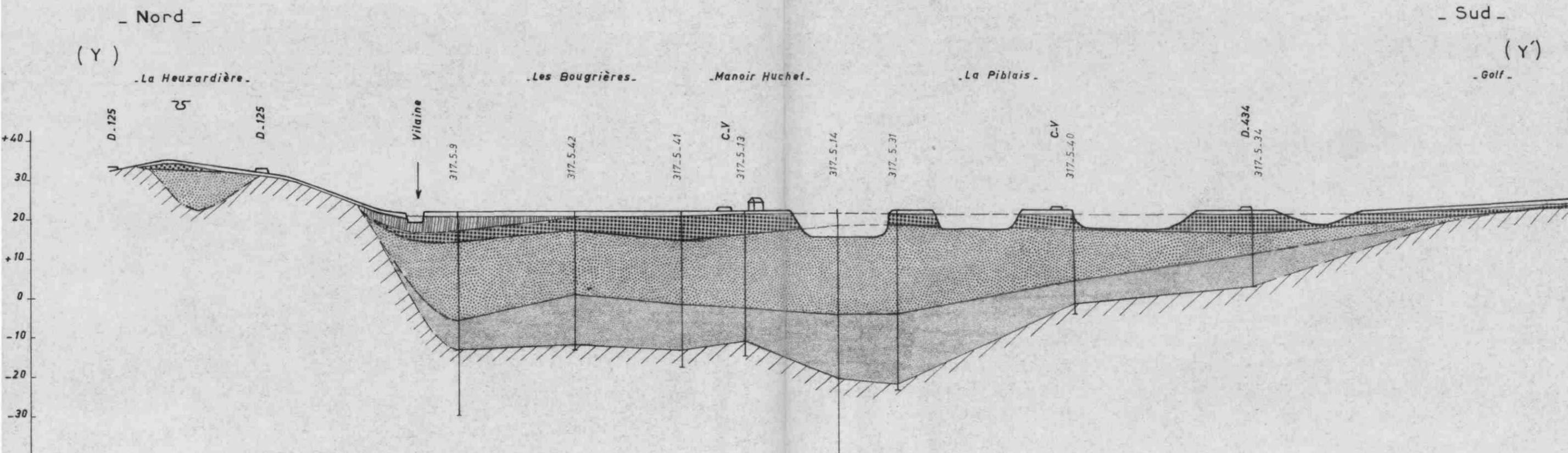
- Fig:2 - Coupes géologiques (en travers) Tracé sur planche I



Dessiné par: H. Delain

- Coupe géologique (en long) - Tracé sur planche I

ECHELLES: L=1/10000
H=1/1000



- LEGENDE -

- | | | | |
|-----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------|
| - Actuel - | - Quaternaire - | - Pliocène - | - Eocène - |
| Terre végétale. | Limon. | Gravier. | Sable rouge (moyen à fin). |
| | | Sable gris (fin à très fin) Redonien. | Argile. |

3 - DESCRIPTION DES TERRAINS ET DE L'EXPLOITATION.

31 Nature et géométrie des formations aquifères.

Les coupes ci-jointes (Figures 2 et 3) résument les données de la documentation et de nos observations sur la nature et la disposition relative des divers terrains qui forment le remplissage de la vallée de la Vilaine.

Cette vallée a eu, au cours du Tertiaire et du Quaternaire, une histoire complexe qui se traduit par la diversité des terrains et par leur structure irrégulière. En schématisant nous pouvons décrire cette histoire de la façon suivante :

- Au Pliocène (fin du Tertiaire) une transgression marine permet la mise en place de sables qui dans cette zone se déposent directement sur des argiles éocènes, c'est-à-dire du tout début du Tertiaire. Les terrains oligocènes et miocènes (calcaires et faluns) du bassin de Bruz sont en effet absents ici. Dans le même temps des mouvements tectoniques amènent un enfoncement de la zone qui est responsable de la surépaisseur des sables près du cours actuel de la Vilaine.

- Au Quaternaire, lors d'une période glaciaire, une régression de la mer permet au fleuve de creuser sa vallée et d'y déposer un épandage quasi général de graviers. Les mouvements tectoniques se poursuivent et abaissent encore le secteur de la vallée actuelle par rapport aux hauteurs d'Apigné et de St-Jacques. Notons que les sables pliocènes offrent moins de résistance au creusement du fleuve, c'est là que les graviers atteignent leur plus grande épaisseur.

- A l'époque actuelle (Moyen-Age ?) le régime de la Vilaine ne lui permet plus de recreuser ses alluvions. Elle dépose au contraire des sédiments fins, limoneux, d'épaisseur variable sur lesquels par la suite se développent des sols ("terre végétale").

Les formations aquifères sont donc essentiellement constituées de sables (pliocènes) et de graviers (quaternaires). Les premiers sont assez fins, bien triés, rougis par des oxydes de fer. Notons qu'à leur base (Redonien) ils sont très fins, argileux, de couleur grise et souvent calcaires, au point de passer localement à des marnes sableuses. Les graviers, formation périglaciaire, sont au contraire très mal triés, hétérométriques et contiennent une proportion d'argile notable. Par contre la partie détritique fine (sables) en est fort réduite. Ils renferment une majorité de galets de quartz auxquels s'ajoutent des roches éruptives (dolérites), des grès "roussards" et du fer sidérolithique.

La planche II en annexe donne l'allure du mur des sables pliocènes. Ils remplissent une cuvette grossièrement ovale, très allongée, dont le grand axe de direction sensiblement Nord-Sud est légèrement oblique par rapport au cours de la Vilaine et passe légèrement à l'Ouest de l'écluse d'Apigné, au captage de Lillion et à la Piblais. Le fond de cette cuvette, où l'épaisseur des sables atteint 42 m, se trouve un peu au Sud de Lillion à l'aplomb de l'étang Huchet. Le dessin des isohypses est largement repris de l'étude géophysique de la C.P.G.F., modifiée et précisée en fonction de nos observations.

L'épaisseur des graviers est variable. Sur les sables, là où la Vilaine quaternaire a pu surcreuser son lit, elle arrive à dépasser 4 m. Vers la bordure de la vallée par contre elle s'amenuise et ne dépasse guère 1,50 m au Pâtis des Couasmes.

Les limons sus-jacents sont généralement peu épais. Ils manquent même par endroits et les graviers affleurent alors directement. Ils ont rarement plus d'un mètre d'épaisseur et ce n'est qu'aux sondages 317-5-7 et 317-5-9 (Figure 2, coupe AA') qu'il en a été rencontré près de 4 m.

Dans ce qui précède nous avons naturellement fait abstraction des modifications apportées à la situation naturelle par les carrières. Il est bien évident que l'extraction des graviers ne permet plus aujourd'hui, et sur de vastes étendues, de parler ni de leur nature ni de leur épaisseur.

32 Développement des excavations.

L'exploitation des graviers tend à couvrir la superficie totale du secteur, à l'exception de surfaces restreintes qu'il est nécessaire de réserver pour les accès (chemins) ou qui sont protégées d'une manière ou d'une autre (emplacement du forage de Lillion par exemple). Jusqu'à présent la zone de Bougrières est restée vierge, du fait du refus du propriétaire de la laisser exploiter. Mais depuis peu la Société Rennaise de Dragages y a effectué une campagne de sondages, ce qui laisse à penser que ce refus n'avait rien de définitif. Dans les limites de notre étude la seule zone que l'on puisse considérer comme inexploitable est celle située entre la Saudrais et le Petit Blosne où les graviers (dont la présence n'est d'ailleurs pas prouvée) sont recouverts de 6 m d'argiles fluées.

Nous évaluons la superficie actuellement exploitée à quelques $\frac{3}{4}$ de la surface totale, ceci compte non tenu de la zone de Bougrières. Si au contraire on l'y inclut la proportion tombe à environ $\frac{2}{3}$. Les parcelles restantes sont pour la plupart déjà la propriété des carriers. La durée d'exploitation possible est évaluée par ceux-ci à quelques 5 à 6 ans, à une dizaine d'années au maximum si Bougrières est mise en valeur.

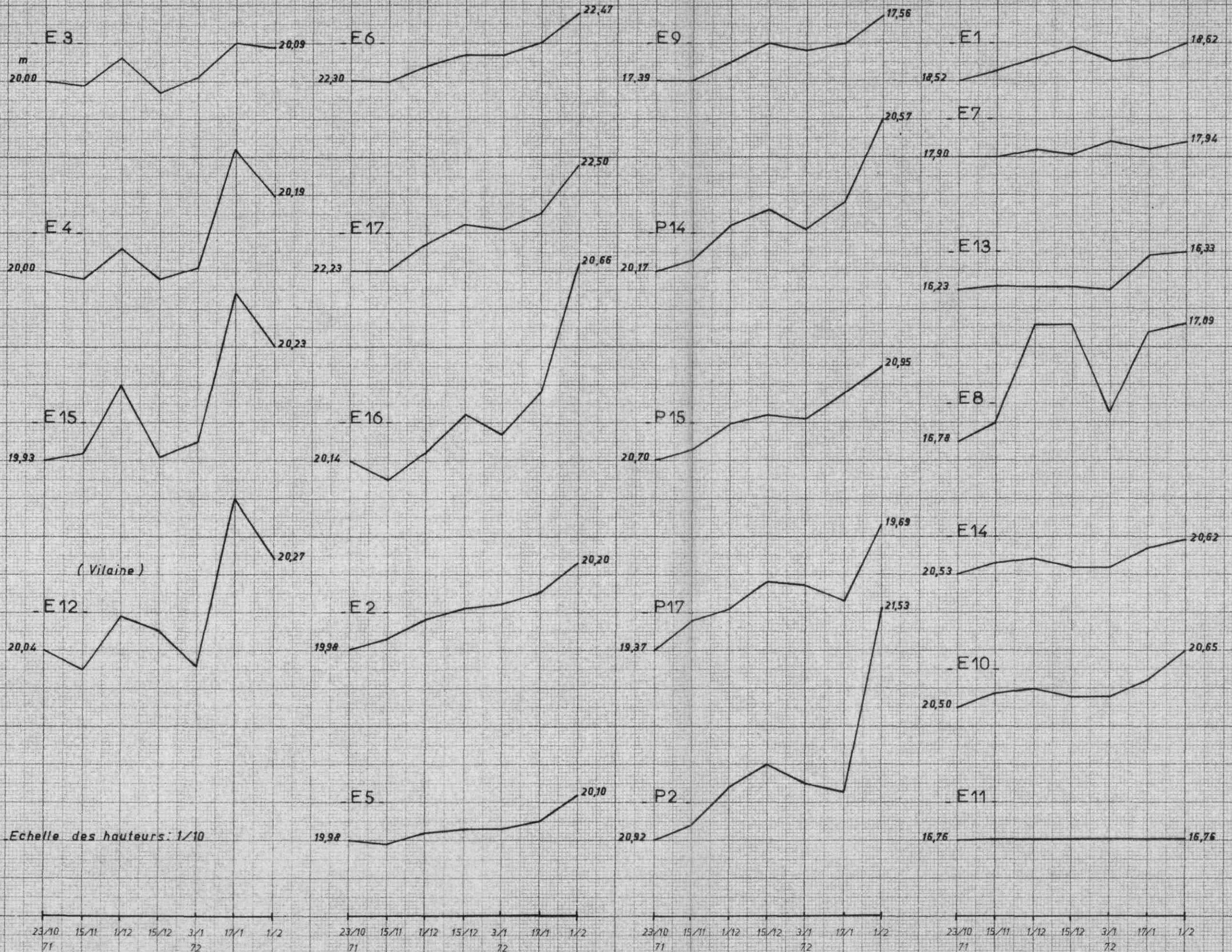
La concurrence entre les exploitants, le découpage irrégulier des parcelles et les réserves nécessaires contribuent à donner aux excavations un développement compliqué et anarchique dont le plan d'implantation (planche I) donne une idée. Mais nous verrons que dans l'optique de l'aménagement du secteur en une zone de loisirs cette disposition est loin d'être désavantageuse.

La surface des carrières est très variable. Les plus petites ne couvrent que de l'ordre d'une vingtaine d'ares, les plus grandes atteignent la dizaine d'hectares. La profondeur en est également très irrégulière. Les variations d'épaisseur des graviers en sont naturellement la cause principale. Mais les techniques d'exploitation jouent également un rôle dans ce domaine. Les dragues ne peuvent dépasser 5 à 6 m, tandis que les bennes preneuses descendent à une dizaine de mètres. Lorsque, comme

c'est le cas à la carrière du Houx, l'extraction porte également sur les sables rouges pliocènes, la profondeur atteinte est naturellement plus grande que lorsque les seuls graviers sont extraits. Enfin divers facteurs contribuent à réduire la profondeur des carrières : dépôt des fines de lavage des matériaux, décharge des terres de découverte, de gravats et détritrus divers. Certaines excavations anciennes ont même été complètement remblayées.

Graphiques des Variations du niveau d'eau. (Période du 23-10-71 au 1-12-72)

(E = Echelle limnimétrique. P = Puits domestique.)



4 - REGIME DE L'EAU.

41 Fluctuations de la nappe.

Comme nous l'avons dit nous disposons aujourd'hui de 7 tournées générales de relevé des niveaux d'eau, entre fin Octobre 1971 et début Février 1972. Le tableau de la page 7 résume les résultats de ces observations.

Les fluctuations d'ensemble ont été assez faibles, ce qui en a rendu difficile la transcription graphique. Le maximum de variations (échelle 16) a été en effet de 55 cm, alors que les différences de niveaux entre stations (échelle 13 à échelle 6) est de près de 6 m. En outre un nombre assez important de carrières ont des niveaux très peu différents. Un graphique représentant l'ensemble des variations, si l'échelle en est assez grande pour les caractériser convenablement, serait donc à la fois démesuré et illisible. Nous avons donc préféré utiliser le mode de représentation de la figure 4 qui a l'avantage de bien montrer l'amplitude et le sens des variations.

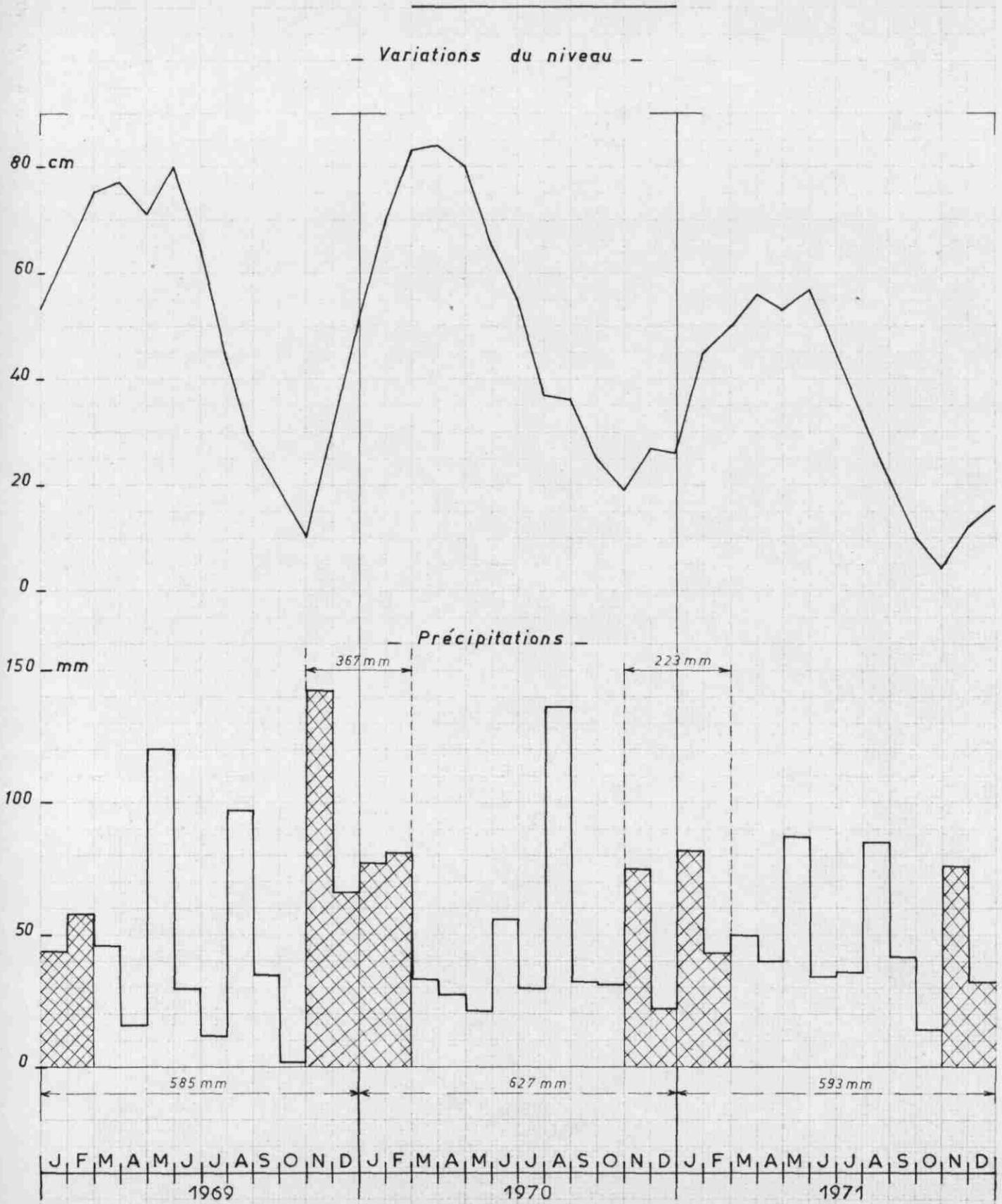
Nous avons tenté dans la mesure du possible de regrouper les stations de mesure par affinités pour faciliter les comparaisons. Les graphiques sont donc regroupés en 4 colonnes :

- la première montre les variations de la Vilaine et des étangs en relation directe avec elle, variations parallèles, nerveuses, caractérisées au cours de la période étudiée par la présence de deux maxima ;

- la deuxième et la troisième retracent l'évolution de la nappe là où elle est à l'abri d'influences directes et brutales. On y retrouve une allure générale similaire à celle de la première colonne, mais amortie (plus nerveuse cependant pour les puits que pour les étangs). Mention particulière doit cependant être faite de l'échelle 16 implantée dans un étang qui reçoit le ruissellement du golf et d'une partie de l'aérodrome, ce qui explique ses variations importantes. Le puits 2, voisin, a d'ailleurs la même évolution ;

- Fig: 5 -

Variations du niveau (Echelle N°17)
et pluviométrie (Météo de Rennes - S^t Jacques)

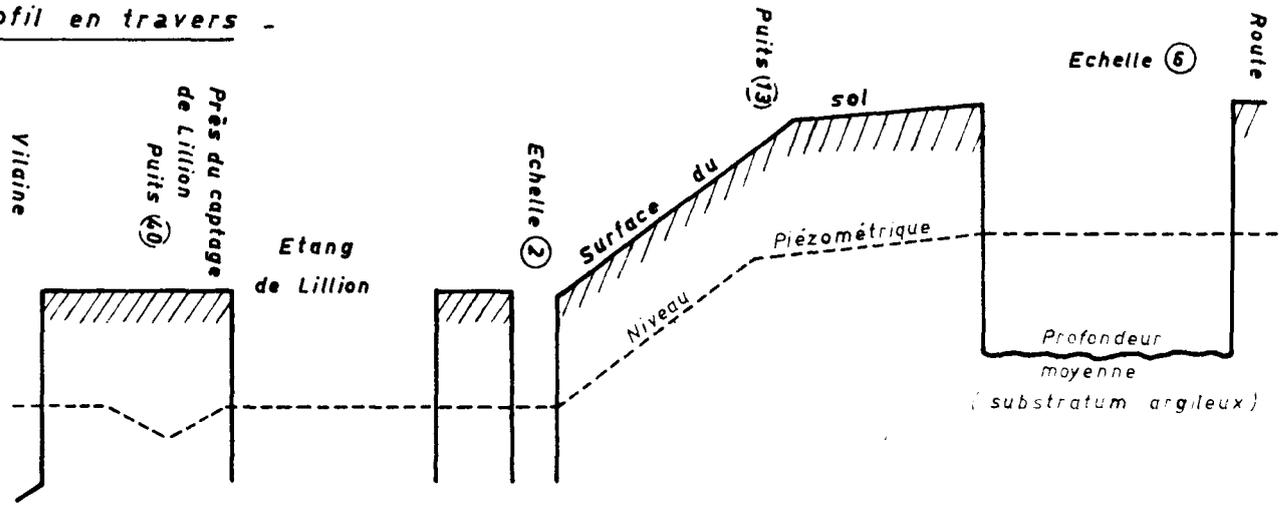


Dessiné par: H. Delain

Profil en travers

Altitude
+ 24^m
23
22
21
20
19

(Ouest)



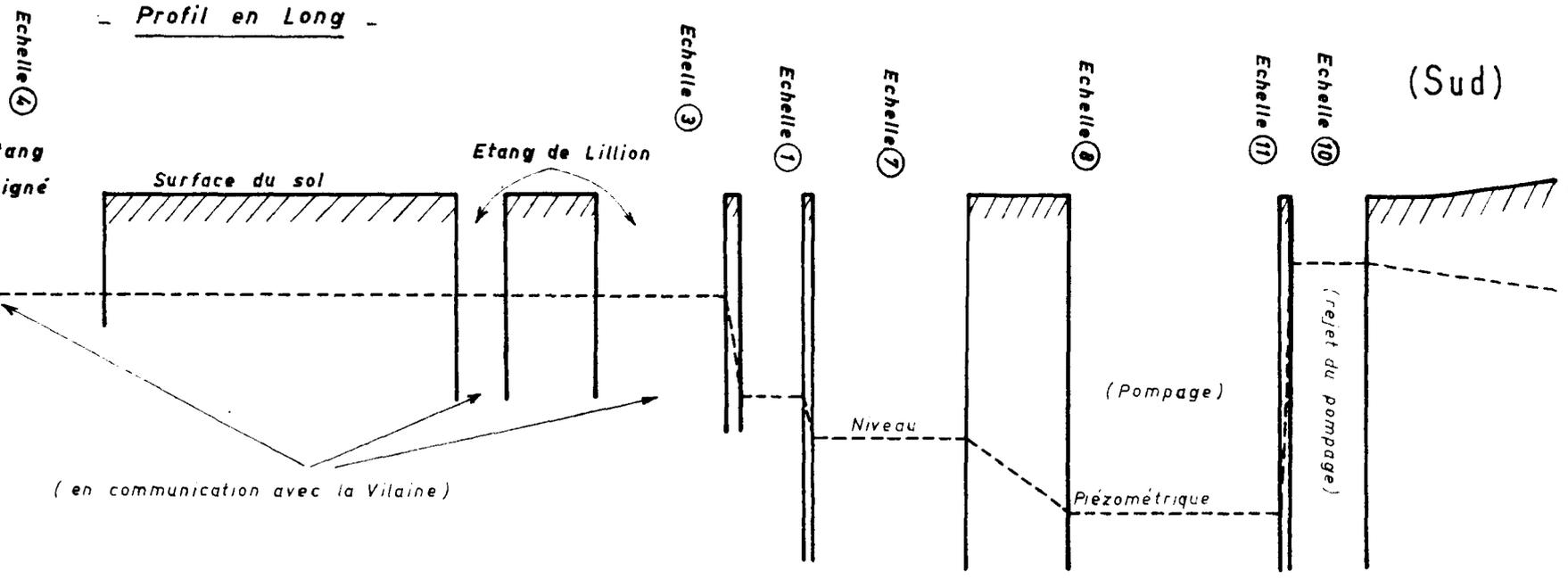
(Est)

ECHELLES: Long = 1/10 000
Haut = 1/100

Profil en Long

Altitude
+ 23^m
22
21
20
19
18
17
16

(Nord)



(Sud)

— Profils piézométriques (23-10-71) —

- la quatrième colonne enfin montre les fluctuations des étangs soumis à l'influence des pompages effectués pour les besoins de l'exploitation dans la carrière du Houx (échelle 11). Elles sont de ce fait assez malaisées à bien interpréter, mais il est remarquable que certaines d'entre elles montrent une allure qui rappelle celle des ouvrages des colonnes précédentes.

Nous pouvons conclure de cet examen sommaire que le régime de la nappe, là du moins où des causes artificielles ne le perturbent pas trop, est influencé par celui de la Vilaine. Nous verrons plus loin dans quelle mesure cette affirmation doit être nuancée. Il apparaît à tout le moins que dans la partie basse de la vallée, le niveau du fleuve conditionne très directement celui des plans d'eau. A l'Est au contraire des observations effectuées depuis 1969 (échelle 17) montrent que les fluctuations de niveau sont directement sous la dépendance des pluies hivernales (voir Figure 5). La similitude d'évolution dans cette zone et dans la basse vallée (comparer les graphiques des échelles 17 et 9) s'explique par le fait que le régime de la Vilaine est lui aussi conditionné par la pluviométrie.

42 Piézométrie de la nappe.

421 Profils piézométriques (Figure 6).

Il nous est apparu que, plus que les graphiques de fluctuations, l'établissement de profils piézométriques permettait une bonne compréhension des relations des divers plans d'eau entre eux. La figure 6 montre deux profils très caractéristiques. L'un est établi selon une direction Ouest-Est, en passant par Lillion, l'autre orienté Nord-Sud passe d'une part par les étangs communiquant avec la Vilaine et par ceux qu'influencent les pompages de la carrière du Houx. Ces profils sont relatifs à la date du 23 Octobre 1971.

Sur le profil en travers on voit que, si dans la partie basse de la vallée le niveau de la nappe est bien commandé par celui de la Vilaine (cf. supra), la zone plus élevée située à l'Est n'est pas dans ce cas.

Elle reçoit au contraire une alimentation par le coteau et est le siège d'un écoulement en direction du fleuve. On peut d'autre part constater que seules les pertes de charge à la traversée des terrains permettent aux étangs de cette zone de conserver de l'eau (le fond de la carrière où est implantée l'échelle 6 est à une cote légèrement supérieure à celle de l'eau dans l'étang de Lillion). On peut en déduire qu'il ne faudrait surtout pas établir de communication directe (canal) entre ces deux zones, sous peine de voir les étangs orientaux se vider rapidement.

Sur le profil en long apparaît clairement l'opposition entre la zone Nord où le niveau est directement soutenu par la Vilaine et la zone Sud perturbée par les pompages. Les séparations entre les carrières du Sud sont, semble-t-il, le siège d'un écoulement à fort gradient (ne pas oublier toutefois le rapport de 1 à 100 des échelles graphiques). Il convient cependant de signaler ici un problème que nous n'avons pas encore résolu : la paroi Sud de la carrière du Houx (échelle 11) ne montre aucun suintement en dépit de la charge importante (3,70 m) exercée par la carrière où se fait le rejet du pompage (échelle 10). Nous nous proposons d'étudier ce problème au cours de la poursuite de l'étude. Nous pouvons néanmoins conclure immédiatement que si cette zone Sud est aménagée dans l'avenir pour les loisirs, le niveau de l'eau, soustrait à l'influence des pompages, se situera au voisinage de la cote +20 m, comme plus au Nord.

422 Carte piézométrique (voir planche III).

Nous avons tenté de dresser la carte piézométrique de la nappe à la même date du 23 Octobre 1971. Ce travail est malaisé du fait du grand développement des excavations (en supprimant les pertes de charge à la traversée des terrains, elles tendent à "aplatir" la nappe) et des perturbations artificielles (soutien des niveaux par la Vilaine au Nord et pompages au Sud). Les résultats en sont de ce fait assez peu satisfaisants dans le détail. En particulier il n'a pas été possible d'obtenir une précision meilleure que celle fournie par les courbes isopièzes équidistantes d'un mètre. Une équidistance inférieure (0,50 m par exemple) n'aurait apporté qu'une impression de précision sans signification véritable.

On voit tout de suite sur cette carte l'opposition entre la zone orientale, siège d'un écoulement provenant du coteau avec un assez fort gradient, et la zone occidentale, elle-même subdivisible en deux parties : zone très plate (+20 m environ) du Nord et cône de rabattement de la carrière du Houx au Sud (le rejet des pompages occasionnant un dôme limité centré autour de l'échelle 10). Le régime de la nappe à la date considérée apparaît donc comme la résultante de deux facteurs, l'un naturel : l'écoulement vers la Vilaine (à cette époque le fleuve est en étiage et tend à drainer la nappe), l'autre artificiel constitué de la combinaison de l'exhaure du Sud et de la réalimentation par le fleuve au Nord.

Il subsiste toutefois une question, celle-là même que nous avons rencontrée à propos du profil piézométrique en long, et qui ici prend la forme du problème de la fermeture du cône de rabattement de la zone Sud. Il semble en effet (voir coupe géologique cc', Figure 2) exister entre la Vilaine et la carrière du Houx un écran imperméable d'argiles éocènes. Elles ne peuvent être le siège d'un écoulement (1) et nous n'avons pu déterminer le tracé des courbes isohypses +19, +18, +17 m à cet endroit. Nous nous proposons, au cours de la poursuite de l'étude de porter une attention particulière à cette question.

43 Problèmes restant à résoudre.

Nous avons soulevé le problème de certaines discontinuités de l'écoulement. Il mérite un examen attentif, moins du fait des gênes à la circulation de l'eau que ces discontinuités peuvent amener, qu'en raison de l'influence qu'elles auront sur la salubrité de l'eau, en empêchant la propagation de pollutions.

Par ailleurs notre analyse est forcément limitée du fait de la faible période couverte par nos observations. La poursuite des mesures est nécessaire à une compréhension plus complète du régime de la nappe et tout particulièrement des relations nappe-fleuve et de leur évolution.

(1) Le rapport de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (page 7) signale cependant que "des infiltrations en provenance de la Vilaine ont pu être observées..." à cet endroit. La question reste donc encore pendante.

Le programme proposé pour la poursuite de l'étude, qui comprend à la fois la continuation des observations et la réalisation de sondages de reconnaissance à équiper en piézomètres, devrait permettre de lever sinon toutes, du moins la majeure partie des ambiguïtés qui subsistent actuellement.

5 - CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES DES FORMATIONS AQUIFERES.

Le marché prévoyait la réalisation d'un pompage d'essai destiné à déterminer perméabilité et coefficient d'emmagasinement des graviers⁽¹⁾. La connaissance de ces paramètres est en effet importante, du fait de ce que le premier conditionne les vitesses de circulation de l'eau (et également celles d'éventuelles pollutions) et le second régit la quantité d'eau que peuvent contenir les terrains. Outre le pompage prévu nous avons cherché par deux autres méthodes à déterminer ces caractéristiques. Nous en avons obtenu des indications intéressantes, mais qui gagneraient à être précisées ultérieurement.

Le captage de Lillion est foncé à 15 m de profondeur. Il recoupe 3 m de graviers et 10 m de sables pliocènes. Mais les graviers ont été soigneusement aveuglés par le cuvelage bétonné du puits pour des raisons sanitaires, afin d'obliger l'eau à une infiltration au travers des sables. On ne peut donc à partir de là déterminer avec précision les caractéristiques des alluvions. Il faut cependant que celles-ci soient bonnes, puisque l'ouvrage fournit un débit de $100 \text{ m}^3/\text{h}$ pour un rabattement voisin de 5 m.

Nous avons testé, dans le Sud du secteur, un puits foncé près des étangs de la Pérelle. Il s'agissait d'un ouvrage de reconnaissance, sommairement équipé et mal développé. Il a recoupé quelques 2 m de graviers argileux et 7 m de sables. La transmissivité déduite du pompage d'essai était de $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ($14 \text{ m}^2/\text{h}$) ce qui, rapporté aux seuls graviers, donnerait une perméabilité voisine de $2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ (7 m/h), valeur très faible pour de tels terrains (à Langon, au Sud du département, les alluvions de la Vilaine ont des perméabilités voisines de $3 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$, soit 15 fois plus fortes).

(1) voir note en fin de chapitre.

Les pompages de la carrière du Houx nous permettent par ailleurs une estimation de l'ordre de grandeur de ce paramètre. Le débit journalier est de 3 à 4000 m³, la longueur du front d'emprunt (voir la carte piézométrique, planche III) est de l'ordre de 750 m et la dénivelée entre les étangs de Lillion et la carrière du Houx est de l'ordre de 3 m (voir profil piézométrique en long, Figure 6). En admettant donc que toute l'eau passe par une tranche de terrains de 3 m de hauteur, la vitesse moyenne y est de $\frac{3 \text{ à } 4000}{750 \times 3 \times 86400} = 1,54 \text{ à } 2,06 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$. La distance entre les étangs de Lillion et la carrière du Houx étant de 500 m environ, le gradient moyen est de $\frac{3}{500} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m/m}$. La perméabilité est donc de l'ordre de $\frac{1,54 \text{ à } 2,06 \cdot 10^{-5}}{6 \cdot 10^{-3}} = 2,6 \text{ à } 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

N.B. Ce calcul est extrêmement grossier et ne doit en aucun cas faire illusion. Il donne toutefois des résultats homogènes à celui du puits de la Pérelle.

En résumé il est possible de dire que dans la partie Nord du secteur, les formations aquifères semblent avoir une assez bonne perméabilité, tandis que dans la partie Sud elles sont nettement argileuses et que leur perméabilité semble être de l'ordre de 2 à $3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

Ces résultats ne sont pas suffisants pour constituer une conclusion définitive. Nous estimons nécessaire de profiter, lors de la poursuite de l'étude, de la mise en place de piézomètres pour procéder à de nouveaux essais pour tenter de préciser la question autant que faire se pourra. En particulier il sera nécessaire de définir le coefficient d'emmagasinement des graviers.

NOTE : Il peut être bon pour une meilleure compréhension de ce chapitre de rappeler ici quelques définitions :

- perméabilité : paramètre mesurant l'aptitude du terrain à se laisser traverser par l'eau en mouvement. La vitesse d'écoulement est le produit de la

perméabilité par le gradient hydraulique : soit 2 points A et B, distants d'une longueur L, où les cotes du niveau de l'eau sont h_A et h_B , la vitesse moyenne d'écoulement entre ces 2 points, la perméabilité étant k, est :

$$V = k \frac{h_A - h_B}{L}$$

k est homogène à une vitesse, et s'exprime en m/s, cm/s ou m/h.

- transmissivité : produit de la perméabilité par la hauteur de la tranche de terrain mouillée. Si au point A la cote de l'eau est h_A et celle du substratum imperméable h'_A , la transmissivité est :

$$T = k (h_A - h'_A)$$

T s'exprime en m^2/s , cm^2/s ou m^2/h .

- coefficient d'emmagasinement : volume d'eau relâché (lors d'un pompage par exemple) par un volume unitaire de terrain. Dans le cas d'une nappe libre, comme celle des graviers de la Vilaine, il est peu différent de la porosité (pourcentage des vides). C'est un rapport sans dimensions, qui s'exprime généralement en %.

6 - QUALITE DE L'EAU.

L'étude de la qualité de l'eau n'était pas de notre ressort. L'Ecole Nationale de la Santé Publique a procédé à des prélèvements et des analyses, tant chimiques que bactériologiques pour déterminer la salubrité des aménagements envisagés.

Il n'est pas dans nos intentions de reproduire ici les conclusions de cette étude, fort bien exposées dans le rapport de l'Ecole de la Santé. Nous voudrions simplement en détacher les éléments en relation avec les facteurs géologiques et hydrogéologiques que nous avons examinés.

La principale cause de pollution des plans d'eau est la liaison de certains d'entre eux avec la Vilaine, elle-même souillée par les effluents de Rennes. Cette liaison est par ailleurs nécessitée par le mode d'exploitation, les pompages de la carrière du Houx risquant d'occasionner, en son absence, un dénoyage d'excavations exploitées en eau.

Lorsque le secteur ne sera plus le siège de l'extraction des matériaux, l'ouverture de certains étangs sur le fleuve ne sera donc plus nécessaire. Elle devra être supprimée.

Les plans d'eau situés dans la zone orientale ont une eau de qualité convenable. Comme ils sont en charge par rapport à la basse vallée, il est permis de penser que l'écoulement, qui continuera à se faire en direction du fleuve, contribuera donc à assainir les plans d'eau voisins de celui-ci.

Nous sommes en parfait accord avec les conclusions du rapport de l'Ecole de la Santé sur la nécessité de curer les carrières des fines de lavage (vases) et d'interdire le dépôt d'ordures. Toutefois le curage ne devra pas être poussé jusqu'à la mise à nu des argiles éocènes. Ces terrains, qui contiennent beaucoup de matières organiques donneraient des

vases noires du plus mauvais effet. Cette opération devra en fait avoir surtout pour but d'approfondir certains étangs suffisamment pour y empêcher la prolifération d'herbes aquatiques.

La remarque selon laquelle "l'influence néfaste de la Vilaine est réduite quand les liaisons sont fractionnées" (op. cit. p. 114) est extrêmement intéressante. Elle établit que le mode de développement tant soit peu anarchique des excavations (voir notre § 32) présente un grand intérêt dans l'optique de l'aménagement de la zone de loisirs. Il sera nécessaire d'établir des communications entre les plans d'eau actuellement séparés, mais ces communications devront être assez restreintes. De ce fait elles atténueront le danger de propagation d'éventuelles pollutions. Dans la même optique, d'ailleurs, l'existence, que certaines observations nous ont amenés à soupçonner, de barrières hydrauliques fractionnant la nappe peut dans les mêmes conditions contribuer à empêcher les transmissions des pollutions.

Il nous faut ici signaler que si, comme certains faits le laissent à penser, le secteur de Bougrières est mis prochainement en exploitation, de nouveaux problèmes hydrogéologiques, avec leurs corrolaires dans le domaine de la qualité sanitaire des eaux, risquent de se poser à bref délai. Nous ne pouvons proposer une interdiction d'exploiter, mais il serait bon que les responsables se penchent sur cette question. A tout le moins l'aménagement projeté risque-t-il de devoir être retardé de ce fait.

Peut-être, pour préserver l'avenir, devrait-on prendre dès maintenant, comme le propose le rapport de l'Ecole de la Santé (p.112), des mesures de protection propres à permettre le maintien et l'amélioration de la qualité sanitaire du secteur.

Il reste que le rejet des eaux usées des usines Citroën dans les étangs de la Pérelle risque de constituer un foyer de pollution. La zone Sud du secteur doit donc être écartée de l'aménagement projeté. Il est à remarquer que l'allongement prévu de la piste de l'aérodrome vers la Vilaine contribuera à isoler cette zone qui par ailleurs se trouve à l'aval du secteur.

7 - CONCLUSIONS

Les conclusions dont nous pouvons faire état ne sont que provisoires. Un certain nombre d'éléments d'appréciation restent à étudier et d'autres sont à préciser.

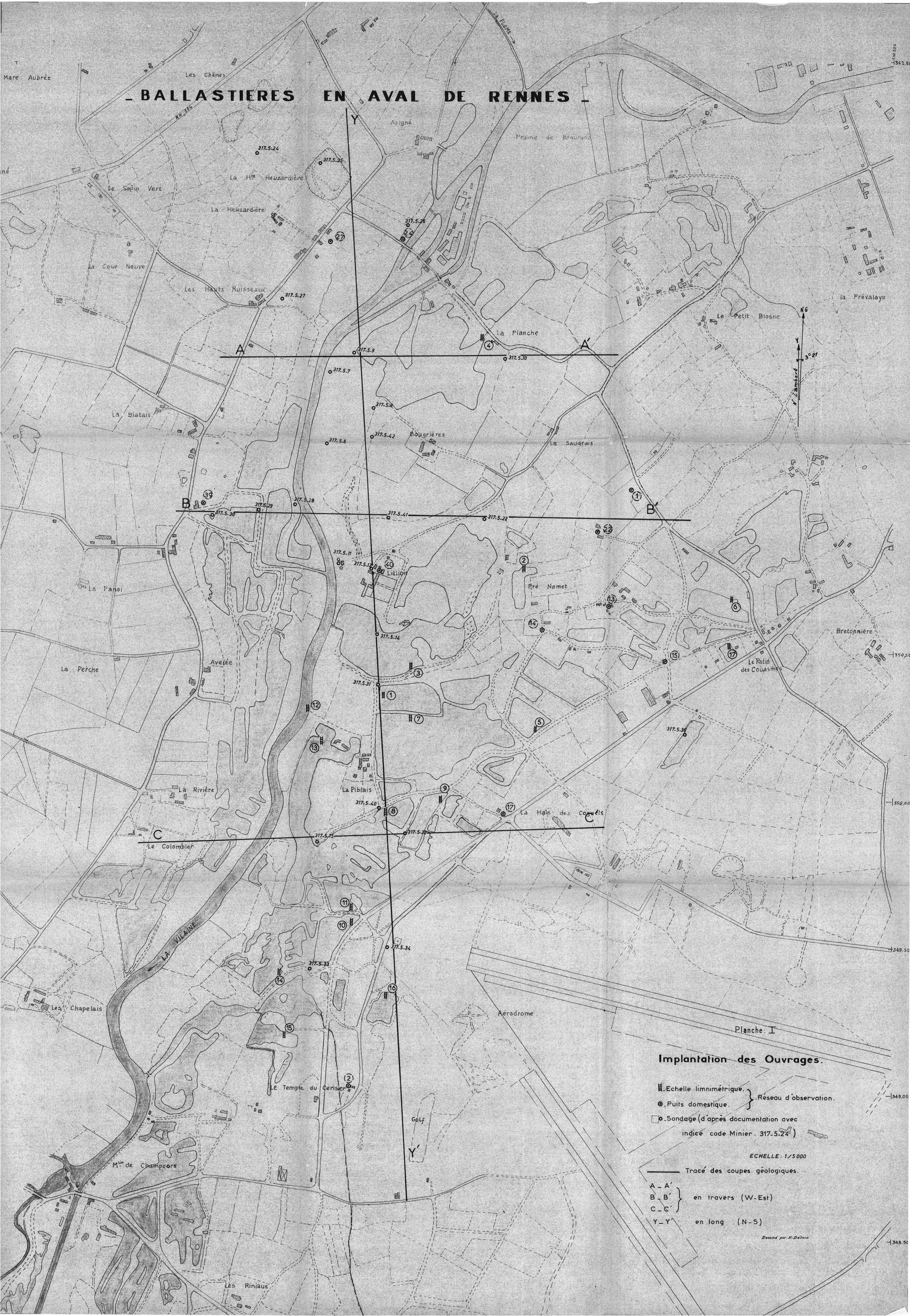
Dans l'état actuel de nos connaissances l'aménagement du secteur des ballastières en zone de loisirs apparaît à la fois comme parfaitement réalisable et extrêmement souhaitable.

Il apparaît que ce secteur, sauf sans doute en période de crue de la Vilaine, ce qui reste à préciser, est le siège d'un écoulement d'ensemble en direction du fleuve. Nous sous-entendons naturellement ici que, l'aménagement réalisé, les perturbations dues à l'exploitation actuelle des carrières auront cessé de se faire sentir. L'alimentation par le versant, aux eaux de meilleure qualité que celles de la Vilaine, est un facteur favorable à la salubrité. Toutefois la période d'observation a été trop courte pour nous permettre de bien caractériser les rapports de la nappe et du fleuve (effet des colmatages éventuels du lit de ce dernier), ce qui implique la nécessité de la poursuite des mesures.

Le compartimentage de la nappe par d'éventuelles barrières hydrauliques (colmatages, affleurements d'argiles) est également avantageux en ce qu'il gênera la transmission des pollutions. Ce point toutefois reste à préciser. La disposition des excavations joue dans le même sens, et il conviendra de ne réaliser les liaisons nécessaires entre plans d'eau que par des chenaux relativement étroits.

Nous ne pouvons qu'affirmer notre complet accord avec les conclusions du rapport de l'Ecole Nationale de la Santé Publique. L'une d'elles toutefois nous paraît devoir être nuancée, celle qui recommande le curage des étangs. Par contre nous estimons devoir souligner la nécessité de prendre le plus tôt possible des mesures de protection du secteur.

- BALLASTIERES EN AVAL DE RENNES -



Implantation des Ouvrages.

- Echelle limnimétrique.
 - Puits domestique.
 - Sondage (d'après documentation avec indice code Minier. 317.5.24)
- Réseau d'observation.

ECHELLE: 1/5000

— Tracé des coupes géologiques.

- A - A' } en travers (W-Est)
- B - B' } en travers (W-Est)
- C - C' } en travers (W-Est)
- Y - Y' } en long (N-S)

Dessiné par M. Delaun

BALLASTIÈRES EN AVAL DE RENNES

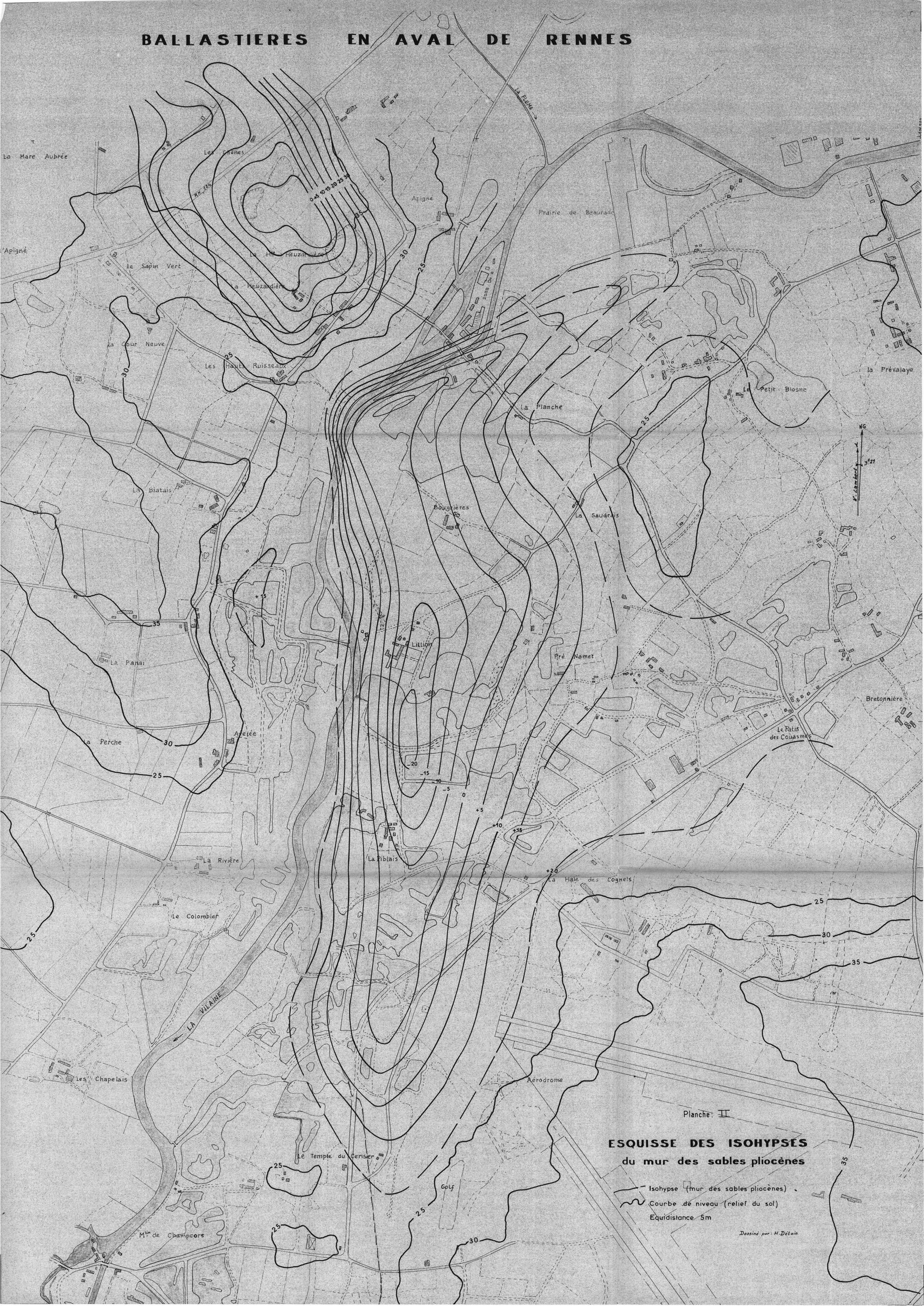


Planche: II

ESQUISSE DES ISOHYPSÈS du mur des sables pliocènes

- Isohyse (mur des sables pliocènes)
- Courbe de niveau (relief du sol)
- Equidistance 5m

Dessiné par: H. Delain

BALLASTIÈRES EN AVAL DE RENNES

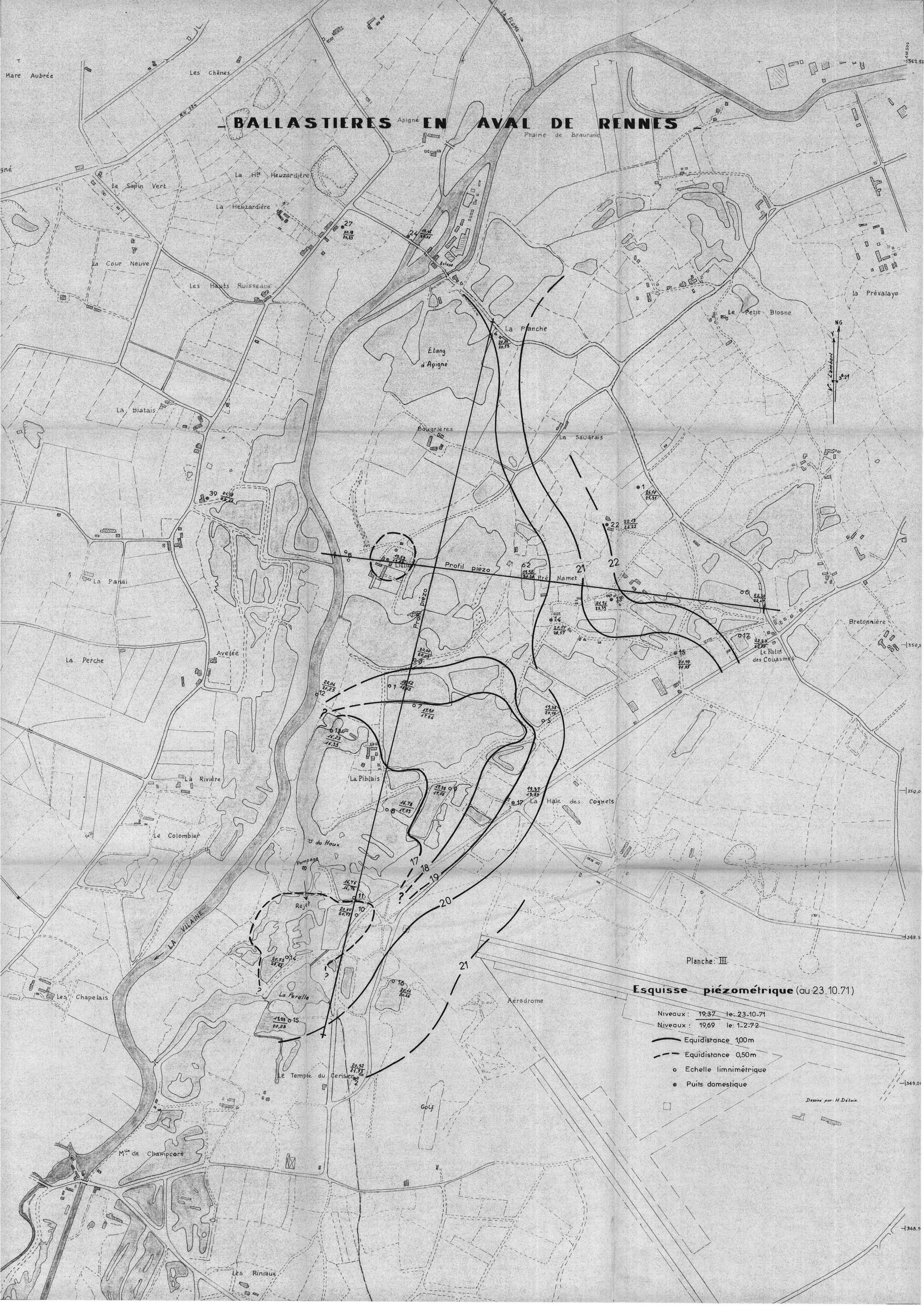


Planche III

Esquisse piézométrique (au 23.10.71)

Niveaux: 19,37 le: 23-10-71
 Niveaux: 19,69 le: 1-2-72

- Equidistance 100m
- - - Equidistance 0,50m
- o Echelle limnimétrique
- Puits domestique

Dessiné par H. Détaix.