



N040-FAI-R

187236

193185

Contrat IFREMER-UBO
n° 94.2.431414 DEL
du 17 octobre 1994

RAPPORT FINAL.
REALISATION ET EQUIPEMENT D'UN PERIMETRE
EXPERIMENTAL HYDROGEOLOGIQUE.
BASSIN VERSANT DU KERHARO

OCTOBRE 1995

J.P. FAILLAT
L. SOMLETTE

IFREMER Bibliothèque de BREST



OEL08491

N040
FAI-R

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	p.1
2. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE	p.1
3. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DU KERHARO	p.2
4. CHOIX DE L'EMPLACEMENT DU PERIMETRE, DES SITES ET DES FORAGES	p.2
5. CARACTERISTIQUES DU PERIMETRE	p.3
5.1 Occupation des sols	
5.2 Topographie et morphologie	
5.3 Géologie et pédologie	
5.4 Les points d'eau préexistants	
5.5 Géophysique	
6. TRAVAUX REALISES EN AOUT 95	p.9
6.1 Critères d'implantation des forages et des piézomètres	
6.2 Procédure et paramètres suivis lors de la foration	
6.3 Observations et dosages au laboratoire	
6.4 Description des ouvrages et équipements	
7. ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES SUR L'HYDROGEOLOGIE DU BASSIN VERSANT DU KERHARO	p.12
7.1 Renseignements fournis par l'ensemble des forages	
7.2 Apport de l'hydrochimie	
8. PREMIERS RESULTATS ET OBSERVATIONS DANS LE PERIMETRE	p.15
9. CONCLUSION	p.18
BIBLIOGRAPHIE	p.19

Annexe 1 : Inventaire des puits, sources et forages (5 p.)

Annexe 2 : Méthodologie des analyses chimiques (4 p.)

Annexe 3 : Evaluation statistique de la validité des dosages des nitrates par la spectrophotométrie en U.V. (11 p.)

Annexe 4 : Tableaux d'analyses (11 p.)

Annexe 5 : Tableaux de valeurs des données géophysiques (4 p.)

Annexe 6 : Fiches synthétiques des forages (6 p.)

LISTE DES FIGURES:

Fig.1 : Situation du périmètre expérimental de Kerveldréac'h

Fig.2 : Plan du périmètre expérimental de Kerveldréac'h

Fig.3 : Traîné électrique 1

Fig.4 : Sondages électriques 1 à 4

Fig.5 : Plan des sites expérimentaux

Fig.6 : Les différents types d'ouvrages disponibles

Fig.7 : Histogrammes des paramètres de forages

Fig.8 : Carte de distribution des nitrates sur le bassin versant du Kerharo

LISTE DES TABLEAUX:

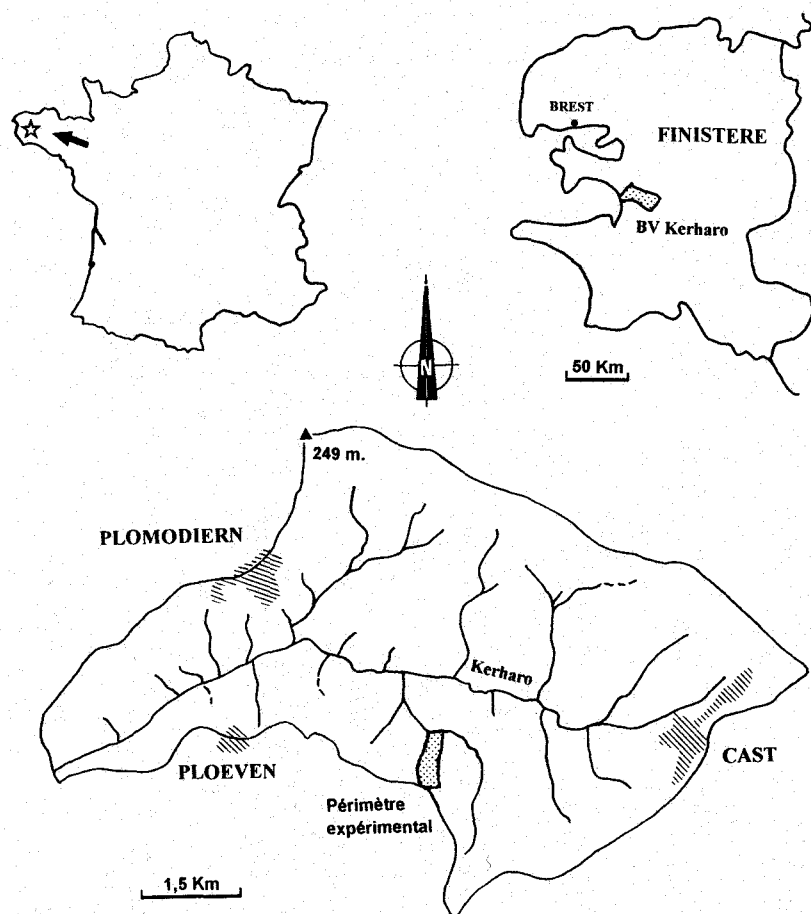
Tab.1 : Comparaison des interprétations des S.E. et des résultats des forages

Tab.2 : Valeurs centrales et de dispersion des nitrates

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du programme "Bassins versants et transmissions des pollutions au littoral" du Contrat de Plan Etat-Région Bretagne de 1994-1998, il a été prévu la mise en place d'un programme d'étude sur un bassin versant pilote en Baie de Douarnenez (le bassin versant du Kerharo, d'environ 50 Km²), dont certaines plages voient tous les ans des proliférations d'algues vertes. En effet, des études récentes montrent que les marées vertes sont liées aux apports en azote d'origine continentale et au degré de confinement des zones littorales où se font ces apports (IFREMER, 1993). Leur contrôle revient à étudier en priorité le transit des nitrates dans les eaux souterraines, qui contribuent pour l'essentiel au débit et au degré de pollution des cours d'eau en dehors des crues. Sachant que le transfert des polluants dans les milieux souterrains se produit avec plus ou moins de rapidité, l'observation des effets d'une pollution ou d'une mesure de correction prendra plus ou moins de temps pour se manifester dans les cours d'eau d'une façon significative (plusieurs années, éventuellement). De ce fait, pour saisir les prémices de toute évolution et aussi pour mieux connaître le contexte hydrogéologique dans lequel l'ensemble des études se fera, il a été décidé de réaliser un périmètre expérimental de contrôle et de mesure (laboratoire hors-mur), équipé pour l'instant de 12 forages et puits en réseau dense.

La position choisie pour ce périmètre expérimental découle des résultats d'une étude hydrogéologique préalable étendue à l'ensemble du bassin versant du Kerharo (J.P.Faillat et L.Somlette, 1995). Cette façon de procéder permettra d'évaluer la représentativité des mesures et des observations faites sur le périmètre.



2. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE

Le bassin versant du Kerharo est situé en bordure de la baie de Douarnenez, au Sud-Ouest de Châteaulin (fig.1). La pluviométrie y est de 1000 à 1200 mm, la valeur la plus forte correspondant au relief. La température moyenne annuelle est de 10 à 12°C. Le climat est océanique.

Fig. 1. Situation du périmètre expérimental de Kerveldréach

3. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DU KERHARO. (Voir J.P.Faillat et L.Somlette, rapport intermédiaire, 1995)

Le milieu étudié présente une lithologie assez simple, marquée essentiellement par la présence de deux types de roches :

- Les Grès Armoricaïn, d'âge Ordovicien, souvent massifs, de teinte blanche à gris vert. On les trouve au niveau du relief de la partie Nord et Est du bassin versant. Ils sont couverts de landes et de bois. Ils présentent dans la masse une porosité totale communicante de l'ordre de 4 à 10% (5 mesures).

- Des schistes d'âge Briovérien, de teinte gris verdâtre à bleuâtre, à caractère de "lutite", à granulométrie fine. Ils sont généralement imperméables sauf localement à la faveur de failles et fractures. Il y a de nombreuses intercalations gréseuses, avec également une porosité totale communicante du même ordre de grandeur que celle des grès armoricains (3 mesures). Ces schistes sont tendres, facilement altérés et portent l'essentiel des cultures.

La limite entre les deux types de roches est marquée généralement par des schistes de teinte rouge à violette. Le passage de l'un à l'autre se fait progressivement. La présence de filons de roche basique du type dolérite ou diabase, tardi- ou post-hercyniennes, a également été signalée.

L'étude sur photographies aériennes de la distribution directionnelle de la fracturation montre que les principales directions sont N 10-20, N140-150 et N 160-170, et sur affleurements, N 80-90 (direction de la schistosité), N 120-130, et N 170-180. Les différences observées peuvent être dues aux types d'affleurements disponibles et aux difficultés d'observation sur photos aériennes en zone agricole.

4. CHOIX DE L'EMPLACEMENT DU PERIMETRE, DES SITES ET DES FORAGES

Le bassin versant s'étant révélé relativement homogène du point de vue lithologie et fracturation, ces deux facteurs ne paraissent pas limitant, à cette échelle, quant au choix d'un périmètre. Par contre, il apparaissait nécessaire de situer celui-ci en fonction des critères favorables suivants :

- fortes teneurs en NO_3^- dans les eaux de surface,
- proximité d'une zone humide,
- possibilité de tester les variations de concentrations dans l'espace, dans des sites présentant des situations morphologiques contrastées, de la ligne de crête au talweg,
- cultures favorisant des apports de NO_3^- ,
- accès faciles,
- espaces permettant de disposer les forages sans gêne pour l'exploitant,
- et que l'exploitant soit d'accord !

Ces critères ont permis d'élaborer une carte de zones favorables à l'implantation du périmètre expérimental (rapport intermédiaire), à partir desquels, la mairie de Ploeven a sélectionné plusieurs exploitations. C'est finalement la ferme de Kerveldreac'h appartenant à M. Joseph GUEGUEN qui a été retenu.

5. CARACTERISTIQUES DU PERIMETRE

5.1. OCCUPATION DES SOLS

Le plan du périmètre de Kerveldréac'h, visible sur la figure 2, montre l'état actuel de l'exploitation, qui résulte essentiellement de la réorganisation des chemins et de la suppression des haies et talus afin d'étendre la surface des parcelles et de faciliter leur drainage. Sa superficie totale est de 29 ha.

L'exploitation consiste en un élevage de porcs à l'engraissement (300) et de vaches laitières Hollstein (43). Les parcelles sont occupées alternativement par des champs de blé ou de maïs fourragés et par des prairies. Quelques haies sur levées de terre ou talus subsistent. Les parties boisées sont situées en périphérie.

5.2. TOPOGRAPHIE ET MORPHOLOGIE

La route goudronnée Ploeven-Cast est à la cote 75 m à hauteur de la ferme. Une évaluation de la différence d'altitude entre la route et l'extrémité de la piste, avec un altimètre de précision, donne 30 m +/- 1 m. Cela est en accord avec les indications de la carte au 1/25 000°.

L'ensemble du périmètre présente une déclivité assez régulière, de forme générale légèrement concave, du sommet du bassin versant à la zone humide qui occupe le fond du talweg.

5.3. GEOLOGIE ET PEDOLOGIE.

Le périmètre est entièrement occupé par les schistes d'âge Briovérien, mais avec des intercalations de bancs gréseux et de filons de quartz, avec une forte variabilité spatiale.

La lecture de la carte pédologique et de l'hydromorphie des sols au 1/50000° (ENSAR), montre la présence de sols bruns superficiels sains, sur grès schisteux, passant, au niveau de la zone humide, à des sols colluviaux pseudogleyfiés profonds.

La carte de profondeur des sols situe la zone étudiée dans la tranche de 60 à 80 cm, ce qui correspond aux épaisseurs relevés lors des forages d'août.

5.4. LES POINTS D'EAU PREEXISTANTS.

En bas du versant, on trouve un ruisseau dont l'origine se situe à 2 km plus au Sud. Ce ruisseau, affluent du Kerharo, longe une zone humide, presque noyée en hiver, occupée par des prairies.

Dans la ferme de Kerveldréac'h existe un puits, référencé P31, profond de 9,2 m, avec une tranche d'eau d'environ 4 m au minimum, même au moment le plus sec de l'été 1995. Il est encadré, à l'Ouest par un champ de maïs et au Sud, par une zone en jachère, qui s'étend jusqu'à une ligne de crête d'altitude 95 m environ. Cette zone en jachère était un bois à l'origine, dont la destruction a modifié les écoulements de surface en facilitant le ruissellement (renseignement fourni par l'exploitant).

Le périmètre est encadré par un autre puits et deux forages. Le puits P32 profond de 12 m, se situe dans la ferme du "Rest". Les forages sont au "Gorzit vraz" (F19), à 750 m au Nord Ouest avec un suivi physicochimique bimensuel,

PLAN DU PERIMETRE EXPERIMENTAL DE KERVELDREAC'H

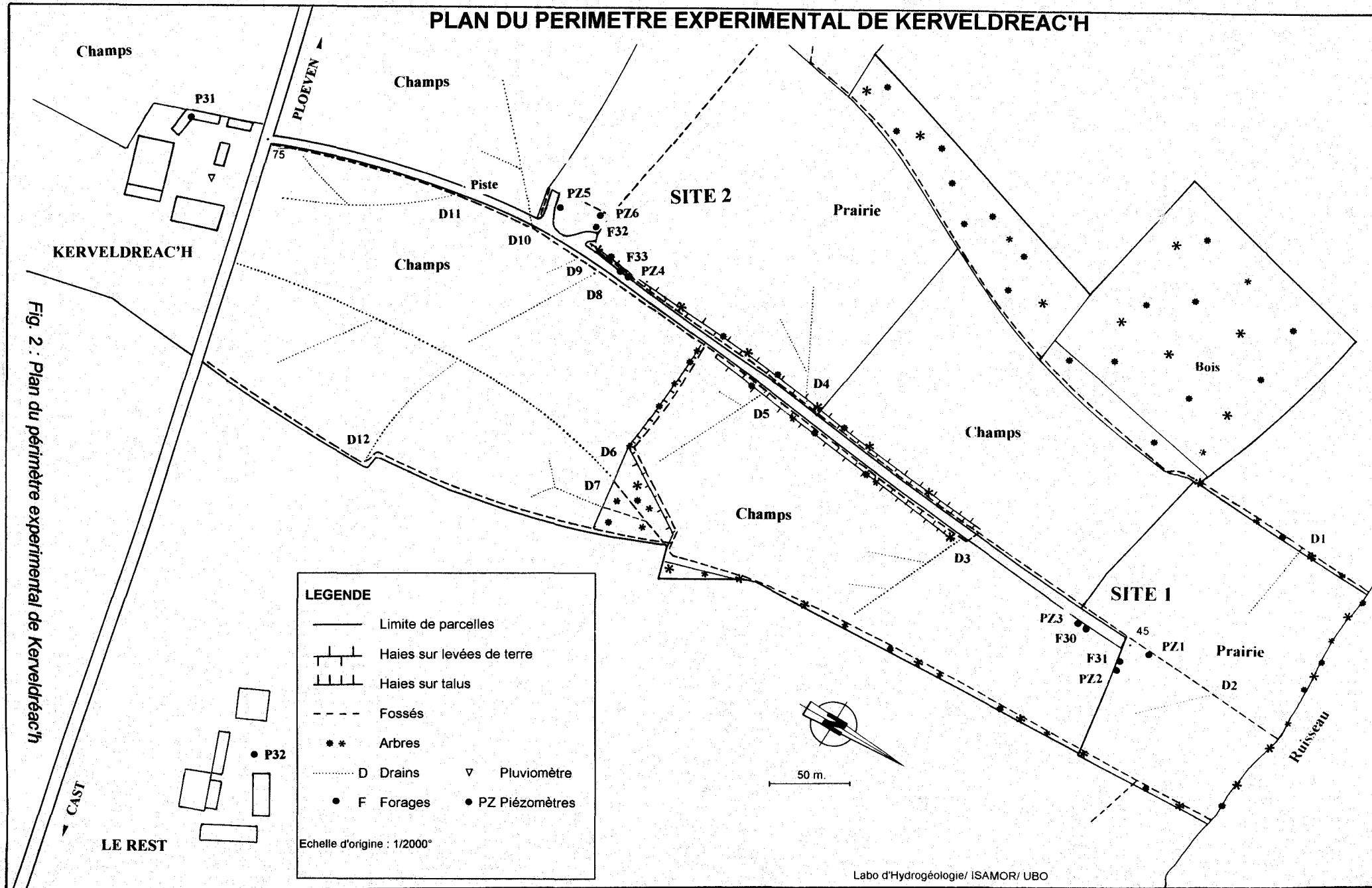


Fig. 2 : Plan du périmètre expérimental de Kerveldreac'h

et à "Kerlaoueret" (F25), à 1 Km à l'Est, avec un suivi mensuel.

Les cultures situées sur le périmètre sont parcourues par de très nombreux drains (11 références), dont les deux plus pérennes sont suivis bimensuellement.

Enfin, une source captée non utilisée actuellement, apparaît en rive droite du ruisseau, à 0,1 Km du périmètre.

5.5. GEOPHYSIQUE.

Une campagne de géophysique électrique a été réalisée en Juillet 1995 avec le matériel GEOSTUDI GRM 1000.

Un traîné Nord-Sud de 665 m a été fait le long du chemin qui parcourt l'ensemble du site de la route à la rivière.

Quatre sondages ont été réalisés sur le même parcours. Ils ont été positionnés sur des portions caractéristiques du traîné. Le traitement des données des sondages a été fait à l'aide du logiciel SEV de GEOSTUDI, permettant de proposer des coupes géoélectriques.

La méthode électrique consiste à injecter un courant dans le sol à l'aide de 2 électrodes (A et B) et de mesurer, par l'intermédiaire de 2 autres électrodes (M et N), la différence de potentiel créée par le passage de ce courant dans les terrains sous-jacents. Compte tenu de la géométrie des électrodes, il est possible de calculer la résistivité apparente " ρ_a " d'un certain volume de terrain.

Le traîné

Le but du traîné est de mettre en évidence les variations latérales de la résistivité apparente. Cette méthode est adaptée à la localisation d'anomalies conductrices, qui peuvent, entre autres, correspondre à des zones fracturées hydrauliquement actives sous recouvrement.

Le traîné de 665 m (figure 3) a été réalisé avec un dispositif Schlumberger, où $AB = 50$ m et $MN = 10$ m, avec une station et une mesure tous les 10 m.

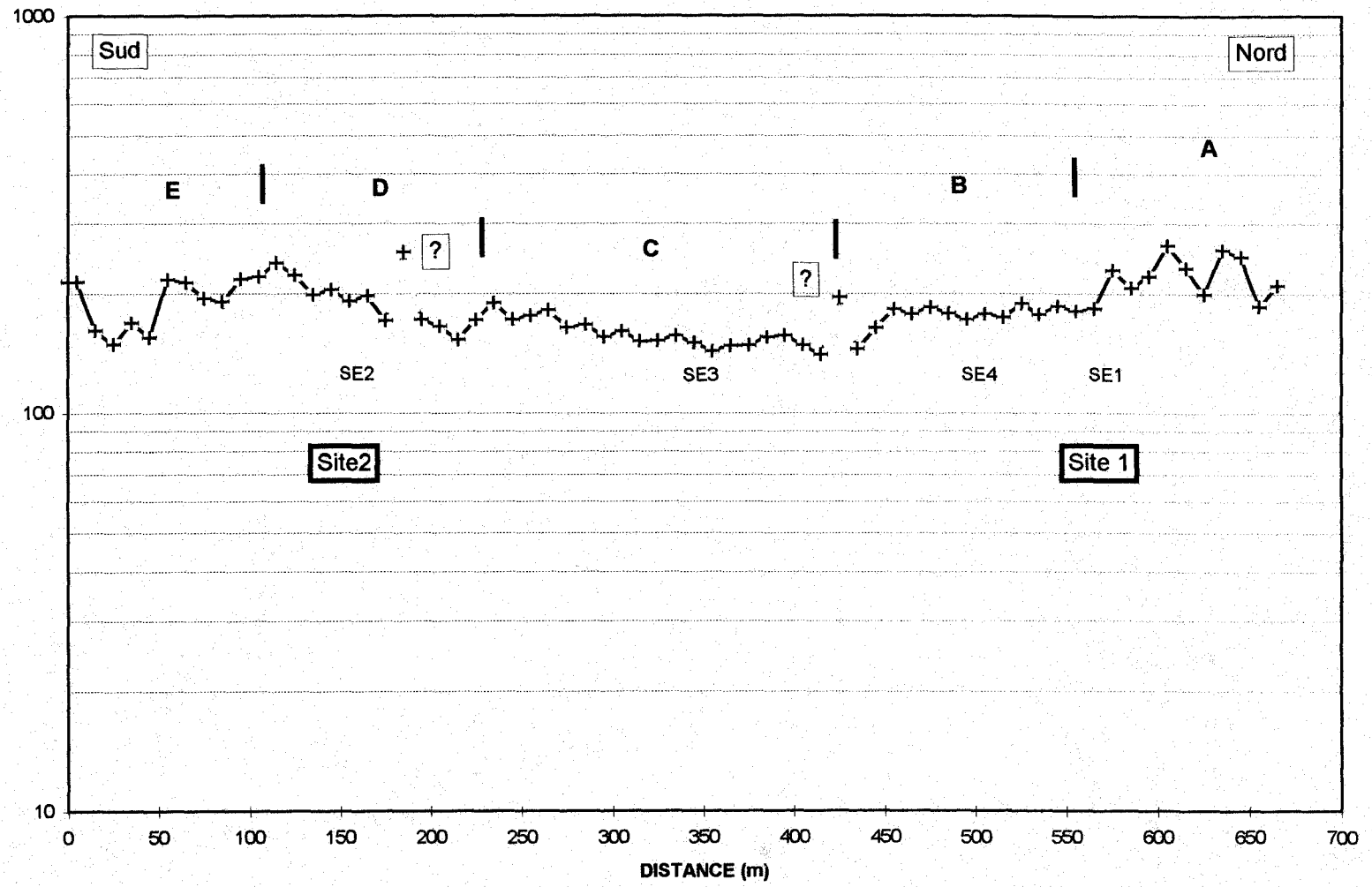
Le profil obtenu présente une allure assez régulière, avec des résistivités évoluant seulement entre 140 et 264 $\Omega.m$. (Les valeurs sont en annexe 5). Malgré cette faible amplitude de variation, il est possible de différencier 5 segments sur le profil:

- en A et E, sur une centaine de mètres pour chacun, les fluctuations sont nombreuses, nettes et rapides, et les résistivités apparentes assez élevées.
- en B et C, les valeurs de ρ_a sont relativement stables, avec une petite différence de la ρ_a moyenne entre les segments, et surtout, un passage assez brutal de l'un à l'autre (20 à 30 $\Omega.m$ en 20 m).
- en D, on note une décroissance régulière vers le Nord.

En première approche et en attendant des mesures complémentaires, l'interprétation suivante peut être proposée :

Les variations brutales en A et E (et ailleurs si elles existent), pourraient être attribuées à la présence de filons de quartz dans les schistes, associés à des fissures aquifères. Par contre, les paliers B et C et les passages abrupts de l'un à l'autre pourraient correspondre à une différenciation lithologique, la présence de bancs gréseux plus abondants dans les schistes se manifestant par des résistivités apparentes moyennes plus élevées.

Fig. 3 : Trainé électrique 1



RESISTIVITE APPARENTE (Ω.m)

Les sondages électriques (S. E.)

Le but des sondages est de mettre en évidence des variations de la résistivité vraie avec la profondeur, et d'obtenir une coupe géoélectrique.

Le dispositif consiste en un centre fixe, avec de part et d'autre, 4 électrodes (M, N, A et B) qu'on éloigne progressivement selon une certaine procédure. Les longueurs maximales de la ligne AB sont de 200 m pour les 4 S.E., ce qui permet une profondeur d'investigation de 15 à 50 m.

Les solutions proposées sont interprétatives et une faible modification des paramètres (résistivité ou épaisseur) peut faire varier les résultats. De plus, ici, les courbes sont très aplaties et la détermination des valeurs permettant les ajustements a été plus délicate.

La position des S.E. a été reportée dans la figure 3.

Les courbes corrigées des 4 sondages sont visibles figure 4 (Valeurs en Annexe 5) et les interprétations sont présentées dans le tableau N°1. Une comparaison avec les coupes simplifiées des forages les plus proches y est faite, .

Dans tous les cas, on distingue un horizon épais de 0,5 à 2 m, pouvant être assimilé au sol, avec des résistivités variables (125 à 400 Ω .m). Ensuite, on trouve un horizon intermédiaire, épais de 6 à 9 m, de résistivités s'étagant entre 160 et 200 Ω .m, assimilable à l'horizon d'altération. Enfin, à la base des coupes, on a un horizon de résistivités moyennes (150 à 190 Ω .m), qui peut correspondre aux schistes sains plus ou moins gréseux trouvés lors des forages.

TABLEAU N°1 : Comparaison des interprétations des S.E. et des résultats des forages.

Nombre de couches	SE1			F31		
	Résistivité (W.m)	Epaisseur (m.)	Profondeur du toit (m.)	Nature du terrain	Epaisseur (m.)	Profondeur du toit (m.)
1	400	0,5	0	Sol	0,7	0
2	159	1,5	-0,5	Argile	2	-0,7
3	261	4	-2	Schiste altéré	6,5	-2,7
4	183	inf.	-6	Schiste sain	inf	-9

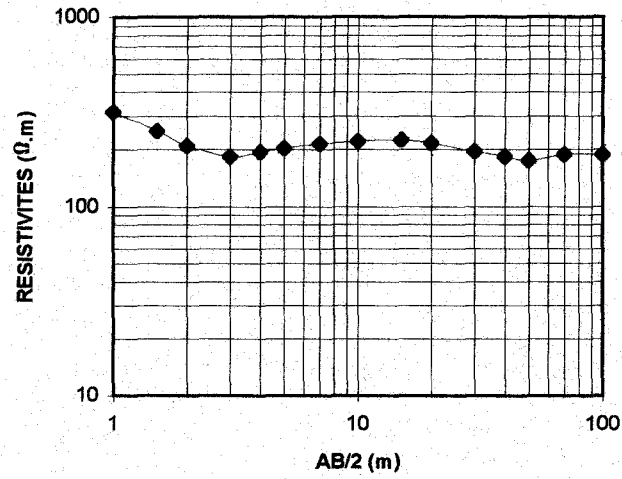
Nombre de couches	SE2			F32		
	Résistivité (W.m)	Epaisseur (m.)	Profondeur du toit (m.)	Nature du terrain	Epaisseur (m.)	Profondeur du toit (m.)
1	125	0,6	0	Sol	0,5	0
2	195	8,9	-0,6	Argile et schiste altéré	6,5	-0,5
3	150	inf.	-9,5	Schiste sain	inf.	-7,0

Nombre de couches	SE3		
	Résistivité (W.m)	Epaisseur (m.)	Profondeur du toit (m.)
1	179	2	0
2	239	1,3	-2
3	156	inf.	-3,3

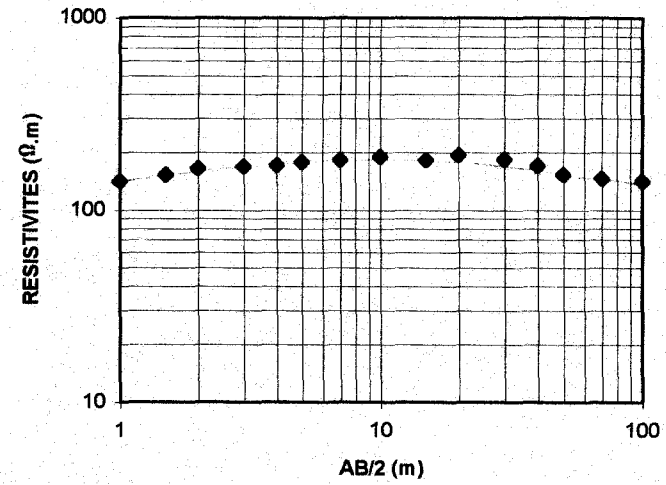
Nombre de couches	SE4		
	Résistivité (W.m)	Epaisseur (m.)	Profondeur du toit (m.)
1	380	0,5	0
2	173	5,9	-0,5
3	191	inf.	-6,4

Fig. 4 : Sondages électriques 1 à 4

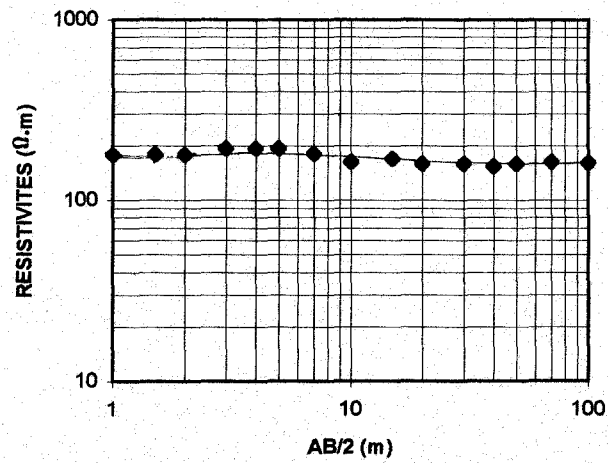
S.E.1 : COURBE CORRIGEE



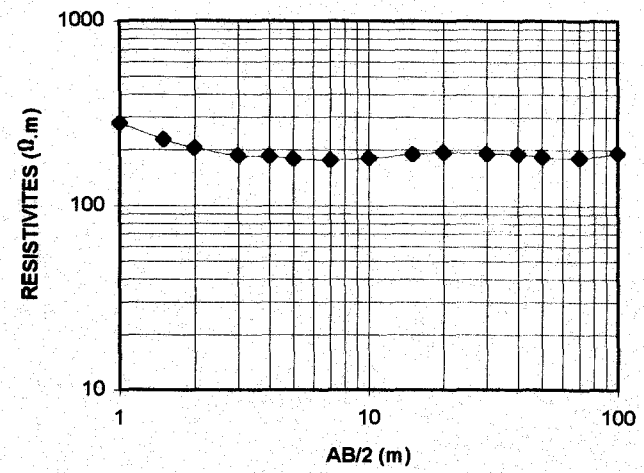
S.E.2 : COURBE CORRIGEE



S.E.3 : COURBE CORRIGEE



S.E.4 : COURBE CORRIGEE



6. TRAVAUX REALISES EN AOUT 1995.

6.1 CRITERES D'IMPLANTATION DES FORAGES ET DES PIEZOMETRES

La situation du périmètre étant acquise, la disposition des forages et piézomètres, en dehors de toute autre considération, devait correspondre à deux objectifs contradictoires :

- observer la distribution spatiale des nitrates dans l'ensemble du périmètre, ce qui supposait la dispersion des ouvrages,
- caractériser hydrodynamiquement les observations sur les nitrates, ce qui nécessite des ouvrages regroupés (quelques dizaines de mètres au plus entre eux).

Un dispositif intermédiaire a été retenu, avec deux sites distants de 400m, regroupant 5 ouvrages chacun, l'un à mi-versant (site 2) et l'autre à la jonction bas de versant-zone humide (site 1). Le traîné électrique N-S de 665 m, les 4 sondages électriques ainsi qu'un profil électro-magnétique E-W de 100m ont permis de préciser la position de certains ouvrages. La figure 5 donne la situation de chaque ouvrage.

6.2 PROCEDURE ET PARAMETRES SUIVIS LORS DE LA FORATION

Les 4 forages et les 6 piézomètres ont été réalisés au "marteau fond de trou", en rotation-percussion à l'air comprimé. Cette technique brise la roche en débris (cuttings) qui sont alors poussés hors du trou par l'air comprimé.

Au cours du forage, plusieurs paramètres ont été suivis conjointement. Ce sont:

LES DEBLAIS (CUTTINGS)

L'aspect, la taille, la couleur, la nature, ... des déblais ont été observés en cours de foration. Puis ils ont ensuite été recueillis tous les 3 mètres, longueur correspondant à une tige de forage, pour être examinés au laboratoire.

LA VITESSE D'AVANCEMENT

Celle-ci donne un indice sur la dureté de la roche traversée et sa cohésion. Elle n'a pu être notée à chaque fois du fait d'incidents de forage ou de manoeuvres en cours d'avancement. De plus, elle est influencée par la profondeur (énergie absorbée par l'expulsion des déblais et les frottements).

LE DEBIT INSTANTANE PAR SOUFFLAGE

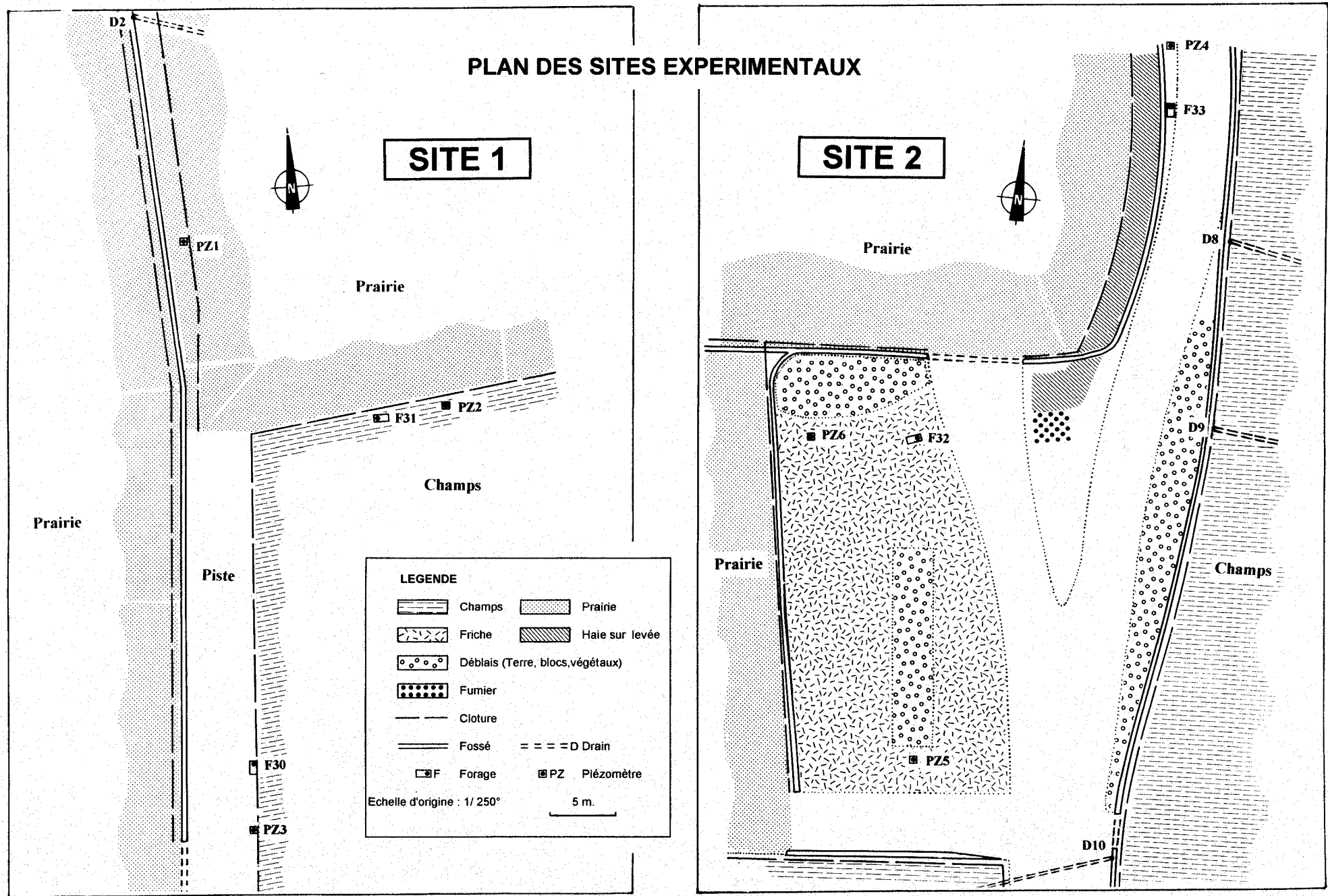
A la fin de chaque tige, en présence d'eau, un soufflage de quelques minutes a été réalisé, ce qui a permis de mesurer le débit, ainsi que la situation des arrivées d'eau, repérées par ailleurs à l'avancement lorsque les débits varient suffisamment.

LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE

Elle est proportionnelle à l'ionisation de l'eau. Ses variations indiquent un changement de la chimie de l'eau, et permettent de repérer les moments propices à l'analyse des nitrates et du fer, et ainsi, d'aider à la prise de décision pour l'arrêt des forages (inutile de continuer à l'apparition de la dénitrification).

Fig. 5 : Plan des sites

10



CONCENTRATION EN NITRATES ET EN FER

Une fois le débit par soufflage établi, un volume d'eau a été recueilli et analysé immédiatement si l'eau était claire, ou après décantation si elle était turbide.

L'analyse des nitrates a été faite avec un reflectomètre de terrain RQflex de MERCK dans la gamme 3-90 mg/l, avec une tolérance permettant des mesures de 0 à 99 mg/l. La justesse photométrique est de 0,5% de rémission relative, et la résolution de 0,1% de rémission relative (indications constructeur).

L'analyse semi quantitative du fer a été faite avec un coffret de terrain HACH, pour la gamme 0-5 mg/l, avec des dilutions faites pour les valeurs plus fortes.

Un échantillon d'eau a été recueilli pour confirmation au laboratoire des dosages des nitrates sur le terrain (Annexe 3).

6.3. OBSERVATIONS ET DOSAGES AU LABORATOIRE

ANALYSE DES DEBLAIS

Au laboratoire, on prélève la moitié de l'échantillon qui est lavée sur un tamis dont la maille (1 mm à 0,45 mm) est choisie en fonction de la granulométrie de l'échantillon afin d'éliminer les fines.

Sur le tamisat sont étudiés la granulométrie, l'aspect, l'homogénéité du lot, la nature, la présence de quartz, de pyrite ou d'oxydes de fer.

Ainsi peut être réalisée une coupe géologique des terrains traversés, avec une précision de 1 à 3 m.

LES NITRATES

L'échantillon récupéré, conservé au frigo dès le retour du terrain est filtré sous vide sur filtre à 0,45 μ m, et l'eau ainsi recueillie est analysée par spectrophotométrie en UV à 230 et 275 nm.

Les valeurs sont généralement proches de celles obtenues sur le terrain, sauf dans le cas où la turbidité avait sali la bandelette et modifié la réflectance.

La méthode employée est décrite en annexe 3 avec les autres méthodes de mesure des nitrates, une validation expérimental de la méthode aux U.V. ayant été réalisée.

6.4 DESCRIPTION DES OUVRAGES ET EQUIPEMENTS

La première campagne de forage (août 1995) a permis la réalisation de 4 forages de 35 à 55 m, et de 6 piézomètres de 13 à 22m (Annexe 6), distants entre eux de 5 à 60m dans un même site, qui viennent s'ajouter au deux puits et 2 forages préexistants dans le périmètre ou à proximité, et à 11 drains (0,5 à 1m de profondeur). La différenciation entre forages et piézomètres se fait sur des critères de profondeur, de diamètre et d'équipement (les piézomètres sont entièrement tubés).

Les drains fournissent des indications sur les écoulements les plus superficiels et les plus rapides, au niveau du sol. Les piézomètres, cimentés sur 1 à 2,5m, renseignent sur la partie supérieure de la nappe contenue dans la zone d'altération, épaisse de 10 à 15m le plus souvent et les forages, cimentés sur 8 à 14m, sur la partie inférieure de la nappe, contenue dans les schistes sains fissurés (Fig. 6). Si les piézomètres ont été entièrement tubés et crépinés, les forages ont été laissés à paroi nue sous la partie cimentée pour permettre l'utilisation d'obturateurs. Chaque

ouvrage a été équipé d'une pompe électrique submersible en plastique, d'un débit de l'ordre de 0,1 à 0,5 m³.h⁻¹, positionnée après une diagraphie de la colonne d'eau, au-dessous de la zone où elle est altérée par sa proximité avec la surface. Il a été établi un protocole d'échantillonnage pour chaque ouvrage, tenant compte du temps de stabilisation des paramètres physicochimiques.

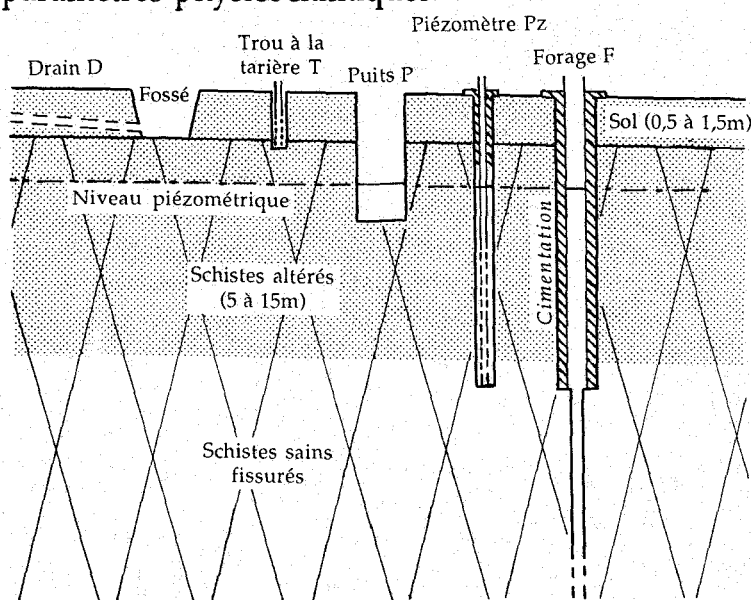


Fig.6 : Les différents types d'ouvrages disponibles

Les forages dont les numéros d'inventaire s'échelonnent de F30 à F33, présentent des points communs. Sous un sol épais de 0,5 à 0,7 m, on trouve une altérite argileuse à cailloutis de teinte et d'épaisseur variable, passant progressivement à des schistes de moins en moins altérés, parcourus de bancs gréseux et de filons de quartz. On note la présence fréquente de pyrite.

L'évolution à l'avancement des concentrations en nitrates et du fer dans tous les forages révèle un phénomène de dénitrification. La pyrite pourrait expliquer ce phénomène, au moins partiellement.

Les débits instantanés à l'air des forages sont de l'ordre de 4 à 25 m³.h⁻¹. Ils sont fournis par 3 à 4 arrivées d'eau.

7. ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES SUR L'HYDROGEOLOGIE DU BASSIN VERSANT DE KERHARO

7.1. RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR L'ENSEMBLE DES FORAGES

Les 30 forages actuellement répertoriés (Annexe 1), y compris les 4 forages de plus de 20m du périmètre expérimental, ont les caractéristiques suivantes :

Paramètres	Nombre d'individus	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Profondeur (m)	30	21	106 ?	44,8	15,2
Débit instantané (m ³ /h)	22	0,2	25	4,8	4,6
P.A.E. (m)	19	3	39	12,6	9,3
N.P. (m)	13	1	10	4,9	3,0

Les profondeurs, connues à chaque fois, sont comprises entre 21 et 106 mètres (non vérifiée) avec une moyenne de 45m. L'exception est constituée par le forage de Gorré en Dreff (F20b) atteignant 106 m selon l'exploitant. L'histogramme de fréquence des profondeurs montre que 87% des forages ont entre 30 et 60 mètres.(Fig.7)

Les débits instantanés en foration, de 0,2 à 25 m³.h⁻¹, avec une moyenne de 5 m³.h⁻¹, sont connus avec exactitude dans 23 cas sur 30 soit 77%. Dans le cas de Kervijen, la valeur indiquée de 40 m³.h⁻¹ peut être remise en cause. L'histogramme n'a donc été réalisé qu'avec 22 individus dont 86% ont des débits inférieurs à 8 m³.h⁻¹ (fig.7).

La première arrivée d'eau n'est indiquée que dans 19 cas (63 %) et donne une moyenne de 12,6 m. Cette valeur est un peu plus élevée que ce que nous avons rencontré pour les 4 forages et les 6 piézomètres du périmètre. Cela doit tenir au fait qu'une faible arrivée d'eau n'est pas toujours prise en compte par les foreurs. 84% des forages ont des arrivées d'eau entre 0 et 25 m (fig.7).

Le niveau piézométrique n'est indiqué que dans 13 cas (43 %) et sans certitude sur le degré de stabilisation. La moyenne est de 4,9 m. L'histogramme (fig.7) montre que près de la moitié des forages ont des niveaux piézométriques de l'ordre de 2 à 4 m. L'amplitude de variation de ces niveaux est d'environ 1 à 2 m dans un tel milieu.

Quatre forages seulement sont dans les grès armoricains. Les résultats obtenus montrent que les schistes briovériens sont suffisamment fracturés pour permettre la réalisation de forages avec des chances de succès suffisantes. Par ailleurs, ces résultats sont du même ordre que ceux obtenus pour ce type de roche dans diverses régions du globe.

Des essais ont été faits pour essayer de trouver des relations entre les paramètres niveau piézométrique et position topographique des forages, en définissant 3 types de position:

- sur la ligne de crête
- sur le versant
- au niveau du bas fond.

Il n'a pas été possible d'établir une relation nette entre ces deux facteurs, les points représentatifs étant très dispersés. Tout au plus remarque-t-on que les forages en bas fond (3) n'ont pas de niveaux statiques supérieurs à 3 m de profondeur. Cela semble indiquer un autre contrôle que topographique sur le niveau statique (distribution des perméabilités ?), et surtout la difficulté d'exploiter statistiquement un effectif très réduit (13 individus).

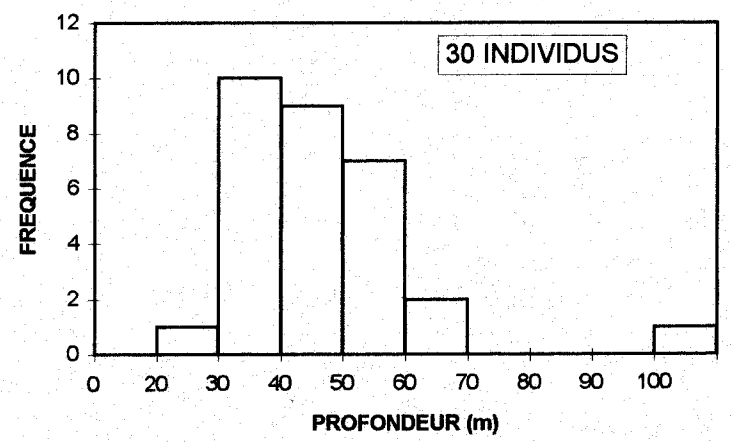
La même constatation peut être faite en ce qui concerne le débit instantané en fonction de la profondeur ou de la première arrivée d'eau.

7.2 APPORT DE L'HYDROCHIMIE

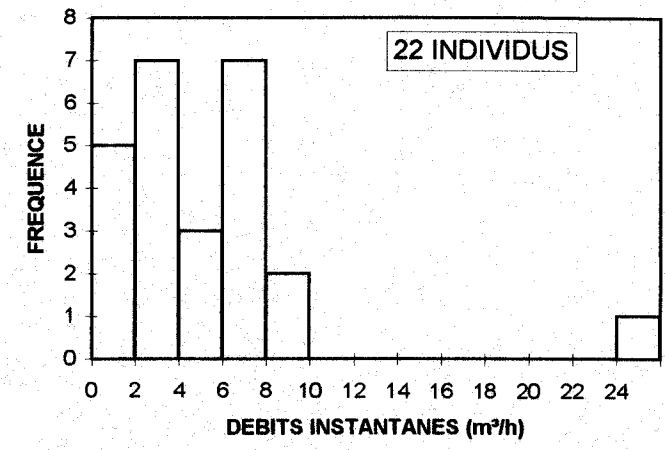
Au cours de l'étude préalable, des analyses chimiques portant sur les ions majeurs (64) ont été réalisées (51), ou trouvées (13) dans divers documents. Elles concernent des puits (13), des sources (5), des forages (8). La distribution des concentrations en NO₃⁻ pouvant intervenir dans le choix de la zone expérimentale, les forages, les puits et les sources étant en nombre trop faible, il a été nécessaire de compléter leurs indications par celles du réseau hydrographique. Une campagne de prélèvements a été réalisée le 21 Mars 95 avec la participation de l'INRA de Rennes sur 54 points d'eau (38 avec une analyse détaillée). Ces données ont été complétées depuis, ce qui a été pris en compte dans la figure 8 et dans le tableau N°2. L'ensemble

Fig. 7 : Histogrammes des paramètres de forages

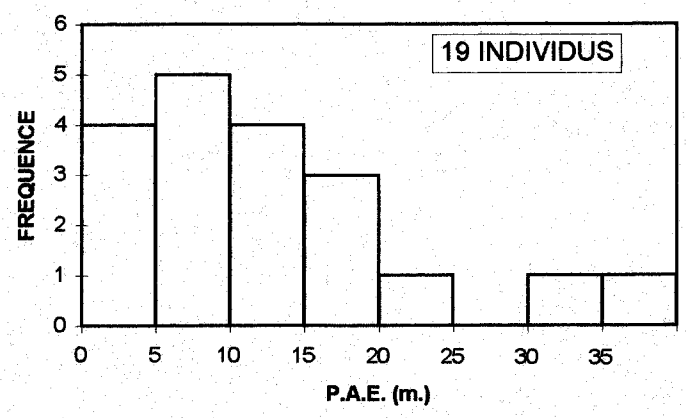
PROFONDEUR DES FORAGES



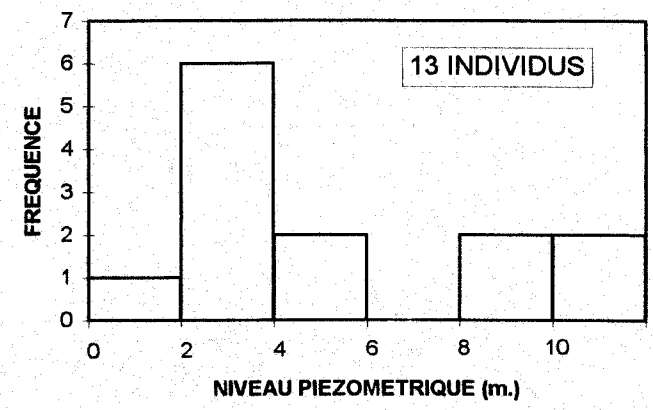
DEBITS INSTANTANES



PREMIERES ARRIVEES D'EAU



NIVEAU PIEZOMETRIQUE



des analyses des eaux souterraines se trouvent en Annexe 4, et celle des eaux de surface dans le rapport intermédiaire.

Les concentrations totales les plus importantes sont rencontrées dans les forages, et les moins importantes, dans les sources issues des grès armoricains. Globalement, on a par ordre d'abondance décroissant, $\text{Cl}^- > \text{NO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^-$ pour les anions, et $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$ pour les cations. Pour les forages, l'ordre $\text{NO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^-$ est parfois modifié. L'importance de l'hydrofaciès chloruré sodique fait penser à l'influence de la proximité de la mer, ceci ayant été détaillé dans le rapport intermédiaire. La comparaison des concentrations en ions avec la distance à la mer des zones d'alimentation montre une relation statistique pour la plupart des éléments, sauf pour le potassium.

Afin de vérifier l'importance de la proximité de la mer sur les concentrations, il a été fait le calcul du rapport SO_4/Cl , et la comparaison de celui-ci avec la conductivité et la distance à la mer. Sachant que $\text{SO}_4/\text{Cl} = 0,104$ pour l'eau de mer, on a constaté qu'au delà de 200 à 300 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, bon nombre de points de prélèvement ont un rapport bien supérieur, ce qui peut n'être dû qu'à un accroissement de SO_4 , Cl augmentant moins vite que SO_4^{2-} lorsque la conductivité (ou la concentration totale) s'accroît.

Cela est confirmé par SO_4/Cl en fonction de la distance à la mer, où il apparaît que les rapports bien plus grands que 0,104 correspondent surtout, contre toute attente, à des points proches du littoral. Si la gradation de Cl^- en fonction de la distance au littoral est probable, il n'en est pas de même pour les autres ions, malgré les apparences. Pollution et lithologie doivent intervenir également.

Les sources du haut du bassin versant ont des concentrations comprises entre 0,09 et 0,71 me/l en NO_3 . Les sources qui ont les plus fortes concentrations sont généralement très proches et à l'amont écoulement d'habitations, ce qui doit impliquer une pollution ponctuelle par fuite du réseau d'assainissement, ou même d'eau potable. Les sources les plus isolées, S 5, S15 et S16, ont des valeurs faibles (de 0,09 à 0,20 me/l).

En ce qui concerne les forages, les concentrations en NO_3 s'échelonnent entre 0 et 1,64 me/l, ce qui fait apparaître l'influence de phénomènes modificateurs, tel que la dénitrification, et/ou de phénomènes hydrodynamiques, cela aussi bien à l'échelle du bassin versant que du périmètre expérimental. Ces phénomènes sont en cours d'étude actuellement.

8. PREMIERS RÉSULTATS ET OBSERVATIONS DANS LE PERIMETRE

Les ouvrages récents du périmètre ont fourni les premiers résultats suivants :

- Les piézomètres et forages du site 1 ont des teneurs en nitrates plus importantes que celles du site 2.
- L'importance de la dénitrification est confirmée, puisqu'elle se manifeste dans tous les forages du périmètre, comme le montre le suivi des nitrates et du fer à l'avancement. La pyrite est abondante dans les schistes et dans les niveaux gréseux, ce qui pourrait expliquer ce phénomène, au moins partiellement.
- L'anomalie électro-magnétique la plus marquée correspond bien à une zone fortement fissurée, où un débit de $25 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ (compte-tenu de la contribution de la

**Tableau N°2 : Valeurs centrales et de dispersion
des nitrates**

Réf.	Période prélèvement	Nombre d'analyses	[NO3] minimum	[NO3] maximum	moyenne
S4	20/04 au 6/07	5	0,69	0,72	0,71
S3	20/04 au 16/08	8	0,22	0,35	0,32
S5	20/04 au 6/07	5	0,05	0,13	0,09
S2	20/04 au 6/07	5	0,40	0,67	0,60
S13	7/06 au 6/07	3	0,52	0,57	0,54
S14	7/06 et 21/06	2			0,64
S15	21/06	1			0,17
S16	21/06 et 6/07	1			0,20
F8	20/04 au 6/07	5	0,43	0,48	0,45
F9	20/04	1			0,18
F10	20/04 au 6/07	5	0,46	1,07	0,74
F11	20/04 au 30/08	9	1,12	1,24	1,20
F13	31/05 au 6/07	4	0,01	0,08	0,04
F18	16/08 au 30/08	2			0,00
F19	20/04 au 30/08	9	0,34	0,53	0,47
F20	31/05 au 30/08	7	0,00	0,04	0,01
F20b	16/08 au 30/08	2			0,00
F21	20/04 au 16/08	8	1,10	1,21	1,14
F22	20/04 au 16/08	8	0,64	0,73	0,68
F23	31/05 au 16/08	8	0,00	0,00	0,00
F24	20/04 au 6/07	5	1,61	1,65	1,63
F25	2/08 au 30/08	2			0,00
F30	16/08 au 30/08	2			1,24
F31	16/08 au 30/08	2			1,36
F32	16/08 au 30/08	2			0,00
F33	16/08 au 30/08	2			0,00
P1	09/03/93	1			0,68
P2	09/03/93	1			0,72
P4	09/03/93	1			0,57
P6	09/03/93	1			0,21
P8	09/03/93	1			0,41
P16	09/03/93	1			0,17
P17	09/03/93	1			0,15
P19	10/03/1993	1			0,19
P28	02/01/95	1			0,31
P31	6/07 au 30/08	5	0,22	0,93	0,66
P32	6/07 au 30/08	4	0,70	0,81	0,75

CARTE DE DISTRIBUTION DES NITRATES SUR LE BASSIN VERSANT DU KERHARO

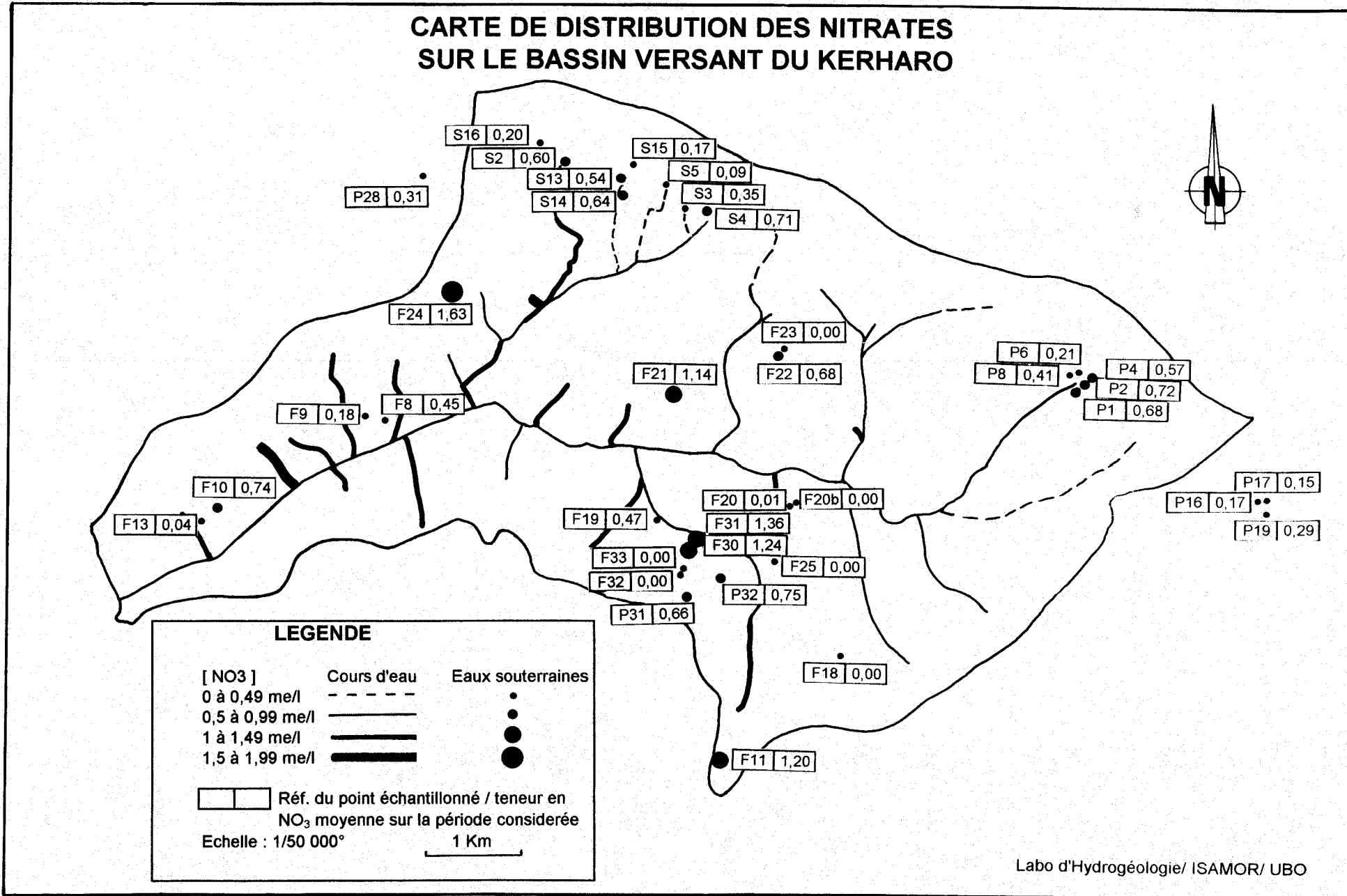


Fig. 8 : Carte de distribution des nitrates sur le bassin versant du Kerharo

partie cimentée) a été obtenu dans un forage de 34,4m seulement.

- Les ouvrages de chaque site interfèrent, et quelques soient leurs profondeurs, tous réagissent rapidement aux pluies. Deux limnigraphes sont en place depuis Septembre 1995, qu'il faudra compléter par un pluviographe.

9. CONCLUSION

Installé dans le bassin versant du Kerharo à la suite d'une étude hydrogéologique de l'ensemble de celui-ci, le périmètre expérimental de Kerveldréach dispose actuellement d'un dispositif d'observation qui permet d'étudier dans de bonnes conditions les transferts de nitrates, dans un milieu fissuré correspondant à des schistes plus ou moins gréseux. Le suivi des paramètres piézométriques, physico-chimiques et chimiques est en cours depuis avril 1995 pour l'ensemble du bassin versant et depuis août 1995 pour le périmètre. Une première série de pompages d'essai et de traçages artificiels ainsi qu'un complément de géophysique vont être entrepris. Ils seront suivis d'une deuxième campagne de forage (3 à 4 forages) début 1996, destinée à optimiser le dispositif existant.

De l'ensemble des observations et mesures qui précèdent on peut tirer le schéma synthétique suivant : un aquifère fissuré généralisé, plus ou moins bien connecté, existe dans les grès armoricains et les schistes briovériens. Des différences de perméabilité ou l'état du contact entre ces deux domaines peuvent expliquer la position fréquente des sources à leur limite. Les formations superficielles (altérites, colluvions, alluvions) jouent un rôle de capacité vis à vis des drains que constituent les fissures. L'ensemble est assimilable à un système bicouche drain-capacité. La surface piézométrique épouse sensiblement la forme du relief. Elle est connectée aux zones d'écoulements aériens, et sa plus grande profondeur est, en principe sous les interfluves ou dans les zones bien drainées par des fissures. Elle présente des irrégularités de détail liées à la distribution non uniforme des perméabilités. Il n'est pas exclu que certaines parties des nappes de fissures soient captives ou semi-captives, et peut être légèrement artésiennes sous les zones de bas-fond, surtout en hiver.

Plouzané, le 31 Octobre 1995

L. SOMLETTE, Chargé de recherche

J.P. FAILLAT, Responsable scientifique

BIBLIOGRAPHIE

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1989) : Standard methods for the examination of water and wastewater. *Traité*, 17^e Edition, pp. 4-131 - 4-139.

AUGRIS C., HOULGATTE E., ROLET J. (1988) : Carte des sédiments superficiels et carte géologique de la baie de Douarnenez -partie septentrionale-. *Etude IFREMER-UBO*, 22 p. 1 carte.

COGNE J. (1974) : Le Massif Armoricaïn. *in* Géologie de la France, Jacques Debelmas, tome 1 : Vieux massifs et grands bassins sédimentaires, *Doin*, Paris, 1974, pp. 105 - 161.

DARBOUX J.R. (1973) : Le Briovérien de la baie de Douarnenez. (Massif Armoricaïn). Etude pétrographique et structurale. *Thèse de 3^e cycle*, Univ. de Brest, Avril 1974, 207 p., 2 cartes hors texte.

DHEILLY-CARN A. (1983) : Contribution à l'étude hydrogéologique des volcanites du Trégor. *Thèse de 3^e cycle*, Univ. de Montpellier, Mai 1983, 168 p.

FAILLAT J.P., SOMLETTE L. (1995) : Rapport intermédiaire sur l'hydrogéologie du bassin versant du Kerharo. Proposition d'un choix élargi de sites expérimentaux. *Rapport technique*, Mai 1995, 17 p., 1 annexe, 1 carte hors texte.

GEOARMOR (1993) : Commune de Cast. Captage de Grannec-Cast et Linihouarn-Plomodiern. Mise en place des périmètres de protection. Etude technique préliminaire et étude hydrogéologique. *Rapport technique*, GR/ GM/ 1780/ AVRIL 1993, 92 p.

LAURENT D. (1995) : Vulnérabilité et risques sanitaires d'un bassin versant côtier : le bassin versant du Kerharo. Juin 1995. *Mémoire de Maîtrise*, Département des Sciences de la Terre, U.B.O., 26 p., 1 annexe.

MEGRET F. (1995) : Etude sur la fracturation du Bassin Versant du Kerharo en Baie de Douarnenez. Juin 1995. *Mémoire de Maîtrise*, Département des Sciences de la Terre, U.B.O., 37 p., 14 annexes.

MEROT P., DURAND J., BIDOIS J. (1995) : Rapport intermédiaire sur l'hydrologie du bassin versant du Kerharo (Finistère). 28 Juin 1995, Centre de Rennes, Unité de recherches de la chaire de Science du sol, *Rapport technique*, 37 p.

MORRIES P. (1971) : A note on the ultra-violet spectrophotometric method for the determination of nitrate in water. *Water treatment and examination*, pp. 132-137.

NAFFRECHOUX E. (1990) : Application des propriétés d'absorption ultra.violette des eaux et des effluents à la réalisation d'une station de mesure de la pollution. *Thèse de 3^e cycle*, Univ. de Chambéry, Novembre 1990, 178 p.

PARANTHOINE L. (1988) : Bilan de l'azote et estimation du temps de réponse sur 2 bassins versants de socle (Plouvorn, Massif Armoricain). *Thèse de 3^o cycle*, Univ. de Montpellier II, Novembre 1988, 218 p.

PIRIOU J.Y., ANNEZO J. P. (1993) : Mesures des flux azotés et phosphorés à l'exutoire de bassins versants bretons au Printemps 1991. Programme "Cartographie des zones sensibles à l'eutrophisation - Cas des côtes bretonnes" *Rapport IFREMER*, Direction Environnement littoral, Laboratoire d'écologie. Juillet 1993, 24 p., 9 annexes.

ROCHE P.A., TALBO H., THIERY D. (1983) : Analyse des débits obtenus par air-lift sur les forages au marteau fond-de-trou en Bretagne (France). *Hydrogéologie-Géologie de l'ingénieur*, 4, 1983, pp. 337-346, 4 fig., 4 tabl.

CARTE GEOLOGIQUE DE LA FRANCE AU 1/50 000^o, Feuille de Douarnenez (309) et notice explicative. (1975). *Edition du BRGM*.

ANNEXES

ANNEXE 1

TABLEAU N° 1-1 : INVENTAIRE DES PUIITS

Référence	réf. GEOARMOR	Lieu dit	X	Y	Alt. (m)	Observations
P1	1	Linihouarn	119,12	1073,57	155	A.E.P.
P2	2	Linihouarn	119,10	1073,30	155	"Puits B" A.E.P.1976
P3	3	Linihouarn	119,02	1073,40	149	"Puits A" A.E.P. 1976
P4	4	Linihouarn	119,02	1073,45	150	"Puits gauche" A.E.P.1976
P5	8	Linihouarn	118,87	1072,97	140	
P6	5	Coat Bihan	118,10	1073,70	167	A.E.P.
P7	6	Coat Bihan	118,12	1073,70	168	A.E.P.
P8	7	Coat Bihan	118,87	1073,57	153	A.E.P.
P9	12	Bel Air	120,00	1073,92	175	A.E.P.
P10	14	Bel Air	119,87	1074,05	175	A.E.P.
P11	15	Bel Air	119,85	1074,10	180	Presque sec
P12	9	Kéravel	119,35	1073,86	161	
P13	17	Kéravel	119,57	1072,72	149	Ancien puit A.E.P. Cast
P14	20	Toul Douar	120,42	1072,52	169	A.E.P.
P15	21	Toul Douar	120,12	1072,92	164	Non utilisé
P16	25	Guilispars	120,75	1072,10	160	A.E.P.
P17	26	Guilispars	120,77	1072,80	160	A.E.P.
P18	27	Guilispars	120,80	1071,10	165	
P19	22	Grannec	120,80	1071,80	155	A.E.P.
P20	23	Grannec	120,87	1071,80	155	A.E.P.
P21	24	Grannec	120,95	1071,76	155	Non utilisé
P22	30	Grannec	121,25	1071,88	178	Non utilisé
P23	31	Grannec	121,22	1071,92	177	Non utilisé
P24	28	Ty Véguen	122,45	1072,40	130	A.E.P.
P25	34	Lostidinic	121,60	1071,32	169	A.E.P.
P26	36	Lusvars	120,92	1071,15	115	Non utilisé
P27	37	Crail	120,70	1071,57	122	A.E.P.
P28	-	Kroas Ru	112,65	1075,75	120	A.E.P. Plomodiern
P29	-	Valaré	114,77	1075,57	136	
P30	-	Gorré ar Hoat	115,50	1075,12	136	
P31	-	Kerveldréac'h	114,81	1071,25	78	
P32	-	Le Rest	115,18	1071,45	64	

TABLEAU N° 1-2 : INVENTAIRE DES SOURCES ET FONTAINES

Référence	Réf. GEOARMOR	Lieu dit	X	Y	Alt. (m.)	Type de point d'eau
S1	-	St Corentin	113,70	1076,1	130	Source
S2	-	St Corentin	113,80	1076	125	Source
S3	-	Dinidic	115,15	1075,32	120	Source
S4	-	Dinidic	115,20	1074,3	120	Source
S5	-	Valaré	114,82	1075,62	155	Source
S6	13	Bel Air	119,95	1074,02	172	Fontaine
S7	19	Kéralies	119,50	1071,3	108	Fontaine
S8	29	Ty Véguen	122,50	1072,5	132	Fontaine
S9	33	Lostidinic	121,52	1071,3	166	Fontaine
S10	35	Lostidinic	121,30	1071,32	162	Fontaine
S11	-	Kéravel	119,50	1072,75	149	Source captée
S12	-	Kroas-Ru	112,65	1076	122	Source captée
S13	-	Vévit	114,40	1075,70	125	Source captée
S14	-	Vévit	114,37	1075,62	120	Source
S15	-	Vévit	114,50	1075,75	135	Source
S16	-	Lescobet	113,70	1076,07	130	Source captée
S17	-	Kermanac'h	115,10	1072,01	45	Source captée

En gras : Puits ou sources avec analyses

TABLEAU N° 1-3 : INVENTAIRE DES FORAGES

Département : Finistère

(D'après les données du B.R.G.M.)

Commune	Nat. pt. d'eau	Coordonnées			Entreprise	Date exé.	Propriétaire	Forage		Géologie	Débit (m³/h)	P.A.E. (m.)	N. P. (m.)	Observations
		X	Y	Alt. NGF				prof. (m)	φ (mm)					
Ploeven	Forage F1	111,50	1072,83	32 m	Brunel	03/05/1976	M. Cornic (Kergonnec Izella)	43	110	Schistes et grès (?)	7	4		Inaccessible
Ploeven	Forage F2	116,38	1074,38	63 m	Le Pape	17/09/1976	M. Queffelec (Kerdern)	58			3			Inaccessible
Plomodiern	Forage F3	114,78	1075,63	138 m	Le Pape	20/09/1976	Jain Anna (Valaré)	40		Arène Granite ?	1,5			Peu accessible
Plomodiern	Forage F4	114,33	1076,45	203 m	Le Pape	21/09/1976	M. Luchetti (Reun Bihan)	48			0,5			
Plomodiern	Forage F5	114,35	1075,63	127 m	Le Pape	17/12/1976	M. René Le Goff (Pen Vévit)	30			3			
Plomodiern	Forage F6	110,38	1073,33	44 m	Le Magourou	aoû-81	Mao Corentin (Lagonténiat)	45	140	Schistes	3	30	3,5	Inaccessible
Plomodiern	Forage F7	109,13	1072,54	43 m	Hydropur - Bouenec	09/1981 ou 1982	M. Ferec (Kervijen)	60	110	Schistes	40 (?)	20		Problème de Fer
Plomodiern	Forage F8	111,88	1073,35	20 m	Goëffic	28/09/1981	M. Nicolas Didier (Kerharo)	21	140	Schistes et grès	1 à 9 m 1,8 à 15 m 7 à 21 m.	7	3	
Plomodiern	Forage F9	111,60	1073,44	33 m	Goëffic	29/09/1981	M. Roger Le Duff (Keriven)	30	140	Schistes	1 à 18 m 1,5 à 30m	11		
Plomodiern	Forage F10	110,30	1072,55	12 m		env. 1982	M. Thomas (Penfont)	40à45		Schistes				
Cast	Forage F11	115,93	1069,48	114 m	Goëffic	05/07/1982	G.A.E.C. Hascoët (Bodennec)	33	150	Schistes	0,3 à 15 m 2 à 21 m 4 à 24 m 7 à 27 et 33 m	12	3	
Plomodiern	Forage F12	111,50	1075,58	93 m	Goëffic	30/07/1982	M. Jean Taro (Gorre Ribble)	30	150	Schistes	0,3 à 15 m 2 à 21m. 2,5 à 27 et 30m	12	8	pH = 5,7 NO ₂ = 0 et NO ₃ = 60mg/l
Plomodiern	Forage F13	109,86	1072,43	15 m		env. 82	M. Briand (Lanfranc)	60			6 à 7			Problème de er NO ₃ = 20

Commune	Nat. pt. d'eau	Coordonnées			Entreprise	Date exé.	Propriétaire	Forage		Géologie	Débit (m³/h)	P.A.E. (m.)	N. P. (m.)	Observations
		X	Y	Alt. NGF(m)				prof. (m)	φ (mm)					
Plomodiern	Forage F14	109,42	1074,11	44 m	Goëffic	sep-83	M. Jean Blouet (Keraliou)	42	140	Schistes	0,5 à 21m. 1 à 27m 3 à 30 m 4,5 à 36 m 6 à 42 m.	18	10	Problème de fer
Plomodiern	Forage F15	114,33	1076,45	203 m	Priser	déc-83	M. Luchetti (Reun Bihan)	50	155	Argiles (7m) Schistes Granite bleu?	0,2 à 50	3		
Cast	Forage F16	114,13	1069,86	101 m	Goëffic	juil-85	M. Jean Luc Gourlan (Penbodennec)	36	150	Schistes	0,3 à 9 m 1 à 18 m 4,5 à 24 m 6 à 27 m 7 à 36 m	9	5	Inaccessible
Plomodiern	Forage F17	110,65	1074,41	60 m	Priser	jan-86	M. Mignon (Lespeur)	35	194	Grès Schistes	0,2 à 4 m 1 à 12 m 1,5 à 18 m 3 à 22 m 4 à 26et35m	4		Inaccessible
Cast	Forage F18	116,34	1070,46	90 m	Goëffic	22/10/1990	M. Ernest Donnard (Créac'h Cast)	52	160	0,5 à 28m: schistes 28 à 46 m : Grès 46 à 52 m : Grès schisteux	0,5 à 18 m 1,4 à 28 m 1,8 à 46 et 52 m	18	2	
Ploeven	Forage F19	114,53	1072,08	40 m	Forafrance	03/12/1991	M. Garot (Gorzit Vraz)	52	168	Schistes altérés Schistes fracturés quartzeux (à 38 m)	3	39		
Ploeven	Forage F20	115,96	1072,13	67 m	Forafrance	23/07/1992	M. Chevalier (Gorre An Dreff)	52			>4			analyse annuelle
Ploeven	Forage F20 bis			67 m	Forafrance	23/07/1992	M. Chevalier (Gorre An Dreff)	106 ?			< 3			Non repertorié au BRGM
Plomodiern	Forage F21	114,93	1073,43	57 m	Goëffic	06/08/1992	M. Jean Yves Prigent (Kerdalaé)	49	160	0 - 0,5 m : Terre 0,5-5m: Sch. jaunes 5-12 m: Sch. bruns 12-16 m : Sch. gris 16- 49 m : schistes +Quartz	1 à 18 m 3 à 24 m 5 à 31 m	18	8	
Plomodiern	Forage F22	116,05	1073,75	77 m		17/08/1992	M. Marchadour (Kérivoal)	52						Problème de fer NO ₃ < 1

Commune	Nat. pt. d'eau	Coordonnées			Entreprise	Date exé.	Propriétaire	Forage		Géologie	Débit (m³/h)	P.A.E. (m.)	N. P. (m.)	Observations
		X	Y	Alt. NGF (m.)				prof. (m)	φ (mm)					
Plomodiern	Forage F23	116,05	1073,03	72		mar-93	M. Le Bris (Kérivoal)	30						Problème de fer
Plomodiern	Forage F24	112,59	1074,60	90	Goeffic	09/09/1993	M. Pierre Larvol (Bronua)	38	160	0 à 6 m : Argiles 6 à 9 m : Sch. bruns 9 à 38 m : "Arènes grises" (?)	0,5 à 8 m 4 à 17 et 38m	8	10	
Ploeven	Forage F25	115,90	1071,57	75	Priser	1982	M. Breton (Keriaouéret)	32						Non répertorié au BRGM
Ploeven	Forage F30	114,87	1071,17	46	Priser	10/08/1995	ISAMOR (à Kerveldréac'h)	55,4	160	Voir détail des forages	1 à 10m, 0,5 à 13m, 2,5 à 16m, 5,5 à 31m, 7 à 52m	7	2,5	
Ploeven	Forage F31	114,91	1071,13	45	Priser	10/08/1995	ISAMOR	34,4	160		6 à 8m, 1 à 13m, 1,5 à 25m, 10,5 à 28m, 17,5 à 31m	5	2,3	
Ploeven	Forage F32	114,77	1071,45	64	Priser	11/08/1995	ISAMOR	40,4	160		0,2 à 16m, 3 à 22m, 4,5 à 28m, 5,5 à 31m, 6,5 à 40m	3	1	
Ploeven	Forage F33	114,80	1071,47	60	Priser	09/08/1995	ISAMOR	49,4	160		1,7 à 11m, 0,5 à 35m, 1,5 à 40m	11	5,7	

Ploeven	PZ1	114,87	1071,10	43	Priser	07/08/1995	ISAMOR	12,8	63		0,7 à 12m	12	1,9	
Ploeven	PZ2	114,92	1071,13	46	Priser	07/08/1995	ISAMOR	12,8	63		2 à 12 m	8	2,2	
Ploeven	PZ3	114,87	1071,18	46	Priser	07/08/1995	ISAMOR	18,8	63		0,2 à 16	7	2,8	
Ploeven	PZ4	114,80	1071,51	59	Priser	08/08/1995	ISAMOR	21,8	63			13	5,2	
Ploeven	PZ5	114,77	1071,53	65	Priser	08/08/1995	ISAMOR	18,8	63		0,1 à 18	16	2,8	
Ploeven	PZ6	114,76	1071,51	64	Priser	08/08/1995	ISAMOR	12,8	63		0,1 à 13	13	2,6	

ANNEXE 2

A- METHODOLOGIE DES ANALYSES CHIMIQUES

1. ECHANTILLONNAGE

Les échantillons prélevés sur les sources, les puits ou les forages sont stockés dans des flacons préalablement nettoyés à l'eau distillée, rincés trois fois avec l'eau à prélever, puis entièrement remplis en évitant de laisser la moindre bulle d'air. La double fermeture assure l'étanchéité.

Tous les échantillons prélevés sont conservés dans un réfrigérateur à + 3°C à l'abri de la lumière. L'analyse est faite dans les trois jours à deux semaines qui suivent le prélèvement.

2. LES PARAMETRES MESURES

- CONDUCTIVITE ELECTRIQUE ET TEMPERATURE

Les mesures de la conductivité électrique et de la température sont faites *in situ* directement sur l'eau à prélever à l'aide du conductimètre WTW LF 96 équipé de la sonde Tetracon 96. La même mesure est faite au laboratoire, sur l'échantillon dès l'ouverture du flacon pour vérifier la qualité de la conservation.

L'erreur sur les mesures de conductivité est inférieure à 2% et de +/- 0,2°C sur la gamme de températures rencontrées.

- pH

La mesure du pH est elle aussi faite sur l'eau *in situ*, avec le pH-mètre WTW pH 96 équipé de l'électrode en verre WTW E56. Cette mesure est faite de nouveau au laboratoire dès l'ouverture du flacon.

Les valeurs sont relevées après stabilisation de l'appareil et l'erreur est estimée à 0,02 unités de pH.

- TITRE ALCALINOMETRIQUE COMPLET (T.A.C.)

La mesure de la concentration des ions CO_3^{2-} et HCO_3^- est faite immédiatement après celle du pH, par mesure potentiométrique, à l'aide du pH-mètre WTW96 et neutralisation à pH 4,3 par l'acide sulfurique à N/25.

Erreur absolue estimée : +/- 0,05 me.l⁻¹

- CALCIUM et MAGNESIUM

Ces deux paramètres sont aussi mesurés dès l'ouverture des flacons, par complexométrie avec l'EDTA à N/25, en présence de murexide pour le calcium, de noir eriochrome et d'un tampon ammoniacal à 60°C pour la somme $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$. La concentration en Mg^{2+} étant obtenue par différence entre les deux dosages.

Erreur absolue : +/- 0,05 me.l⁻¹ pour le calcium, +/- 0,1 me.l⁻¹ pour le magnésium.

- CHLORURES

Le dosage des chlorures se fait selon la méthode de Mohr en utilisant une solution titrée de nitrate d'argent par formation de chlorure d'argent en présence de chromate de potassium.

Erreur absolue estimée : +/- 0,05 me.l⁻¹

- NITRATES

La mesure se fait par spectrophotométrie en U.V. à 230 et 275 nm, directement sur l'échantillon non traité avec un spectrophotomètre Shimadzu A160. (Voir l'annexe 3 présentant la comparaison de plusieurs méthodes), avec référence à une courbe d'étalonnage.

Erreur absolue estimée : +/- 0,05 me.l⁻¹

- SULFATES

La mesure se fait par turbidimétrie, par formation d'un précipité de sulfate de baryum, en milieu acide, en présence de Twen 20, celui-ci assurant la stabilité du précipité. La lecture se fait sur spectrophotomètre UNICAM 8625 à 420 nm, avec référence à une courbe d'étalonnage.

Erreur absolue estimée : - sur la gamme 0-1 me.l⁻¹ : +/- 0,1 me.l⁻¹

- sur la gamme 1 à 2,5 me.l⁻¹ : +/- 0,2 me.l⁻¹

- SODIUM et POTASSIUM

Les mesures sont faites par photométrie de flamme (Appareil Ciba Corning 410), avec référence à une courbe d'étalonnage.

Erreur absolue estimée +/- 0,01 me.l⁻¹ pour le potassium

+/- 0,05 me.l⁻¹ pour le sodium

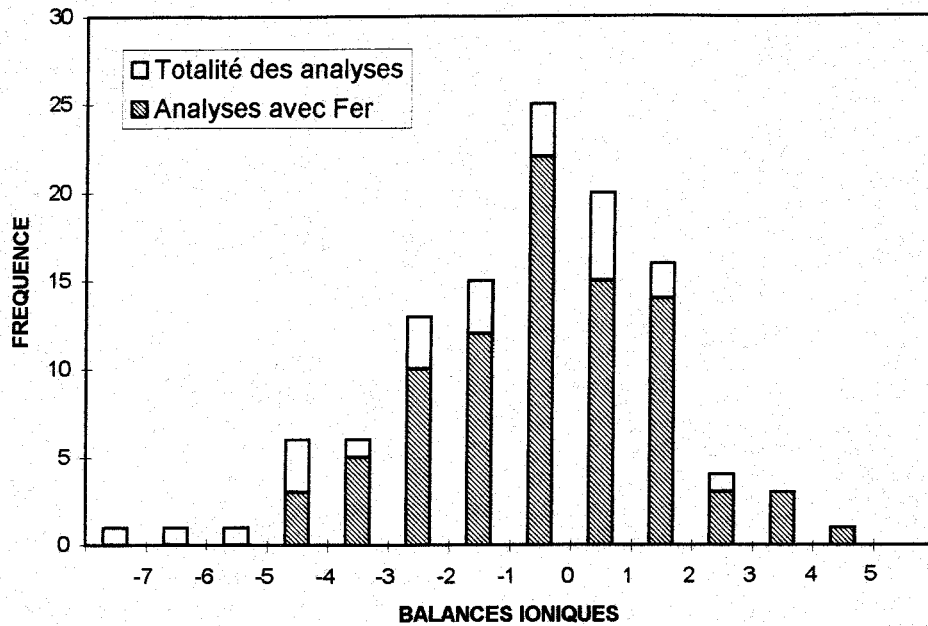
B. QUALITE DES ANALYSES

La qualité de la conservation des échantillons est vérifiée par la comparaison de la conductivité électrique mesurée sur le terrain et au laboratoire. La différence ne doit pas excéder 5%.

La qualité des analyses est vérifiée par la balance ionique ($\epsilon\%$) qui permet de comparer la somme des cations et la somme des anions. Ces valeurs doivent être proches, et la balance ionique donne l'écart relatif entre les deux. On peut considérer une analyse comme bonne pour $\epsilon\% < 5\%$, et jusqu'à 10% au dessous de 300 μ S/cm à 20°C.

L'histogramme des balances ioniques (fig. 2-1) des analyses faites entre avril et août sur les sources, les forages et les puits montre une distribution symétrique peu étendue, avec un mode bien défini entre 0 et -1% (ce qui correspond à une différence entre cations et anions inférieure à 0,05 me/l). Ce léger décentrage peut être d'ordre méthodologique, ou tout simplement correspondre aux cations non dosés..

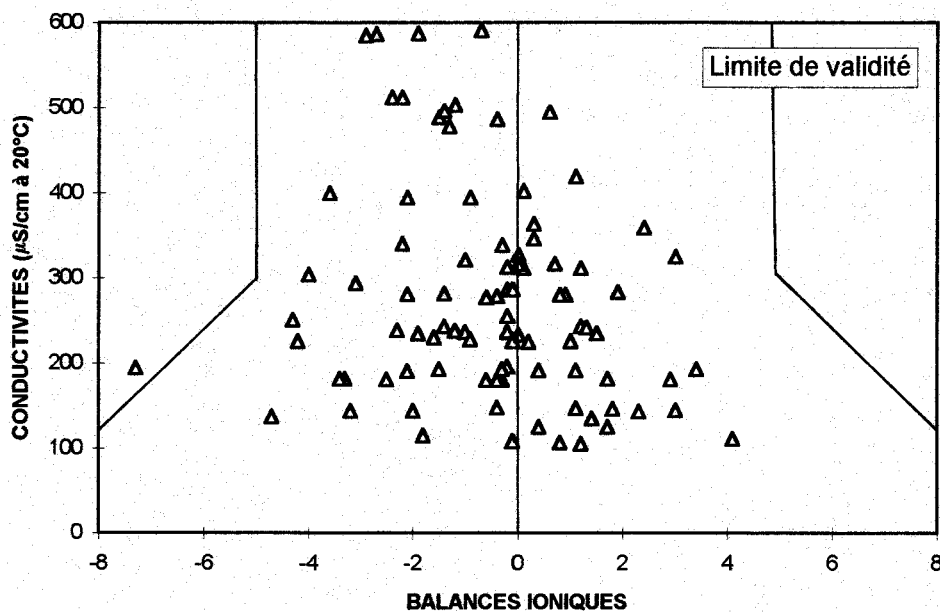
**Fig. 2-1 : BALANCES IONIQUES DES ANALYSES
D'AVRIL à AOUT 95 (112 INDIVIDUS)**



Le diagramme conductivités/balances ioniques (fig.2-2) montre aussi un léger décalage du nuage de points vers les valeurs négatives mais l'ensemble reste dans le domaine de validité. Le nuage est un peu plus étalé dans les valeurs de conductivité faibles ; ce qui est normal car plus la minéralisation de l'eau est faible, plus l'imprécision des mesures est forte.

L'ensemble des analyses est donc utilisable mais avec précaution pour celle ayant une balance de -7,3% (F33 du 16/08).

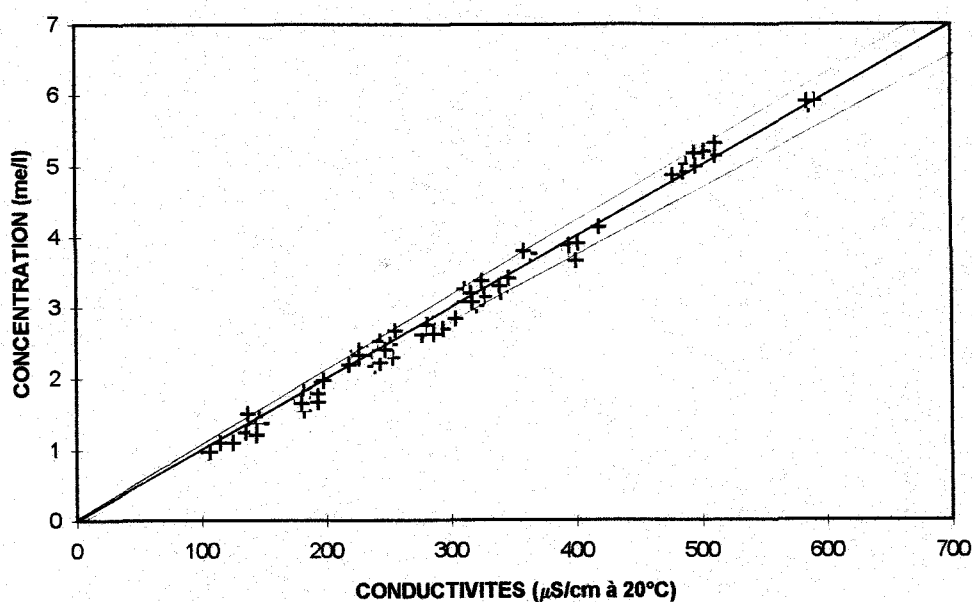
Fig. 2-2 : DIAGRAMME CONDUCTIVITES/BALANCES IONIQUES



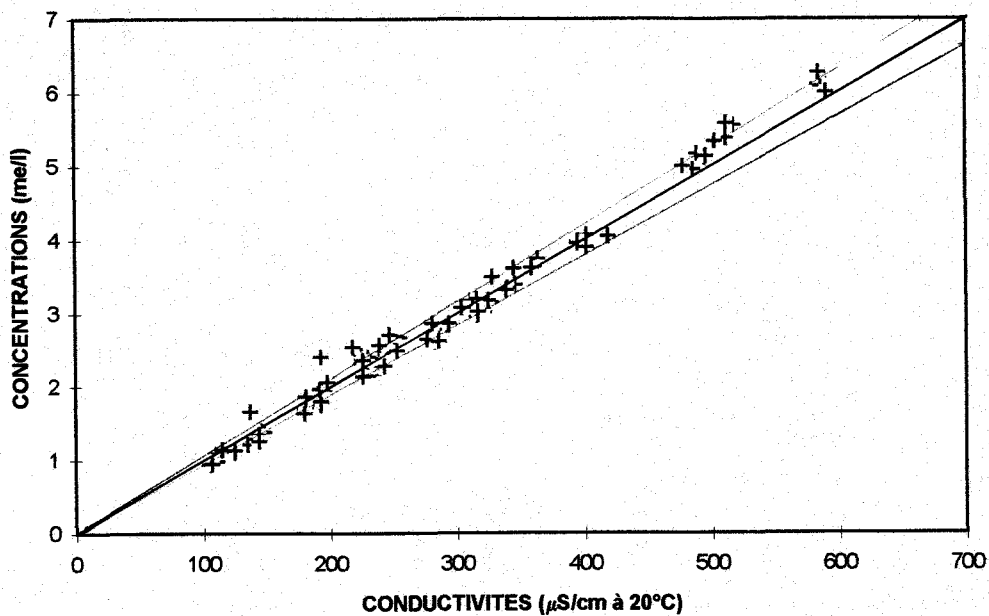
Le troisième contrôle porte sur la comparaison des conductivités et de la somme des cations et des anions. En effet, à 20°C, pour une eau où Cl⁻, SO₄²⁻ ou NO₃⁻ domine, 100 μS/cm correspondent à environ 1 me/l, (en fait, 0,95 à 1,05 μS.cm⁻¹) de cations ou d'anions. Le graphique de la relation entre conductivité et concentrations en ions (Fig.2-3) montre un rassemblement de l'essentiel des points dans des limites de +/-5% autour de la droite théorique. Au niveau des faibles valeurs de conductivités, on note que la limite des 5% est plus facilement approchée ou même dépassée, ce qui est assez normal du fait de l'imprécision croissante des analyses quand les concentrations se réduisent. L'équivalence existant entre concentrations et conductivités électriques est donc vérifiée, à l'imprécision des mesures près, et par conséquent, la validité des analyses.

FIG. 2-3 : RELATION ENTRE LA CONDUCTIVITE ET LA DEMI SOMME DES IONS

RELATION CONDUCTIVITE/ SOMME DES CATIONS



RELATION CONDUCTIVITE/ SOMME DES ANIONS



ANNEXE 3

EVALUATION STATISTIQUE DE LA VALIDITE DES DOSAGES DES NITRATES PAR LA SPECTROPHOTOMETRIE EN U.V.

CONTEXTE

De nombreuses méthodes de dosages des nitrates existent actuellement, certaines sont reconnues officiellement en France (dosage des nitrites par colorimétrie après réduction des nitrates en nitrites sur colonne de Cadmium), d'autres commencent à être reconnues comme la spectrophotométrie en U.V. (par l'American Public Health Association, 1989).

La spectrophotométrie en U.V. est particulièrement intéressante, car elle ne requiert quasiment aucun traitement ni manipulation sur l'échantillon, et son exécution est très rapide, comparativement aux autres méthodes. Cependant, elle est réputée sensible à la présence de matière organique. Aussi, pour évaluer l'exactitude de cette méthode, avons nous fait une étude comparative.

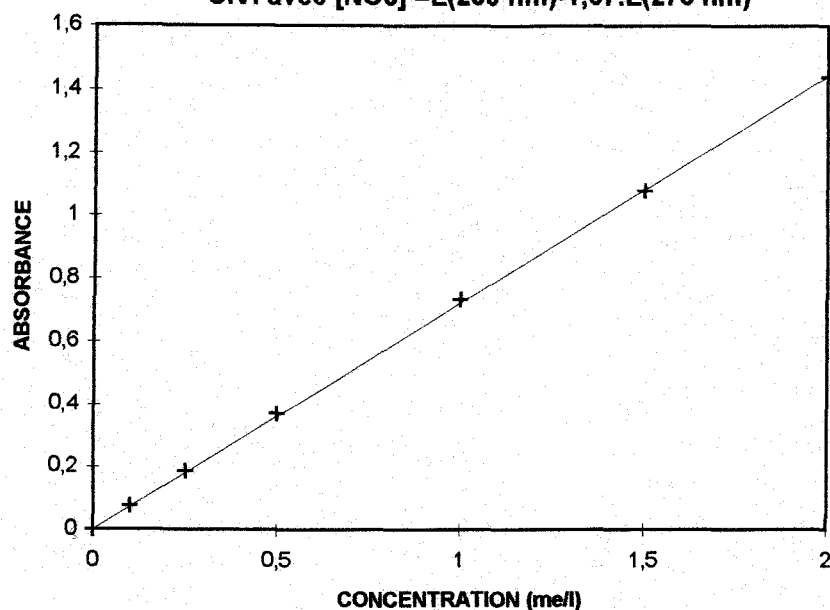
ETAT DES CONNAISSANCES

MORRIES (1971) propose une méthode mathématique permettant d'avoir une valeur bien corrélée avec la méthode de réduction Zn-Cu. Il cite à titre de comparaison deux auteurs, HOATHER et GOLDMAN, qui ont proposé la détermination des concentrations en nitrates en utilisant deux longueurs d'ondes. HOATHER utilise la formule $NO_3 = L(210nm) - 4.L(275nm)$, et GOLDMAN, $NO_3 = L(220nm) - 2,5.L(275nm)$, la lecture à 275 nm étant censée corriger l'influence de la matière organique. Cependant, la réponse à 275 nm n'est pas seulement perturbée par la quantité de matière organique, mais aussi par sa nature.

L'American Public Health Association (1989), dans ses méthodes standards, propose d'utiliser la formule $NO_3 = L(220nm) - 2.L(275nm)$, avec une normalisation de la procédure de mesure, et insiste sur le fait que cette méthode est adaptée à des eaux peu chargées en matière organique, et doit être abandonnée lorsque la lecture à 275 nm atteint 10% de celle à 220 nm. Nos essais montrent que cette méthode nécessite la dilution des échantillons à partir de 40 mg/l, la courbe d'étalonnage atteignant alors un palier. Une meilleure linéarité est obtenue si l'on utilise la formule $NO_3 = L(230nm) - 1,37.L(275nm)$ (Communication orale), puisque la courbe d'étalonnage est presque rectiligne jusqu'à 100 mg.l⁻¹, et est correctement utilisable jusqu'à 120 mg.l⁻¹, soit 2 me.l⁻¹, sans dilution. (Figure 3-1). Les eaux doivent être peu chargées en matière organique.

NAFFRECHOUX(1990) fait l'inventaire des différentes méthodes, et met l'accent sur la méthode utilisant les U.V. malgré sa sensibilité à la présence de matière organique et de détergents anioniques.

Fig. 3-1 : COURBE D'ETALONNAGE PAR LA METHODE aux U.V. avec $[NO_3] = L(230\text{ nm}) - 1,37.L(275\text{ nm})$



PROCEDURE DES TESTS

METHODES EMPLOYEES:

Tableau 3-1 : METHODES COMPAREES

Nature des eaux étudiées	Couple de méthodes étudié	Nombre d'échantillons analysés	Détail des échantillons	Coef. correl
EAUX SOUTERRAINES	UV230 / Sulfophéniqué	34	14 sources, 20 forages	0,991
	UV230 / Réduction sur colonne de Cadmium	15	3 étalons, 2 sources, 10 forages	>0,999
	UV230 / Electrophorèse capillaire	11	3 étalons, 2 sources, 6 forages	>0,999
	UV230 / UV220	10	4 sources, 6 forages	0,998
	UV230 / UV230 autre labo	9	2 sources, 7 forages	>0,999
	UV230 / Réflectomètre	13	2 étalons, 11 forages	0,768
	Cadmium/ Sulfophéniqué	11	2 étalons, 7 eaux de surface	0,992
Cadmium / Electrophorèse	5	2 étalons, 3 forages	0,998	
EAUX DE SURFACE	UV230 / Sulfophéniqué	7	7 eaux de surface	0,993
	UV230 / Cadmium	9	2 étalons, 7 eaux de surface	0,998
	Sulfophéniqué / Cadmium	9	2 étalons, 7 eaux de surface	0,987

1- Comparaison des méthodes aux U.V. à 230nm et de Granval et Lajoux

Des échantillons prélevés le 7 et 21 Juin 1995 sur des sources et des forages, ont été analysés en même temps par la méthode aux U.V.(spectrophotomètre SHIMADZU A160) et par la méthode de Granval et Lajoux utilisant un réactif sulfophéniqué, avec lecture au spectrophotomètre UNICAM 8625 à 410 nm. Le tableau 3-2 présente les valeurs déterminées, et leur interprétation graphique est portée dans la figure 3-2.

On remarque que le nuage de points est assez dispersé, et que la droite moyenne n'est pas de pente 1. Cette méthode nécessite une préparation très délicate, sans doute à l'origine de ces écarts.

Les résultats obtenus pour les eaux de surface sont tout à fait similaires à ceux obtenus pour les eaux souterraines.

Fig.3-2 : COMPARAISON DES METHODES AUX U.V. à 230 nm ET DE GRANVAL ET LAJOUX

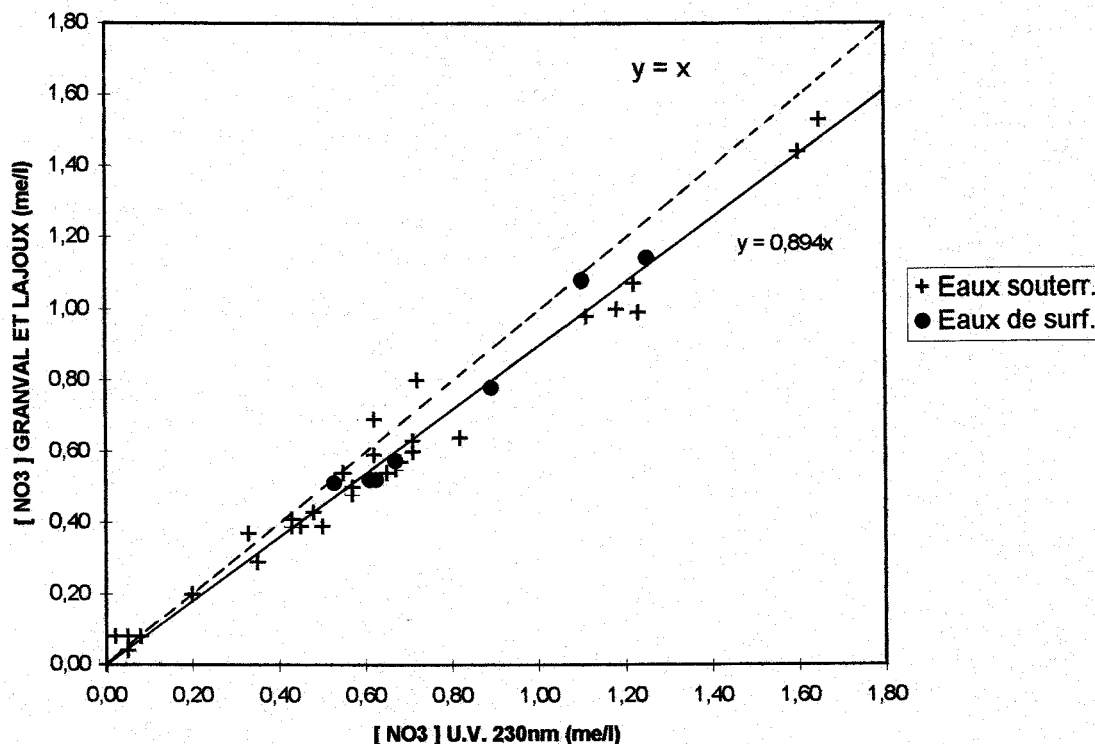


Tableau 3-2 : Comparaison des méthodes aux U.V. et de Granval et Lajoux

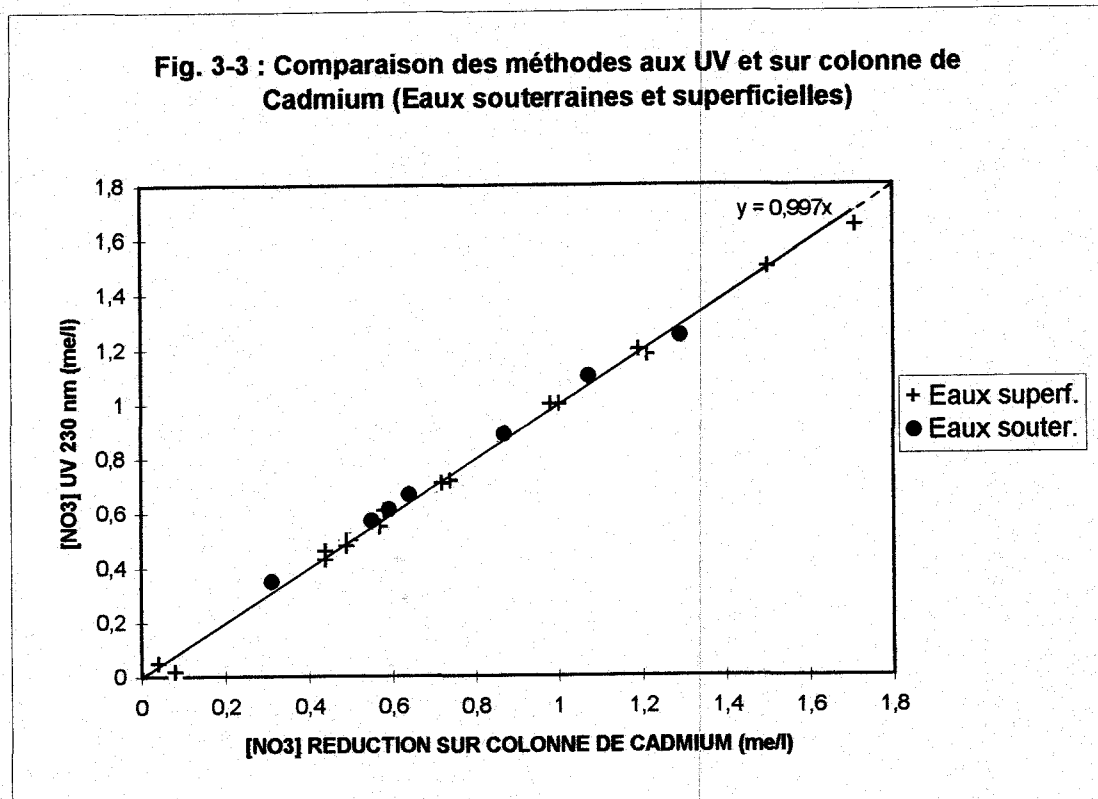
Date	Nom des sources	UV	G et L
07-jun	S4	0,71	0,63
	S3	0,35	0,29
	S2	0,67	0,55
	S5	0,08	0,08
	Kru	0,45	0,39
	S13	0,57	0,48
	S14	0,65	0,54
	F24	1,60	1,44
	F8	0,43	0,39
	F13	0,05	0,08
	F10	0,82	0,64
	F11	1,23	0,99
	F19	0,50	0,39
	F20	0,00	0,01
	F21	1,11	0,98
F22	0,68	0,57	
F23	0,00	0,00	
21-jun	S4	0,72	0,80
	S3	0,33	0,37
	S2	0,62	0,69
	S5	0,05	0,04
	S13	0,53	0,52
	S14	0,62	0,59
	S16	0,20	0,20
	F24	1,65	1,53
	F8	0,43	0,41
	F13	0,02	0,08
	F10	0,55	0,54
	F11	1,22	1,07
	F19	0,48	0,43
	F20	0,00	0,00
	F21	1,18	1,00
F22	0,71	0,60	
F23	0,00	0,00	
06-jul	St Corentin	1,10	1,08
	2	0,62	0,52
	5	1,25	1,14
	6	0,61	0,52
	8	0,89	0,78
	12	0,57	0,50
13	0,67	0,57	

2- Comparaison des méthodes aux UV230 et de réduction sur colonne de Cadmium.

Des échantillons prélevés de 21 Juin 1995 sur des sources et des forages ont été analysés au laboratoire municipal de Brest par la méthode de réduction sur colonne de Cadmium, et dès le retour de ce laboratoire, ils étaient analysés en spectrophotométrie U.V. à 230 nm.

Les résultats sont dans le tableau 3-3 et sur la figure 3-3. Pour les eaux souterraines, les résultats diffèrent de 0,3 à 3,5 mg/l sur la gamme de concentrations considérées, mais donnent une corrélation tout à fait satisfaisante.

Pour les eaux superficielles, la méthode aux U.V. donne des résultats plus forts (Figure 3-3). La droite de corrélation n'est pas de pente 1, mais la méthode semble utilisable en affectant un coefficient de correction systématique, proportionnel à la valeur trouvée, pour se rapprocher de la méthode sur colonne.



**TABLEAU 3-3 : COMPARAISON DES METHODES AUX UV à 230nm
ET PAR REDUCTION SUR COLONNE DE CADMIUM**

	REFERENCE	Réduction sur colonne de Cadmium	UV ISAMOR
ETALONS	N/666	1,5	1,5
	N/1000	1,0	1,0
	N/2000	0,5	0,5
	N/1000	0,98	1,0
	N/2000	0,49	0,5
EAUX SOUTERRAINES	F13	0,08	0,02
	S5	0,04	0,05
	F8	0,44	0,43
	F19	0,49	0,48
	F10	0,57	0,55
	S4	0,74	0,72
	F22	0,72	0,71
	F21	1,21	1,18
	F24	1,71	1,65
	F8	0,44	0,46
	F10	0,59	0,61
	F21	1,19	1,2
	EAUX SUPERFICIELLES	St Corentin	1,07
2		0,58	0,61
5		1,29	1,25
5 bis		0,58	0,61
8		0,87	0,89
12		0,55	0,57
13		0,64	0,67
76		0,31	0,35

3- Comparaison de la méthode aux U.V. à 230 et par électrophorèse capillaire.

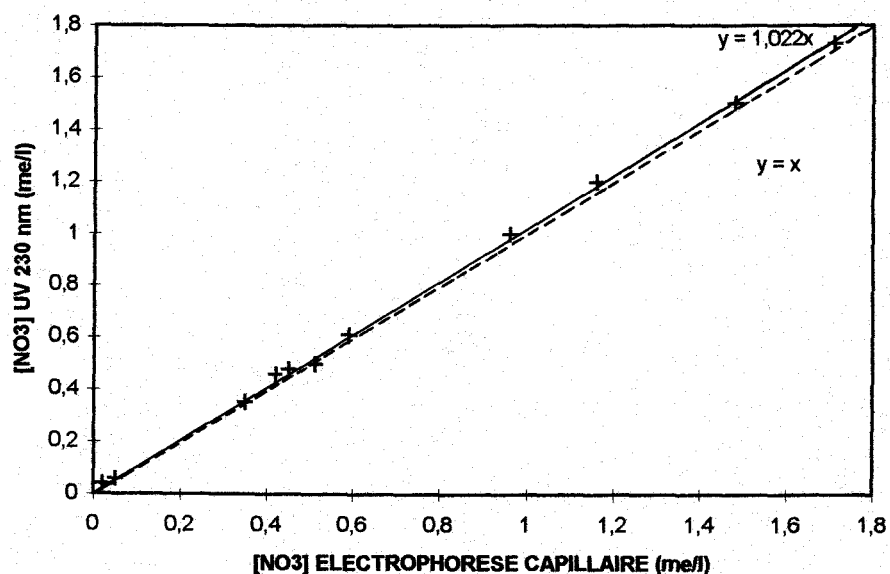
L'analyse par électrophorèse capillaire s'est faite au laboratoire de l'usine de traitement de Pont ar Bled avec un Waters Quanta 4000, sur la deuxième bouteille des échantillons d'eaux souterraines prélevés le 21/06/95. Le résultat donné est la moyenne de deux tests consécutifs fait sur le même échantillon par cet appareil. L'analyse a ensuite été faite en spectrophotométrie U.V. à 230nm.

La figure 3-4 montre une très bonne corrélation entre les deux méthodes, même si les données brutes montrent des écarts de 0,3 à 2,2 mg/l.

TABLEAU N°3-4 : COMPARAISON DES [NO₃] PAR ELECTROPHORESE CAPILLAIRE ET UV

REFERENCE	Electrophorèse capillaire (me/l)	UV ISAMOR (me/l)
N/2000	0,51	0,5
N/1000	0,96	1,0
N/666	1,48	1,5
F13	0,02	0,04
S5	0,05	0,06
S3	0,35	0,35
F8	0,42	0,46
F19	0,45	0,48
F10	0,59	0,61
F21	1,16	1,20
F24	1,71	1,73

COMPARAISON DES METHODES AUX UV à 230 nm ET PAR ELECTROPHORESE CAPILLAIRE



4- Comparaison des méthodes aux UV à 230 et 220 nm.

La comparaison a été faite entre la méthode à 230 nm et la méthode préconisée par l'A.P.H.A. à 220 nm sur des eaux souterraines, avec le même spectrophotomètre. En complément de ce test, une comparaison a été faite à Pont ar Bled avec un spectrophotomètre "Docteur Lange" à rattrapage automatique de la dérive, utilisant la longueur d'onde de 220nm.

Le graphique 3-5 présente le test entre les méthodes à 220 et à 230 nm. On note une bonne corrélation entre les deux méthodes, les légers écarts dans les valeurs supérieures pouvant être dus aux dilutions nécessaires à 220 nm.

Le graphique 3-6 présente le test avec le matériel de Pont Ar Bled.

COMPARAISON DES METHODES DE MESURES AUX U.V.

Tableau 3-5

REFERENCE	[NO3] me/l	
	$L_{(220nm)} - 2L_{(275nm)}$	$L_{(230nm)} - 1,37L_{(275nm)}$
S3	0,36	0,35
S4	0,68	0,73
S5	0,05	0,05
F8	0,46	0,46
F13	0,05	0,05
F19	0,49	0,48
F21	1,16	1,19
F24	1,82	1,72
S5	0,14	0,13
F8	0,48	0,48

Tableau 3-6

NOM DU SITE	Pont Ar Bled UV	UV ISAMOR
S3	0,32	0,35
S5	0,02	0,06
F8	0,43	0,46
F10	0,61	0,61
F13	0,05	0,04
F19	0,5	0,48
F21	1,15	1,20
F24	1,71	1,72

Fig 3-5 : COMPARAISON DES METHODES AUX U.V. à 230 et 220nm

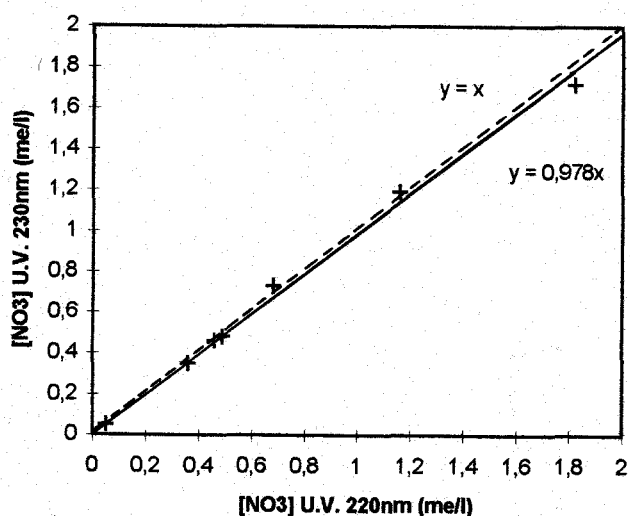
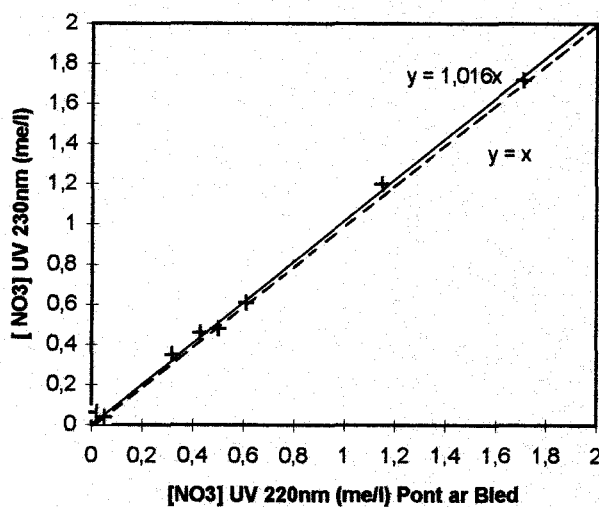


Fig.3-6 : COMPARAISON DES METHODES AUX UV à 230 et 220 nm



5- Comparaison de la méthode aux U.V. à 230 nm entre deux laboratoires

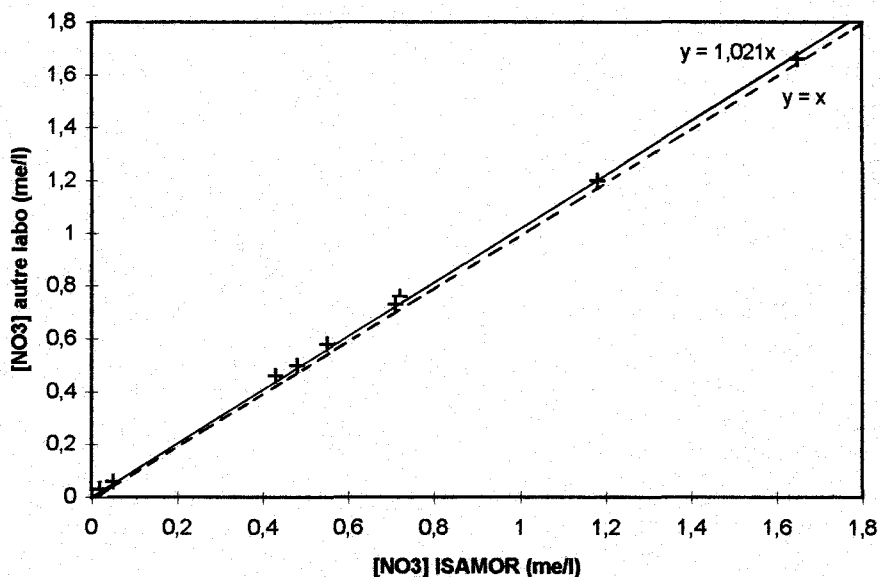
Pour tester le matériel, la méthode en spectrophotométrie a été utilisée sur un Shimadzu A160 de l'ISAMOR, et un spectrophotomètre CARY, aux longueurs d'onde de 230 et 275 nm. Les résultats sont très bien corrélés ($r > 0,99$), et le coefficient de régression est de 1,02. Les points sont très bien alignés (Figure 3-7).

Le matériel utilisé n'est donc pas source de différence.

TABLEAU 3-7: COMPARAISON DE LA METHODE AUX U.V. à 230nm ENTRE DEUX LABORATOIRES

NOM	UV ISAMOR	UV AUTRE LABO
F13	0,02	0,03
S5	0,05	0,06
F8	0,43	0,46
F19	0,48	0,5
F10	0,55	0,58
S4	0,72	0,76
F22	0,71	0,73
F21	1,18	1,2
F24	1,65	1,66

Fig. 3-7 : COMPARAISON AUX UV à 230nm ENTRE 2 LABORATOIRES



6- Comparaison de la méthode aux U.V. à 230nm et de la réflectométrie de terrain

Lors de la réalisation des forages sur le périmètre expérimental de Kerveldréac'h, des mesures fréquentes des concentrations en nitrates à l'avancement ont été réalisées avec un réflectomètre de terrain "RQflex" de MERCK. Cet appareil est recommandé pour des concentrations en nitrates s'échelonnant de 3 à 90 mg/l, avec une tolérance jusqu'à 99 mg/l.

Ces mesures ont été couplées à celle de la conductivité électrique, et un échantillon de 250 cc a été aussi prélevé, puis stocké à 3°C dès le retour du laboratoire.

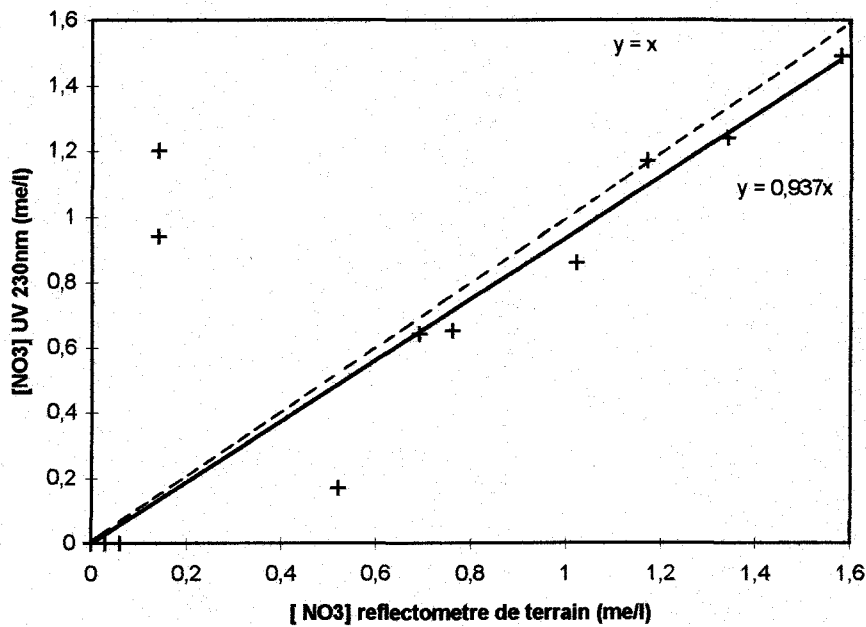
A l'ouverture du flacon, une mesure de conductivité a été faite pour savoir si l'échantillon avait évolué, puis l'eau a été filtré sous vide d'air, sur filtre celluloses de 0,45µm. L'échantillon ainsi recueilli a été analysé en spectrophotométrie à 230 nm.

Les résultats des deux méthodes, rassemblés tableau 3-8, sont proches, sauf dans les cas où la turbidité avait sali la bandelette et modifié la réflectance. Le coefficient de corrélation n'est donc que de 0,77, avec une pente proche de 1 (0,94). Sans les 3 points aberrants, on obtient un coefficient de corrélation de 0,997, et un coefficient de régression de 0,927, ce qui est alors tout a fait comparable à ce qui est obtenu par ailleurs. On rencontre cependant un écart systématique de l'ordre de 3% au bénéfice du réflectomètre (luminosité trop forte lors de la mesure).

Tableau 3-8 : Comparaison des méthodes aux UV à 230 nm et de la réflectométrie

Ref forage	[NO3] reflectometre (me/l)	[NO3] UV 230nm (me/l)	EC in situ (µS/cm) à 20°C	EC labo (µS/cm) à 20°C
PZ1	1,17	1,17	290	289
PZ2	1,34	1,24	292	287
PZ3	1,02	0,86	244	241
F30 (10,7)	1,34	1,24	305	328
F30 (55,4 m.)	0,69	0,64	223	317
F31 (10,7 m.)	1,58	1,49	227	208
F31 (31,4 m.)	0,14	0,94	264	287
F31 (34,4 m.)	0,14	1,20	269	276
PZ4	0,52	0,17	155	183
PZ6	0	0	185	183
F32 (25,45 m.)	0,06	0	181	166
F32 (40,45 m.)	0,06	0	185	188
F33 (13,7 m.)	0,76	0,65	216	243
F33 (49,45 m.)	0,03	0	184	178

Fig. 3-8 : COMPARAISON DES METHODES AUX UV à 230nm ET DU REFLECTOMETRE



CONCLUSION

La méthode utilisant la spectrophotométrie aux U.V. avec la formule $NO_3 = L(230nm) - 1,37.L(275nm)$ donne de bons résultats comparativement aux autres méthodes, notamment les plus fiables, pour les eaux souterraines peu chargées en matière organique. Lorsque le coefficient de correction atteint 10% de la lecture à 230 nm, la méthode doit cependant être abandonnée.

Pour les eaux de surface peu chargées en matière organique (moins de 5 N.T.U.), la méthode paraît également utilisable, aux réserves près déjà énoncés.

ANNEXE 4

SOURCE DINIDIG S4

DATE prélèvement	20/04/95	31/05/95	07/06/95	21/06/95	06/07/95
EC Terr	181	192	193	192	193
EC Labo	188	191	193	194	193
T (°C)	11,5	11,5	11,6	12,2	11,8
pH Terr		5,25	5,27	5,17	5,30
pH Labo	5,28	5,36	5,45	5,33	5,36
Ca ²⁺	0,44	0,40	0,36	0,32	0,32
Mg ²⁺	0,52	0,52	0,60	0,62	0,58
Na ⁺	0,78	0,84	0,88	0,86	0,84
K ⁺	0,026	0,036	0,034	0,030	0,036
Fe ²⁺ (mg/l)		0,03			
Mn (mg/l)		<0,05			
NH ₄ ⁺ (mg/l)		<0,13			
Σ+	1,77	1,80	1,87	1,83	1,78
ε	-2,5	0,4	3,4	1,1	-1,5
Σ-	1,86	1,78	1,75	1,79	1,83
Cl ⁻	1,00	0,92	0,90	0,92	0,90
SO ₄ ²⁻	0,04	0,02	0,01	0,04	0,10
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,13	0,13	0,13	0,11	0,13
NO ₃ ⁻	0,69	0,71	0,71	0,72	0,70
NO ₂ ⁻ (mg/l)		0			

SOURCE DINIDIG S3 Pen Ar Ster

DATE prélèvement	20/04/95	31/05/95	07/06/95	21/06/95	06/07/95	19/07/95	02/08/95	16/08/95
Q (l/s)							1	0,8
EC Terr	135	145	146	147	148	143	144	144
EC Labo	129	144	145	145	148	143	144	144
T (°C)	11,6	11,2	11,4	11,6	11,8	11,9	11,9	11,9
pH Terr		5,40	5,11	5,06	5,19	5,19	5,07	5,30
pH Labo	5,15	5,27	5,24	5,26	5,32	5,20	5,23	5,26
Ca ²⁺	0,26	0,30	0,28	0,20	0,20	0,22	0,16	0,22
Mg ²⁺	0,30	0,30	0,36	0,40	0,40	0,36	0,38	0,28
Na ⁺	0,66	0,78	0,79	0,71	0,75	0,75	0,70	0,70
K ⁺	0,024	0,021	0,021	0,029	0,020	0,020	0,018	0,010
Fe ²⁺ (mg/l)		0,02						
Mn (mg/l)		<0,05						
NH ₄ ⁺ (mg/l)		<0,13						
Σ+	1,24	1,40	1,45	1,34	1,37	1,35	1,26	1,21
ε	1,4	3,0	1,8	1,1	-0,4	2,3	-3,2	-2,0
Σ-	1,21	1,32	1,40	1,31	1,38	1,29	1,34	1,26
Cl ⁻	0,80	0,85	0,92	0,87	0,85	0,80	0,80	0,75
SO ₄ ²⁻	0,12	0,04	0,04	0,02	0,09	0,08	0,11	0,13
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,07	0,09	0,09	0,09	0,09	0,07	0,09	0,07
NO ₃ ⁻	0,22	0,34	0,35	0,33	0,35	0,34	0,34	0,31
NO ₂ ⁻ (mg/l)		<0,07						

S5 VALARE

DATE prélèvement	20/04/95	31/05/95	07/06/95	21/06/95	06/07/95
EC Terr	110		111	105	107
EC Labo	110	108	109	105	108
T (°C)	10	10,6	11,2	12,9	12,8
pH Terr	4,95	5,18	4,72	4,83	4,80
pH Labo	4,68	4,86	4,86	4,97	4,91
Ca ²⁺	0,12	0,08	0,12	0,08	0,08
Mg ²⁺	0,08	0,24	0,20	0,16	0,20
Na ⁺		0,66	0,72	0,70	0,67
K ⁺		0,019	0,023	0,022	0,016
Fe ²⁺ (mg/l)		0,3			
Mn (mg/l)		0,15			
NH ₄ ⁺ (mg/l)		0,39			
Σ+		1,00	1,06	0,96	0,97
ε		-0,1	4,1	1,2	0,8
Σ-	1,09	1,00	0,98	0,94	0,95
Cl ⁻	0,80	0,80	0,80	0,80	0,72
SO ₄ ²⁻	0,11	0,06	0,06	0,06	0,10
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,05	0,05	0,03	0,03	0,05
NO ₃ ⁻	0,13	0,09	0,09	0,05	0,08
NO ₂ ⁻ (mg/l)		0			

S2 (au dessus St Corentin)

DATE prélèvement	20/04/95	31/05/95	07/06/95	21/06/95	06/07/95
EC Terr	137		182	182	180
EC Labo	157	180	183	183	178
T (°C)	11,5	11,3	11,4	11,7	11,9
pH Terr		5,70	5,22	5,15	5,25
pH Labo	6,98	5,39	5,35	5,44	5,43
Ca ²⁺	0,28	0,24	0,24	0,24	0,24
Mg ²⁺	0,52	0,52	0,56	0,52	0,56
Na ⁺	0,68	0,90	0,80	0,78	0,87
K ⁺	0,029	0,021	0,021	0,020	0,020
Fe ²⁺ (mg/l)		0,01			
Mn (mg/l)		0,05			
NH ₄ ⁺ (mg/l)		<0,03			
Σ+	1,51	1,68	1,62	1,56	1,69
ε	-4,7	-0,3	-3,3	-3,4	-0,6
Σ-	1,66	1,69	1,73	1,67	1,71
Cl ⁻	0,95	0,90	0,85	0,90	0,92
SO ₄ ²⁻	0,08	0,01	0,04	0,01	0,03
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,23	0,13	0,17	0,13	0,13
NO ₃ ⁻	0,40	0,65	0,67	0,63	0,63
NO ₂ ⁻ (mg/l)		0			

S13 FONTAINE DE VEVIT

DATE prélèvement	07/06/95	21/06/95	06/07/95
EC Terr	182	181	180
EC Labo	184	182	179
T (°C)	13,1	13,7	12,8
pH Terr	5,33	5,29	5,34
pH Labo	5,47	5,57	5,43
Ca ²⁺	0,36	0,32	0,36
Mg ²⁺	0,52	0,53	0,44
Na ⁺	0,90	0,86	0,84
K ⁺	0,029	0,029	0,018
Fe(mg/l)			
Mn (mg/l)			
NH ₄ ⁺ (mg/l)			
Σ+	1,81	1,74	1,66
ε	1,7	2,9	-0,4
Σ-	1,75	1,64	1,67
Cl ⁻	0,95	0,95	0,95
SO ₄ ²⁻	0,02	0,01	0,05
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,21	0,15	0,15
NO ₃ ⁻	0,57	0,53	0,52
NO ₂ ⁻ (mg/l)			

S14 SOURCE BASSE DE VEVIT

DATE prélèvement	07/06/95	21/06/95
EC Terr	196	193
EC Labo	200	194
T (°C)	11,8	12,0
pH Terr	5,04	5,21
pH Labo	5,60	5,44
Ca ²⁺	0,40	0,32
Mg ²⁺	0,60	0,56
Na ⁺	0,93	0,89
K ⁺	0,024	0,020
Fe(mg/l)		
Mn (mg/l)		
NH ₄ ⁺ (mg/l)		
Σ+	1,95	1,79
ε	-0,2	-0,3
Σ-	1,96	1,80
Cl ⁻	1,05	1,00
SO ₄ ²⁻	0,05	0,03
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,21	0,13
NO ₃ ⁻	0,65	0,64
NO ₂ ⁻ (mg/l)		

S15 SOURCE HAUTE DE VEVIT

DATE prélèvement	21/06/95
EC Terr	115
EC Labo	116
T (°C)	12
pH Terr	5,04
pH Labo	5,06
Ca ²⁺	0,12
Mg ²⁺	0,28
Na ⁺	0,68
K ⁺	0,02
Fe(mg/l)	
Mn (mg/l)	
NH ₄ ⁺ (mg/l)	
Σ+	1,10
ε	-1,8
Σ-	1,14
Cl ⁻	0,85
SO ₄ ²⁻	0,07
CO ₃ ²⁻	0,00
HCO ₃ ⁻	0,05
NO ₃ ⁻	0,17
NO ₂ ⁻ (mg/l)	

S16 SOURCE DE LA PRAIRIE D'EN HAUT

DATE prélèvement	21/06/95	06/07/95
EC Terr	125	125
EC Labo	123	124
T (°C)	11,7	11,8
pH Terr	4,88	5,10
pH Labo	5,13	5,16
Ca ²⁺	0,11	0,16
Mg ²⁺	0,30	0,28
Na ⁺	0,68	0,68
K ⁺	0,018	0,018
Fe(mg/l)		
Mn (mg/l)		
NH ₄ ⁺ (mg/l)		
Σ+	1,11	1,14
ε	1,7	0,4
Σ-	1,07	1,13
Cl ⁻	0,80	0,80
SO ₄ ²⁻	0,02	0,03
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,05	0,09
NO ₃ ⁻	0,20	0,21
NO ₂ ⁻ (mg/l)		

F8 KERHARO

DATE prélèvement	20/04/95	31/05/95	07/06/95	21/06/95	06/07/95
EC Terr	192		243	242	233
EC Labo	195	255	241	232	234
T (°C)	14,5	15,2	15,7	20,8	19,7
pH Terr	6,30	6,80	6,80	6,71	6,59
pH Labo	5,98	6,62	6,90	6,77	6,71
Ca ²⁺	0,34	1,08	0,96	0,88	0,88
Mg ²⁺	0,54	0,68	0,64	0,60	0,56
Na ⁺		0,88	0,90	0,87	0,87
K ⁺		0,031	0,029	0,032	0,038
Fe ²⁺ (mg/l)		0,18			
Mn (mg/l)		0			
NH ₄ ⁺ (mg/l)		0,65			
Σ+		2,67	2,53	2,38	2,35
ε		-0,2	1,2	1,3	0,0
Σ-	1,97	2,68	2,47	2,32	2,35
Cl ⁻	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00
SO ₄ ²⁻	0,07	0,04	0,01	0,04	0,19
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,37	1,19	1,03	0,85	0,71
NO ₃ ⁻	0,48	0,45	0,43	0,43	0,45
NO ₂ ⁻ (mg/l)		0			

F9 KERIVEN (Traitement au Chlore) Mélange avec l'eau du réseau irrégulier

DATE prélèvement	20/04/95
EC Terr	340
EC Labo	339
T (°C)	
pH Terr	6,40
pH Labo	5,95
Ca ²⁺	0,80
Mg ²⁺	0,84
Na ⁺	
K ⁺	
Fe ²⁺ (mg/l)	
Mn (mg/l)	
NH ₄ ⁺ (mg/l)	
Σ+	
ε	
Σ-	3,57
Cl ⁻	1,60
SO ₄ ²⁻	1,39
CO ₃ ²⁻	0,00
HCO ₃ ⁻	0,40
NO ₃ ⁻	0,18
NO ₂ ⁻ (mg/l)	

F10 PENFONT (Après traitement au Chlore et "Solutlab")

Changement début Juillet, utilisation uniquement d'un produit "Desogerme O Pur"

DATE prélèvement	20/04/95	31/05/95	07/06/95	21/06/95	06/07/95
EC Terr	585		587	591	585
EC Labo	584	586	586	589	584
T (°C)	13,0	13,1	15,2	16,2	17,6
pH Terr	6,33	6,38	6,54	5,79	5,85
pH Labo	6,15	6,47	6,41	6,53	6,68
Ca ²⁺	1,40	1,36	1,36	1,24	1,28
Mg ²⁺	2,32	2,04	2,32	2,40	2,35
Na ⁺		2,30	2,04	2,14	2,14
K ⁺		0,158	0,141	0,141	0,141
Fe ²⁺ (mg/l)		0,2			
Mn (mg/l)		0			
NH ₄ ⁺ (mg/l)		0,52			
Σ+		5,86	5,86	5,92	5,91
ε		-2,7	-1,9	-0,7	-2,9
Σ-	6,11	6,18	6,09	6,01	6,27
Cl ⁻	2,00	2,08	2,05	2,05	2,00
SO ₄ ²⁻	2,03	2,08	2,05	2,04	2,40
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	1,01	1,21	1,17	1,37	1,41
NO ₃ ⁻	1,07	0,81	0,82	0,55	0,46
NO ₂ ⁻ (mg/l)		0			

F11 BODENEC VRAZ (après traitement contre l'acidité par chaux)

DATE prélèvement	20/04/95	31/05/95	07/06/95	21/06/95	06/07/95	19/07/95	02/08/95	16/08/95	30/08/95
EC Terr	518		512	503	489	495	496	486	478
EC Labo	513	512	513	504	489	497	497	487	480
T (°C)	13,2	13,4	16,6	20,2	15,6	14,6	15,8	16,5	18,8
pH Terr	6,00	6,05	6,11	6,19	6,21	6,18	6,22	6,20	6,22
pH Labo	6,05	6,25	6,16	6,29	6,39	6,15	6,19	6,27	6,34
Ca ²⁺	1,84	1,44	1,88	1,84	1,76	1,80	1,36	1,60	1,54
Mg ²⁺	1,76	2,44	1,92	1,86	1,84	1,88	2,26	1,94	1,98
Na ⁺		1,20	1,10	1,19	1,13	1,17	1,08	1,07	1,05
K ⁺		0,252	0,249	0,319	0,288	0,327	0,302	0,300	0,304
Fe ²⁺ (mg/l)		0							
Mn (mg/l)		0							
NH ₄ ⁺ (mg/l)		0,65							
Σ+		5,33	5,15	5,21	5,02	5,18	5,00	4,91	4,87
ε		-2,4	-2,2	-1,2	-1,5	0,6	-1,4	-0,4	-1,3
Σ-	5,56	5,59	5,38	5,34	5,17	5,12	5,14	4,95	5,00
Cl ⁻	1,60	1,55	1,50	1,52	1,50	1,41	1,40	1,35	1,37
SO ₄ ²⁻	1,19	1,23	1,24	1,22	1,14	1,14	1,09	1,06	1,14
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	1,53	1,57	1,41	1,38	1,37	1,37	1,45	1,39	1,37
NO ₃ ⁻	1,24	1,24	1,23	1,22	1,16	1,20	1,20	1,15	1,12
NO ₂ ⁻ (mg/l)		0							

F13 LANFRANC (Traitement au Chlore et contre le Fer)

DATE prélèvement	31/05/95	07/06/95	21/06/95	06/07/95
EC Terr		364	361	359
EC Labo	345	362	358	353
T (°C)	12	14,2	14,7	13,9
pH Terr	6,10	6,15	5,80	5,94
pH Labo	5,82	6,03	6,01	5,94
Ca ²⁺	0,44	0,68	0,40	0,44
Mg ²⁺	1,16	1,08	1,16	1,08
Na ⁺	1,64	1,62	1,93	1,96
K ⁺	0,070	0,061	0,072	0,058
Fe ²⁺	>0,18	0,32		0,26
Mn (mg/l)	0,4			
NH ₄ ⁺ (mg/l)	1,17			
Σ+	>3,49	3,76	3,56*	3,80
ε		0,3		2,4
Σ-	3,61	3,74	3,64	3,62
Cl ⁻	1,80	1,75	1,80	1,82
SO ₄ ²⁻	1,44	1,41	1,39	1,42
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,29	0,53	0,43	0,37
NO ₃ ⁻	0,08	0,05	0,02	0,01
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0			

* Pas de mesure du Fer

F18 CREAC'H CAST

DATE prélèvement	07/05/92	25/06/93	07/12/93	16/08/95	30/08/95
EC Terr	250	240	260	251	253
EC Labo				230	238
T (°C)				16,2	15,9
pH Terr				6,68	6,52
pH Labo	6,55	6,7	6,7	6,38	6,61
Ca ²⁺				0,38	0,42
Mg ²⁺				0,90	0,92
Na ⁺				0,95	0,93
K ⁺				0,038	0,030
Fe ²⁺	0,23			0,21	
Mn (mg/l)	0,22	0	0		
NH ₄ ⁺ (mg/l)					
Σ+				2,48	2,30*
ε				-4,3	
Σ-				2,70	2,49
Cl ⁻	0,96	0,79	0,90	0,80	0,77
SO ₄ ²⁻				1,13	0,97
CO ₃ ²⁻	0,00			0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,88			0,77	0,75
NO ₃ ⁻		<0,08	0,02	0,00	0,00
NO ₂ ⁻ (mg/l)		0	0		

* Pas de mesure du Fer

F19 LE GORZIT VRAZ

DATE prélèvement	20/04/95	31/05/95	07/06/95	21/06/95	06/07/95	19/07/95	02/08/95	16/08/95	30/08/95
EC Terr	230		236	235	235	237	236	239	243
EC Labo	230	238	237	234	233	238	235	237	245
T (°C)	13,2	13,2	18,6	14,5	14,0	14,5	13,6	13,8	13,3
pH Terr	5,60	5,50	5,41	5,26	5,60	5,56	5,44	5,57	5,42
pH Labo	5,53	5,65	5,56	5,53	5,62	5,61	5,56	5,69	5,50
Ca ²⁺	0,12	0,16	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Mg ²⁺	0,92	0,96	1,00	0,94	0,96	0,96	0,96	0,96	1,02
Na ⁺		1,16	1,08	1,15	1,13	1,15	1,15	1,07	1,05
K ⁺		0,034	0,032	0,024	0,022	0,032	0,042	0,028	0,028
Fe ²⁺ (mg/l)		0							
Mn (mg/l)		0							
NH ₄ ⁺ (mg/l)		0							
Σ+		2,31	2,23	2,23	2,23	2,26	2,27	2,18	2,22
ε		-1,2	-0,2	1,5	-1,9	-0,2	-1,0	-2,3	-1,4
Σ-	2,25	2,37	2,24	2,17	2,32	2,27	2,32	2,28	2,28
Cl ⁻	1,15	1,17	1,15	1,20	1,20	1,15	1,15	1,10	1,12
SO ₄ ²⁻	0,53	0,50	0,42	0,36	0,50	0,47	0,50	0,51	0,46
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,23	0,25	0,17	0,13	0,17	0,17	0,19	0,17	0,17
NO ₃ ⁻	0,34	0,45	0,50	0,48	0,45	0,48	0,48	0,50	0,53
NO ₂ ⁻ (mg/l)		0							

F20 GORRE EN DREFF (après stockage)

DATE prélèvement	31/05/95	07/06/95	21/06/95	06/07/95	02/08/95	16/08/95	30/08/95
EC Terr		229	228	225	226	225	227
EC Labo	232	229	227	226	228	226	226
T (°C)	13,2	13,5	13,9	14,2	15,9	14,4	14,0
pH Terr	6,90	6,99	7,28	7,38	7,65	7,39	7,44
pH Labo	7,18	7,20	7,48	7,42	7,46	7,37	7,42
Ca ²⁺	0,56	0,60	0,48	0,48	0,52	0,50	0,54
Mg ²⁺	0,84	0,80	0,92	0,88	0,82	0,84	0,82
Na ⁺	0,94	0,90	0,95	0,95	0,97	0,91	0,91
K ⁺	0,046	0,034	0,032	0,029	0,036	0,042	0,03
Fe ²⁺	>0,04	-		0,05	0,05		
Mn (mg/l)	0,22						
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,39						
Σ+	>2,43	2,33 *	2,38*	2,39	2,40	2,29*	2,30*
ε				0,2	1,0		
Σ-	2,39	2,40	2,31	2,38	2,35	2,33	2,26
Cl ⁻	0,92	0,90	0,90	0,95	0,85	0,85	0,85
SO ₄ ²⁻	0,37	0,41	0,36	0,42	0,46	0,45	0,43
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	1,09	1,09	1,05	1,01	1,03	0,99	0,97
NO ₃ ⁻	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,01
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,00						

* Pas de mesure du Fer

F20 bis GORRE EN DREFF (Directe dans forage)

DATE prélèvement	16/08/95	30/08/95
N.P.(m.)	6,95	7,40
Prof.prél.(m.)	10	15
EC Terr	206	222
EC Labo	207	221
T (°C)	13,5	14,1
pH Terr	7,20	7,12
pH Labo	7,25	7,10
Ca ²⁺	0,36	0,40
Mg ²⁺	0,72	0,68
Na ⁺	0,93	0,93
K ⁺	0,042	0,144
Fe ²⁺		
Mn (mg/l)		
NH ₄ ⁺ (mg/l)		
Σ+	2,05*	2,15*
ε		
Σ-	2,17	2,27
Cl ⁻	0,75	0,90
SO ₄ ²⁻	0,55	0,52
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,87	0,85
NO ₃ ⁻	0,00	0,00
NO ₂ ⁻ (mg/l)		

* Pas de mesure du Fer

F21 KERALAE

DATE prélèvement	20/04/95	31/05/95	07/06/95	21/06/95	06/07/95	19/07/95	02/08/95	16/08/95
EC Terr	328		316	322	321	315	311	317
EC Labo	328	327	316	321	316	316	311	319
T (°C)	12,2	13,9	13,2	13,2	13,2	14,5	14,2	13,6
pH Terr	5,60	5,82	5,50	5,57	5,61	5,67	5,83	5,85
pH Labo	5,60	5,89	5,58	5,68	5,63	5,69	5,85	5,89
Ca ²⁺	0,76	0,80	0,80	0,72	1,00	0,72	0,74	0,62
Mg ²⁺	0,92	1,24	1,28	1,32	0,96	1,28	1,18	1,36
Na ⁺		1,03	0,98	0,97	0,97	1,00	1,03	0,93
K ⁺		0,062	0,054	0,050	0,048	0,060	0,076	0,066
Fe ²⁺		0,02			0,04		0,04	
Mn (mg/l)		<0,05						
NH ₄ ⁺ (mg/l)		0,52						
Σ+		3,15	3,11*	3,06*	3,02	3,06*	3,07	2,98*
ε		0,0			-1,0		0,1	
Σ-	3,50	3,15	2,98	3,02	3,08	3,01	3,06	2,99
Cl ⁻	1,60	1,30	1,22	1,25	1,27	1,20	1,15	1,15
SO ₄ ²⁻	0,52	0,47	0,48	0,42	0,51	0,52	0,52	0,53
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,21	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,29	0,17
NO ₃ ⁻	1,17	1,21	1,11	1,18	1,13	1,12	1,10	1,14
NO ₂ ⁻ (mg/l)		0,00						

* Pas de mesure du Fer

F22 KERRIVOAL 1 (Marchadour)

DATE prélèvement	20/04/95	31/05/95	07/06/95	21/06/95	06/07/95	19/07/95	02/08/95	16/08/95
EC Terr	289		282	283	286	280	279	277
EC Labo	286	280	282	283	286	280	278	280
T (°C)	11,2	13,5	12,9	13,9	14,9	14,2	13,8	14,5
pH Terr	5,57	5,66	5,62	5,55	6,15	5,56	5,88	6,50
pH Labo	5,68	5,75	5,70	5,75	6,25	5,78	5,84	6,24
Ca ²⁺	0,24	0,36	0,36	0,36	0,32	0,36	0,34	0,35
Mg ²⁺	1,16	1,04	1,04	1,04	1,12	1,00	1,02	1,01
Na ⁺		1,20	1,12	1,17	1,17	1,20	1,17	1,12
K ⁺		0,148	0,154	0,151	0,159	0,153	0,141	0,139
Fe ²⁺ (mg/l)		0,3						
Mn (mg/l)		<0,1						
NH ₄ ⁺ (mg/l)		0,52						
Σ+		2,75	2,67	2,72	2,77	2,71	2,67	2,62
ε		0,9	-1,4	1,9	-0,2	0,8	-0,4	-0,6
Σ-	2,79	2,70	2,75	2,62	2,78	2,67	2,69	2,65
Cl ⁻	1,30	1,25	1,25	1,25	1,25	1,20	1,15	1,15
SO ₄ ²⁻	0,42	0,48	0,49	0,41	0,51	0,52	0,53	0,54
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,31	0,33	0,33	0,25	0,29	0,29	0,33	0,31
NO ₃ ⁻	0,73	0,64	0,68	0,71	0,73	0,66	0,68	0,65
NO ₂ ⁻ (mg/l)		<0,03						

F23 KERRIVOAL 2 (Le Bris)

DATE prélèvement	31/05/95	07/06/95	21/06/95	06/07/95	19/07/95	02/08/95	16/08/95
EC Terr		225	225	228	229	230	230
EC Labo	239	222	221	221	227	229	224
T (°C)	14,5	13,0	13,9	13,2	13,6	13,2	13,2
pH Terr	6,43	6,49	6,48	6,57	6,49	6,60	6,61
pH Labo	6,82	6,48	6,58	6,55	6,61	6,68	6,57
Ca ²⁺	0,64	0,32	0,32	0,32	0,32	0,30	0,32
Mg ²⁺	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,82	0,82
Na ⁺	1,04	0,98	1,00	1,01	1,00	1,00	1,01
K ⁺	0,034	0,032	0,029	0,029	0,032	0,032	0,036
Fe ²⁺	>0,14			0,18		0,18	
Mn (mg/l)	0,30						
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,65						
Σ+	>2,66	2,13*	2,15*	2,34	2,15*	2,33	2,19*
ε				-0,9		-1,6	
Σ-	2,57	2,32	2,43	2,38	2,32	2,41	2,15
Cl ⁻	0,95	0,92	0,90	0,90	0,80	0,82	0,75
SO ₄ ²⁻	0,73	0,73	0,84	0,85	0,85	0,86	0,79
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,89	0,67	0,69	0,63	0,67	0,73	0,61
NO ₃ ⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NO ₂ ⁻ (mg/l)	<0,07						

* Pas de mesure du Fer

F24 BRONUA (Eau chlorée)

DATE prélèvement	20/04/95	31/05/95	07/06/95	21/06/95	06/07/95
EC Terr	402		400	419	395
EC Labo	405	395	404	415	396
T (°C)	12,0	12,6	15,7	13,5	16,9
pH Terr	6,50	6,33	6,27	6,27	6,38
pH Labo	6,23	6,38	6,28	6,45	6,43
Ca ²⁺	0,60	0,76	0,84	0,80	0,72
Mg ²⁺	1,48	1,40	1,40	1,48	1,40
Na ⁺		1,60	1,36	1,80	1,70
K ⁺		0,059	0,056	0,062	0,058
Fe ²⁺ (mg/l)		0,1			
Mn (mg/l)		0,05			
NH ₄ ⁺ (mg/l)		<0,13			
Σ+		3,82	3,66	4,14	3,88
ε		-2,1	-3,6	1,1	-0,9
Σ-	4,07	3,98	3,93	4,05	3,95
Cl ⁻	1,60	1,45	1,45	1,45	1,42
SO ₄ ²⁻	0,30	0,28	0,34	0,40	0,35
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,53	0,63	0,53	0,55	0,57
NO ₃ ⁻	1,64	1,62	1,61	1,65	1,61
NO ₂ ⁻ (mg/l)		<0,03			

F25 KERLAOUERET

DATE prélèvement.	02/08/95	30/08/95
EC Terr	226	226
EC Labo	226	223
T (°C)	13,6	13,5
pH Terr	6,43	6,33
pH Labo	6,44	6,40
Ca ²⁺	0,10	0,08
Mg ²⁺	0,66	0,70
Na ⁺	0,87	0,81
K ⁺	0,034	0,040
Fe ²⁺	0,63	0,54
Mn (mg/l)		
NH ₄ ⁺ (mg/l)		
Σ+	2,29	2,17
ε	-0,1	-4,2
Σ-	2,30	2,36
Cl ⁻	0,90	0,95
SO ₄ ²⁻	0,83	0,84
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,57	0,57
NO ₃ ⁻	0,00	0,00
NO ₂ ⁻ (mg/l)		

P 31 PUIT DE KERVELDREAC'H

DATE prélèvement	06/07/95	19/07/95	02/08/95	16/08/95	30/08/95
Niv.Piézo.(m)		5,69	4,75	5,44	5,79
EC Terr	325	346	294	340	281
EC Labo	326	350	291	342	286
T (°C)	13,5	14,2	14,5	15,1	15,5
pH Terr	6,20	5,84	6,64	6,43	7,37
pH Labo	6,28	5,90	6,28	6,32	7,44
Ca ²⁺	0,84	0,66	0,70	0,76	0,76
Mg ²⁺	0,92	1,26	0,92	1,02	0,84
Na ⁺	1,15	1,22	1,00	1,17	1,00
K ⁺	0,266	0,270	0,076	0,258	0,152
Fe(mg/l)	0,20				
Mn (mg/l)					
NH ₄ ⁺ (mg/l)					
Σ+	3,38	3,41	2,70	3,21	2,75
ε	3,0	0,3	-3,1	-2,2	-2,1
Σ-	3,18	3,39	2,87	3,35	2,87
Cl ⁻	1,22	1,35	1,10	1,30	1,10
SO ₄ ²⁻	0,66	0,70	0,71	0,69	0,70
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,45	0,41	0,53	0,57	0,85
NO ₃ ⁻	0,85	0,93	0,53	0,79	0,22
NO ₂ ⁻ (mg/l)					

P32 PUIT "LE REST"

DATE prélèvement	06/07/95	19/07/95	02/08/95	30/08/95
Niv.Piézo.(m)		9,55	9,75	10,16
EC Terr	311	316	313	317
EC Labo	312	323	318	317
T (°C)	13,0	14,9	13,3	13,0
pH Terr	6,00	6,02	6,07	5,72
pH Labo	6,18	6,10	6,04	5,85
Ca ²⁺	0,68	1,00	0,94	0,86
Mg ²⁺	1,32	1,08	1,06	1,08
Na ⁺	0,86	0,91	0,87	0,87
K ⁺	0,196	0,212	0,200	0,260
Fe(mg/l)	0,20			
Mn (mg/l)				
NH ₄ ⁺ (mg/l)				
Σ+	3,26	3,20	3,07	3,07
ε	1,2	0,0	-0,2	0,7
Σ-	3,18	3,20	3,08	3,03
Cl ⁻	1,05	1,00	1,00	1,10
SO ₄ ²⁻	0,56	0,61	0,54	0,51
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	0,87	0,85	0,77	0,61
NO ₃ ⁻	0,70	0,74	0,77	0,81
NO ₂ ⁻ (mg/l)				

ANNEXE 5

TRAINE ELECTRIQUE

COMMUNE PLOEVEN
LIEU DIT KERVELDREAC'H
DATE 04/07/1995

Matériel utilisé GEOSTUDI GRM 1000
Dispositif Schlumberger (AB = 50 m MN = 10 m)

Point de départ A 25 m. de la route Cast-Ploeven, en direction de la rivière
Orientation Environ N-S

STATIONS (m.)	+ΔV (mV)	-ΔV (mV)	ΔV (mV)	+i (mA)	-i (mA)	i (mA)	ρ a (Ω.m)	Observations
0	97	96	96,5	85	85	85	214	Gauche du chemin
5	115	110	112,5	99	99	99	214	
15	165	160	162,5	191	190	190,5	161	
25	105	100	102,5	130	130	130	149	
35	210	210	210	235	235	235	168	
45	100	97	98,5	120	120	120	155	
55	190	185	187,5	163	163	163	217	
65	166	164	165	146	146	146	213	
75	136	135	135,5	131	132	131,5	194	
85	178	175	176,5	174	175	174,5	191	
95	173	175	174	151	151	151	217	
105	273	265	269	230	230	230	220	
115	213	210	211,5	166	168	167	239	
125	230	230	230	195	195	195	222	
135	115	115	115	108	110	109	199	
145	160	155	157,5	145	145	145	205	
155	295	295	295	290	290	290	192	Droite du chemin
165	162	160	161	155	153	154	197	Origine de SE2
175	183	179	181	200	200	200	171	Déblais de blocs
185	115	120	117,5	87	87	87	255	
195	115	112	113,5	124	125	124,5	172	Relais topofil
205	94	94	94	106	109	107,5	165	
215	113	112	112,5	139	139	139	153	
225	192	190	191	210	210	210	171	
235	180	180	180	179	180	179,5	189	
245	116	118	117	129	128	128,5	172	
255	155	151	153	164	164	164	176	PS forte
265	155	155	155	160	162	161	181	PS forte
275	145	142	143,5	164	166	165	164	PS forte
285	140	141	140,5	160	158	159	167	
295	72	72	72	87	88	87,5	155	
305	106	106	106	123	126	124,5	160	PS forte
315	82	80	81	100	102	101	151	PS forte
325	94	96	95	116	120	118	152	
335	72	72	72	87	87	87	156	PS forte
345	156	155	155,5	195	196	195,5	150	A 350 m., passage
355	108	108	108	143	142	142,5	143	de l'origine de SE3

STATIONS	+ ΔV (mV)	- ΔV (mV)	ΔV (mV)	+i (mA)	-i (mA)	i (mA)	ρ_a ($\Omega.m$)	Observations
365	63	63	63	80	81	80,5	148	
375	100	100	100	127	128	127,5	148	
385	69	68	68,5	83	84	83,5	155	
395	113	111	112	135	135	135	156	
405	134	134	134	172	170	171	148	
415	186	180	183	245	248	246,5	140	
425	112	112	112	106	110	108	195	
435	90	92	91	119	118	118,5	145	
445	53	51	52	60	60	60	163	
455	129	126	127,5	131	132	131,5	183	
465	111	114	112,5	119	120	119,5	177	
475	136	134	135	138	138	138	184	
485	110	110	110	116	117	116,5	178	
495	72	72	72	79	79	79	172	A 500 m., passage de l'origine de SE4
505	70	70	70	74	75	74,5	177	
515	81	83	82	89	89	89	174	
525	120	120	120	120	120	120	189	
535	98	98	98	104	105	104,5	177	
545	123	120	121,5	123	124	123,5	185	
555	112	112	112	117	117	117	180	
565	120	115	117,5	120	122	121	183	
575	116	116	116	95	96	95,5	229	
585	129	130	129,5	118	118	118	207	
595	185	185	185	158	157	157,5	221	A 602 m., passage de l'origine de SE1
605	96	96	96	68	69	68,5	264	
615	115	114	114,5	93	93	93	232	
625	65	66	65,5	62	62	62	199	
635	138	135	136,5	100	100	100	257	
645	179	174	176,5	135	134	134,5	247	
655	98	98	98	99	100	99,5	186	
665	90	88	89	80	80	80	210	

COMMUNE : PLOEVEN

LIEU DIT : KERVELDREAC'H

MATERIEL : GEOSTUDI GRM 1000

REFERENCE : S.E. 1

Date : 03/07/1995

AB/2 (m.)	MN (m.)	K	+ΔV (mV)	-ΔV (mV)	ΔV (mV)	+i (mA)	-i (mA)	i (mA)	ρ a (Ω.m)
1	0,5	5,89	2650	2690	2670	50	50	50	315
1,5	0,5	13,75	810	810	810	44	45	44,5	250
2	0,5	24,75	340	340	340	40	40	40	210
3	0,5	56,15	185	189	187	57	58	57,5	183
3	1,5	17,67	640	635	637,5	57	58	57,5	196
4	1,5	32,32	480	480	480	75	75	75	207
5	1,5	51,18	285	284	284,5	67	67	67	217
7	1,5	101,4	162	160	161	71	71	71	230
10	1,5	208,3	76	75	75,5	66	67	66,5	236
10	5	58,9	310	300	305	67	67	67	268
15	5	137,5	140	140	140	70	71	70,5	273
20	5	247,5	82	82	82	78	78	78	262
30	5	561,5	34	34	34	80	81	80,5	237
30	15	176,7	105	100	102,5	82	83	82,5	219
40	5	1001	29	27	28	125	126	125,5	223
40	15	323,2	99	100	99,5	150	150	150	214
50	15	511,8	64	63	63,5	162	161	161,5	201
70	15	1014	18,5	19	18,75	89	90	89,5	215
100	15	2083	12	12	12	115	118	116,5	215

REFERENCE : S.E. 2

Date : 05/07/1995

AB/2 (m.)	MN (m.)	K	+ΔV (mV)	-ΔV (mV)	ΔV (mV)	+i (mA)	-i (mA)	i (mA)	ρ a (Ω.m)
1	0,5	5,89	1460	1460	1460	61	60	60,5	142
1,5	0,5	13,75	600	600	600	54	54	54	153
2	0,5	24,75	360	360	360	54	54	54	165
3	0,5	56,15	139	138	138,5	45,5	46	46	169
3	1,5	17,67	455	450	452,5	46	46	46	174
4	1,5	32,32	340	335	337,5	61	62	61,5	177
5	1,5	51,18	188	187	187,5	52	53	52,5	183
7	1,5	101,4	83	82	82,5	44	45	44,5	188
10	1,5	208,3	68	67	67,5	72	72	72	195
10	5	58,9	460	460	460	142	143	142,5	190
15	5	137,5	99	98	98,5	74	74	74	183
20	5	247,5	134	133	133,5	170	171	170,5	194
30	5	561,5	43	42	42,5	129	130	129,5	184
30	15	176,7	142	138	140	127	127	127	195
40	15	323,2	81	79	80	143	143	143	181
50	15	511,8	52	50	51	161	161	161	162
70	15	1014	14,6	13,6	14,1	92	93	92,5	155
100	15	2083	8	8	8	110	111	110,5	151

REFERENCE : S.E. 3

Date : 05/07/1995

AB/2 (m.)	MN (m.)	K	+ΔV (mV)	-ΔV (mV)	ΔV (mV)	+i (mA)	-i (mA)	i (mA)	ρ a (Ω.m)
1	0,5	5,89	865	860	862,5	28	28,5	28,5	178
1,5	0,5	13,75	190,2	190,3	190,3	14,5	14,8	14,7	179
2	0,5	24,75	141	141	141	19,4	19,6	19,5	178
3	0,5	56,15	79	77	78	22,6	22,6	22,6	194
3	1,5	17,67	244	245	244,5	22,5	23	22,7	190
4	1,5	32,32	96	95,5	96	16,2	16,3	16,3	190
5	1,5	51,18	130	130	130	35	35	35	190
7	1,5	101,4	17,6	17,6	17,6	10	10	10	178
10	1,5	208,3	42	41	41,5	54	54	54	160
10	5	58,9	155	155	155	54	54	54	169
15	5	137,5	90	89	89,5	70	71	70,5	175
20	5	247,5	86	87	86,5	130	130	130	165
30	5	561,5	56	57	57,5	192	195	193,5	164
30	15	176,7	181	183	182	195	196	195,5	164
40	15	323,2	96	94	95	190	192	191	159
50	15	511,8	65	65	65	202	204	203	164
70	15	1014	210	210	210	36	34	35	169
100	15	2083	20	21	20,5	255	255	255	167

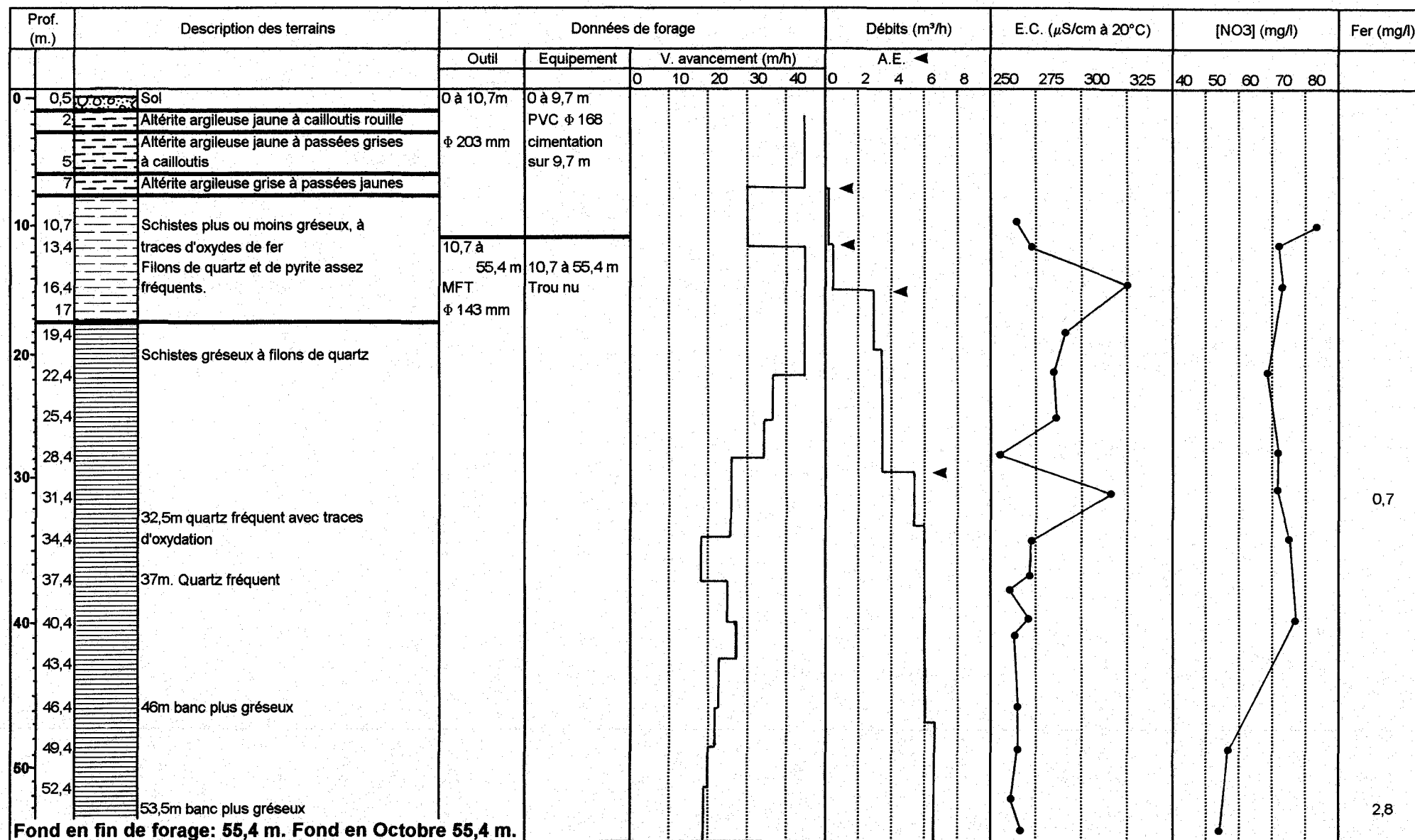
REFERENCE : S.E. 4

Date : 05/07/1995

AB/2 (m.)	MN (m.)	K	+ΔV (mV)	-ΔV (mV)	ΔV (mV)	+i (mA)	-i (mA)	i (mA)	ρ a (Ω.m)
1	0,5	5,89	1000	1025	1012,5	21	21,5	21,3	280
1,5	0,5	13,75	410	400	405	24,5	24,5	24,5	227
2	0,5	24,75	215	215	215	26	26	26	205
3	0,5	56,15	105	105	105	31	32	31,5	187
3	1,5	17,67	340	340	340	31	32	31,5	191
4	1,5	32,32	154	155	154,5	26,25	26,5	26,4	189
5	1,5	51,18	81	81	81	22,5	22,75	22,6	183
7	1,5	101,4	39	38	38,5	21,5	21,75	21,6	181
10	1,5	208,3	28	28	28	31	32	31,5	185
10	5	58,9	92	95	93,5	31	32	31,5	175
15	5	137,5	71	72	71,5	53	54	53,5	184
20	5	247,5	96	97	96,5	125	130	127,5	187
30	5	561,5	51	50	50,5	155	151	153	185
40	5	1001	16,25	16,5	16,4	90	89	89,5	183
40	15	323,2	49	48	48,5	91	90	90,5	173
50	15	511,8	30	30	30	92	91	91,5	168
70	15	1014	19	20	19,5	121	119	120	165
100	15	2083	13,5	13,5	13,5	160	160	160	176

Département : Finistère
 N° d'inventaire : F30
 Foré par : Priser et fils

Commune : Ploeven Lieu dit : Kerveldréac'h
 Date de réalisation : Du 7/08/95 au 11/08/95
 Surveillé par : J.P.Faillat et L.Somlette

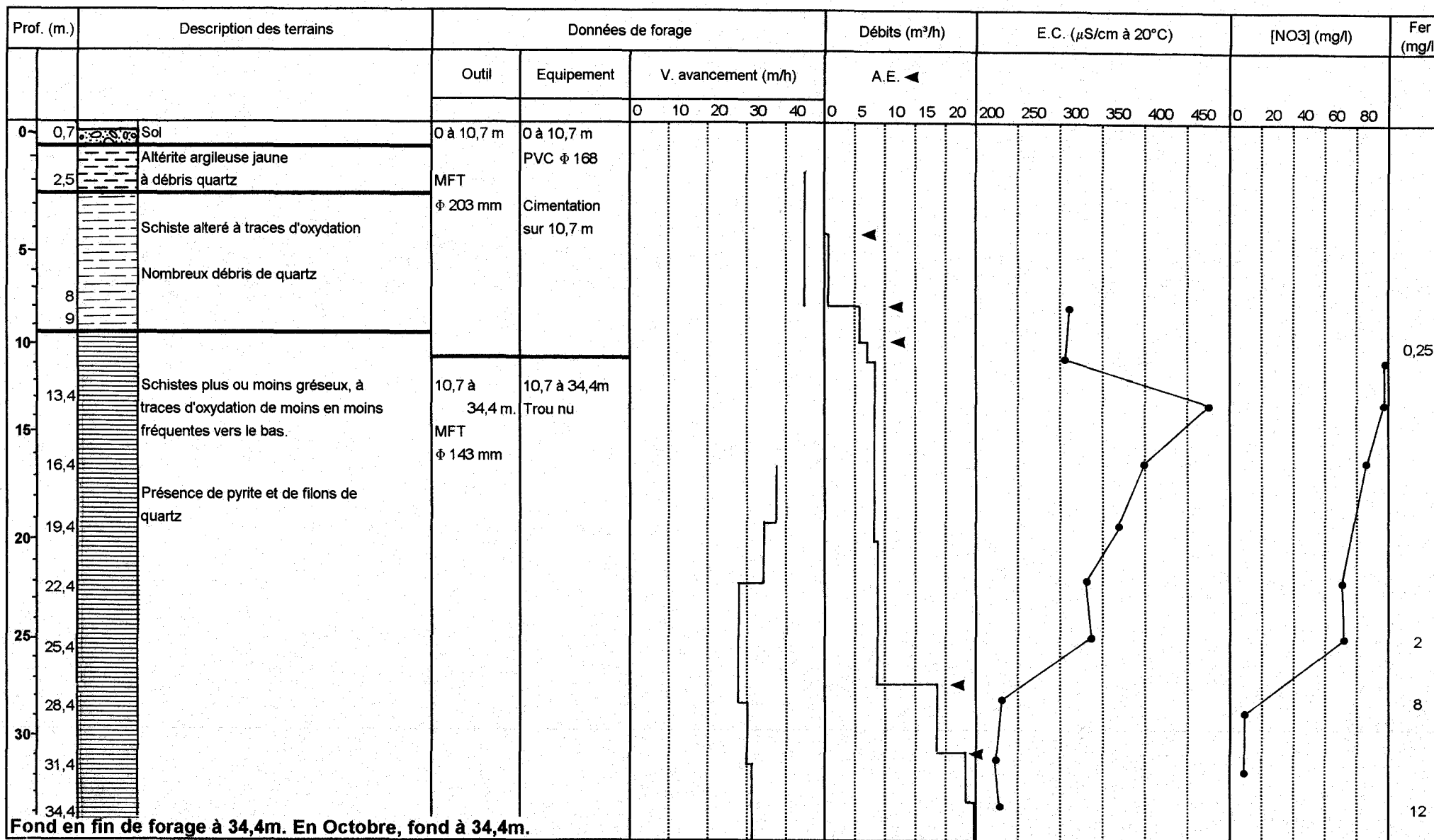


ANNEXE 6

Département : Finistère
 Date de réalisation : 8/08/95 au 10/08/95
 Foré par : Priser et fils

Commune : Ploeven

Lieu dit : Kerveldréac'h
 Référence : F31
 Surveillé par : J.P.Faillat et L.Somlette



Département : Finistère
 Référence : F32
 Foré par : Priser et fils

Commune : Ploeven
 Date de réalisation : 08/08/1995
 Surveillé par : J.P.Faillat et L.Somlette

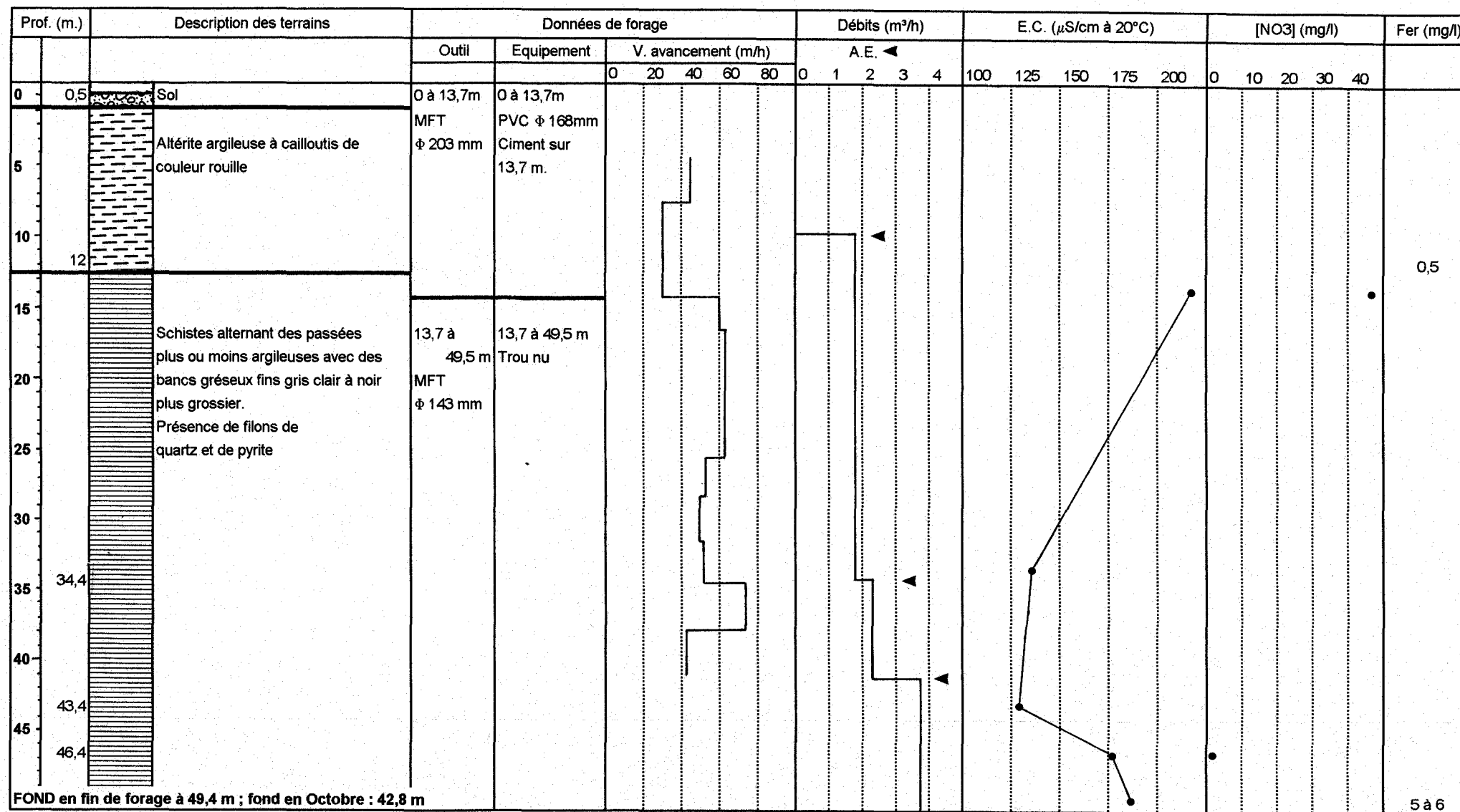
Lieu dit : Kerveldréac'h

Prof. (m.)	Description des terrains	Données de forage			Débits (m³/h)				E.C. (µS/cm à 20°C)				[NO3] (mg/l)			Fer (mg/l)										
		Outil	Equipement	V. avancement (m/h)	A.E. ←																					
				0	10	20	30	40	0	2	4	6	8	100	125	150	175	0	5	10						
0	0,5 Sol	0 à 13,7 m	0 à 7,7 m																							
	4 Altérite argileuse ocre à cailloutis de couleur rouille	MFT φ 203 mm	PVC φ 168mm Ciment sur 7,7 m																							
5	7 Schistes altérés avec passées gris bleu																									
10	Schiste gris bleu à passées plus ou moins argileuses ou gréseuses gris clair. Pyrite diffuse ou en filon notamment dans des bancs de Quartz	13,7 à 40,5 m	7,7 à 40,5 m PVC φ 142 de 4,5 à 23,7m																							
15		MFT φ 143 mm																								
19,4																										
20	22,4 Schistes et bancs de grès																									
25	28,4 Schistes à bancs de grès gris clair et à pyrite																									4,2
30	31,4 Schistes à bancs de grès pyriteux, à filons de quartz																									5
35	37,4 Schistes plus ou moins argileux																									5
40																										5

Fond à la fin du forage: 40,4 m. Fond en Octobre : 23,7 m

Département : Finistère
 Date de réalisation : 09/08/1995
 Foré par : Priser et fils

Commune : Ploeven Lieu dit : Kerveldréac'h
 Référence : F33
 Surveillé par : J.P.Faillat et L.Somlette



SITE 1

Département : Finistère **Commune :** Ploeven
Foré par : Priser et fils **Surveillé par :** J.P.Faillat et L.Somlette

Lieu dit : Kerveldréac'h

Référence : Pz1

Prof. (m.)	Description des terrains	Données de forage	
		Outil	Equipement
0	1 Sol	0 à 2,5 m	0 à 2,5 m : PVC ϕ 142
2,5	Argile jaune à ocre avec cailloutis	MFT ϕ 165 mm	
5	Schiste plus ou moins altéré 6 m : A.E. : traces	2,5 à 12,85 m MFT ϕ 120	Cimentation sur 5,35 m PVC ϕ 57 Tube Plein sur 5,35 m Packer à 5,35 Crépine sur 8m
11,5	11,5 m : A.E. de $0,7 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ E.C. = $291 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ $\text{NO}_3 = 73 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$		
	Schistes sains		

Fond en fin de forage à 12,85. Fond en Septembre : 12,8m

Référence : Pz2

Prof. (m.)	Description des terrains	Données de forage	
		Outil	Equipement
0	1,3 Sol	0 à 2,5 m	0 à 2,5 m
2,5	Argile jaune à ocre avec cailloutis	MFT ϕ 165 mm	PVC ϕ 142
5	3 m : A.E. : traces Schiste plus ou moins altéré, avec quartzite	2,5 à 12,85 m MFT ϕ 120	Cimentation sur 5,25 m PVC ϕ 57 Tube plein sur 5,25 m. Packer à 5,25 Crépine sur 8m
10	10,5 à 11 m : A.E. de $2,2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ E.C. = $292 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ $\text{NO}_3 = 83 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$		
	Schistes sains, traces d'oxydes de fer, quartzite abondante		

Fond en fin de forage à 12,85. Fond en Septembre : 11,8 m

Référence : Pz3

Prof. (m.)	Description des terrains	Données de forage	
		Outil	Equipement
0	0,5 Sol	0 à 2,5 m	0 à 2,5 m : PVC ϕ 142
3,5	Argile jaune à ocre avec cailloutis	MFT ϕ 165 mm	
5	Schiste plus ou moins altéré, avec filons de quartzite Présence de pyrite 6 m : A.E. : traces	2,5 à 18,85 m MFT ϕ 120	Cimentation sur 7,4 m PVC ϕ 57 Tube plein sur 7,4 m Packer à 7,4 Crépine sur 12m
13,0	Schistes sains, à filons de quartzite. Pyrite		
15	16 à 17 m : A.E. de $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ E.C. = $244 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ $\text{NO}_3 = 63 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$		





Fond en fin de forage à 18,85. Fond en Septembre : 18,6 m

SITE 2

Département : Finistère Commune : Ploeven
 Foré par : Priser et fils Surveillé par : J.P.Faillat et L.Somlette





Lieu dit : Kerveldréac'h

Référence : Pz4

Prof. (m.)	Description des terrains		Données de forage	
			Outil	Equipement
0 - 0,7		Sol	0 à 1,45 m	0 à 1,45 m : PVC ϕ 142
0 - 3		Argile jaune à ocre avec cailloutis	MFT ϕ 165 mm	cimentation sur 1,45 m
5 - 13,0		Schiste plus ou moins altéré 5 à 6 m : A.E. : traces	1,45 à 21,85 m MFT ϕ 120	PVC ϕ 57 Packer à 1,45 Tube plein sur 4 m Crépine sur 16m
15 - 13,0		13 m : A.E. de 0,1 à 0,2 m ³ .h ⁻¹ . E.C. = 155 μ S.cm ⁻¹ NO ₃ =32mg.l ⁻¹ (Labo : NO ₃ = 10,5 mg.l ⁻¹) Schistes sains		





Fond en fin de forage à 21,85. Fond en Septembre : 20,8 m

Référence : Pz5

Prof. (m.)	Description des terrains		Données de forage	
			Outil	Equipement
0 - 0,8		Sol	0 à 1,45 m	0 à 1,45 m : PVC ϕ 142
0 - 2		Argile jaune à ocre avec cailloutis	MFT ϕ 165 mm	Cimentation sur 1,1 m
5 - 8		Schiste plus ou moins altéré 4 à 8 m : A.E. : traces	1,45 à 18,85 MFT ϕ 120	PVC ϕ 57 Tube plein sur 2,1 m Packer à 1,1 m Crépine sur 4,5 m
10 - 16		Schistes sains, avec pyrite 16 m : A.E. < 0,1 m ³ .h ⁻¹ . E.C. = 165 μ S.cm ⁻¹ (labo : NO ₃ =12mg.l ⁻¹)		

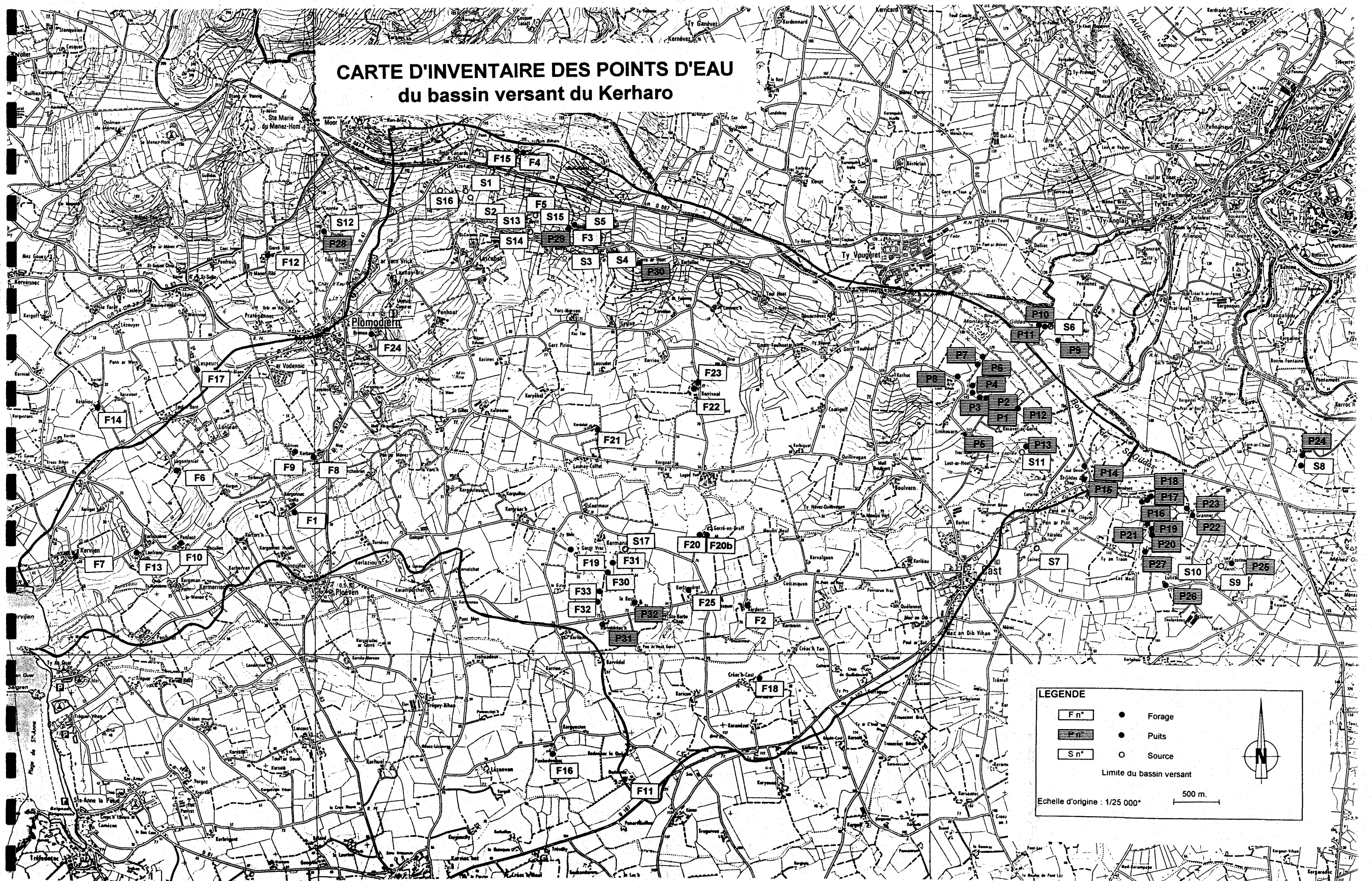
Fond en fin de forage à 18,85. Fond en Septembre : 6,6 m

Référence : Pz6

Prof. (m.)	Description des terrains		Données de forage	
			Outil	Equipement
0 - 1		Sol	0 à 1,45 m	0 à 1,45 m : PVC ϕ 142
0 - 4		Argile jaune à ocre avec cailloutis 2 à 3 m : A.E. traces	MFT ϕ 165 mm	Cimentation sur 2,5 m
5 - 7,5		Schiste plus ou moins altéré	1,45 à 12,85 m MFT ϕ 120	PVC ϕ 57 Tube plein sur 4,1 m. Packer à 2,6 m Crépine sur 8,7 m
10 - 10,0		9 m : traces d' eau Schistes sains avec pyrite E.C. = 162 μ S.cm ⁻¹ (Labo : 0 mg.l ⁻¹)		

Fond en fin de forage à 12,85. Fond en Septembre : 8,6 m

CARTE D'INVENTAIRE DES POINTS D'EAU du bassin versant du Kerharo



LEGENDE

F n°	●	Forage
P n°	●	Puits
S n°	○	Source

Limite du bassin versant

Echelle d'origine : 1/25 000°

500 m.