

UNIVERSITÉ DE BRETAGNE  
OCCIDENTALE



HYDROGÉOLOGIE

N040-FAI-R

182235  
193186

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

## RAPPORT INTERMÉDIAIRE SUR L'HYDROGÉOLOGIE DU BASSIN VERSANT DU KERHARO.

Proposition d'un choix élargi de sites expérimentaux.

MAI 1995

J.P. FAILLAT  
L. SOMLETTE

IFREMER Bibliothèque de BREST



0EL07258

N040  
FAI-R

Institut des Sciences Agro-Alimentaires et du Monde Rural  
Technopôle BREST-IROISE - F29280 BREST-PLOUZANÉ - FRANCE  
Tél. (33) 98 05 61 00 Fax (33) 98 05 61 01

## 1. INTRODUCTION

Ce rapport intermédiaire s'inscrit dans le cadre du programme "Bassins versants et transmissions des pollutions au littoral" de l'IFREMER-CEMAGREF (Contrat de Plan Etat-Région 1994-1998). Il correspond à une étape de la participation du laboratoire d'hydrogéologie (ISAMOR-UBO) à ce programme.

En effet, les études réalisées antérieurement 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). Le contrôle de ces derniers est d'importance, et 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, et cela d'autant plus que les aquifères des bassins versants sont globalement plus perméables et surtout capacitifs.

C'est la raison pour laquelle, dans le Contrat de Plan Etat-Région de Bretagne 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 Km<sup>2</sup>) dont certaines plages voient tous les ans des proliférations d'algues vertes. Le rôle du laboratoire d'hydrogéologie y est de comprendre la façon dont se font les transferts souterrains de nitrates et de suivre leur évolution pendant la prise de mesures correctives d'ordre agricole et domestique.

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 feront, un site expérimental de contrôle et de mesure (laboratoire hors-mur) équipé de forages en réseau dense, disposés à l'endroit (compte-tenu des contraintes socio-agricoles...) et suivant le dispositif les plus appropriés, va-t-il être réalisé.

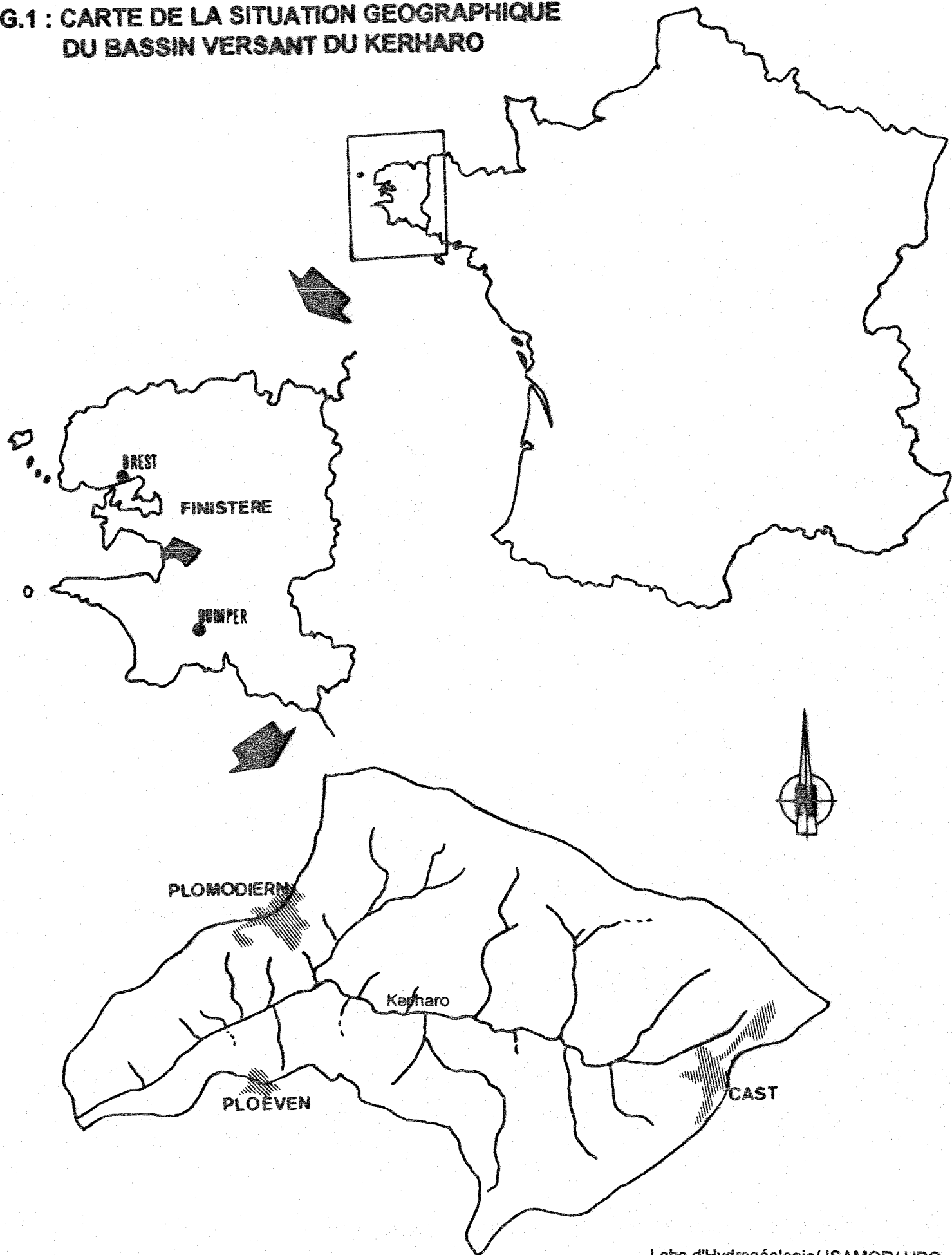
Ces choix ne seront eux-mêmes possibles qu'après une étude hydrogéologique étendue à l'ensemble du bassin versant du Kerharo, et au delà si nécessaire. Cette façon de procéder du général au particulier découle de la nécessité d'évaluer la représentativité des mesures et des conclusions obtenues sur un site déterminé, et, dans un premier temps, de choisir l'emplacement de ce site. C'est là l'objet principal de ce rapport, que de reconnaître la nature et l'importance des facteurs susceptibles d'intervenir dans ce choix.

Cependant, ce travail ne met pas un terme à l'approche hydrogéologique à l'échelle du bassin versant, cet aspect de l'étude sera repris dans le rapport final, pour tenir compte des mesures et des observations postérieures à la remise de ce document.

## 2. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE

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

**FIG.1 : CARTE DE LA SITUATION GEOGRAPHIQUE  
DU BASSIN VERSANT DU KERHARO**



### 3. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le milieu étudié possède une lithologie assez simple, marquée essentiellement par la présence de deux types de roches ( Carte hors texte au 1/30000°) :

- Les grès, d'âge Ordovicien, roche siliceuse dure, souvent massive, de teinte blanche à gris vert., possèdent les caractéristiques d'un grauwacke, avec deux fractions granulométriques (une à grains visibles, et l'autre à matrice fine). On les trouve au niveau du relief de la partie Nord et Est du bassin versant, et ils sont couverts de landes et de bois. Ils constituent le seul réservoir aquifère important de la région et l'eau y circule à la faveur de zones broyées et dans la frange d'altération.

- Les schistes, d'âge Briovérien, roche feuilletée 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 (visibles sur la plage de Kervijen). Ces schistes sont tendres, facilement altérés et portent l'essentiel des cultures. Ils s'étendent sur le reste du bassin versant.

La limite entre les deux types de roches est marquée généralement par des schistes de teinte rouge à violet. Le passage se fait aussi progressivement par l'intermédiaire d'un schiste de plus en plus gréseux.

On trouve aussi des filons de roche basique du type dolérite ou diabase, tardi- ou post-hercyniennes, dont les limites sont mal précisées.

L'ensemble est surmonté par la formation des "Schistes de Postolonnect", que l'on trouve hors du bassin versant étudié.

La tectonique est marquée par deux directions majeures de fracturation, une grossièrement Nord Sud, et l'autre NG 50.

Le tableau 1 ( in DARBOUX 1973) indique la composition chimique des schistes et grès situés près ou dans le bassin versant étudié. On constate que ces roches sont à dominante alumino-silicaté, les schistes étant cependant plus alumineux et moins silicaté que les grès. Les oxydes de magnésium, de sodium et surtout de fer sont bien plus abondants que l'oxyde de calcium, ce qui se retrouve dans les analyses d'eau, où  $Mg^{2+}$  est plus grands que  $Ca^{2+}$  en général. En ce qui concerne l'oxyde de potassium, on en trouve plus dans les schistes que dans les grès, du fait de la présence de micas.

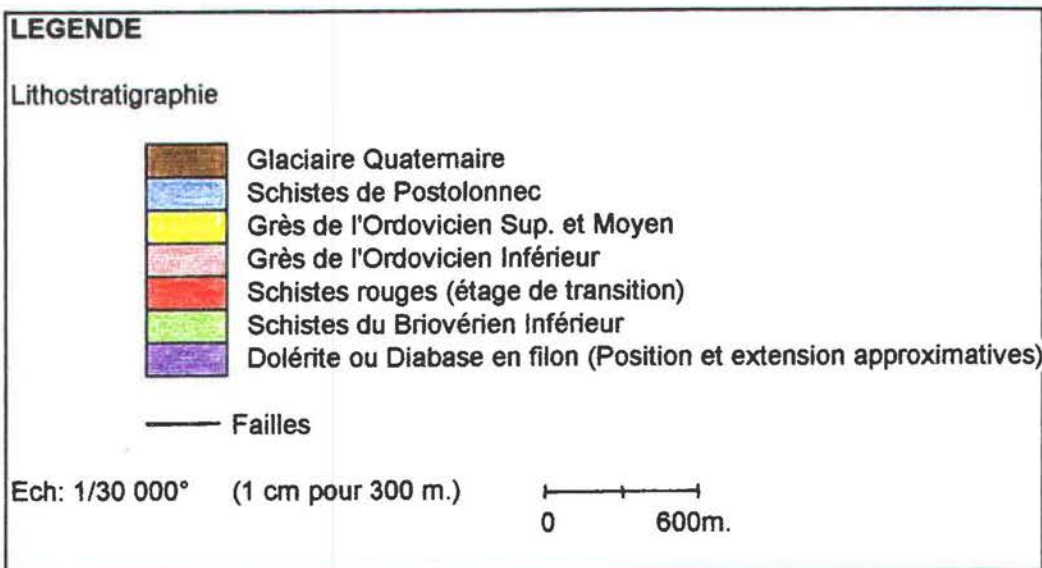
**TABEAU 1 : ANALYSES CHIMIQUES DES ROCHES SEDIMENTAIRES**

	GRES						SCHISTES			
	Ste Anne La Palud	Ty Anquer	Kervijen	Ty Mark	Lestrevet	Caméros	Trez Bellec	Ste Anne La Palud	Kervijen	Lestrevet
SiO <sub>2</sub>	74,00	63,90	67,20	82,00	85,00	70,50	82,50	66,40	61,40	72,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,15	6,75	5,34	8,45	5,12	14,75	7,82	17,66	19,30	13,62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,34	3,60	3,61	4,58	5,63	5,30	4,04	4,83	6,64	5,07
MgO	0,90	0,96	1,24	1,48	1,32	1,87	1,29	0,99	2,42	1,82
CaO	0,07	0,03	0,04	0,04	0,04	0,08	0,08	0,05	0,04	0,05
Na <sub>2</sub> O	1,90	1,25	0,63	1,04	0,58	1,94	1,07	1,69	1,52	1,55
K <sub>2</sub> O	1,74	0,77	0,54	1,06	0,37	2,43	1,02	3,59	3,52	2,05
TiO <sub>2</sub>	0,49	0,46	0,29	0,39	0,14	0,49	0,32	0,65	0,71	0,52
MnO	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02
H <sub>2</sub> O*	2,80	1,49	1,24	1,61	1,61	2,62	1,58	3,51	3,92	2,60
H <sub>2</sub> O*	0,086	0,54	0,39	0,26	0,34	0,36	0,43	0,76	0,73	0,52
TOTAL	100,26	99,76	100,54	100,64	100,18	100,36	100,17	100,34	100,23	100,32

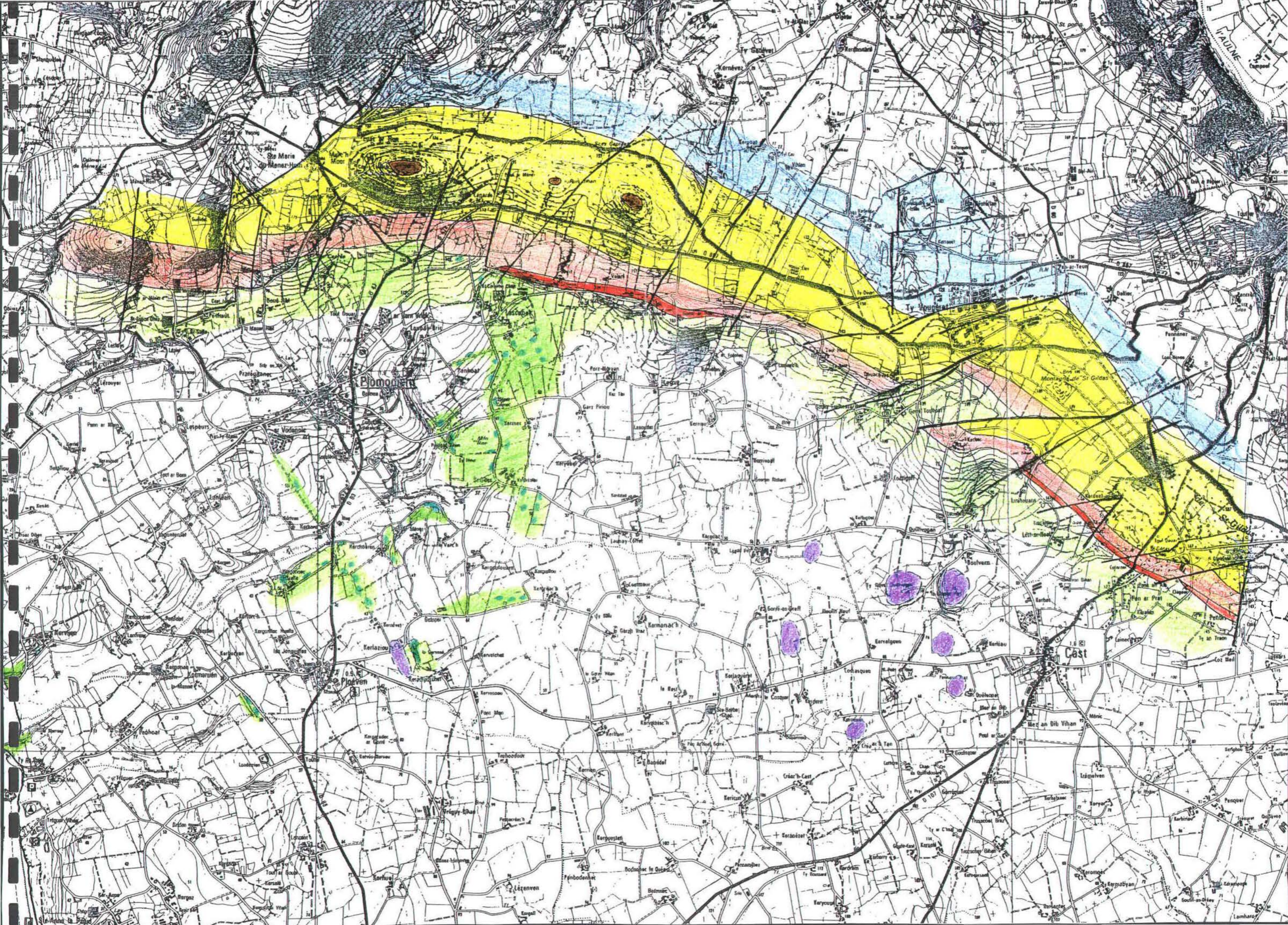
In Darboux, 1973

**CARTE GEOLOGIQUE**

# CARTE GEOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DU KERHARO









## 4- CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

### 4.1. INVENTAIRE

L'inventaire présenté regroupe les prélèvements effectués en rivières et au niveau des sources. Nous y avons aussi porté l'ensemble des forages répertoriés dans la base de données du B.R.G.M., ainsi que l'ensemble des puits, dont une grande partie a été trouvée dans le rapport du bureau d'étude GEOARMOR (Avril 1993). Cette liste a été complétée par enquête personnelle (cas de Penfont pour les forages, et de Valaré et Gorré ar Hoat pour les puits).

On trouvera la nature et la position exacte de tous les points dans les tableaux d'inventaire. (Tableau 2, 3, 4, 5, en annexe).

Les références utilisées sont:

- Les prélèvements en rivières sont marqués d'un numéro
- Les sources sont notées "S + N°".
- Les forages portent l'indicatif "F + N°"
- Les puits "P + N°".

L'ensemble est reporté sur un fond topographique (carte hors texte). Pour les sources, les puits, les forages, et la majorité des points d'eau de surface, le coin supérieur gauche marque la position exacte du point référencé.

### 4.2. ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DES ECOULEMENTS

#### 4.2.1. RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LES FORAGES

Quelques forages n'ont pas encore été inventoriés. Les 24 forages déjà répertoriés dans le bassin versant du Kerharo ont les caractéristiques suivantes:

Leurs profondeurs P sont comprises entre 21 et 60 mètres ( $\bar{X}=43\text{m.}$ ), et le niveau piézométrique N.P. se situe entre 2 et 10 m. du sol ( $\bar{X}=6\text{m.}$ ). Les premières arrivées d'eau P.A.E. se sont produites entre 4 et 39 m. ( $\bar{X}=14\text{m.}$ ), et l'ensemble des arrivées d'un forage, au plus 3 ou 4, ont permis d'obtenir des débits maxima de 0,2 à 7  $\text{m}^3/\text{h}$  ( $\bar{X}=3,8\text{ m}^3/\text{h}$ ).

Quatre seulement de ces forages sont dans les grès armoricains. Les résultats obtenus montrent que les schistes briovériens sont suffisamment fracturés pour permettre la réalisation des forages du site expérimental 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.



## 4.2.2. RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LES RELEVÉS DE FRACTURATION

Une carte de fracturation au 1/30000° (hors texte) a été exécutée à l'occasion d'un stage de maîtrise, ainsi que des levés de fractures sur affleurements.

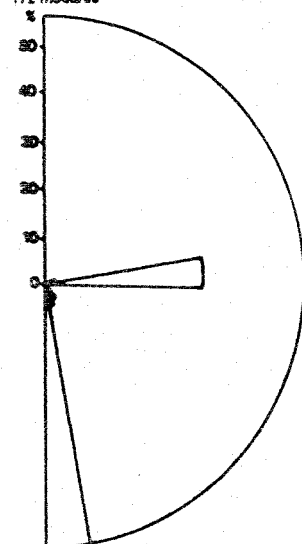
Des rosaces de la distribution directionnelle de la fracturation (fig.2) montrent que les principales directions sur carte sont NG 10 à 20 et NG 160 à 170, et sur affleurements, NG 80-90, NG 120-130, et NG 170-180. Les différences observées peuvent être dues aux types d'affleurements disponibles, et aux difficultés d'observation sur photos aériennes. L'étude de fracturation en cours permettra de préciser le rôle hydrogéologique de ces différentes familles de fractures.

FIG.2: REPARTITION DIRECTIONNELLE DE LA FRACTURATION SUR LE BASSIN VERSANT DU KERHARO

Groupement des mesures par tranches de 10°, de 1 à 181°

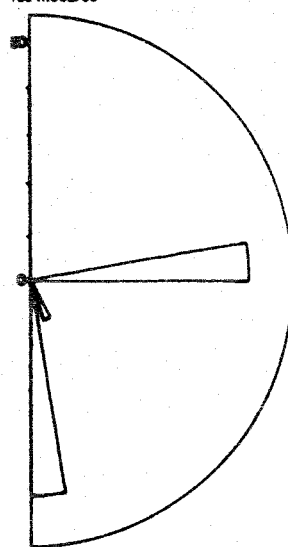
GRES ORDOVICIEN

172 mesures



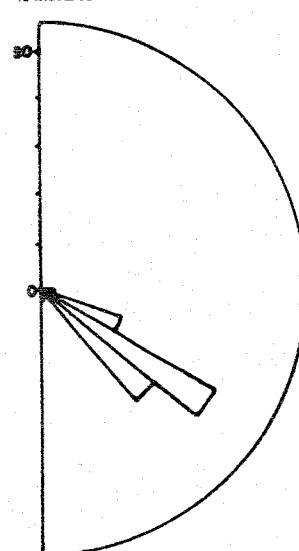
SCHISTES BRIOVERIENS

158 mesures



SCHISTES ROUGES

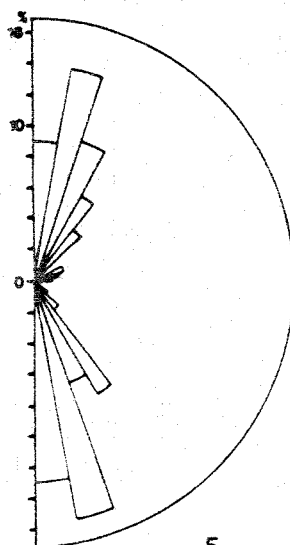
45 mesures



REPARTITION DIRECTIONNELLE DE LA FRACTURATION SUR PHOTO AERIEENNE POUR L'ENSEMBLE DU BASSIN VERSANT DU KERHARO

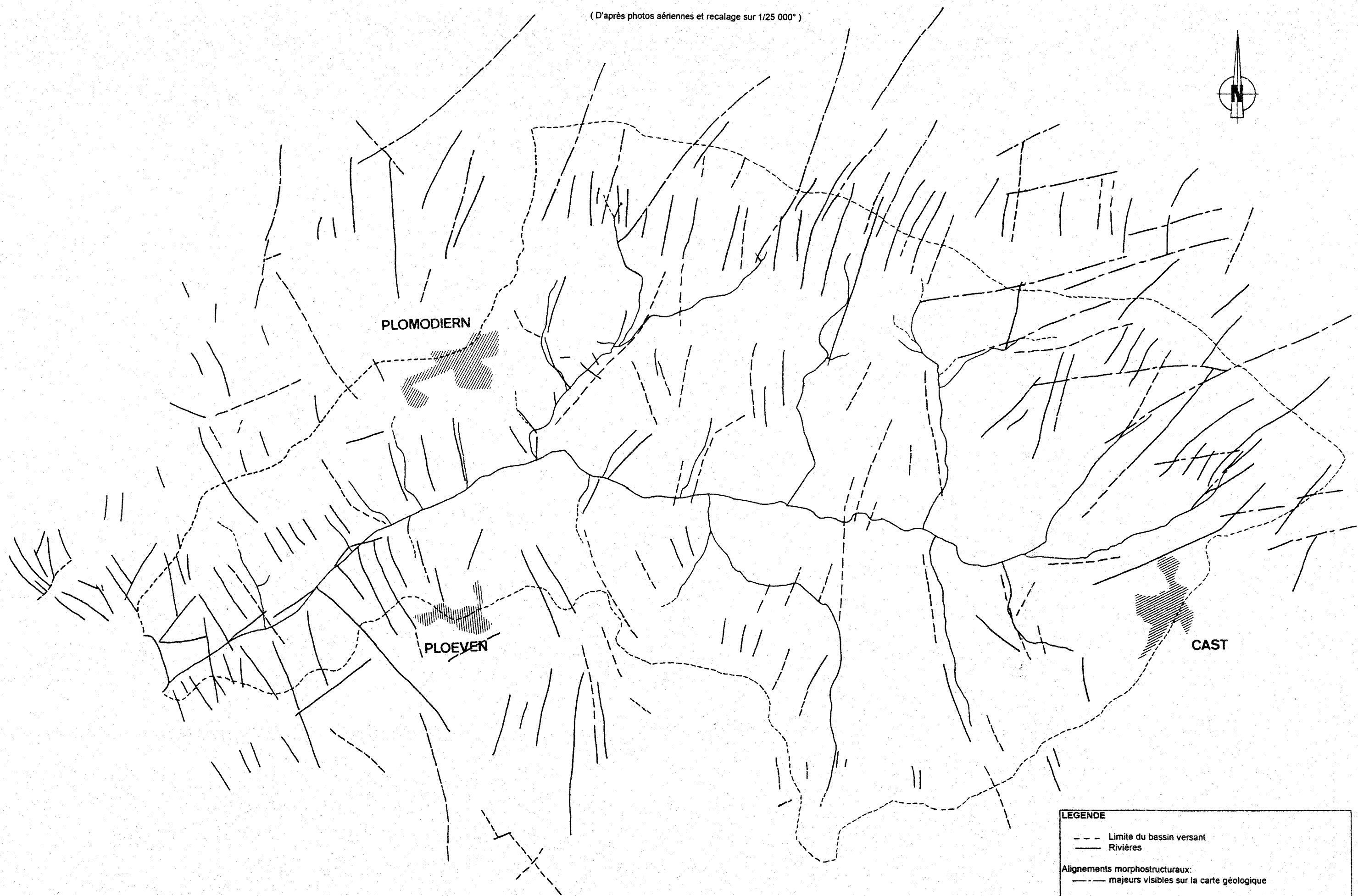
Etude sur 178 mesures

Groupement par tranche de 10°, de 1 à 181°



CARTE DE LA FRACTURATION  
DU BASSIN VERSANT DU KERHARO

( D'après photos aériennes et recalage sur 1/25 000° )



**LEGENDE**

- - - Limite du bassin versant
- Rivières

Alignements morphostructuraux:

- — — majeurs visibles sur la carte géologique
- reперés par photos aériennes
- - - supposés

Ech: 1/30 000° ( 1cm pour 300 m. )

0 600 m.

Reperage et dessin réalisé par Frédérique Mégret



### 4.2.3 SCHEMA D'ORGANISATION ET DE FONCTIONNEMENT

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 et les schistes. 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 constitue un système bicouche drain- capacité.

La surface piézométrique épouse sensiblement la forme du relief. Elle sera connectée aux zones d'écoulements aériens, et sa plus grande profondeur sera sous les interfluves. 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.

### 5.3. CARACTERISTIQUES HYDROCHIMIQUES

Au cours de cette étude, des analyses chimiques (63) ont été réalisées (50), ou trouvées (13) dans divers documents (Voir tableaux 6, 7 et 8 en annexe). Elles concernent des puits (13), des sources (5), des forages (8), ou le réseau hydrographique (54 points dont 38 avec une analyse détaillée).

La distribution des concentrations en  $\text{NO}_3^-$  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. Le renouvellement éventuel de ces campagnes de prélèvement serait le fait de l'INRA, avec l'aide de l'ISAMOR si nécessaire.

#### 5.3.1. METHODOLOGIE

Les prélèvements ont été pratiqués dans les eaux de surface, les sources et les forages accessibles, suivant la même procédure : Chaque flacon de prélèvement préalablement nettoyé à l'eau distillée, a été rincé trois fois avec l'eau à prélever, puis rempli à refus en évitant de laisser la moindre bulle d'air, et fermé hermétiquement. Une fois ramenés au laboratoire, les échantillons ont été placés au réfrigérateur, à l'abri de la lumière et à  $3^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ .

Chaque prélèvement a été accompagné d'une mesure de conductivité et de température (Matériel : WTW LF96) ainsi que d'une mesure du pH dans la majorité des cas. (Matériel : WTW pH96).

Les analyses ont été réalisées dans les 2 semaines qui ont suivies les prélèvements. A l'ouverture du flacon, sont immédiatement mesurées, la conductivité électrique, le pH,  $\text{HCO}_3^-$  (et  $\text{CO}_3^{2-}$  si le pH > 8,3),  $\text{Ca}^{2+}$ , et  $\text{Mg}^{2+}$ . Ensuite, on mesure  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ .

La mesure des ions  $\text{HCO}_3^-$  est couplée avec celle du pH puisqu'elle

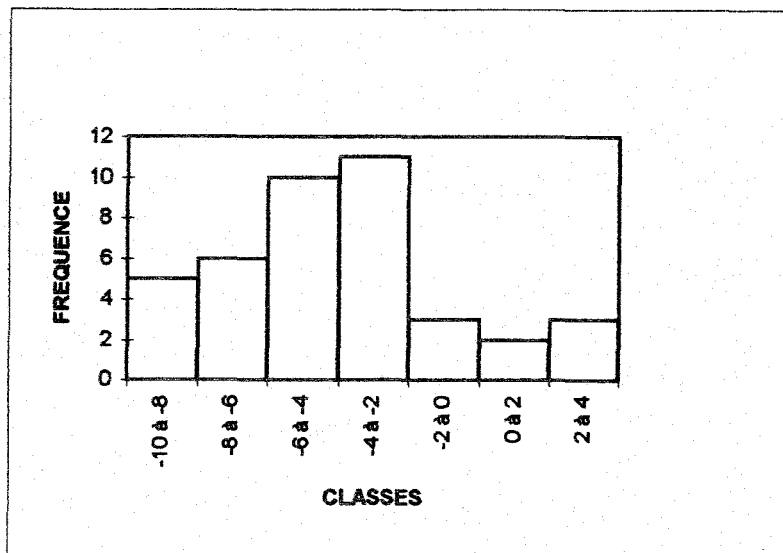
s'effectue par mesure potentiométrique à l'aide du pHmètre précité, et neutralisation acide.

La mesure des concentrations en  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  se fait par complexométrie, avec la murexide pour le calcium, avec le noir ériochrome en présence d'un tampon ammoniacal pour la somme  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , la concentration en  $\text{Mg}^{2+}$  étant obtenue par différence. La concentration en  $\text{Cl}^-$  est déterminée par la méthode de Mohr par formation d'un précipité en présence de nitrate d'argent. L'analyse des nitrates a été réalisée par spectrophotométrie en U.V. aux longueurs d'ondes 230 et 275 nm à l'aide d'un spectrophotomètre Shimadzu 160A, celle des sulfates par turbidimétrie avec un spectrophotomètre UNICAM 8625 à la longueur d'onde 420 nm,  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  par absorption atomique avec flamme (mesures réalisées au laboratoire Municipal de Brest).

La conservation des échantillons a été contrôlée par comparaison de la conductivité trouvée au laboratoire à celle de terrain. La différence ne doit pas excéder 5 % pour considérer l'échantillon comme valable. Dans le cas des échantillons 76, 78 et 79, des différences fortes ont été trouvées dont la cause n'est pas clairement identifiée.

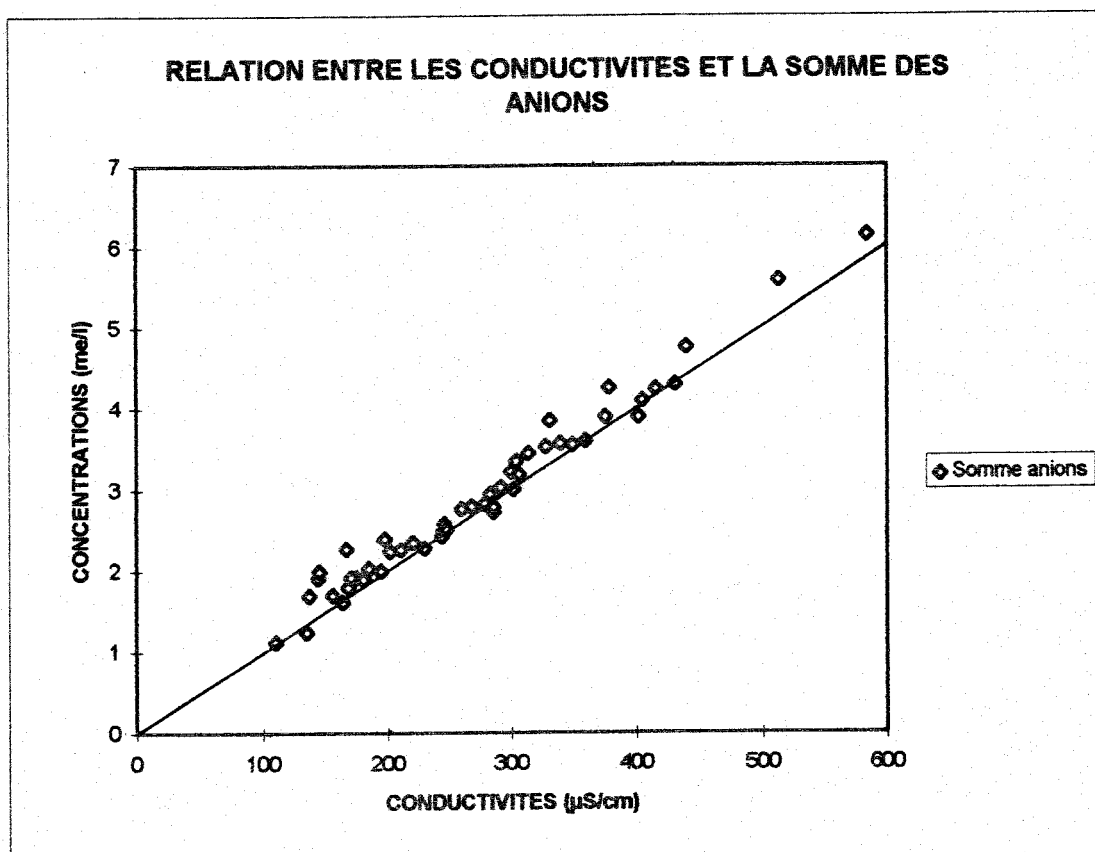
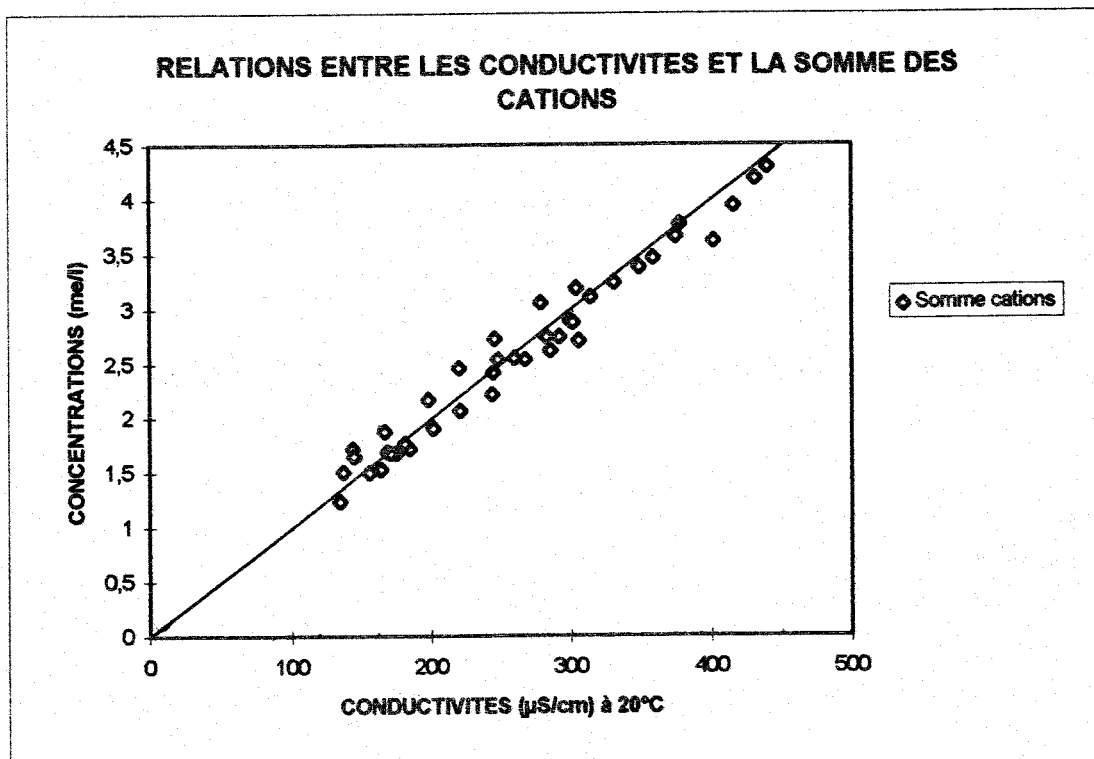
La qualité des analyses a été vérifiée à l'aide de la balance ionique ( $\epsilon\%$ ), qui permet de comparer la somme des cations et la somme des anions. Ces valeurs doivent être proches, et la balance ionique donne l'écart relatif entre les deux. On peut considérer une analyse comme bonne pour  $\epsilon\% < 5\%$ , et jusqu'à 10% au dessous de  $300 \mu\text{S}/\text{cm}$  à  $20^\circ\text{C}$ . L'histogramme des balances ioniques (Fig3) montre un mode vers -5%, ce qui indique une erreur systématique, que l'on attribue à une sous estimation des concentrations en calcium+magnésium (T.H.), d'après le graphique conductivité/somme des cations ou anions (Fig4). En effet, à  $20^\circ\text{C}$ , pour une eau où  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , ou  $\text{NO}_3^-$  dominant,  $100 \mu\text{S}/\text{cm}$  correspondent à environ 1 me/l (0,95 à 1,05 me/l) d'anions ou de cations. Si la correspondance est bonne pour les anions, elle ne l'est pas pour les cations. Il a été essayé de voir si ce défaut était plus fréquent dans le cas des eaux à conductivités faibles, (Fig5 : Diagramme conductivités/ $\epsilon\%$ ). mais la disposition des points indique l'absence d'une relation de ce type. Aucune analyse n'a été rejetée, mais les valeurs de  $\text{Mg}^{2+}$ , obtenues par différence n'ont pas été utilisées lors de l'interprétation.

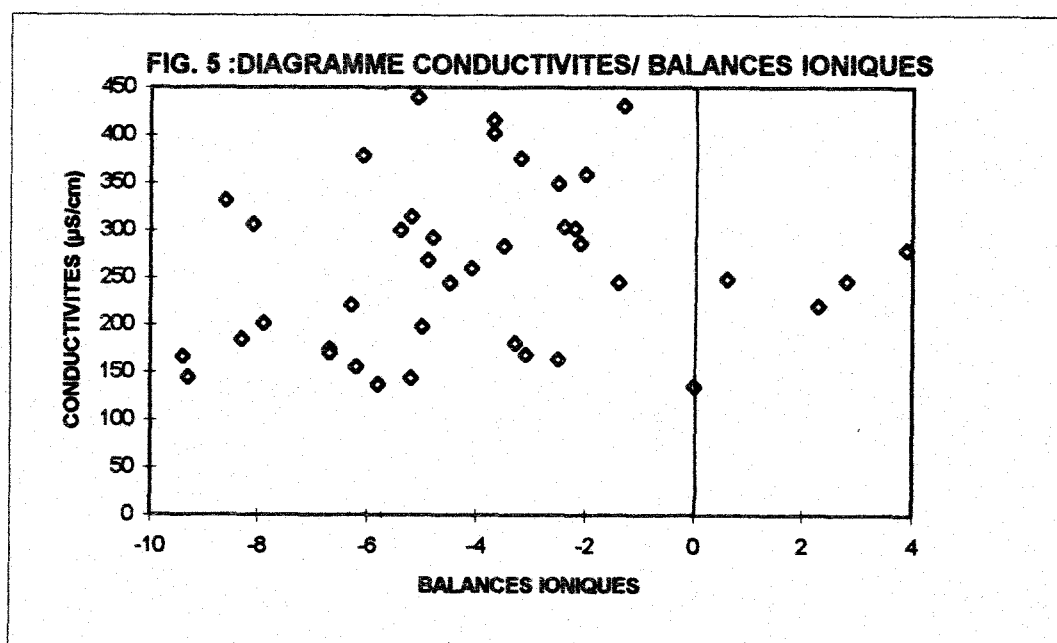
FIG.3 : DISTRIBUTION DES BALANCES IONIQUES





**FIGURE 4 : RELATION ENTRE LES CONDUCTIVITES ET LES DEMI SOMMES DES CONCENTRATIONS EN IONS**





### 5.3.2. LES DONNEES

La plupart des eaux, qu'elles soient de surface ou souterraines, présente des hydrofaciès chlorurés sodiques.

Les histogrammes de la figure 6 montrent la distribution des ions majeurs. Les valeurs centrales et de dispersion sont rassemblées dans le tableau 9. La distribution est sensiblement symétrique pour Ca, Mg, NO<sub>3</sub>, et dissymétrique pour les autres ions.

On remarque que les concentrations totales les plus importantes sont rencontrées dans des forages, et les moins importantes, dans des sources issues des grès armoricains.

Globalement, par ordre d'abondance décroissant, on a Cl<sup>-</sup> > NO<sub>3</sub><sup>-</sup> > SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> > HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> pour les anions, et Na<sup>+</sup> > Mg<sup>2+</sup> > Ca<sup>2+</sup> > K<sup>+</sup> pour les cations (Voir Figure 7).

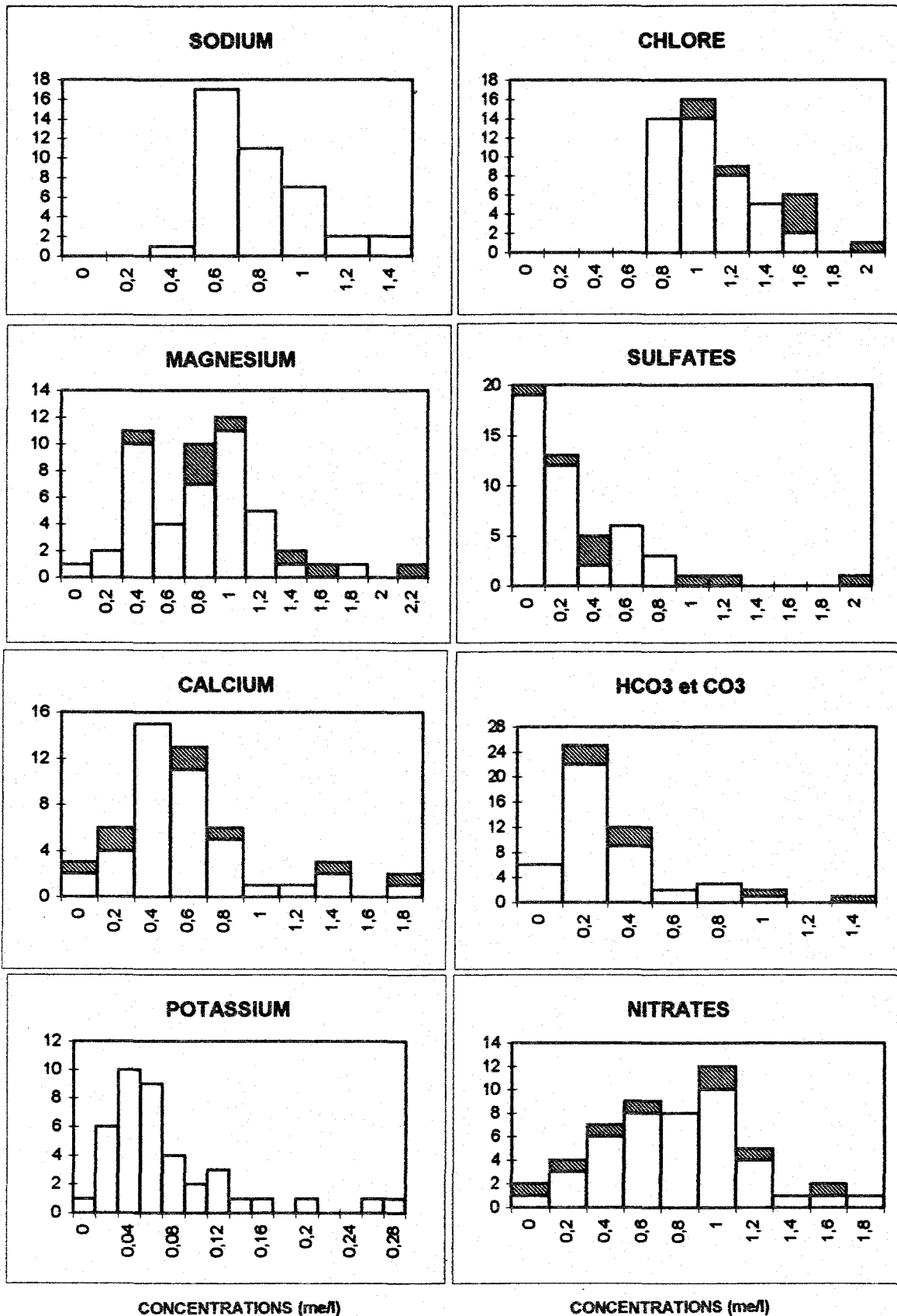
**TABEAU N°9**

		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Eaux de surf+sources	n	42	42	40	40	42	42	42	42
	Moyenne	0,67	0,87	0,89	0,083	1,13	0,31	0,37	0,89
	Minimum	0,12	0,08	0,55	0,011	0,80	0,07	0,08	0,13
	Maximum	1,84	1,80	1,55	0,280	1,70	0,90	1,02	1,72
	Ecart type	0,36	0,36	0,23	0,060	0,23	0,23	0,20	0,37
Forages	n	8	8	-	-	8	8	8	8
	Moyenne	0,76	1,24			1,49	0,81	0,60	0,86
	Minimum	0,12	0,54			1,15	0,07	0,24	0,18
	Maximum	1,84	2,32			2,00	2,03	1,56	1,64
	Ecart type	0,55	0,54			0,29	0,62	0,43	0,47
Puits	n	3	3	3	3	9	9	9	9
	Moyenne					0,70	0,22	0,11	0,40
	Minimum	0,24	0,16	0,56	0,008	0,59	0,04	0,04	0,15
	Maximum	0,38	0,44	0,82	0,066	0,83	0,34	0,30	0,72
	Ecart type					0,08	0,08	0,06	0,19
TOTAL	n	53	53	43	43	59	59	59	59
	Moyenne	0,66	0,9	0,88	0,079	1,13	0,36	0,36	0,77
	Minimum	0,12	0,08	0,55	0,08	0,59	0,04	0,04	0,13
	Maximum	1,84	1,8	1,55	0,28	0,83	2,03	1,56	1,72
	Ecart type	0,39	0,43	0,23	0,06	0,30	0,35	0,27	0,41



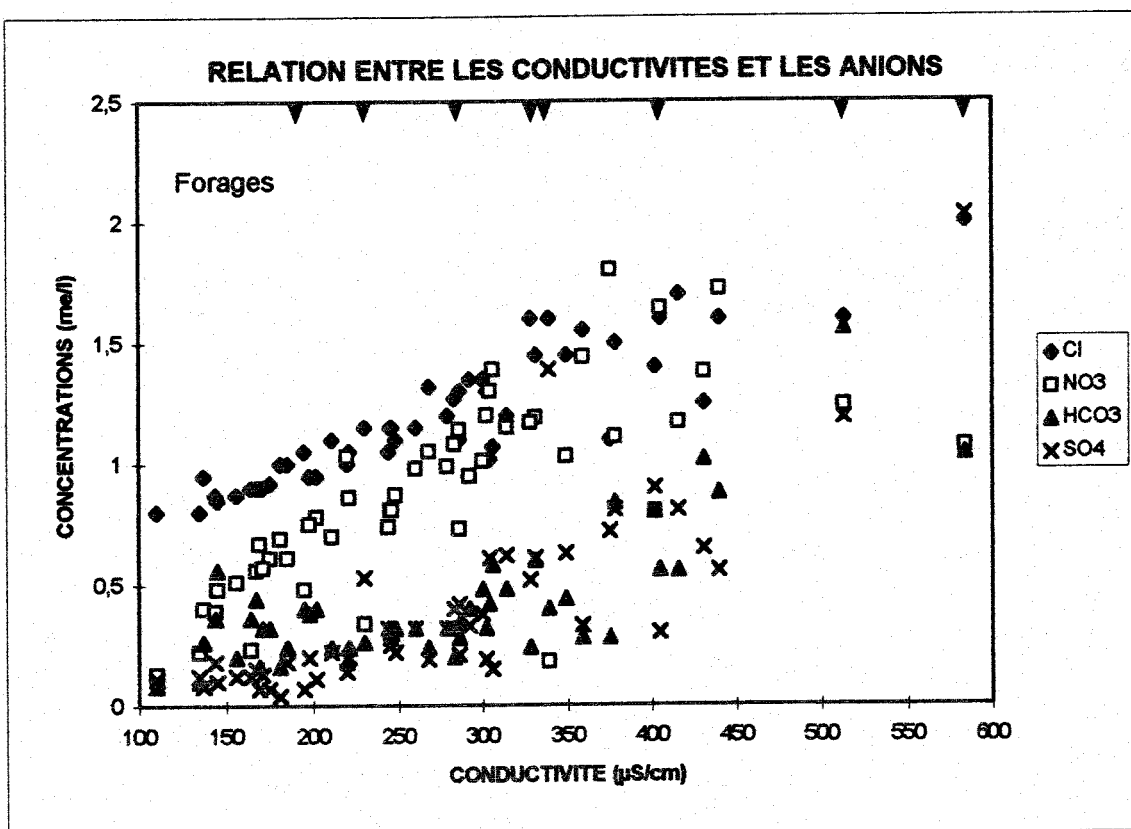
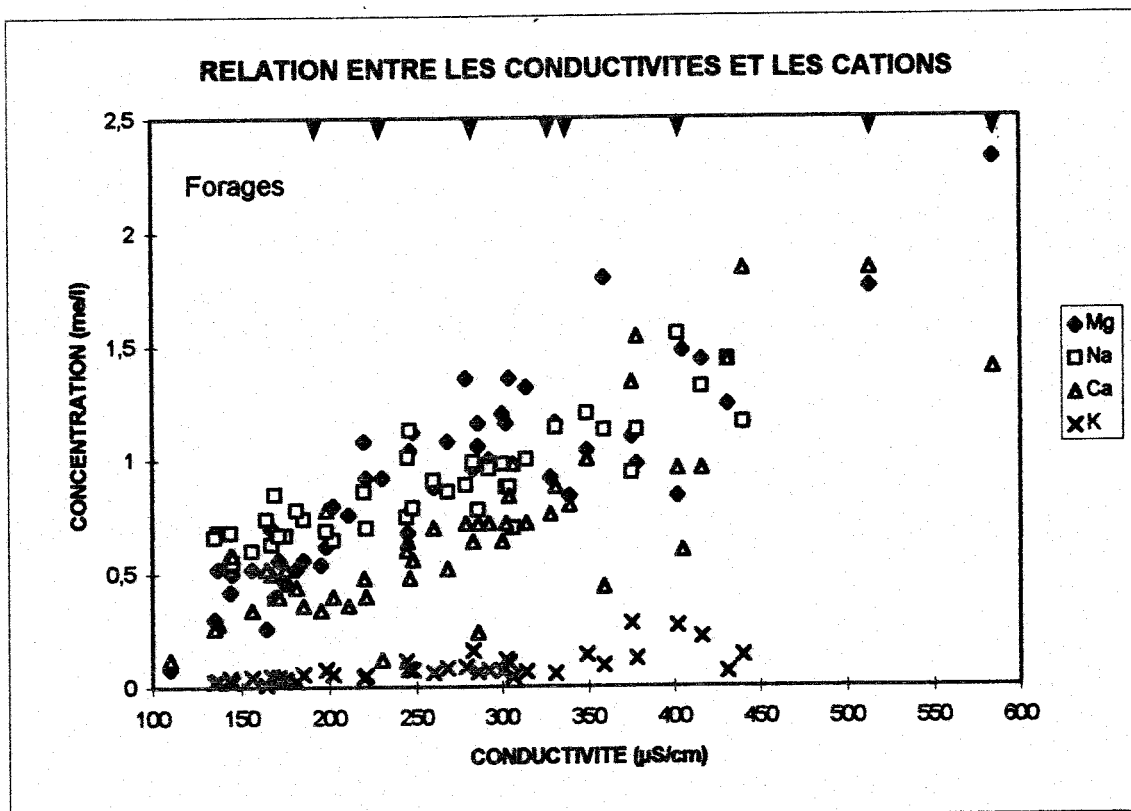
**FIG. 6 : HISTOGRAMMES DE DISTRIBUTION DES CONCENTRATIONS**

FREQUENCE



forage  
 eaux surf

**FIGURE 7 : RELATION ENTRE LES CONDUCTIVITES ET LES CONCENTRATIONS EN IONS**





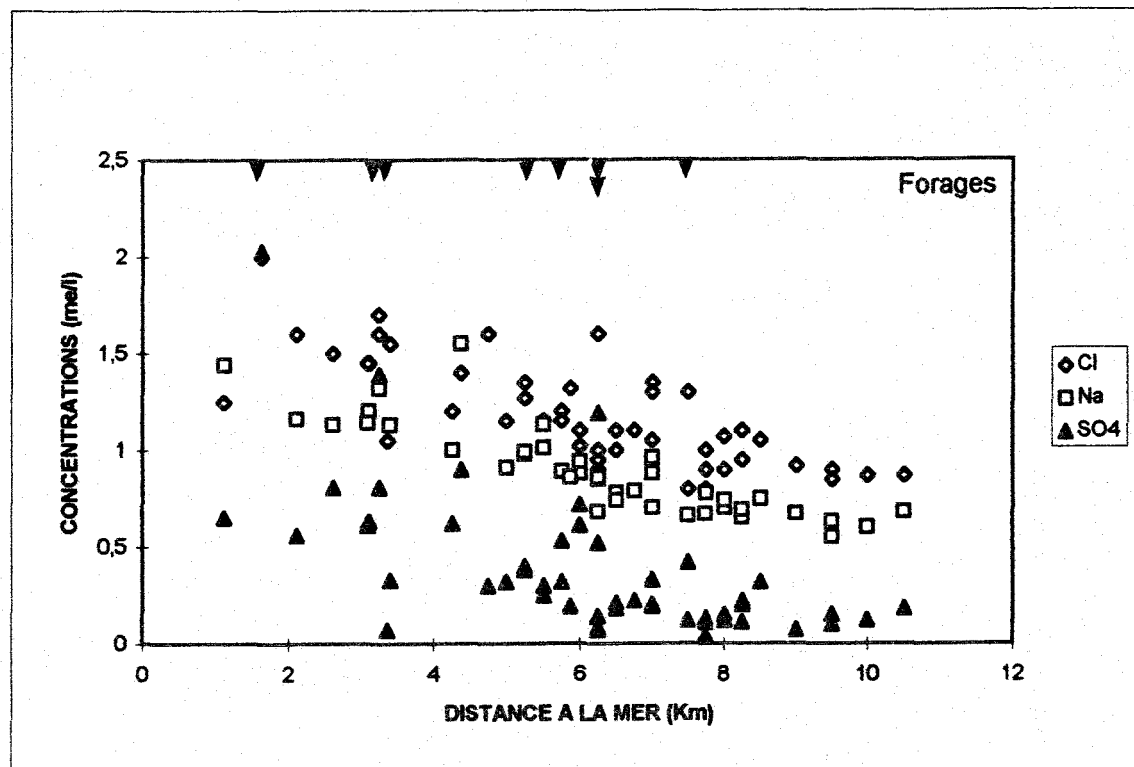
### 5.3.3 SIGNIFICATION DES CONCENTRATIONS RENCONTREES

L'importance de l'hydrofaciès chloruré sodique fait penser à l'influence de la proximité de la mer. Le report graphique des ions en fonction de la distance à la mer des zones d'alimentation ( Fig.8 ) montre une relation statistique pour la plupart des éléments, sauf pour le potassium.

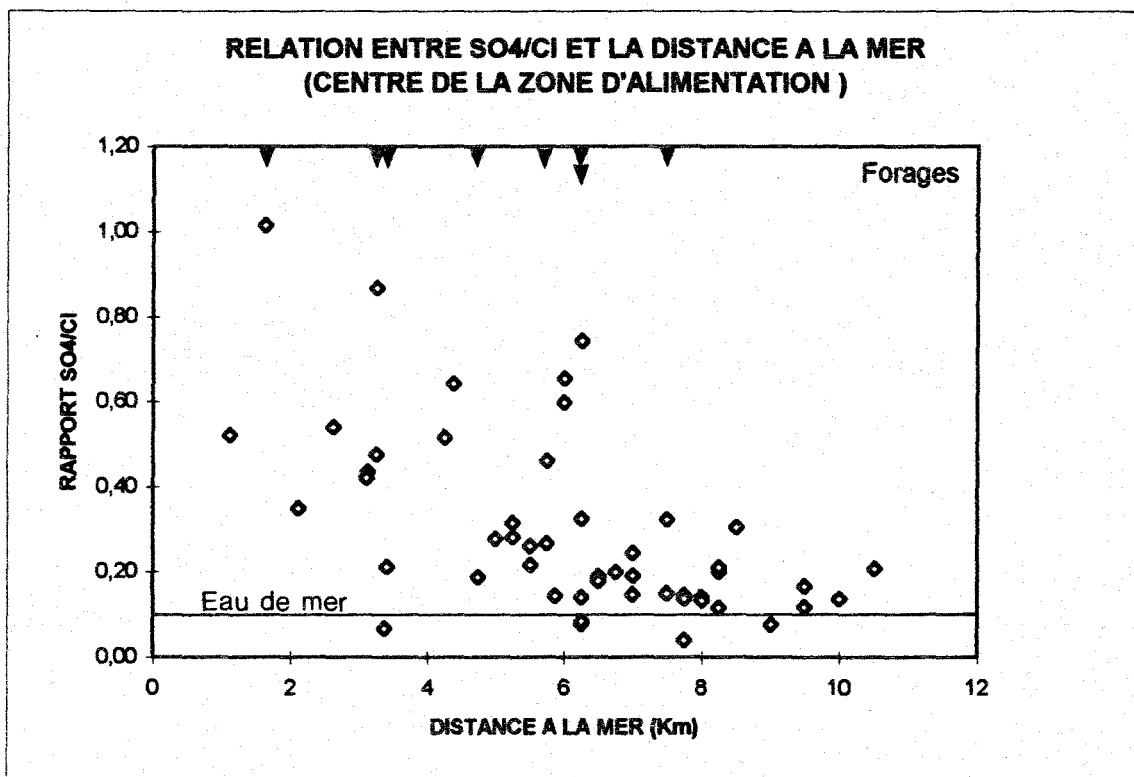
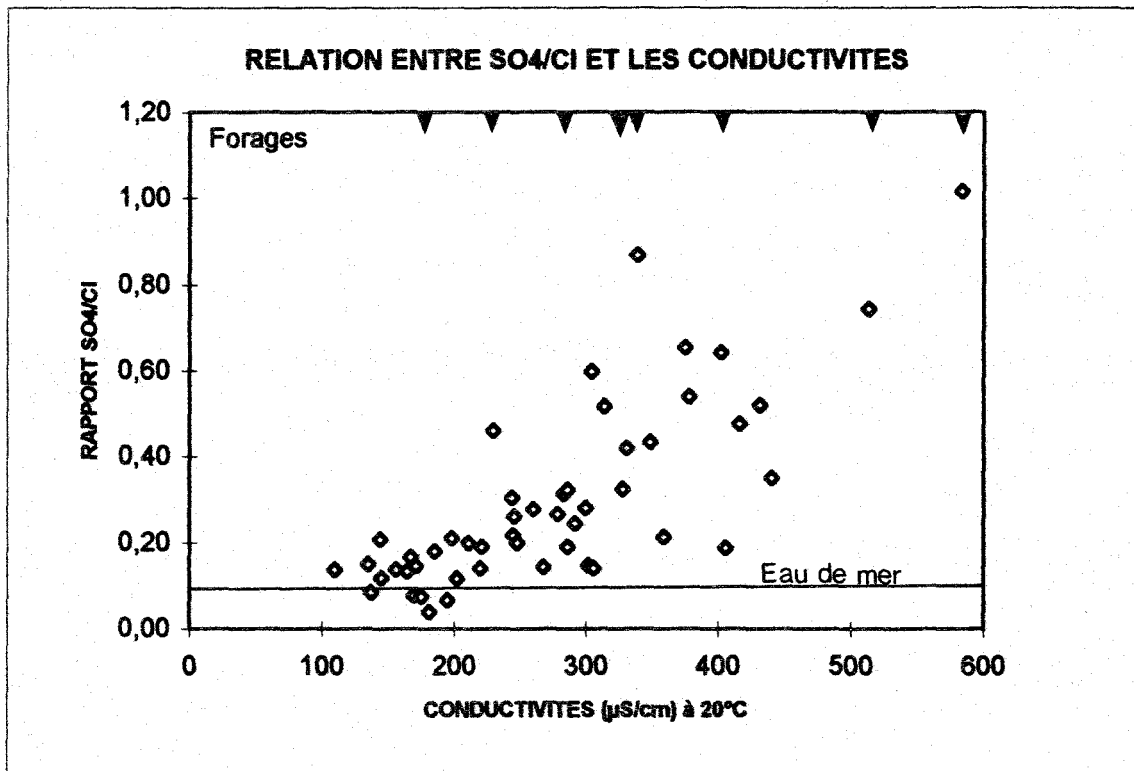
Afin de vérifier l'importance de la proximité de la mer sur les concentrations, il a été fait le calcul du rapport  $SO_4/Cl$ , et la comparaison de celui-ci avec la conductivité et la distance à la mer (Fig.9 ). Sachant que  $SO_4/Cl = 0,104$  pour l'eau de mer, on constate qu'au delà de 200 à 300  $\mu S/cm$ , bon nombre de points de prélèvements 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 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 en ce qui concerne les autres ions, malgré les apparences. Pollution et lithologie doivent intervenir également.

**FIG. 8 :**  
**RELATION ENTRE LES CONCENTRATIONS EN Cl, Na,  $SO_4$  ET LA DISTANCE A LA MER ( CENTRE DE LA ZONE D'ALIMENTATION )**



**FIGURE 9 : RELATION ENTRE LE RAPPORT SO<sub>4</sub>/Cl ET LA CONDUCTIVITE OU LA DISTANCE A LA MER**



## 6. -CHOIX DE SITUATIONS GEOGRAPHIQUES SUSCEPTIBLES DE CONVENIR AU SITE EXPERIMENTAL

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 site.

Par contre, il apparaît intéressant de situer celui-ci en fonction des critères favorables suivant :

- de fortes teneurs en  $\text{NO}_3^-$  dans les eaux de surface (Fig. 10)
- Etre à proximité d'une zone humide
- Etre en bas d'un versant aussi important que possible, afin que l'infiltration en profondeur puisse se réaliser au mieux
- Que ce versant soit couvert de culture favorisant des apports de  $\text{NO}_3^-$

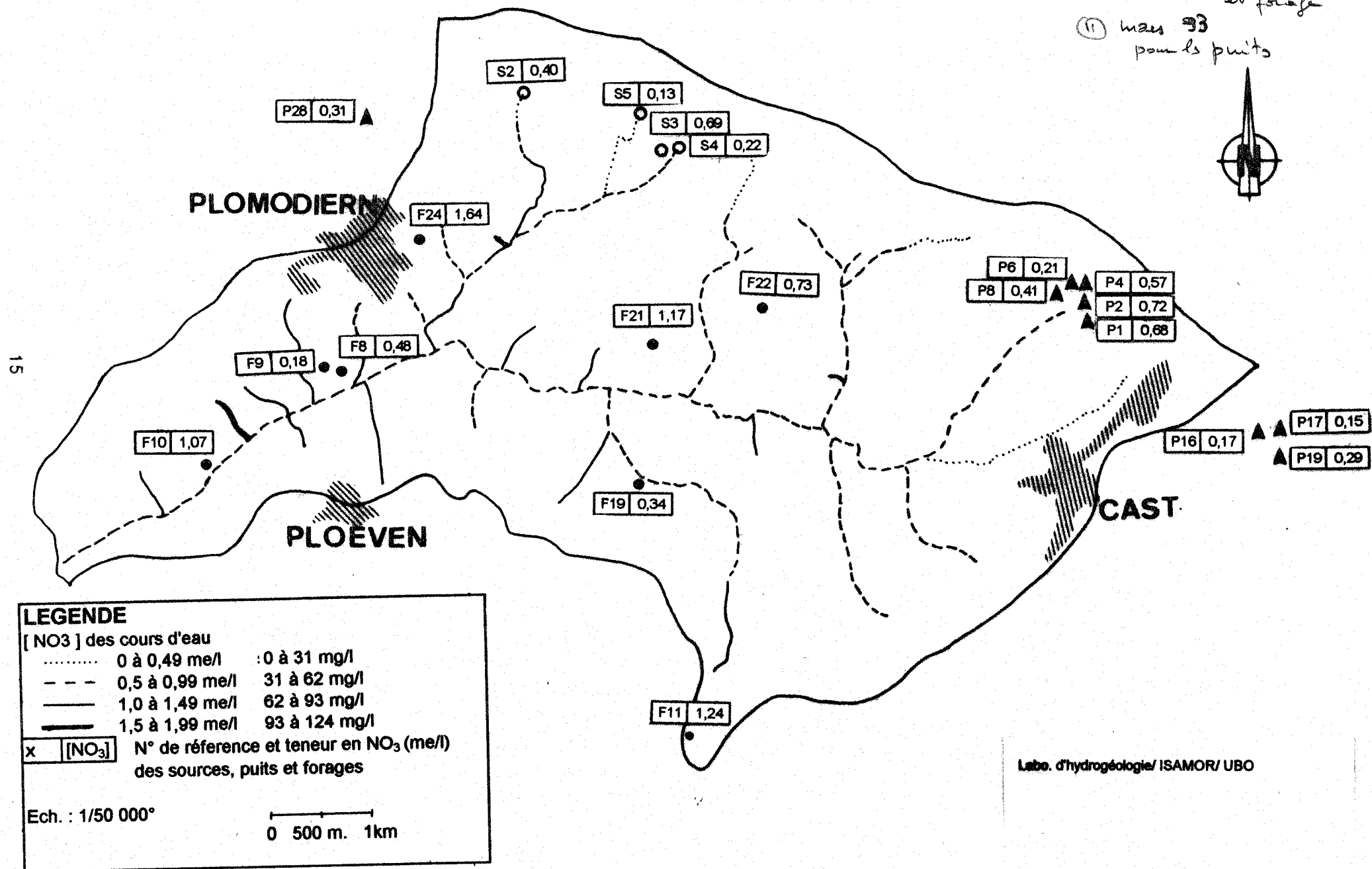
La carte des zones favorables à l'implantation du site experimental (carte hors texte) montre quelques sites qui répondent au mieux aux critères retenus. Pour tous, les teneurs en nitrates des eaux superficielles (hautes eaux) sont supérieures à 30 mg/l, et même pour la plupart, à 60mg/l.

Seul le site le plus au Sud ne se trouve pas en bas de versant, mais les teneurs en nitrates y sont fortes, et une zone humide y est associée à l'aval.

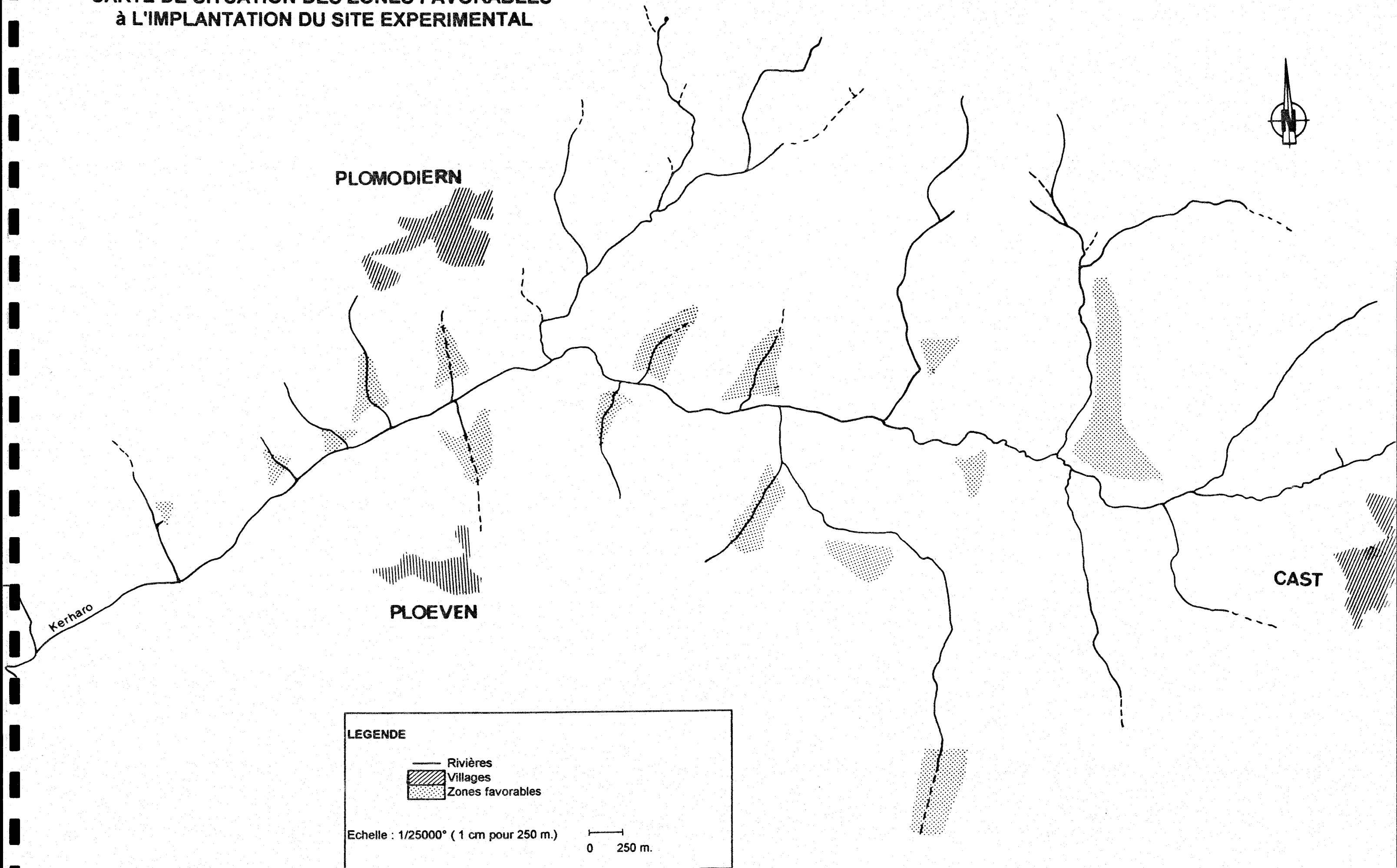


**FIG.10 : CARTE DE DISTRIBUTION DES NITRATES  
DANS LE KERHARO ET SES AFFLUENTS**

pet. ag. ① fin mars et avril 95  
pour les eaux superficielles  
les sources, fontaines  
et forage  
② mai 93  
pour les puits



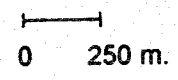
**CARTE DE SITUATION DES ZONES FAVORABLES  
à L'IMPLANTATION DU SITE EXPERIMENTAL**



**LEGENDE**

- Rivières
-  Villages
-  Zones favorables

Echelle : 1/25000° ( 1 cm pour 250 m.)



## 7 - CONCLUSION

Etape préliminaire au choix du site expérimental, l'étude hydrogéologique de l'ensemble du bassin versant du Kerharo a permis de mettre en évidence les critères de choix de ce site et de proposer un éventail de situations géographiques possibles.

Cette étape de l'étude sera suivie de l'implantation des forages, de leur exécution, et du début des chroniques.

Brest, le 10 Mai 1995

L. SOMLETTE, Chargé de recherche

J.P. FAILLAT, Responsable scientifique



## BIBLIOGRAPHIE

**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.

**DARBOUX, J.R. (1973)** -Le Briovérien de la Baie de Douarnenez. (Massif Armoricaïn). *Thèse de 3ème cycle*, U. de Brest, 207 p., 2 cartes.

**NICOLAS, J.M.(1991)**- Caractéristiques pédologiques d'un bassin versant et transferts du nitrate dans les eaux (Kerbernez, Finistère). *Rapport de stage DAA*, INSA de Rennes.

**PARANTHOINE, L (1988)**.- Bilan de l'azote et estimation du temps de réponse sur 2 bassins versants en région de socle (Plouvorn, Massif Armoricaïn). *Thèse de 3e cycle*, U. de Montpellier II, 218 p.

**Ouvrage collectif (1979)** "Locronan et sa région" (Partie géologie : J. GARREAU) p. 18 à 31.

**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 GR/GM/1780/Avril 1993. 92 p..

**IFREMER (1993)**.- Cartographie des zones sensibles à l'eutrophisation. Cas des côtes bretonnes. *R.INT. DEL/93.13*, Brest.

**Carte géologique de la France au 1/50000<sup>e</sup>**, Feuille de DOUARNENEZ(309) et notice explicative. (1975). Edition BRGM.

# ANNEXES

**TABLEAU N° 2**  
**INVENTAIRE DES POINTS DE PRELEVEMENTS D'EAU DE SURFACE**  
**SUR LE BASSIN VERSANT DU KERHARO**

Référence	Lieu dit	Type de point d'eau	X	Y	Alt (m.)
1	Chapelle St Nicodème	Kerharo	110,05	1072,22	6
2	Penfont	Kerharo	110,30	1072,53	8
3	Kergonnec Izella	Kerharo	111,42	1073,07	14
4	Kergonnec Izella	Ruisseau	111,32	1073,02	14
5	Ferme de Kerharo	Ruisseau	111,97	1073,25	17
7	Station épuration Plomodiern	Ruisseau	112,00	1073,92	45
8	Le Vrac'h	Ruisseau	113,20	1073,30	24
9	St Gilles	Kerharo	113,32	1073,88	24
10	Décharge St Gilles	Kerharo	112,50	1073,58	21
11	Launay Coffec	Kerharo	114,57	1072,96	29
12	Launay Coffec	Ruisseau	114,35	1073,00	29
13	Ty Bleiz	Ruisseau	114,47	1072,42	35
14	Kergréac'h	Ruisseau	114,22	1072,50	39
15	Lagad Ven	Ruisseau	115,77	1072,60	40
16	Coscasquen	Ruisseau	116,60	1071,80	50
17	Pont ar Rouz	Ruisseau	116,25	1071,57	53
18	Cast Kerléau	Ruisseau	118,25	1071,90	70 à 75
19	Chapelle Ste Barbe	Ruisseau	115,55	1071,27	64
20	Kéricun	Ruisseau	115,20	1069,78	102
50	Kerlaoueret	Ruisseau	109,57	1072,47	17
51	Kergus	Ruisseau	110,67	1072,92	14
52	Kerbour	Ruisseau	111,12	1073,05	15
53	Kériver-Kerbour	Ruisseau	111,47	1073,22	15
54	Ferme de Kerharo	Ruisseau	112,00	1073,42	20
55	Kergasquer	Ruisseau	112,60	1073,95	45
56	Lescobet (voie ferrée)	Ruisseau	113,75	1075,75	104
59	Chapelle St Corentin	Ruisseau	113,75	1075,47	80
60	Chapelle St Corentin	Ruisseau	113,77	1076,35	77
61	Chapelle St Corentin (fossé)	Ruisseau	113,82	1076,37	74
62	Menez Kérinec	Ruisseau	113,62	1074,56	40
63	Menez Kérinec	Ruisseau	114,70	1074,68	45
64	Menez Kérinec	Ruisseau	114,57	1074,17	45
65	Menez Kérinec	Ruisseau	114,62	1074,62	50
66	Menez Kérinec	Ruisseau	113,67	1074,60	50
67	Penhoat Bihan	Ruisseau	114,02	1074,17	35
68	Penhoat Bihan	Ruisseau	113,12	1074,20	35
69	Kerdréoleu	Ruisseau	113,65	1073,62	40
70	Keryekel	Ruisseau	114,27	1073,32	36
71	Kergoat	Ruisseau	115,27	1072,82	37
72	Kerbiguet	Ruisseau	116,75	1072,82	49
73	Kerbiguet	Ruisseau	116,80	1072,90	50
74	Kerbiguet	Ruisseau	116,70	1072,90	50
75	Meil Boulvern	Ruisseau	118,15	1072,77	80
76	Kerhec	Kerharo	118,60	1072,17	79
77	Kerhec	Ruisseau	118,62	1072,20	80
78	Le Moulin Vert	Ruisseau	118,70	1072,32	59
79	Gorré Toulhoat	Ruisseau	118,02	1074,22	140
80	Goulit Toulhoat	Ruisseau	117,02	1074,02	81
81	Goulit Toulhoat	Ruisseau	116,80	1074,00	78
82	Goulit Toulhoat	Ruisseau	116,77	1074,07	78
83	Kerriou	Ruisseau	115,80	1074,22	72
84	Kerriou	Ruisseau	115,65	1074,42	73
85	Kerhillec	Ruisseau	116,00	1075,22	145



**TABLEAU N°3 : INVENTAIRE DES PUIITS**

Référence	réf. GEOARMOR	Lieu dit	X	Y	Alt. (m)	Observations
P1	1	Linihouam	119,12	1073,57	155	A.E.P.
CP2	2	Linihouam	119,10	1073,30	155	"Puits B" A.E.P.1976
CP3	3	Linihouam	119,02	1073,40	149	"Puits A" A.E.P. 1976
CP4	4	Linihouam	119,02	1073,45	150	"Puits gauche" A.E.P.1976
P5	8	Linihouam	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	
CP19	22	Grannec	120,80	1071,80	155	A.E.P.
CP20	23	Grannec	120,87	1071,80	155	A.E.P.
CP21	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	Craill	120,70	1071,57	122	A.E.P.
CP28	-	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	

**TABLEAU N°4 : 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

**TABLEAU N°5 : INVENTAIRE DES FORAGES DU BASSIN VERSANT DU KERHARO**

Département : Finistère

( D'après les données du B.R.G.M.)

Commune	Nat.pt. d'eau	Coordonnées			Entreprise	Date exé.	Propriétaire	Tubage		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	Mr 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	Mr Queffelec (Kerdern)	58			3			Inaccessible
Plodiern	Forage F3	114,78	1075,63	138 m	Le Pape	20/09/1976	Jain Anna (Valaré)	40		Arène Granite ?	1,5			Peu accessible
Plodiern	Forage F4	114,33	1076,45	203 m	Le Pape	21/09/1976	Mr Luchetti (Reun Bihan)	48			0,5			
Plodiern	Forage F5	114,35	1075,63	127 m	Le Pape	17/12/1976	Le Goff René (Pen Vévit)	30			3			
Plodiern	Forage F6	110,38	1073,33	44 m	Le Magourou	aoù-81	Mao Corentin (Lagonténiat)	45	140	Schistes	3	30	3,5	Inaccessible
Plodiern	Forage F7	109,13	1072,54	43 m	Hydropur - Bouenec	09/1981 ou 1982	Mr. Ferec (Kervijen)	60	110	Schistes	40 (?)	20		Problème de Fer
Plodiern	Forage F8	111,88	1073,35	20 m	Goëffic	28/09/1981	Nicolas Didier (Kerharo)	21	140	Schistes et grès	1 à 9 m 1,8 à 15 m 7 à 21 m.	7	3	
Plodiern	Forage F9	111,60	1073,44	33 m	Goëffic	29/09/1981	Le Duff roger (Keriven)	30	140	Schistes	1 à 18 m 1,5 à 30m	11		
Plodiern	Forage F10	110,30	1072,55	12 m		env. 1982	(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	
Plodiern	Forage F12	111,50	1075,58	93 m	Goëffic	30/07/1982	Taro Jean (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 <sub>2</sub> = 0 et NO <sub>3</sub> =60mg/l
Plodiern	Forage F13	109,86	1072,43	15 m		env. 82	Mr Briand (Lanfranc)	60			6 à 7			Problème de fer NO <sub>3</sub> = 20

Commune	Nat. pt. d'eau	Coordonnées			Entreprise	Date exé.	Propriétaire	Tubage		Géologie	Débit (m³/h)	P.A.E. (m.)	N. P. (m.)	Observations
		X	Y	Alt. NGF				prof. (m)	φ (mm)					
Plomodiern	Forage F14	109,42	1074,11	44 m	Goëffic	sep-83	Blouet Jean (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	Mr 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	Gourlan Jean Luc (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	Mr 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 26 et 35m	4	?	Inaccessible
Cast	Forage F18	116,34	1070,46	90 m	Goëffic	22/10/1990	Donnard Ernest (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	Mr 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	Mr Chevalier (Gorre An Dreff)	52						analyse annuelle
Plomodiern	Forage F21	114,93	1073,43	57 m	Goëffic	06/08/1992	Prigent J. Yves (Kerdalae)	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	Mr Marchadour (Kérivoal)	52						Problème de fer NO <sub>3</sub> < 1
Plomodiern	Forage F23	116,05	1073,03	72 m		mar-93	Mr Le Bris (Kérivoal)	30						Problème de fer
Plomodiern	Forage F24	112,59	1074,60	90 m	Goëffic	09/09/1993	Larvol Pierre (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	

**TABLEAU N° 6 : ANALYSE DES EAUX SUPERFICIELLES**

N° inv	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	11 (2°)	12
P ou S/P	QUIMPER											
village	Chap. St Nicodème	Pont sur Kerharo Penfont	Pont Kergonnec Izella	Kergonnec Izella	Ferme de Kerharo	Station épuration Plomodier	Le Vrac'h	Pont sur Kerharo-St Gilles	Décharge St Gilles	Kerharo - Launay Coffec	Kerharo - Launay Coffec	Launay Coffec
Date préél.	Mardi 21 Mars 1995											20/04/95
Heure préél.	8 H 30	9 H00						12 H 00				14H
Date ana.	Du Lundi 27 Mars 1995 au Mercredi 5 Avril 1995											21/04/95
Géologie	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch
Q (l/s)	1600	1500	1500	3 à 5	5 à 10	1 à 3	10 à 20			800	800	10 à 20
Temp (°C)	6,8	7,0	7,4	9,1	10,4	10,1	9,5	9,1	10,4	10,5	10,6	10,5
EC [T - L]	245 - 246	246 - 244	239 -	416 - 415	359 - 355	402 - 396	292 - 296	232 -	234 -	218 -	212 - 211	279 - 277
pH [T - L]	6,77 - 6,69	6,78 - 6,97		7,55 - 6,54	7,85 - 6,49	7,57 - 6,86	7,84 - 6,81				-6,76	7,43 - 6,62
Eh [T - L]												
Ca <sup>2+</sup>	0,64	0,48		0,96	0,44	0,96	0,72				0,36	0,72
Mg <sup>2+</sup>	0,68	1,04		1,44	1,80	0,84	1,00				0,76	1,36
Na <sup>+</sup>	1,01	1,13		1,32	1,13	1,55	0,96					0,89
K <sup>+</sup>	0,077	0,081		0,219	0,093	0,270	0,073					0,088
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,20											
Fe <sup>3+</sup> (mg/l)	0,20											
Mn <sup>2+</sup> (mg/l)	<0,05											
Σ+	2,42	2,73		3,94	3,46	3,62	2,75					3,06
e%	-1,4	2,8		-3,7	-2,0	-3,7	-4,8					3,9
Σ-	2,49	2,58		4,24	3,60	3,90	3,03				2,26	2,83
Cl <sup>-</sup>	1,15	1,15		1,70	1,55	1,40	1,35				1,10	1,20
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,25	0,30		0,81	0,33	0,90	0,33				0,22	0,32
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,28	0,32		0,56	0,28	0,80	0,40				0,24	0,32
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,81	0,81		1,17	1,44	0,80	0,95				0,70	0,99
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>												
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>												
SiO <sub>2</sub>												
OD	98.%	12,2 mg/l										
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	1,32											

EC = μS.cm-1 à 20°C.

Eh = mvolts.

Concentrations en mé.l-1.



N° inv	13	14	15	16	17	18	19	20	20b	50	51	52
P ou S/P	QUIMPER											
village	Ty Bleiz	Kergréac'h	Lagad Ven	Coscasque n	Pont ar Rouz	Cast Kerléau	Chapelle Ste Barbe	Kericun	Kericun (autre coté route)	Kerlaouére t	Kergus	Kerbour
Date préél.	Mardi 21 Mars 1995											
Heure préél.				16H20						9 H00	11 H	
Etat préél.												
Date ana.	Du Lundi 27 Mars 1995 au Mercredi 5 Avril 1995											
Géologie	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch
Q (l/s)	50		10	50	50	<10	30 à 50	4 à 5		10 à 15	5 à 10	5 à 10
Temp (°C)	10,7	11,1	10,6	11,2	11,2		10,5	10,7		8,1	9,7	9,5
EC [T - L]	272 -	300 - 308	302 - 307	254 -	244 - 242	216 à 256	248 - 248	286 - 285	270 à 288	431 - 428	440 - 455	378 - 390
pH [T - L]	7,54 -	7,32 - 6,88	7,59 - 6,88	7,33 -	7,25 - 6,64		6,52 -	5,77 -		7,30 - 7,06	7,53 - 7,22	8,1 - 7,54
Eh [T - L]												
Ca <sup>2+</sup>		0,64	0,72		0,60		0,56	0,72		1,44	1,84	1,54
Mg <sup>2+</sup>		1,20	1,16		0,76		1,12	1,06		1,24	1,16	0,98
Na <sup>+</sup>		0,98	0,88		0,75		0,79	0,78		1,44	1,16	1,13
K <sup>+</sup>		0,068	0,121		0,114		0,074	0,065		0,066	0,137	0,123
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)												
Fe <sup>3+</sup>												
Mn <sup>2+</sup>												
Σ+		2,89	2,88		2,22		2,54	2,62		4,19	4,30	3,77
ε%		-5,4	-2,2		-4,5		0,6	-2,1		-1,3	-5,1	-6,1
Σ-		3,22	3,01		2,43		2,51	2,73		4,30	4,76	4,26
Cl <sup>-</sup>		1,35	1,30		1,05		1,10	1,10		1,25	1,60	1,50
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		0,38	0,19		0,32		0,22	0,21		0,65	0,56	0,81
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		0,00	0,00		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0,48	0,32		0,32		0,32	0,28		1,02	0,88	0,84
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		1,01	1,20		0,74		0,87	1,14		1,38	1,72	1,11
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>												
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>												
SiO <sub>2</sub>												

N° inv	53	54	55	56	59	60	61	62	63	64	65	66
P ou S/P	QUIMPER											
village	Kériveren - Kerbour	Ferme Kerharo	Kergasquer	Lescobet (voie ferrée)	St Corentin	St Corentin	St Corentin (fossé)	Menez Kerinec	Menez Kerinec	Menez Kerinec	Menez Kerinec	Menez Kerinec
Date préél.	Mardi 21 Mars 1995											
Heure préél.				14H00								
Etat préél.												
Date ana.	Du Lundi 27 Mars 1995 au Mercredi 5 Avril 1995											
Géologie	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch
Q (l/s)	5 à 10	5 à 10	5	5	15 à 20	2 à 3	2 à 4	50 à 60	3 à 4	2 à 3	20	30 à 40
Temp (°C)	9,2	8,9	10,8	11,5	11,3	12,4	12,4	10,8	11,4	11,8	11,4	10,5
EC [T - L]	331 - 342	349 - 345	314 - 326	169 - 176	153 -	220 - 229	233 -	173,8 -	304 - 316	375 - 388	176,9 -	171,9 -
pH [T - L]	7,10 - 6,87	7,87 - 6,91	7,05 - 6,68	6,61		6,54			6,63	5,76		
Eh [T - L]												
Ca <sup>2+</sup>	0,88	1,00	0,72	0,40		0,48			0,84	1,34		
Mg <sup>2+</sup>	1,16	1,04	1,32	0,40		1,08			1,36	1,10		
Na <sup>+</sup>	1,14	1,20	1,00	0,85		0,86			0,88	0,94		
K <sup>+</sup>	0,056	0,141	0,066	0,037		0,043			0,106	0,280		
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)												
Fe <sup>3+</sup>												
Mn <sup>2+</sup>												
Σ+	3,24	3,38	3,11	1,69		2,46			3,19	3,66		
e%	-8,6	-2,5	-5,2	-3,1		2,3			-2,4	-3,2		
Σ-	3,85	3,55	3,45	1,80		2,35			3,35	3,90		
Cl <sup>-</sup>	1,45	1,45	1,20	0,90		1,00			1,02	1,10		
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,61	0,63	0,62	0,07		0,14			0,61	0,72		
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00			0,00	0,00		
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,60	0,44	0,48	0,16		0,18			0,42	0,28		
NO <sub>3</sub>	1,19	1,03	1,15	0,67		1,03			1,30	1,80		
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>												
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>												
SiO <sub>2</sub>												

N° inv	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
P ou S/P	QUIMPER											
village	Penhoat Bihan	Penhoat Bihan	Kerdréoleu	Keryékel	Kergoat	Kerbiguet	Kerbiguet	Kerbiguet	Meil Boulvern	Kerhec	Kerhec	Le Moulin vert
Date préél.	Mardi 21 Mars 1995											
Heure préél.												
Etat préél.												
Date ana.	Du Lundi 27 Mars 1995 au Mercredi 5 Avril 1995											
Géologie	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch
Q (l/s)	20 à 30	100 à 150	3 à 5	10 à 15	30 à 50	100 à 150	1 à 2	1 à 4	30 à 50	80 à 150	3 à 5	30 à 50
Temp (°C)	11,1	10,9	11,8	11,5	10,9	11,6	10,8	11,5	10,7	9,8	11,8	10,8
EC [T - L]	260 - 271	185,5 - 193	283 - 294	268 - 278	221 - 229	202 - 210	234 -	306 - 305	156 - 163	144 - 172	244 -	167 - 193
pH [T - L]	6,86	6,69	5,74	6,20	6,64	6,44		7,65	6,58	8,77		9,30
Eh [T - L]												
Ca <sup>2+</sup>	0,70	0,36	0,64	0,52	0,40	0,40		0,98	0,34	0,58		0,50
Mg <sup>2+</sup>	0,88	0,56	0,96	1,08	0,92	0,80		0,98	0,52	0,42		0,70
Na <sup>+</sup>	0,91	0,74	0,99	0,86	0,70	0,65		0,70	0,60	0,68		0,63
K <sup>+</sup>	0,062	0,056	0,160	0,084	0,052	0,056		0,045	0,043	0,040		0,048
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)												
Fe <sup>3+</sup>												
Mn <sup>2+</sup>												
Σ+	2,55	1,72	2,75	2,54	2,07	1,91		2,71	1,50	1,72		1,88
ε%	-4,1	-8,3	-3,5	-4,9	-6,3	-7,9		-8,1	-6,2	-5,2		-9,4
Σ-	2,77	2,03	2,95	2,80	2,35	2,24		3,19	1,70	1,91		2,27
Cl <sup>-</sup>	1,15	1,00	1,27	1,32	1,05	0,95		1,07	0,87	0,87		0,90
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,32	0,18	0,40	0,19	0,20	0,11		0,15	0,12	0,18		0,15
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,11		0,22
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,32	0,24	0,20	0,24	0,24	0,40		0,58	0,20	0,36		0,44
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,98	0,61	1,08	1,05	0,66	0,78		1,39	0,51	0,39		0,56
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>												
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>												
SiO <sub>2</sub>												

N° inv	79	79 (2°)	80	81	82	83	84	85
P ou S/P	QUIMPER							
village	Gorré Toulhoat	Gorré Toulhoat	Goullit Toulhoat	Goullit Toulhoat	Goullit Toulhoat	Kerriou	Kerriou	Kerhillec
Date prél.	21/03/95	20/03/95	Mardi 21 Mars 1995					
Heure prél.								
Etat prél.								
Date ana.	27/03/95	21/03/95	27 Mars 1995 au 5 Avril 1995					
Géologie	G-Sch	G-Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	G
Q (l/s)	7 à 15	7 à 15	40 à 60	70 à 90	10 à 15	2 à 3	15 à 25	2 à 3
Temp (°C)	10,5	10,6		11,2	11,2	11,2	10,3	9,1
EC [T - L]	145 - 185	151 - 150	175* -178	198 - 229	205 -	164 - 159	171 - 178	133 -
pH [T - L]	8,21	6,30	7,10	8,50		8,01	6,44	
Eh [T - L]								
Ca <sup>2+</sup>	0,58	0,24	0,52	0,78		0,52	0,40	
Mg <sup>2+</sup>	0,50	0,48	0,46	0,62		0,26	0,56	
Na <sup>+</sup>	0,55		0,67	0,69		0,74	0,67	
K <sup>+</sup>	0,022		0,038	0,076		0,011	0,045	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)								
Fe <sup>3+</sup>								
Mn <sup>2+</sup>								
Σ+	1,65		1,68	2,17		1,53	1,68	
ε%	-9,3		-6,7	-5,0		-2,5	-6,7	
Σ-	1,99	1,62	1,92	2,40		1,61	1,92	
Cl <sup>-</sup>	0,85	0,85	0,92	0,95		0,90	0,90	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,10	0,10	0,07	0,20		0,12	0,13	
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0,00	0,00	0,00	0,12		0,00	0,00	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,56	0,20	0,32	0,38		0,36	0,32	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,48	0,47	0,61	0,75		0,23	0,57	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>								
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>								
SiO <sub>2</sub>								

\* : valeur moyenne



**TABLEAU N° 7 : ANALYSES DE L'EAU DES PUIITS**

N° inv	P1	CP2	CP3	CP4	CP2+3+4	P8	P8	P16	P17	CP19	CP20	CP19+20
P ou S/P	QUIMPER											
village	Linihouarn	Linihouarn	Linihouarn	Linihouarn	Linihouarn	Coat Bihan	Coat Bihan	Gullispars	Gullispars	Grannec	Grannec	Grannec
Date préél.	09/03/93	09/03/93	10/03/93	09/03/93	07/12/93	09/03/93	09/03/93	09/03/93	09/03/93	10/03/93	10/03/93	09/03/93
Etat préél.												mélange
Date ana.	<15/03/93	<15/03/93	<15/03/93	<15/03/93	24/12/1993	<15/03/93	<15/03/93	<15/03/93	<15/03/93	<15/03/93	<15/03/93	<22/03/95
N° analyse	41297	41298	41305	41299	9312075588	41300	41301	41302	41303	41308	41309	9503099046
Q (l/s)												
Temp (°C)												
EC [T - L]	-240	-230		-205	-185	-95	-165	-135	-130			-120
pH [T - L]	-5,75	-5,50		-5,35	5,70 - 5,85	-5,10	-5,15	-4,70	-4,65			5,5 - 5,55
T.H. (°F)	5,9	5,7		4,3	4,0	1,9	3,0	0,7	0,5			2,62
Ca <sup>2+</sup>					0,33							0,24
Mg <sup>2+</sup>					0,44							0,28
Na <sup>+</sup>					0,82							0,56
K <sup>+</sup>					0,008							0,020
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,100	0,001		0,001	<0,05	0,070	0,060	0,020	<0,02			<0,01
Fe <sub>3</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	<0,05	<0,05		<0,05	<0,01	0,55	<0,05	<0,05	<0,05			<0,01
Mn <sub>2</sub> <sup>+</sup> (mg/l)					<0,01							0,01
Σ+					1,60							1,10
ε%					-7,80							0,50
Σ-	1,99	1,95		1,69	1,87	1,10	1,47	1,07	1,06			1,09
Cl <sup>-</sup>	0,77	0,83		0,78	0,82	0,59	0,68	0,68	0,67			0,59
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,34	0,24		0,24	0,19	0,20	0,22	0,18	0,20			0,04
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,20	0,16		0,10	0,30	0,10	0,16	0,04	0,04			0,17
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,68	0,72	0,56	0,57	0,56	0,21	0,41	0,17	0,15	0,19	0,37	0,29
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>												
SiO <sub>2</sub>					0,27							0,17
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0,01	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01			<0,01

EC = mS.cm-1 à 20°C. Concentrations en mé.l-1.

### ANALYSES DE L'EAU DES PUIITS

N° inv	CP21	CP28	P22
P ou SP	QUIMPER		
village	Grannec	Kroas Ru	Grannec
Date préél.	09/03/93		10/03/93
Etat préél.			
Date ana.	<15/03/93	04/01/95	<15/03/93
N° analyse	41302		41310
Q (l/s)			
Temp (°C)			
EC [T - L]		-155	
pH [T - L]		5 - 4,65	
T.H. (°F)			2,76
Ca <sup>2+</sup>		0,38	
Mg <sup>2+</sup>		0,16	
Na <sup>+</sup>		0,65	
K <sup>+</sup>		0,066	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)		<0,01	
Fe <sub>3</sub> <sup>+</sup> (mg/l)		0,01	
Mn <sub>2</sub> <sup>+</sup> (mg/l)		<0,01	
Σ+		1,26	
ε%		4,30	
Σ-		1,37	
Cl <sup>-</sup>		0,73	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		0,28	
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		0,00	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0,05	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,58	0,31	0,30
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>			
SiO <sub>2</sub>			
NO <sub>2</sub> (mg/l)		<0,01	

### ANALYSE DE L'EAU DES SOURCES ET FONTAINES

N° inv	S1	S2	S3	S4	S5
P ou SP	QUIMPER				
village	Source près voie ferrée St Corentin	A côté de S1 sur chemin	Dinidic	Dinidic	Valaré
Date préél.				21/03/95	20/04/95
Heure préél.		14 H 15		18 H 00	9H30
Etat préél.					
Date ana.				03/95	21/04/95
Géologie	G	G-Sch	G-Sch	G-Sch	G-Sch
Q (l/s)	1 à 2	10 à 20	1 à 2	4 à 7	2 à 5
Temp (°C)	11,4	11,5	11,5	11,6	10
EC [T - L]	182 à 190	137 - 157	181 - 188	135 - 129	110,5 - 110
pH [T - L]		6,98	5,28	5,15	4,95 - 4,68
Ca <sup>2+</sup>		0,28	0,44	0,26	0,12
Mg <sup>2+</sup>		0,52	0,52	0,30	0,08
Na <sup>+</sup>		0,68	0,78	0,66	
K <sup>+</sup>		0,029	0,026	0,024	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)					
Fe <sup>3+</sup>					
Mn <sup>2+</sup>					
Σ+		1,51	1,77	1,24	
ε%		-5,8	-3,3	0,0	
Σ-		1,69	1,89	1,24	1,12
Cl <sup>-</sup>		0,95	1,00	0,80	0,80
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		0,08	0,04	0,12	0,11
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		0,00	0,00	0,00	0,00
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0,26	0,16	0,10	0,08
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0,40	0,69	0,22	0,13
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>					
SiO <sub>2</sub>					

EC = mS.cm-1 à 20°C. Concentrations en mé.l-1.

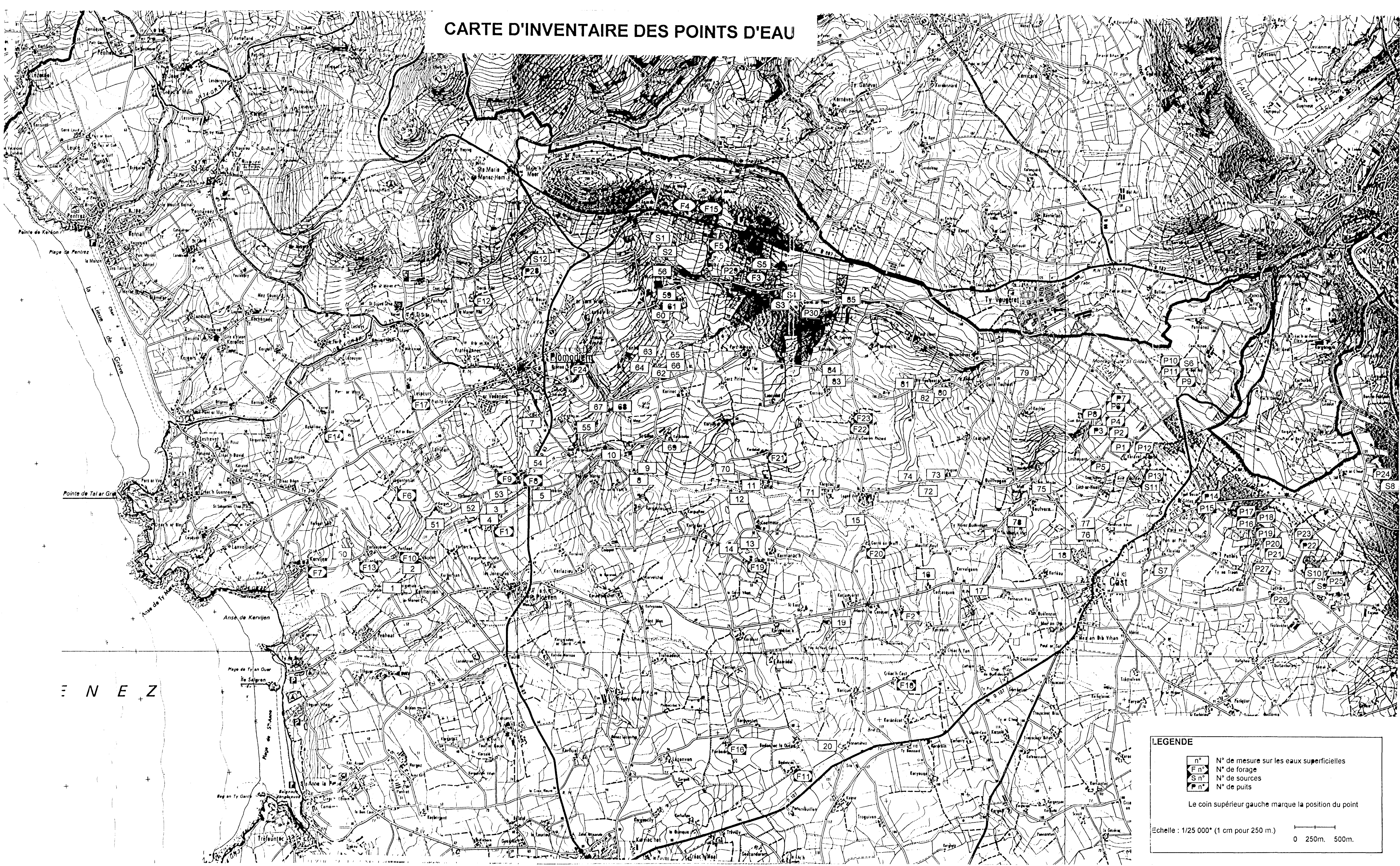
**TABLEAU N°8 : ANALYSES DE L'EAU DES FORAGES**

N° inv	F8	F9	F10	F11	F19	F21	F22	F24
P ou S/P	QUIMPER							
village	Kerharo	Keriven	Penfont	Bodennec Vraz	Le Gorzit Vraz	Kerdalaé	Kerivoal (Marchadour)	Bronua
Date prél.	20/04/1995							
Heure prél.	12H30	13 H	11H	15 H	14 H 30	13 H30	16 H	10H
Etat prél.		Eau chlorée	Eau chlorée			Riche en Fer		Eau chlorée
Date ana.	21 au 22/04/95							
Géologie	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch	Sch
Q (m³/h)							1,2	
Temp (°C)	14,5		13	13,2	13,2	12,2	11,2	12
EC [T - L]	192 - 195	340 - 339	585 - 584	518 - 513	230 - 230	328 - 328	289 - 286	402 - 405
pH [T - L]	6,30 - 5,98	6,40 - 5,95	6,33 - 6,15	6,00 - 6,05	5,60 - 5,53	5,60 - 5,60	5,57 - 5,68	6,50 - 6,23
Ca <sup>2+</sup>	0,34	0,80	1,40	1,84	0,12	0,76	0,24	0,60
Mg <sup>2+</sup>	0,54	0,84	2,32	1,76	0,92	0,92	1,16	1,48
Na <sup>+</sup>								
K <sup>+</sup>								
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>								
Fe <sub>3</sub> <sup>+</sup> (mg/l)								
Mn <sub>2</sub> <sup>+</sup> (mg/l)								
Σ+								
Σ-	2,00	3,57	6,14	5,59	2,28	3,53	2,79	4,10
Cl <sup>-</sup>	1,05	1,60	2,00	1,60	1,15	1,60	1,30	1,60
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,07	1,39	2,03	1,19	0,53	0,52	0,42	0,30
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,40	0,40	1,04	1,56	0,26	0,24	0,34	0,56
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,48	0,18	1,07	1,24	0,34	1,17	0,73	1,64
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>								
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>								
SiO <sub>2</sub>								

E.C. en  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  à 20°C Concentrations en  $\text{me.l}^{-1}$



# CARTE D'INVENTAIRE DES POINTS D'EAU



**LEGENDE**

n°	N° de mesure sur les eaux superficielles
F n°	N° de forage
S n°	N° de sources
P n°	N° de puits

Le coin supérieur gauche marque la position du point

Echelle : 1/25 000\* (1 cm pour 250 m.)

0 250m. 500m.