



BUREAU ETUDE GEOLOGIQUE

ANGELI

DÉPARTEMENT DE LA DORDOGNE

**Etude de la vulnérabilité
des nappes aquifères du Crétacé**

par

D. CHIGOT* et B. ANGÉLI**

avec la collaboration de

M. BRANEYRE* et S. BERTAUX**

* BRGM Aquitaine

** BEG ANGÉLI

R 34810 AQI 4S 92

Pessac, avril 1992

BRGM - AQUITAINE

Avenue du Docteur-Albert-Schweitzer - 33600 Pessac, France
Tél. (33) 56 80 69 00 - Télécopieur : (33) 56 37 18 11

SOMMAIRE

I. PRESENTATION

II. SIAEP DE SAINT LEON SUR VEZERE SOURCE DE BELLET A PLAZAC

1. GENERALITES

2. GEOLOGIE

3. ENVIRONNEMENT

4. BASSIN VERSANT

5. JAUGEAGE DE LA SOURCE DE BELLET

6. CLIMATOLOGIE

7. COLORATION

7.1. Choix du point d'injection

7.2. Résultats

8. ANALYSES CHIMIQUES

8.1. Analyse statistique

8.2. Corrélations

8.2.1. Corrélation entre les variables chimiques

8.2.2. Corrélation avec les variables liées à la pluie

8.3. Analyse en composante principale

8.4. Commentaire

9. ANALYSE DU TRITIUM

10. BILAN ET PROPOSITIONS POUR AMELIORER LA QUALITE
DES EAUX

10.1. Rappel des données principales

10.2. Circulation hydrogéologique

10.3. Propositions pour améliorer la qualité
des eaux

III. SIAEP DE LA VALLEE DU MANOIRE

SOURCE DE SAINTE MARIE DE CHIGNAC

1. GENERALITES

2. GEOLOGIE

3. ENVIRONNEMENT

4. BASSIN VERSANT

5. CLIMATOLOGIE

6. JAUGEAGE DE LA SOURCE DE SAINTE MARIE DE CHIGNAC

7. COLORATION

7.1. Choix du lieu d'injection de la fluorescéine

7.2. Mise en oeuvre de l'opération

7.3. Résultats

7.4. Analyses

8. ANALYSES CHIMIQUES

8.1. Analyse statistique

8.2. Corrélations

8.2.1. Corrélation entre les variables chimiques

8.2.2. Corrélation avec les variables liées
à la pluie

- 8.3. Analyse en composante principale
- 8.4. Commentaire

9. ANALYSE DU TRITIUM

10. BILAN ET PROPOSITIONS POUR AMELIORER LA QUALITE DES EAUX

- 10.1. Rappel des données principales
- 10.2. Circulation hydrogéologique
- 10.3. Propositions pour améliorer la qualité des eaux

IV. SIAEP DE MAURIN

SOURCE DU MOULIN DE LADOUX A MAURENS

1. GENERALITES

2. GEOLOGIE

3. ENVIRONNEMENT

- 3.1. Environnement immédiat
- 3.2. Environnement général

4. BASSIN VERSANT

5. CLIMATOLOGIE

6. JAUGEAGE DE LA SOURCE DU MOULIN DE LADOUX

7. COLORATION

7.1. Coloration du 23 mai 1991

- 7.1.1. Choix du lieu d'injection de la fluorescéine
- 7.1.2. Mise en oeuvre de l'opération
- 7.1.3. Résultats
- 7.1.4. Analyse

7.2. Coloration du 10 décembre 1991

- 7.2.1. Mise en oeuvre de l'opération
- 7.2.2. Résultats
- 7.2.3. Commentaire

8. ANALYSES CHIMIQUES

8.1. Analyse statistique

8.2. Corrélations

8.2.1. Corrélation entre les variables chimiques

8.2.2. Corrélation avec les variables liées à la pluie

8.3. Analyse en composante principale

8.4. Commentaire

9. ANALYSE DU TRIRIUM

10. BILAN ET PROPOSITIONS POUR AMELIORER LA QUALITE DES EAUX

10.1. Rappel des données principales

10.2. Circulation hydrogéologique

10.3. Propositions pour améliorer la qualité des eaux

V. ANALYSE GENERALE

VI. CONCLUSIONS

I - PRÉSENTATION

L'objet de l'étude est de définir les modalités et les temps de transfert des polluants dans des zones particulièrement sensibles, à dominante karstique, afin d'émettre des recommandations destinées à diminuer les impacts et d'assurer une meilleure qualité des eaux captées pour l'alimentation en eau potable.

Après concertation avec la DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET du département de la Dordogne, trois secteurs ont été retenus, en accord avec les Syndicats d'alimentation en eau potable :

- la source de Plazac appartenant au SIAEP de St Léon sur Vézère,
- la source de Ste Marie de Chignac appartenant au SIAEP de la Vallée du Manoire,
- la source de Maurens appartenant au SIAEP de Maurens.

Les études ont consisté à effectuer, pour chacune de ces 3 sources, les investigations suivantes :

- inventaire et visite du bassin versant d'alimentation, afin de recenser les points de pollution potentiels et les zones pouvant occasionner des désordres à la source ;

- étude géologique et hydrogéologique du secteur, destinée à préciser la surface et la géométrie du bassin versant d'alimentation, ainsi que les caractéristiques des écoulements souterrains (structure géologique, piézométrie, ...) ;
- mesures de débit de la source (qui ne dispose pas d'un suivi quantitatif) ainsi que de certains ruisseaux, sièges de pertes potentielles, ceci en diverses périodes de l'année ;
- colorations à la fluorescéine réalisées selon la méthodologie suivante :
 - . choix de points d'injection en fonction des informations obtenues précédemment ;
 - . injection de fluorescéine à l'emplacement choisi,
 - . recueil d'échantillons d'eau à l'aide de préleveurs automatiques placés à la source ;
 - . analyse fluorométrique de chaque échantillon, afin de suivre l'évolution des concentrations en fluorescéine de l'eau de la source dans le temps. Ceci a permis de déterminer les vitesses de transfert ;
 - . pose de capteurs : ceux-ci, laissés en place durant l'opération, sont constitués de charbon actif qui fixe la fluorescéine. Il ne s'agit que d'une mesure qualitative permettant de préciser les éventuels écoulements divergents à partir du point d'injection ;
- série de prélèvements d'eau effectués en diverses périodes de l'année, pour analyses physico-chimiques. Les résultats obtenus ont été traités statistiquement, en incluant les données antérieures collectées par

la DDASS, afin d'analyser l'évolution et les corrélations entre les différents constituants physico-chimiques de l'eau de la source.

L'ensemble des données acquises sur chacune des 3 sources a ensuite été analysé, afin d'établir des propositions pour améliorer la qualité des eaux de chaque captage.

S I A E P de Saint Léon sur Vézère

Source de Bellet



Plazac (Dordogne)

1 - Généralités

La source de Bellet à Plazac se situe 900 m au Sud du bourg de Plazac, entre le CD 6 et le ruisseau de Vimont, au point de coordonnées :

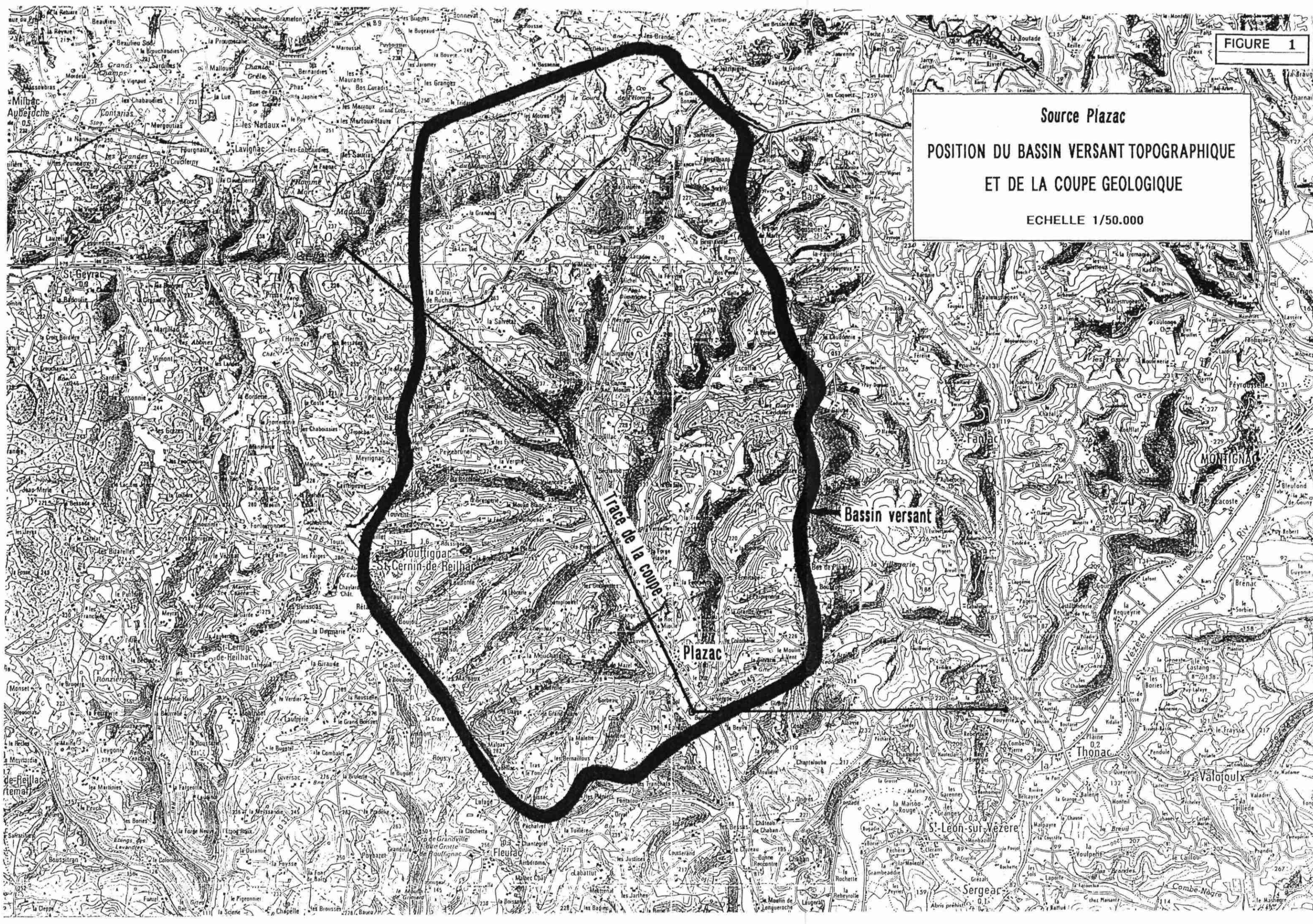
X = 498,36

Y = 303,90

Z = 90 m NGF

Son indice national est 783-8-1.

La source de Bellet est utilisée au débit de 120 m³/h par le SIAEP de Saint Léon sur Vézère.



Source Plazac
POSITION DU BASSIN VERSANT TOPOGRAPHIQUE
ET DE LA COUPE GEOLOGIQUE
ECHELLE 1/50.000

Trace de la coupe

Bassin versant

Plazac

MONTIGNAC

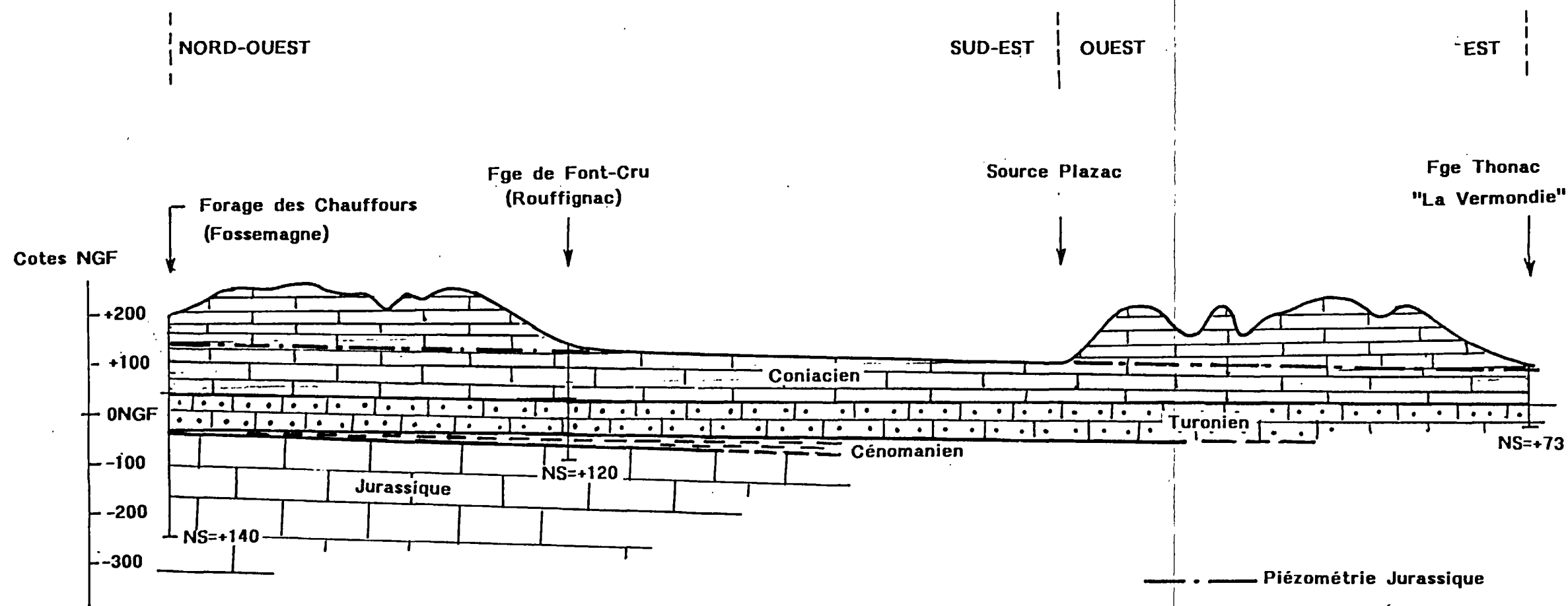
Thonac

Valojoux

St-Leon-sur-Vézère

Sergeac

ETUDE TURBIDITE DORDOGNE
COUPE GEOLOGIQUE STE MARIE-PLAZAC
(PARTIE EST)



1/10.000
Echelles
1/50.000

2 - Géologie

La géologie du secteur de Plazac est connue par la carte géologique de Bergerac au 1/80 000ème.

Les terrains affleurants sur le bassin versant appartiennent aux étages du Crétacé supérieur (Santonien à Coniacien).

Dans les vallons, les ruisseaux ont entaillé le calcaire crétacé, laissant apparaître le Coniacien.

Cet étage est en majorité représenté par du calcaire jaunâtre, gréseux.

Le long des pentes affleurent les calcaires du Santonien, dont les faciès dominants sont constitués de calcaire grés-marneux, à ciment micro-cristallin, des calcaires marno-crayeux du Campanien.

Sur les hauteurs et les plateaux séparant les vallées, les calcaires du Crétacé sont recouverts par des dépôts sableux rouges à argiles versicolores appartenant au Tertiaire ou à l'altération du Crétacé, communément dénommé "le Sidérolithique".

La disposition des couches est quasi tabulaire sur le bassin versant. Toutefois, on observe de légères ondulations (fig. 1 et 2) à proximité de la prolongation orientale de l'anticlinal de Périgueux.

3 - Environnement

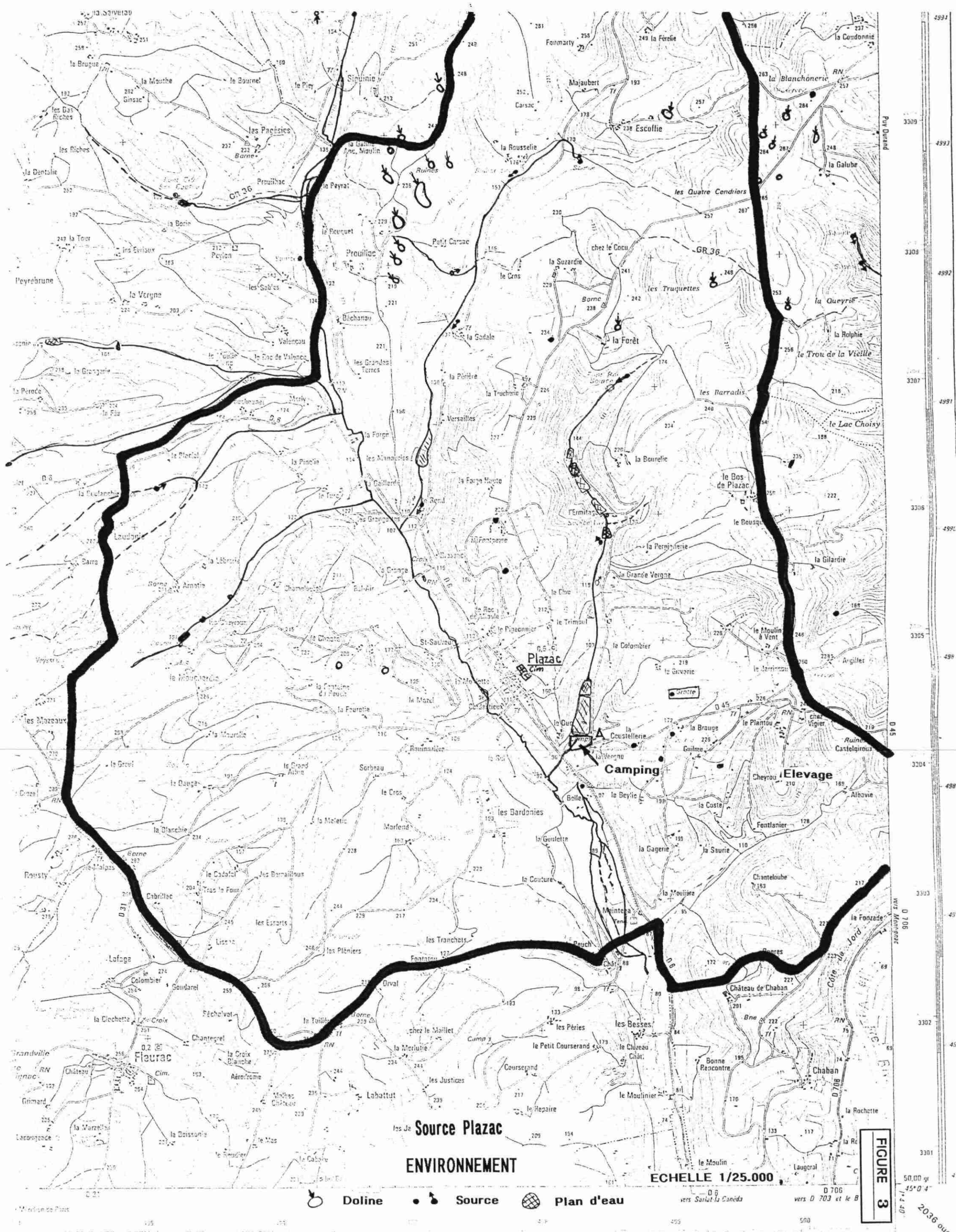
La source de Bellet est située en contrebas de la Départementale 6 et à l'aval du bourg de Plazac, lequel ne dispose pas de station de traitement d'eaux usées (fig. 3). Le camping situé à La Vergne possède une station classique de traitement.

Du point de vue agricole, les élevages répertoriés sont peu importants et peu intensifs hormis un seul établissement classé situé au lieu-dit Les Grands Arbres (élevage de sangliers).

Sur le bassin versant, les manifestations de phénomènes karstiques sont nombreux :

- perte du Cugey,
- grotte de Grivarie,
- doline de la fontaine du Peuch, de Prouillac, etc.

La source de Bellet se situe en partie aval d'un secteur drainé par un chevelu hydrographique dense aux vallonnements profonds. Les débits de ces ruisseaux sont faibles par rapport aux bassins versants topographiques. Il existe donc un pourcentage non négligeable de réinfiltration de ruissellements superficiels, qui peut être en relation avec la turbidité des eaux de cette source.



Source Plazac
ENVIRONNEMENT

ECHELLE 1/25.000

- Doline
- Source
- Plan d'eau

FIGURE 3

3309
3308
3307
3306
3305
3304
3303
3302
3301
50,00 gr
15° 0' 4"
2036 ouest

4 - Bassin versant

Le bassin versant topographique est de 52 km² et s'étend largement vers le Nord jusqu'à l'extrémité Sud de la commune de Thenon, vers l'Ouest jusqu'à Rouffignac et vers l'Est sur la bordure du territoire communal de Fanlac (fig. 1). Il représente un rectangle d'environ 10 km de long sur 5 km de large. L'altitude maximum de ce bassin versant est à la cote + 300 m NGF au lieu-dit Moulin à Vent (Rouffignac). L'exutoire de la source est à la cote 90 m NGF.

Le calcul du bassin versant à partir du débit et de l'écoulement moyen interannuel (3,5 l/s/km²), mesuré sur des bassins versants équivalents, donne un bassin versant de 43 km² (en prenant le débit de la source et celui de la rivière).

De même que pour la source de Ste Marie de Chignac, une carte piézométrique estimative (figure 4) de la nappe du Jurassique au mois de février 1992 a été réalisée dans la région de la source de Plazac.

Dans ce secteur, la carte montre une direction générale des écoulements souterrains du Nord-Ouest vers le Sud-Est. Ces écoulements s'effectuent de façon assez régulière et semblent peu influencés par la présence de la source de Plazac.

DEPARTEMENT DE LA DORDOGNE
ETUDE DE LA VULNERABILITE DES NAPPES
AQUIFERES DU JURASSIQUE ET DU CRETACE

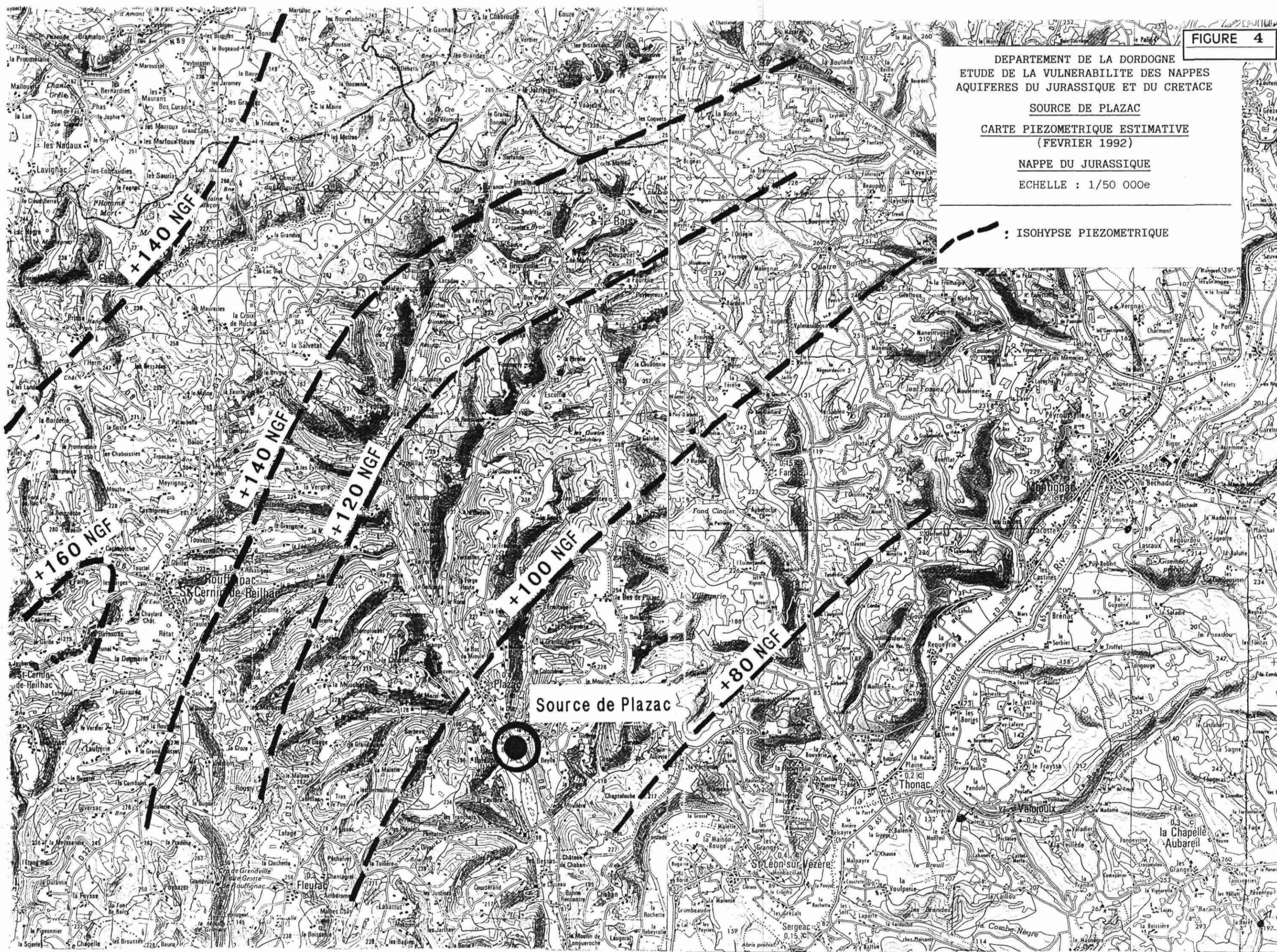
SOURCE DE PLAZAC

CARTE PIEZOMETRIQUE ESTIMATIVE
(FEVRIER 1992)

NAPPE DU JURASSIQUE

ECHELLE : 1/50 000e

--- : ISOHYPSE PIEZOMETRIQUE



La surface d'alimentation approchée à partir de la piézométrie locale est de l'ordre de 47 km².

Compte tenu des résultats obtenus à partir de trois approches différentes, la surface du bassin versant d'alimentation de la source de Plazac se situe entre 43 et 52 km².

5 – Jaugeage de la source de Bellet

Trois jaugeages ont été réalisés sur la source de Bellet, toute exploitation d'eau suspendue :

DATE	2 AVRIL 91	16 JUILLET 91	30 SEPT. 91	08 OCT. 91
DEBIT	<u>275 m3/h</u>	/	<u>160 m3/h</u>	<u>185 m3/h</u>
TEMPERATURE	14,8°C	15,7°C	16,1°C	16,1°C

Les débits mesurés en période d'étiage sont plus faibles. Il apparaît que la température est assez élevée en été (16,1°C au lieu de 14,8°C en hiver). Le débit de base de la source de Bellet a donc une alimentation d'origine profonde. Les variations importantes de température et de débit selon les saisons indiquent qu'une alimentation plus superficielle complète en période humide le débit de base.

6 - Climatologie

L'analyse de la séquence annuelle pluviométrique (figure 5) au poste des Eyzies, de 1983 à 1991, donne les résultats suivants :

1983	769 mm
1984	1 043 mm
1985	836 mm
1986	864 mm
1987	769 mm
1988	871 mm
1989	629 mm
1990	889 mm
1991	778 mm

La moyenne calculée sur cette série est de 828 mm.

EVOLUTION PLUVIOMETRIQUE

LES EYZIES DE TAYAC

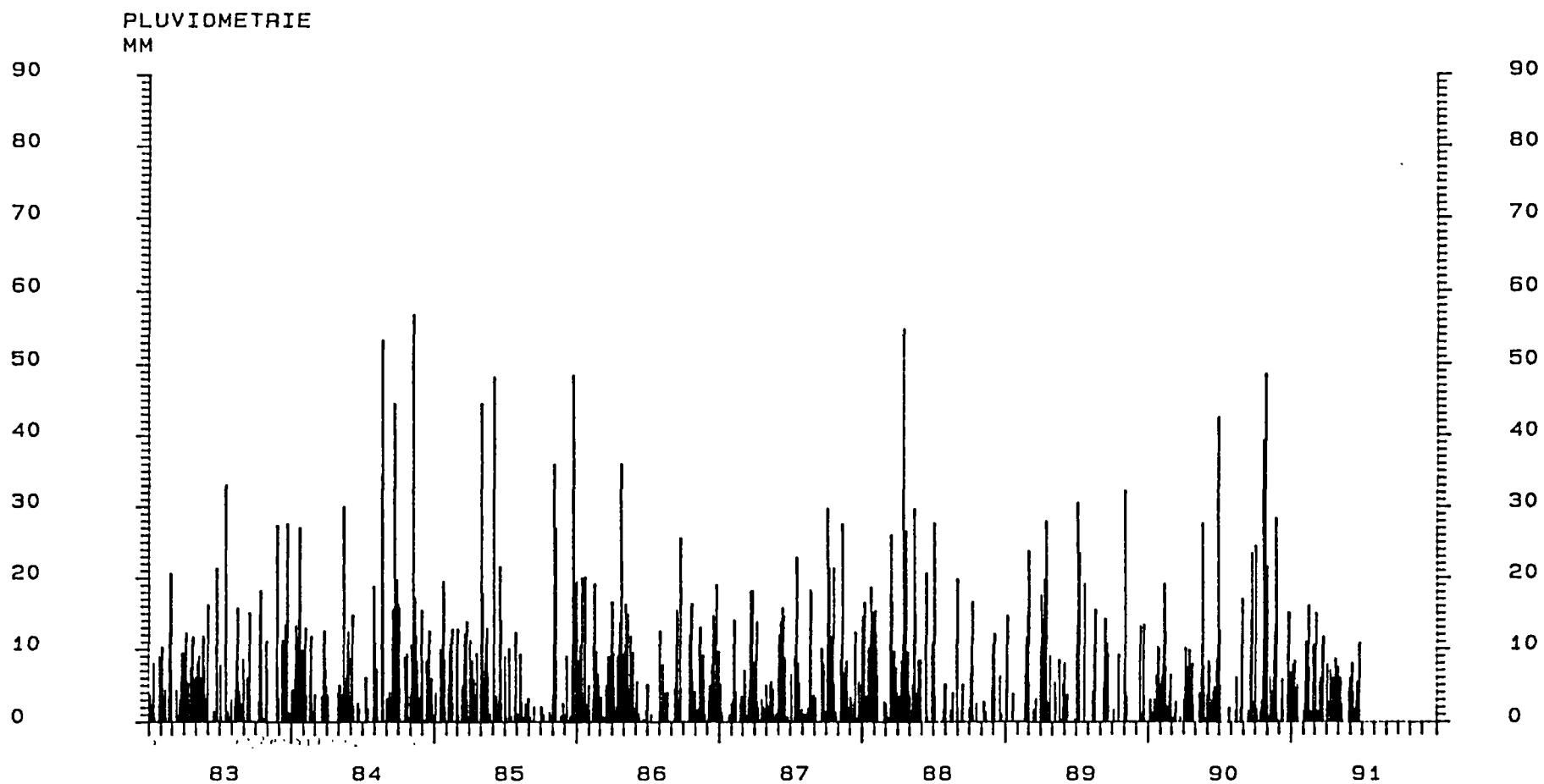
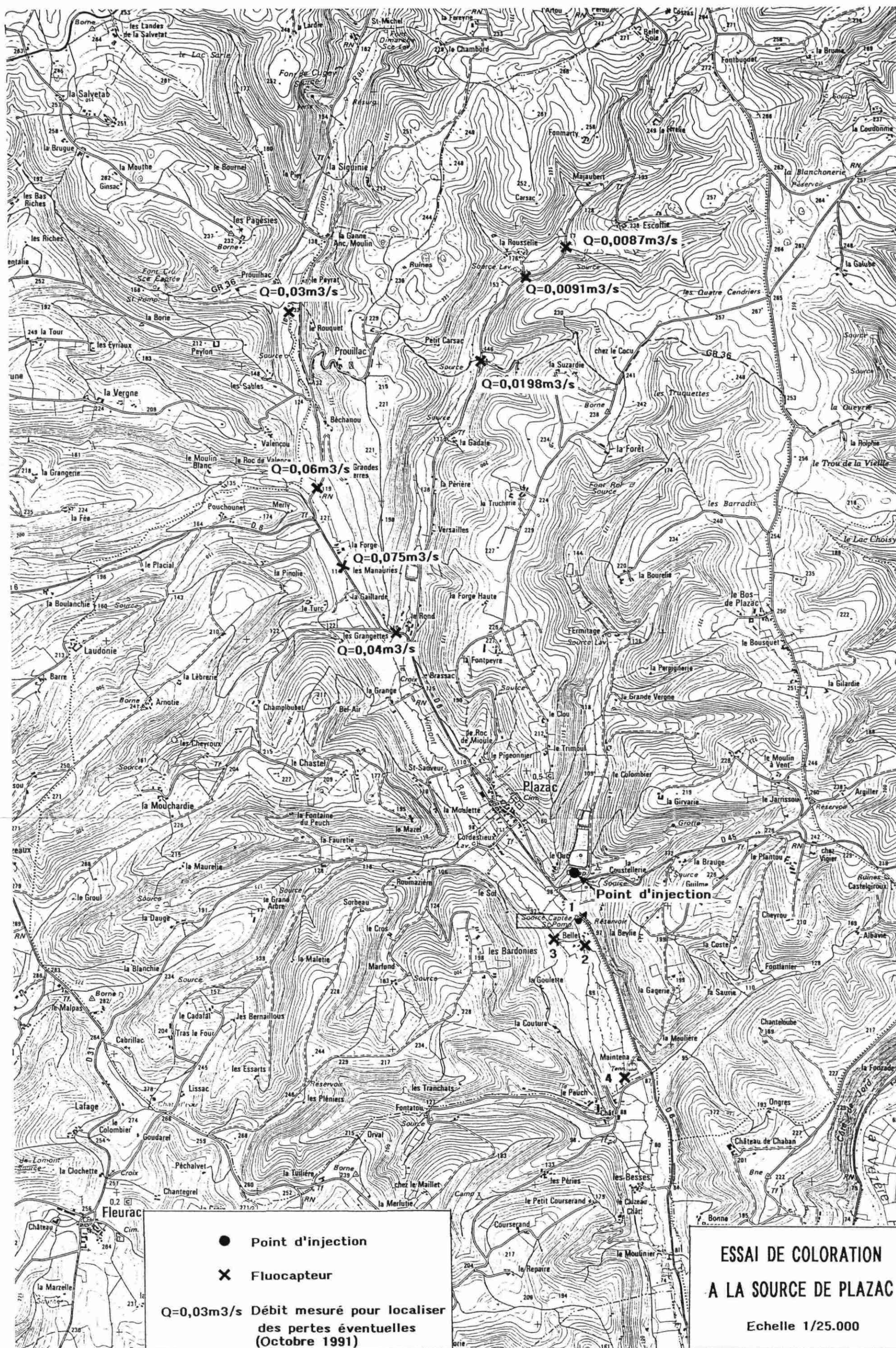


FIGURE 5



7 - Coloration

7.1 - Choix du point d'injection

Un point d'injection pour la fluorescéine a été recherché :

- directement sur le terrain, par visite des principales dolines et pertes : celles-ci se sont révélées très éloignées de la source et surtout, pour les dolines, difficiles à mettre en charge ;
- par des jaugeages le long du ruisseau de Virmont et de l'un de ses affluents : aucune perte n'a été visualisée (fig. 6).

L'injection a été réalisée 450 m en amont de la source, en aval du camping, dans le ruisseau, avec 1 kg de fluorescéine.

7.2 - Résultats

Le suivi de la source a été effectué pendant 142 heures.

Les valeurs lues sur le fluorimètre montrent des faibles concentrations en fluorescéine ($< 10^{-11}$ kg/l) (fig 7).

La courbe indique cependant deux pics successifs correspondant respectivement :

- à un passage rapide au bout de 7 h, ce qui correspond à une vitesse de transfert de 70 m/h,
- à un deuxième passage plus lent et plus étalé, dont la vitesse moyenne est de l'ordre de 110 m/h.

Les charbons actifs ont été posés le long du ruisseau en 3 points (fig. 6). Les valeurs lues donnent :

fluocapteur 1	30
fluocapteur 2	80
fluocapteur 3	60
fluocapteur 4	> 100

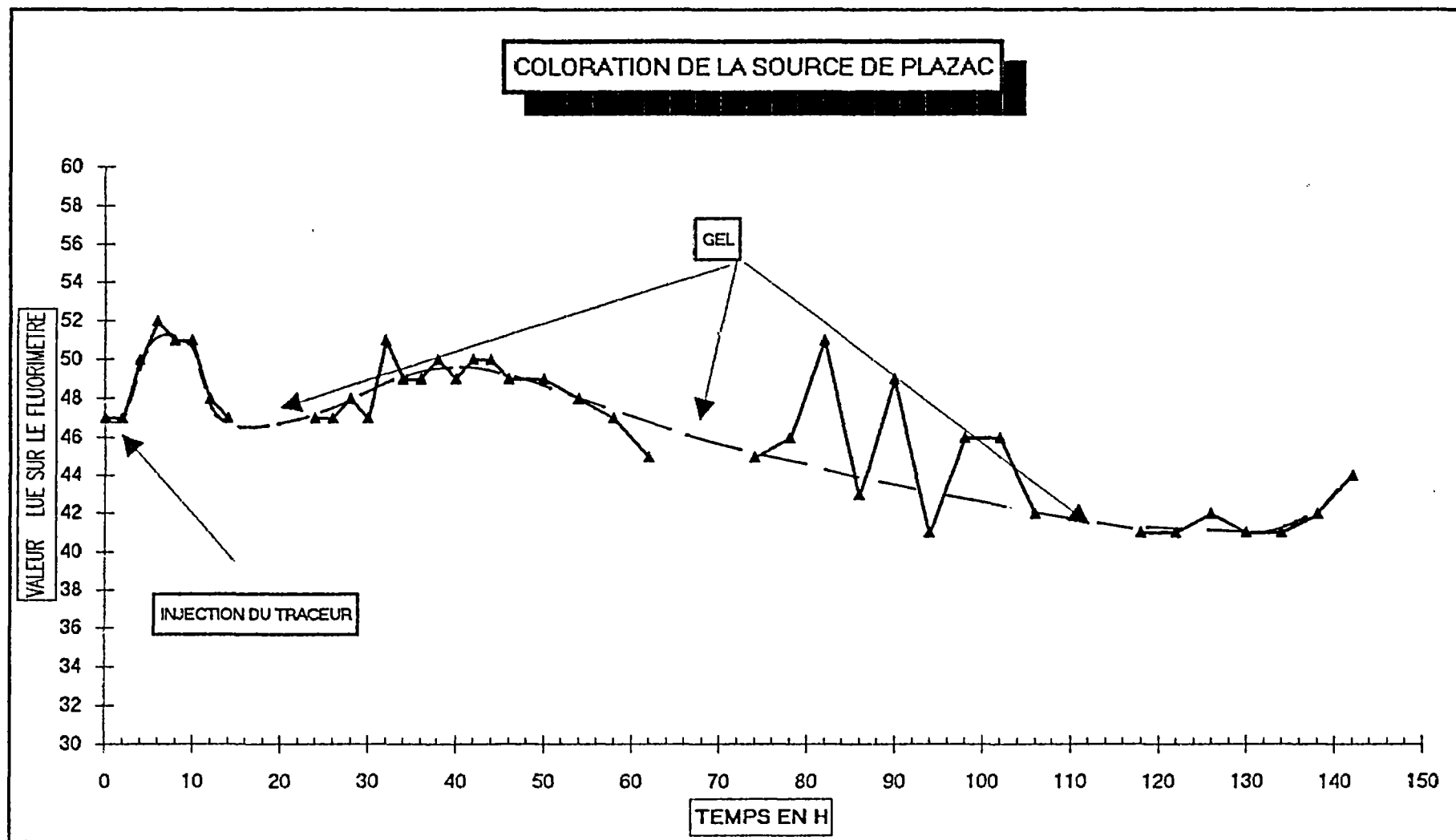


FIGURE 7

8 - Analyses chimiques

Les analyses chimiques de 1983 à 1990 ont été fournies par la DDASS. Durant l'année 1991, une série de prélèvements a eu lieu à la source.

L'analyse statistique a porté sur les éléments suivants :

- température,
- turbidité,
- pH,
- dureté,
- bicarbonate,
- chlorures,
- sulfates,
- calcium,
- magnésium,
- fer,
- matières organiques,
- ammonium,
- nitrite,
- nitrate,
- phosphate,
- résistivité.

La variable nitrite, ayant des valeurs nulles, n'a pas été utilisée pour les traitements statistiques.

8.1 - Analyse statistique

Tableau 1 - Paramètres statistiques élémentaires

Parametres statistiques elementaires

* Variable	!Nombre!	Valeur	! Valeur	! Moyenne!	Ecart	! Coeff.*	Moyenne!	Dev. *	
*	!d'obs.!	!minimale!	!maximale!	arithm	!	type	!variat.*	geom	!geom.*

* TEMP	!	15!	13.4	!	16.2	!	14.8!	0.9!	0.06*
* TURB	!	20!	0.5	!	16.0	!	2.2!	3.6!	1.64*
* PH	!	24!	6.9	!	7.7	!	7.4!	0.2!	0.03*
* TH	!	24!	20.9	!	26.8	!	24.6!	1.4!	0.06*
* HCO3	!	24!	245.0	!	316.0	!	290.0!	20.5!	0.07*
* CL	!	24!	7.8	!	14.6	!	10.4!	1.6!	0.15*
* SO4	!	24!	2.4	!	12.5	!	5.1!	2.1!	0.41*
* CA	!	24!	79.0	!	102.0	!	92.4!	5.7!	0.06*
* MG	!	24!	1.0	!	8.7	!	4.0!	1.8!	0.45*
* FE	!	24!	0.0	!	0.9	!	0.1!	0.2!	2.06*
* MO	!	24!	0.0	!	1.7	!	0.4!	0.4!	1.06*
* NH4	!	24!	0.0	!	0.1	!	0.0!	0.0!	1.90*
* NO2	!	24!	0.0	!	0.0	!	0.0!	0.0!	0.00*
* NO3	!	24!	3.1	!	16.4	!	7.0!	3.8!	0.54*
* P2O5	!	24!	0.0	!	0.2	!	0.0!	0.1!	1.98*
* RESI	!	24!	1890.0	!	3000.0	!	2336.8!	237.5!	0.10*
* PU1J	!	20!	0.0	!	197.0	!	36.2!	52.8!	1.46*
* PU2J	!	20!	0.0	!	225.0	!	74.9!	73.6!	0.98*
* PU3J	!	20!	0.0	!	364.0	!	110.4!	104.3!	0.94*
* PU5J	!	20!	0.0	!	475.0	!	184.2!	138.4!	0.75*

Les éléments chimiques évoluent dans des fourchettes stables pour les éléments de base (pH, dureté, bicarbonate, calcium). Les autres éléments peuvent avoir des amplitudes de variation plus importantes (turbidité, sulfate, magnésium, fer, matières organiques, nitrates).

Les teneurs en nitrates évoluent peu dans le temps (fig. 8). Il existe quelques pics irréguliers autour de 18 mg/l.

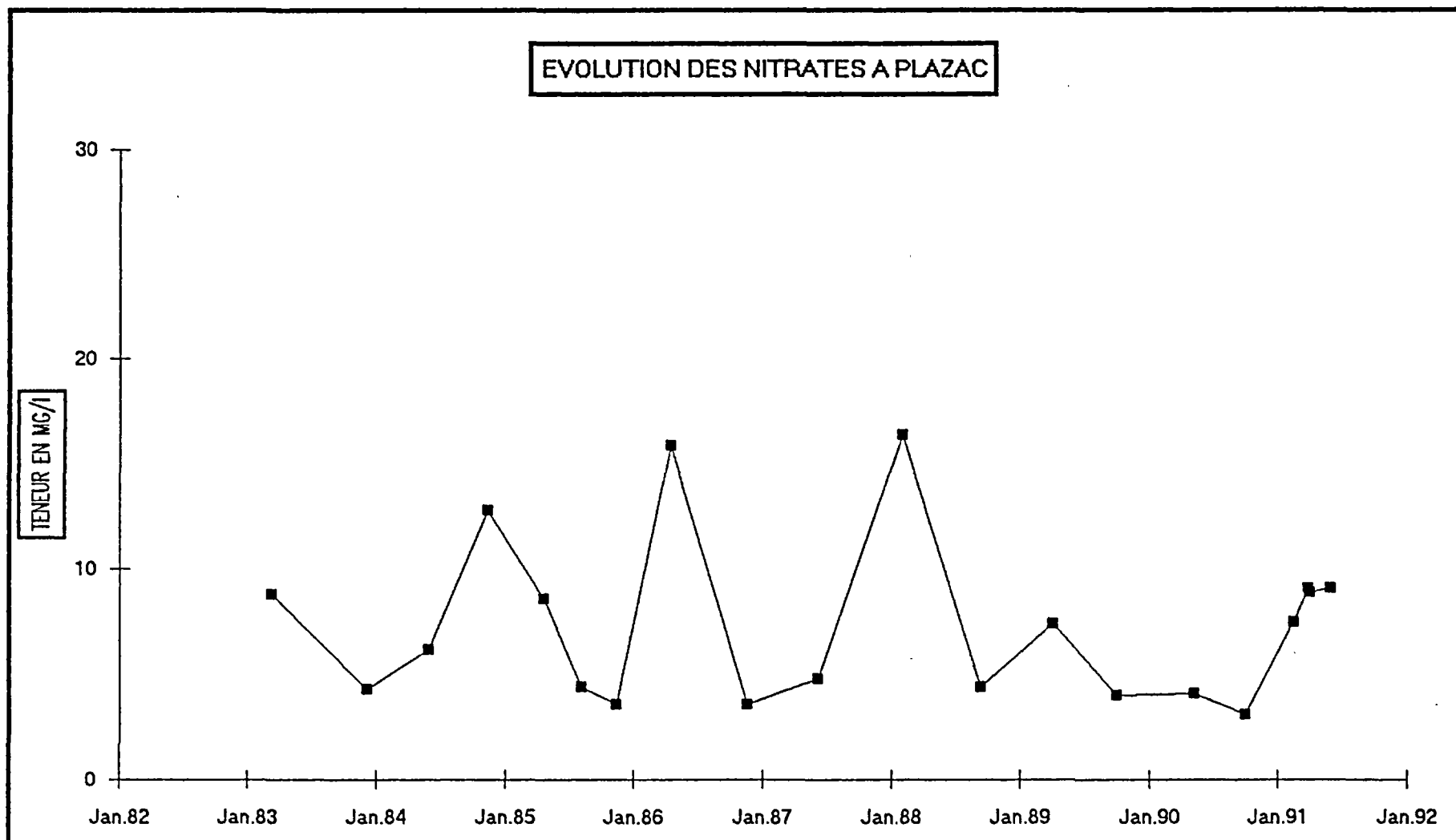


FIGURE 8

8.2.2 - Corrélation avec les variables liées à la pluie

Afin de pouvoir estimer l'influence de la pluviométrie, 5 variables ont été créées :

- PU1J : pluie tombée le jour du prélèvement,
- PU2J : pluie cumulée du jour du prélèvement et du jour précédent,
- PU3J : pluie cumulée du jour du prélèvement et des 2 jours précédents,
- PU5J : pluie cumulée du jour du prélèvement et des 5 jours précédents,
- PU10J : pluie cumulée du jour du prélèvement et des 10 jours précédents.

La turbidité, le fer, les matières organiques et le nitrate sont très liées avec la pluie tombée le jour du prélèvement ($r > 0,70$). Par contre, les autres variables ne subissent aucune influence de la pluie, quelles que soient les variables utilisées (coeff $< 0,50$). Les corrélations avec les autres variables de pluie (2 à 10 jours) sont plus faibles.

En cours d'exploitation, la connaissance journalière des pluies permettrait de prévoir la période d'apparition de l'augmentation de la turbidité et des éléments indésirables (fer, etc.) dans l'eau de la source et, par conséquent, de prendre des mesures adéquates.

8.3 - Analyse en composante principale

L'analyse en composante principale permet de visualiser les relations existant entre les variables chimiques par projection sur un système d'axes, appelée "composante principale". Ce système a l'avantage d'intégrer la totalité des mesures et des variables.

Les variables analysées ont été celles dont nous disposons par les analyses chimiques et les variables de pluies de 1 à 5 jours. Les variables ammonium et nitrite n'ont pas été prises en compte.

Les valeurs de variables dans le système des vecteurs propres sont données dans le tableau suivant :

Résultats sans rotation des facteurs

Analyse factorielle en composantes principales (traitement sur valeurs naturelles)

m	1	2	3	4	5
* Valeur propre *	6.988 *	4.310 *	2.012 *	1.084 *	0.696 *
* Pourcentage *	41.1 *	25.4 *	11.8 *	6.4 *	4.1 *

* f (TEMP) *	-0.780 *	-0.268 *	0.090 *	0.259 *	0.329 *
* f (TURB) *	0.941 *	0.055 *	-0.064 *	0.227 *	0.002 *
* f (PH) *	-0.033 *	0.663 *	-0.443 *	0.262 *	-0.446 *
* f (TH) *	-0.535 *	0.541 *	0.412 *	0.390 *	-0.046 *
* f (HCO3) *	-0.843 *	0.340 *	0.258 *	0.100 *	0.051 *
* f (CL) *	0.418 *	-0.418 *	0.618 *	-0.194 *	-0.276 *
* f (SO4) *	0.817 *	-0.073 *	0.376 *	0.264 *	-0.053 *
* f (CA) *	-0.253 *	0.288 *	0.883 *	0.107 *	-0.155 *
* f (MG) *	-0.706 *	0.257 *	-0.292 *	0.321 *	-0.192 *
* f (FE) *	0.089 *	0.069 *	-0.131 *	0.354 *	-0.114 *
* f (MO) *	0.914 *	-0.118 *	0.203 *	0.161 *	0.015 *
* f (NO3) *	0.950 *	0.014 *	-0.002 *	-0.163 *	0.034 *
* f (RESI) *	0.370 *	-0.568 *	-0.084 *	0.514 *	0.243 *
* f (PU1J) *	0.319 *	0.783 *	0.294 *	-0.145 *	0.175 *
* f (PU2J) *	0.335 *	0.854 *	-0.137 *	-0.163 *	-0.034 *
* f (PU3J) *	0.278 *	0.856 *	-0.032 *	-0.100 *	0.159 *
* f (PU5J) *	0.366 *	0.801 *	0.020 *	0.113 *	0.335 *

Les 3 premières composantes expliquent 78 % de la variance des variables.

Le report des variables sur les axes factoriels (fig. 9, 10, 11) permet de regrouper certaines variables entre elles. Les reports sur les axes 1, 2, 3 montrent :

- que la composante F1 est définie d'une part par l'association des variables turbidité, fer, nitrate, matières organiques et sulfate, et d'autre part par les variables température, bicarbonate, magnésium ;
- que la composante F2 est liée aux variables de pluies PU1J à PU5J ;
- que la composante F3 est liée uniquement au calcium.

Cette répartition peut être expliquée comme suit :

- la composante F1 fait apparaître 2 familles d'éléments :
 - . variables d'eaux profondes (nitrates, fer, matières organiques) véhiculant des paramètres gênants,
 - . variables d'eaux semi-profondes (magnésium, température, dureté, bicarbonate).

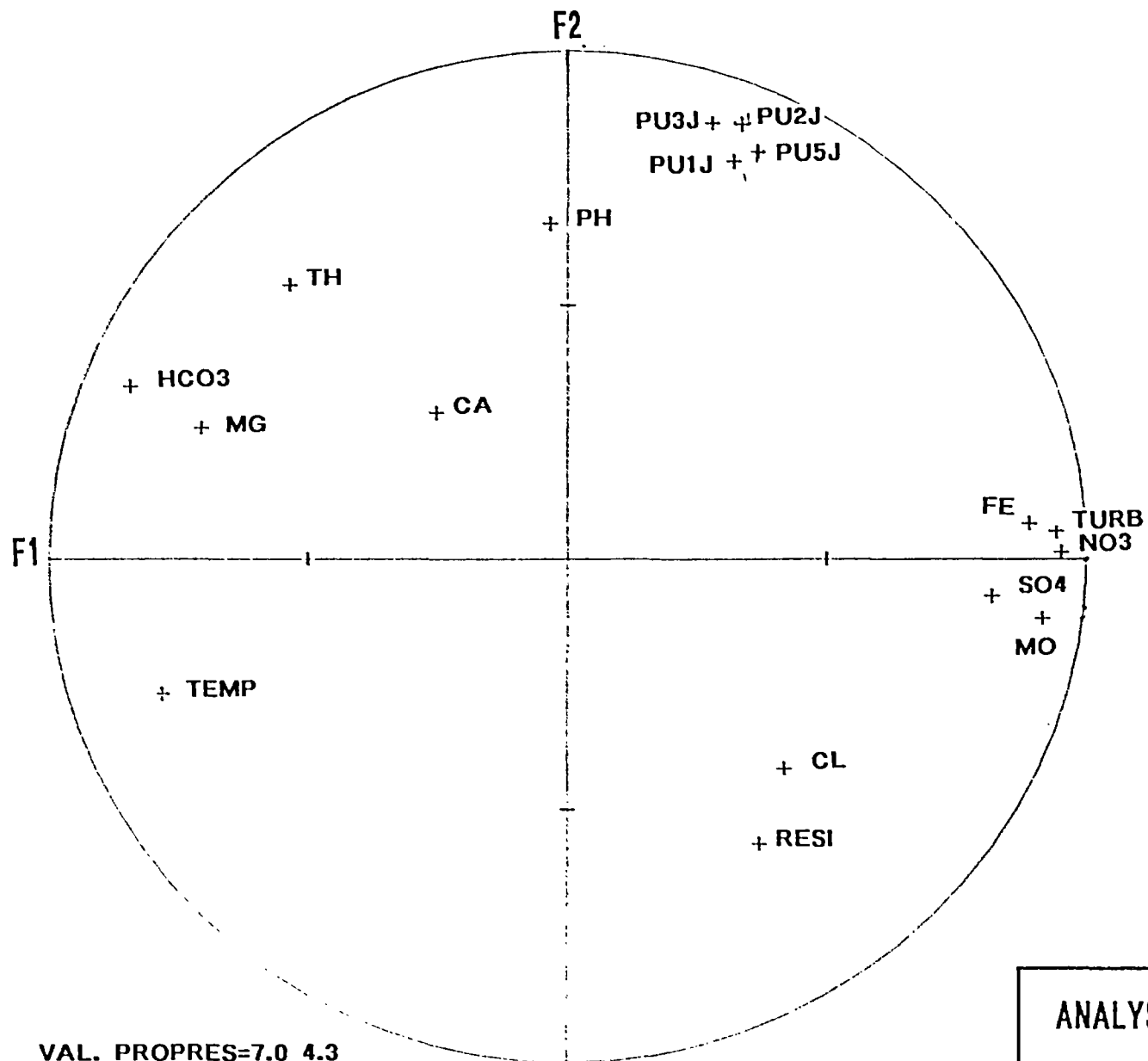
Ceci laisse supposer une double alimentation dont la plus profonde est vraisemblablement influencée par les niveaux turoniens ;

- la composante F2 indique une alimentation assez directe de la source par la pluviométrie ;
- la composante F3 indique que le transit des eaux se fait à travers des niveaux carbonates.

8.4 - Commentaires

La synthèse des analyses chimiques des eaux de Bellet permet de définir une double alimentation de la source :

- l'une d'origine peu profonde, liée assez rapidement à la pluie et véhiculant des marqueurs physico-chimiques caractéristiques,
- l'autre d'origine plus profonde, apparemment des niveaux du Turonien, constituant l'essentiel du débit d'étiage et agissant sur la température.

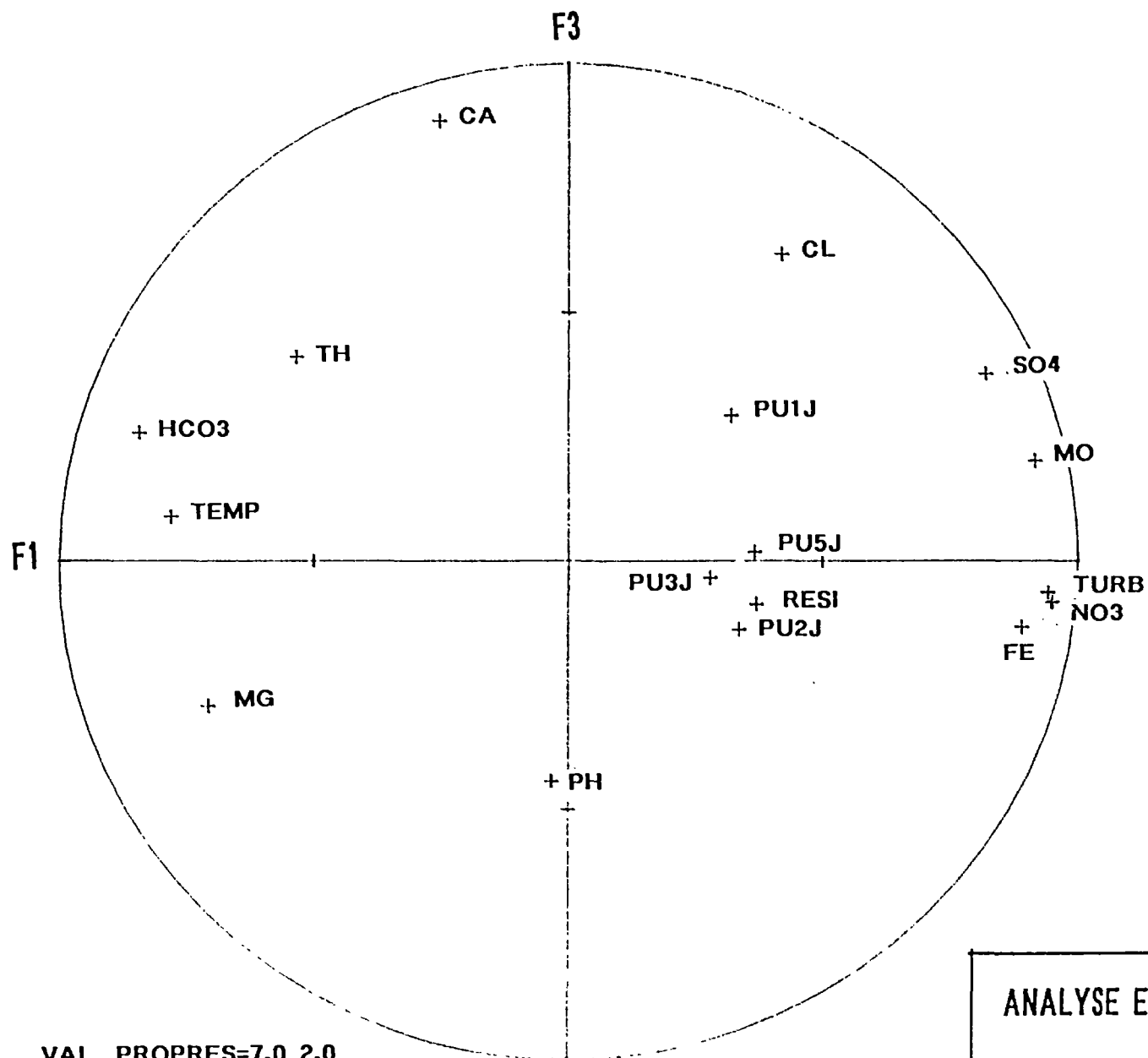


VAL. PROPRES=7.0 4.3
INERTIE =41.1 25.4

Source Plazac

ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE

Report sur les axes F1 et F2

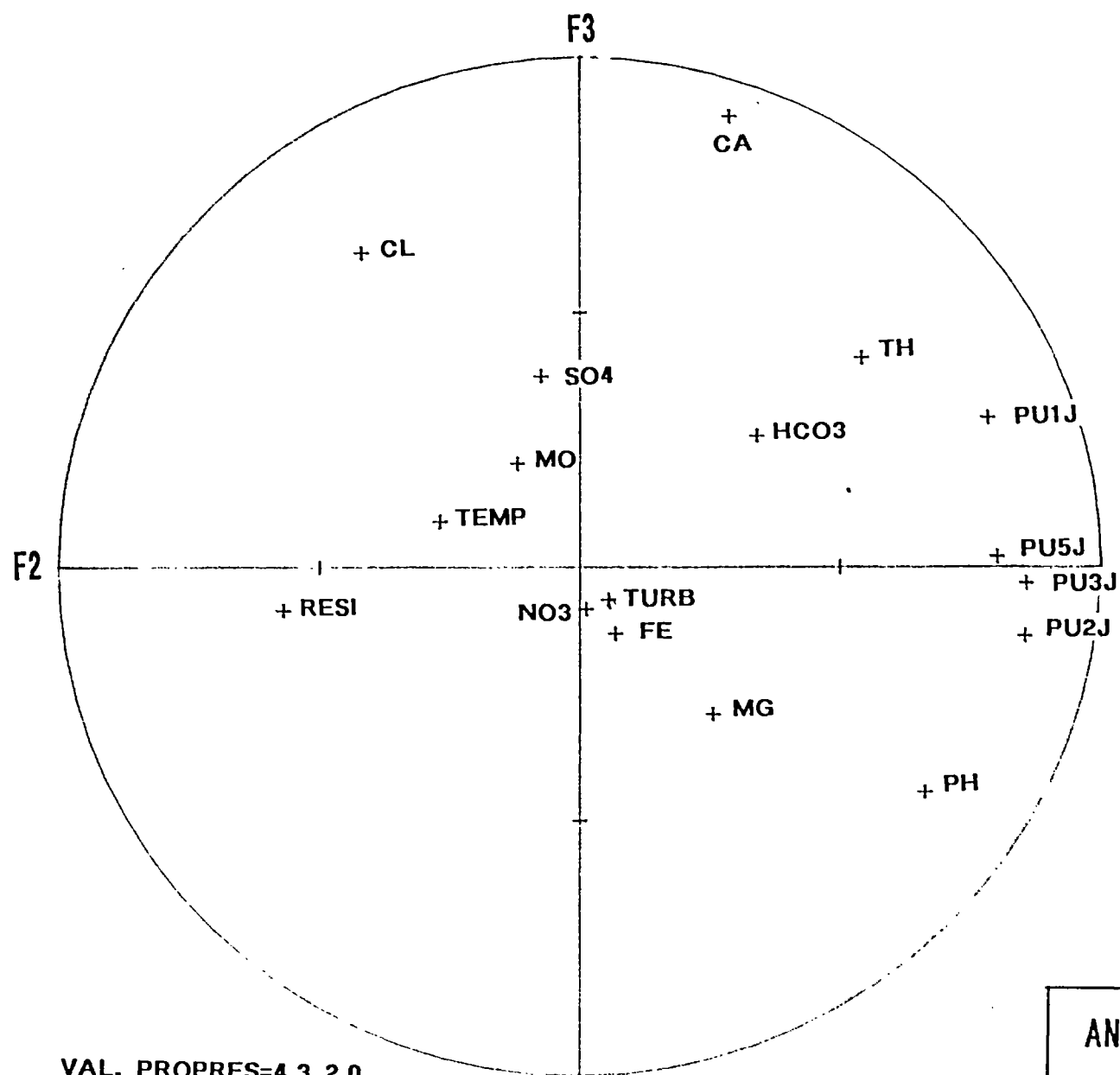


VAL. PROPRES=7.0 2.0
INERTIE =41.1 11.8

Source Plazac

ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE

Report sur les axes F1 et F3



VAL. PROPRES=4.3 2.0
INERTIE =25.4 11.8

Source Plazac

ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE

Report sur les axes F2 et F3

9 - Analyse du tritium

L'analyse du tritium de l'eau de la source de Bellet a donné :

- en mars 1991 9 ± 2 UT,
- en novembre 1991 10 ± 2 UT.

Cette eau est plus ancienne que celle de Maurens et de Ste Marie de Chignac.

L'analyse de la pluie en août correspond à une valeur de 9 UT. Les valeurs tritium de la pluie varient dans le temps : c'est pourquoi nous avons utilisé la seule série mesurée en France, celle de Thonon les Bains (annexe).

Les températures de la source, qui avoisinent les 15-16°C, indiquent une alimentation profonde.

La valeur de l'unité tritium mesurée à la source en août est, elle aussi, inférieure aux valeurs des mesures de tritium qu'on devrait trouver dans les eaux de pluie.

Or la valeur mesurée en novembre à la source est inférieure à la valeur de pluie d'été, ce qui induit qu'une partie des eaux circulant lentement provient de ressource profonde.

10 – Bilan et propositions pour améliorer la qualité des eaux

10.1 – Rappel des données principales

Les données principales recueillies dans les chapitres précédents sont :

- un bassin versant de 43 à 52 km² à dominante calcaire,
- un chevelu hydrographique dense,
- un environnement caractérisé par une position aval par rapport au bourg de Plazac, au camping et aux étangs,
- un débit d'exhaure variable,
- une température élevée, particulièrement en période d'étiage, avec des variations non négligeables entre été et hiver,
- une vitesse de transfert souterrain de l'eau de l'ordre de 70 à 110 m/h,
- une corrélation importante de la turbidité, des matières organiques, du fer, des nitrates, des sulfates avec la pluie de 1 jour,
- une double alimentation des eaux, profonde et superficielle.

10.2 - Circulation hydrogéologique

Les renseignements ci-dessus concernant la circulation des eaux permettent de proposer le schéma suivant :

- en hiver, environ 20 % seulement des eaux de la source proviennent d'horizons profonds ;
- en été, le pourcentage d'alimentation d'origine profonde passe à 80 % environ.

Les périodes de fortes turbidités sont observées lors des épisodes humides. Le pic de turbidité apparaît au bout d'un jour de précipitation, puis cette turbidité s'atténue assez rapidement, même si la pluie continue.

10.3 - Propositions pour améliorer la qualité des eaux

La qualité des eaux est particulièrement dégradée lors de pluies intenses de courte durée.

Il apparaît que l'information pluviométrique devrait permettre d'éviter ou de traiter automatiquement la turbidité : pour ce faire, il serait nécessaire de réaliser le couplage d'un pluviomètre enregistreur à un système de marche-arrêt des pompes.

Du point de vue environnement, la Commune devrait mettre en place un système de traitement des eaux usées du bourg incluant celles du camping. On devra particulièrement veiller à la vidange, en période d'étiage, des étangs situés à l'amont de la source.

Dans tous les cas, il semble nécessaire de faire établir rapidement les périmètres de protection de cette source. Ceci donnera la possibilité de mieux surveiller toutes les atteintes à l'environnement susceptibles de mettre en danger la qualité des eaux pompées.

L'arrivée d'eaux profondes de qualité montre qu'il sera à terme possible de capter un réservoir aquifère profond mettant le SIAEP à l'abri des pollutions et des étiages.

CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUXAGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 12 septembre 1991

BRGM

LE DIRECTEUR A

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

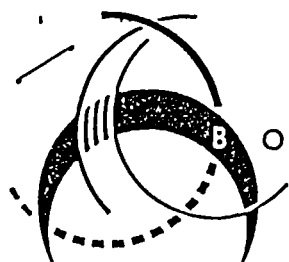
NUMERO ANALYSE : 91.08.171 A

Echantillon prélevé le : 21-08-1991 par BRGM à 12H00 commune de PLAZAC
Echantillon reçu le : 21-08-1991 à 15H15
Analyse commencée le : 21-08-1991

Origine de l'eau : SOURCE -Eau non traitée

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	0,9
pH	unité ph :	7,6
Conductivité	µS/cm à 20°C :	430
Dureté totale	*f :	23,8
Dureté magnésienne	*f :	1,4
Titre alcalimétrique	*f :	0
Titre alcalimétrique complet	*f :	24,5
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0,8
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0,02
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	4,4
Phosphates	mg/l P :	0
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	299
Chlorures	mg/l Cl :	10,0
Sulfates	mg/l SO ₄ :	5,8
Calcium	mg/l Ca :	89,7
Magnésium	mg/l Mg :	3,4
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	6,7
Potassium	mg/l K :	1,2
Manganèse	mg/l Mn :	0
Cuivre	mg/l Cu :	0
Zinc	mg/l Zn :	0,11


CLAUDE GARCIA



LABORATOIRE MUNICIPAL

B O R D E A U X

Institut municipal de recherches sur l'alimentation humaine et animale

Agréé par les Services de
la Répression des fraudes

Agréé par le Ministère de l'Environnement

Laboratoire régional
agréé par le Ministère de la Santé
Laboratoire de référence

BORDEAUX LE 01/03/91

COMPAGNIE DE L'EAU ET DE
L'OZONE - SP. 18
AVENUE PASTEUR
24120 TERRASSON

N. ANALYSE : E02350 A
ECHANTILLON : RECU LE 20/02/91

EAU DU 20.02.91 DE PLAZAC - SOURCE DU BELET
ANALYSE D'UNE EAU TYPE RP.

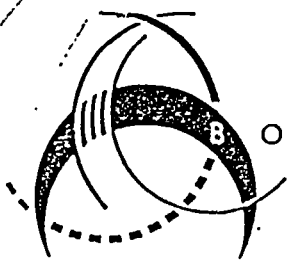
IDENTIFICATION DE L'ECHANTILLON

COMMUNE: PLAZAC
DEPARTEMENT: DORDOGNE
LIEU DE PRELEVEMENT: SOURCE DU BELET
ADDOUCTION PUBLIQUE
ORIGINE DE L'EAU: SOURCE
EAU BRUTE
EAU PRELEVEE LE 20/02/1991 A 12H20
PAR M.BELLOC (L.M.B.)
PRECIPITATIONS DEPUIS 10 JOURS : NULLES
TRANSPORT: GLACIERE
EAU RECUE LE 20/02/1991 A 17H00
DETERMINATIONS SUR PLACE:
TEMPERATURE ATMOSPHERIQUE: 11°
TEMPERATURE DE L'EAU: 15°
ASPECT QUALITATIF:
ODEUR: INODORE
SAVEUR: NORMALE
COULEUR: INCOLORE
ANALYSE COMMENCEE LE 20/02/1991 A 17H05

ANALYSE CHIMIQUE

COULEUR		INCOLORE
ODEUR		INODORE
TURBIDITE	N.T.U.	1,3
PH ELECTROMETRIQUE		7,05
CONDUCTIVITE	MICRO S/CM	455
CHLORURES EN CL-	MG/L	14,20
SULFATES EN SO4--	MG/L	7,50
SILICE EN SiO2	MG/L	14,75
CALCIUM EN CA++ (A.A.S.)	MG/L	102,00
MAGNESIUM EN MG++ (A.A.S.)	MG/L	3,50
SODIUM EN NA+	MG/L	6,00
POTASSIUM EN K+	MG/L	0,60
ALUMINIUM EN AL	MG/L	0,017
EXTRAIT SEC A 105-110 DEGRES	MG/L	295

LABORATOIRE MUNICIPAL



B O R D E A U X

Institut municipal de recherches sur l'alimentation humaine et animale

Agréé par les Services de
la Répression des fraudes

Agréé par le Ministère de l'Environnement

Laboratoire régional
agréé par le Ministère de la Santé
Laboratoire de référence

BORDEAUX LE 01/03/91

COMPAGNIE DE L'EAU ET DE
L'OZONE - BP. 18
AVENUE PASTEUR
24120 TERRASSON

N. ANALYSE : E02350 A
ECHANTILLON : RECU LE 20/02/91

OXYGENE DISSOUS EN O	MG/L	6,75	
ESSAI AU MARBRE (M) A 25 DEGRES		AVANT M.	APRES M.
PH ELECTROMETRIQUE		7,05	7,11
ALCALINITE-PHENOLPHTALEINE-EN CO3CA	MG/L	NEANT	NEANT
ALCALINITE-METHYLORANGE- EN CO3CA	MG/L	243	243
CONCLUSION SUR L'AGRESSIVITE PAR CO2			NULLE
BICARBONATES EN HCO3-	MG/L	295,85	
NITRATES EN NO3	MG/L	7,51	
NITRITES EN NO2	MG/L	NEANT	
AMMONIAQUE EN NH4	MG/L	0,03	
MAT. ORGAN. A CHAUD EN MILIEU ACIDE	MG/L	0,72	
HYDROGENE SULFURE EN H2S	MG/L	NEANT	
FER TOTAL EN FE	MG/L	0,05	
CUIVRE	MG/L	0,001	
ZINC	MG/L	0,004	
MANGANESE EN MN (DOSAGE PAR A.A.)	MG/L	0,001	
PHOSPHATES EN PO4	MG/L	NEANT	
FLUORURES EN F	MG/L	0,05	

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE

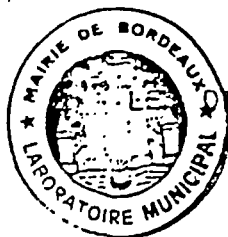
RESULTATS DANS 100ML

COLIFORMES THERMOTOLERANTS
STREPTOCOQUES FECALUX

NEANT
NEANT

ABSENCE DE COLIFORMES THERMOTOLERANTS ET DE
STREPTOCOQUES.

EUA CONFORME A LA REGLEMENTATION AU POINT DE
VUE CHIMIQUE.



DIRECTEUR,

J.G FAUGERE

CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

AGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 23 juillet 1991

LE DIRECTEUR A

BRGM

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.07.357 A

Echantillon prélevé le : 16-07-1991 par le BRGM à 8H45 commune de PLAZAC
Echantillon reçu le : 16-07-1991 à 11H45
Analyse commencée le : 16-07-1991

Origine de l'eau : Eau de source non traitée

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	0,3
ph	unité ph :	7,3
Conductivité	µS/cm à 20°C :	450
Dureté totale	°f :	25,0
Dureté magnésienne	°f :	1,3
Titre alcalimétrique	°f :	0
Titre alcalimétrique complet	°f :	24,8
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0,1
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0,35
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	4,9
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	304
Chlorures	mg/l Cl :	9,6
Sulfates	mg/l SO ₄ :	4,0
Calcium	mg/l Ca :	95
Magnésium	mg/l Mg :	3,2
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	6,5
Potassium	mg/l K :	0,8
Manganèse	mg/l Mn :	0,07
Cuivre	mg/l Cu :	0,05
Zinc	mg/l Zn :	0,22


CLAUDE GARCIA

CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE
LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

AGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 12 juin 1991

LE DIRECTEUR A

BRGM

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.06.050 A

Echantillon prélevé le : 6-06-1991 par le BRGM à 15H30 commune de PLAZAC
Echantillon reçu le : 6-06-1991 à 15H30
Analyse commencée le : 6-06-1991

Origine de l'eau : Eau de source non traitée

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	1,1
ph	unité ph :	6,9
Conductivité	µS/cm à 20°C :	430
Dureté totale	°f :	25,8
Dureté magnésienne	°f :	0,6
Titre alcalimétrique	°f :	0
Titre alcalimétrique complet	°f :	24,8
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0,3
Ammoniaque	mg/l NH ₃ :	0,
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	9,1
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	303
Chlorures	mg/l Cl :	10,8
Sulfates	mg/l SO ₄ :	5,1
Calcium	mg/l Ca :	101
Magnésium	mg/l Mg :	1,5
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	5,5
Potassium	mg/l K :	0,7


CLAUDE GARCIA

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX
Rue Charles Mangold Tél: 53-53-91-66 Fax: 53-07-03-79
Agréé par le Ministère de l'environnement
Agréé par le Ministère de La Santé

Périgueux le 15 avril 1991

LE DIRECTEUR A

BRGM

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.04.083 A

Echantillon prélevé le : 5-04-1991 par le BRGM à 12H00 commune de PLAZAC
Echantillon reçu le : 8-04-1991 à 16H00
Analyse commencée le : 8-04-1991 à 16H00

Origine de l'eau : Eau de source non traitée

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	0,9
ph	unité ph :	7,4
Conductivité	µS/cm à 20°C :	430
Dureté totale	*f :	24,8
Dureté magnésienne	*f :	1,6
Titre alcalimétrique	*f :	0
Titre alcalimétrique complet	*f :	24,8
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0,3
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	8,9
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0,02
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	303
Chlorures	mg/l Cl :	10,6
Sulfates	mg/l SO ₄ :	4,8
Calcium	mg/l Ca :	93,0
Magnésium	mg/l Mg :	3,8
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	5,9
Potassium	mg/l K :	0,7


CLAUDE GARCIA

CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE
LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

AGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 29 novembre 1991

LE DIRECTEUR A

BRGM

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.11.317 A

Echantillon prélevé le : 28-11-1991 commune de PLAZAC
Echantillon reçu le : 28-11-1991 à 15H00
Analyse commencée le : 28-11-1991 à 15H00

Origine de l'eau : EAU DE SOURCE NON TRAITEE

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	1,0
pH	unité ph :	7,6
Conductivité	µS/cm à 20°C :	475
Dureté totale	*f :	26,8
Dureté magnésienne	*f :	1,3
Titre alcalimétrique	*f :	0
Titre alcalimétrique complet	*f :	25,9
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0,1
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	8,9
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	316
Chlorures	mg/l Cl :	10,8
Sulfates	mg/l SO ₄ :	4,9
Calcium	mg/l Ca :	102
Magnésium	mg/l Mg :	3,2
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	5,5
Potassium	mg/l K :	0,8
Manganèse	mg/l Mn :	0,14
Cuivre	mg/l Cu :	0
Zinc	mg/l Zn :	0,15


CLAUDE GARCIA



CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUXAGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 1er octobre 1991

BRGM

LE DIRECTEUR A

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.09.323 A

Echantillon prélevé le : 25-09-1991 par DEMANDEUR à 12H00 commune de PLAZAC
 Echantillon reçu le : 25-09-1991 à 15H00
 Analyse commencée le : 25-09-1991 à 16H30

Origine de l'eau : EAU DE SOURCE NON TRAITEE

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	0,8
pH	unité ph :	7,2
Conductivité	$\mu\text{S/cm}$ à 20°C :	430
Dureté totale	*f :	24,3
Dureté magnésienne	*f :	1,8
Titre alcalimétrique	*f :	0
Titre alcalimétrique complet	*f :	24,3
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O_2 :	0,8
Ammoniaque	mg/l NH_4 :	0
Nitrites	mg/l NO_2 :	0
Nitrates	mg/l NO_3 :	4,0
Phosphates	mg/l P_2O_5 :	0
Carbonates	mg/l CO_3 :	0
Bicarbonates	mg/l HCO_3 :	297
Chlorures	mg/l Cl :	9,5
Sulfates	mg/l SO_4 :	5,4
Calcium	mg/l Ca :	90,1
Magnésium	mg/l Mg :	4,4
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	7,2
Potassium	mg/l K :	0,7
Manganèse	mg/l Mn :	0
Cuivre	mg/l Cu :	0
Zinc	mg/l Zn :	0,09


 CLAUDE GARCIA


CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUXAGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 7 octobre 1991

BRGM

LE DIRECTEUR A

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.09.384 A

Echantillon prélevé le : 30-09-1991 par MR ANGELI à 12H00 commune de PLAZAC
 Echantillon reçu le : 30-09-1991 à 15H00
 Analyse commencée le : 30-09-1991 à 16H30

Origine de l'eau : EAU DE SOURCE NON TRAITEE

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	0,5
pH	unité ph :	7,1
Conductivité	µS/cm à 20° C :	430
Dureté totale	°f :	25,5
Dureté magnésienne	°f :	1,8
Titre alcalimétrique	°f :	0
Titre alcalimétrique complet	°f :	25,2
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	4,2
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	307
Chlorures	mg/l Cl :	9,7
Sulfates	mg/l SO ₄ :	5,5
Calcium	mg/l Ca :	95
Magnésium	mg/l Mg :	4,3
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	4,7
Potassium	mg/l K :	0,8
Manganèse	mg/l Mn :	0
Cuivre	mg/l Cu :	0
Zinc	mg/l Zn :	0,06


 CLAUDE GARCIA


Matrice de Correlations

[illegible]

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

AGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT

AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 12 avril 1991

LE DIRECTEUR A

BRGM

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.04.029 A

Echantillon prélevé le : 2-04-1991 par le BRGM à 10H00 commune de PLAZAC
Echantillon reçu le : 3-04-1991
Analyse commencée le : 3-04-1991

Origine de l'eau : Eau de source non traitée

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	1,5
ph	unité ph :	7,7
Conductivité	$\mu\text{S/cm}$ à 20°C :	455
Dureté totale	°f :	25,4
Dureté magnésienne	°f :	0,2
Titre alcalimétrique	°f :	0
Titre alcalimétrique complet	°f :	24,6
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O_2 :	0,5
Ammoniaque	mg/l NH_4 :	0
Nitrites	mg/l NO_2 :	0
Nitrates	mg/l NO_3 :	9,1
Phosphates	mg/l P_2O_5 :	0
Carbonates	mg/l CO_3 :	0
Bicarbonates	mg/l HCO_3 :	300
Chlorures	mg/l Cl :	10,6
Sulfates	mg/l SO_4 :	6,3
Calcium	mg/l Ca :	100
Magnésium	mg/l Mg :	1,0
Fer	mg/l Fe :	0,06
Sodium	mg/l Na :	5,6
Potassium	mg/l K :	0,7

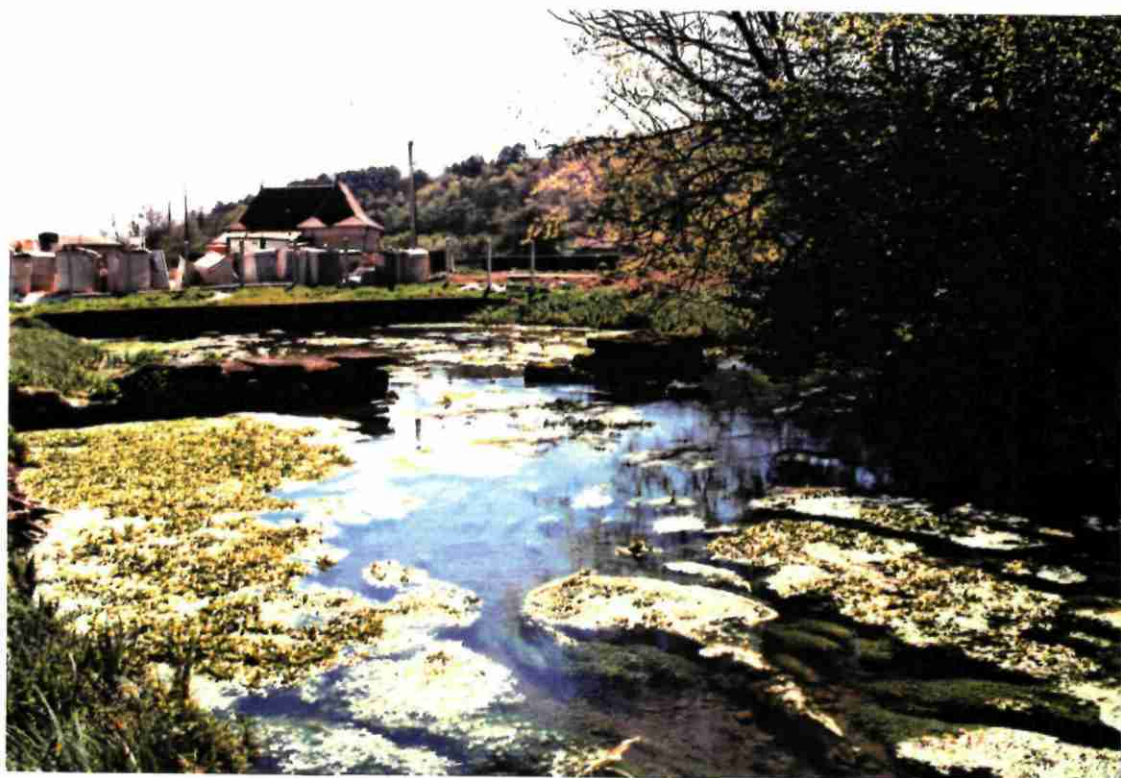

CLAUDE GARCIA

Teneurs en tritium dans les précipitations à Thonon-les-Bains
Données du Centre de Recherches Géodynamiques de Thonon-les-Bains.

Teneurs mensuelles en tritium (en UT)												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1984	12	9	18	36	23	37	37	55	22	15	28	31
1985	21	25	36	15	28	21	27	17	51	nd	10	10
1986	15	38	21	20	31	33	28	22	20	16	15	14
1987	28	21	30	27	31	22	25	25	10	25	22	18
1988	20	17	26	34	36	51	27	15	41	13	32	17
1989	24	25	20	53	42	29	29	22	27	16	19	18
1990	16	10	11	27	27	22	27	17	7	15	9	nd

SIAEP de la Vallée du Manoire

Source de Sainte Marie de Chignac



1 - Généralités

La source de Sainte Marie de Chignac se situe immédiatement au Nord du bourg de Sainte Marie de Chignac, à proximité du ruisseau du Manoire dont elle constitue l'alimentation essentielle.

Elle est localisée au point de coordonnées :

X = 481,52

Y = 315,75

Z = 120 m NGF

Son indice national est 783-2-1.

La source est composée de plusieurs griffons captés par l'intermédiaire de "puits" et d'autres résurgences dans le fond de la vallée du Manoire.

Elle est utilisée par le Syndicat d'alimentation en eau potable de la vallée du Manoire au débit de 170 m³/h.

2 - Géologie

La géologie du bassin versant de la source de Ste Marie de Chignac est représentée par les terrains du Santonien supérieur, composés de calcaire grumeleux à gréseux, à grains fins et à silex. Ces terrains affleurent dans la vallée du Manoire jusqu'à Milhac d'Auberoche.

De part et d'autre, sur les pentes de la vallée, affleurent les terrains du Campanien à dominante crayo-marneuse. Sur les zones les plus élevées, les calcaires campaniens sont recouverts d'éléments détritiques du Tertiaire.

Du point de vue structural, les couches sont légèrement ondulées et plongent vers le Sud-Ouest. Les anomalies tectoniques majeures sont situées à l'Ouest (anticlinal de Périgueux) et au Nord-Est (faille du Change).

Une coupe géologique réalisée le long de la vallée du Manoire et s'appuyant sur les forages existants montre l'extension relativement importante de la surface d'alimentation potentielle de la source (fig. 1 et 2).

0 6
vers Escaire par 0 5 - le Chabrier

0 3
Blis-et-Born
0 45 E

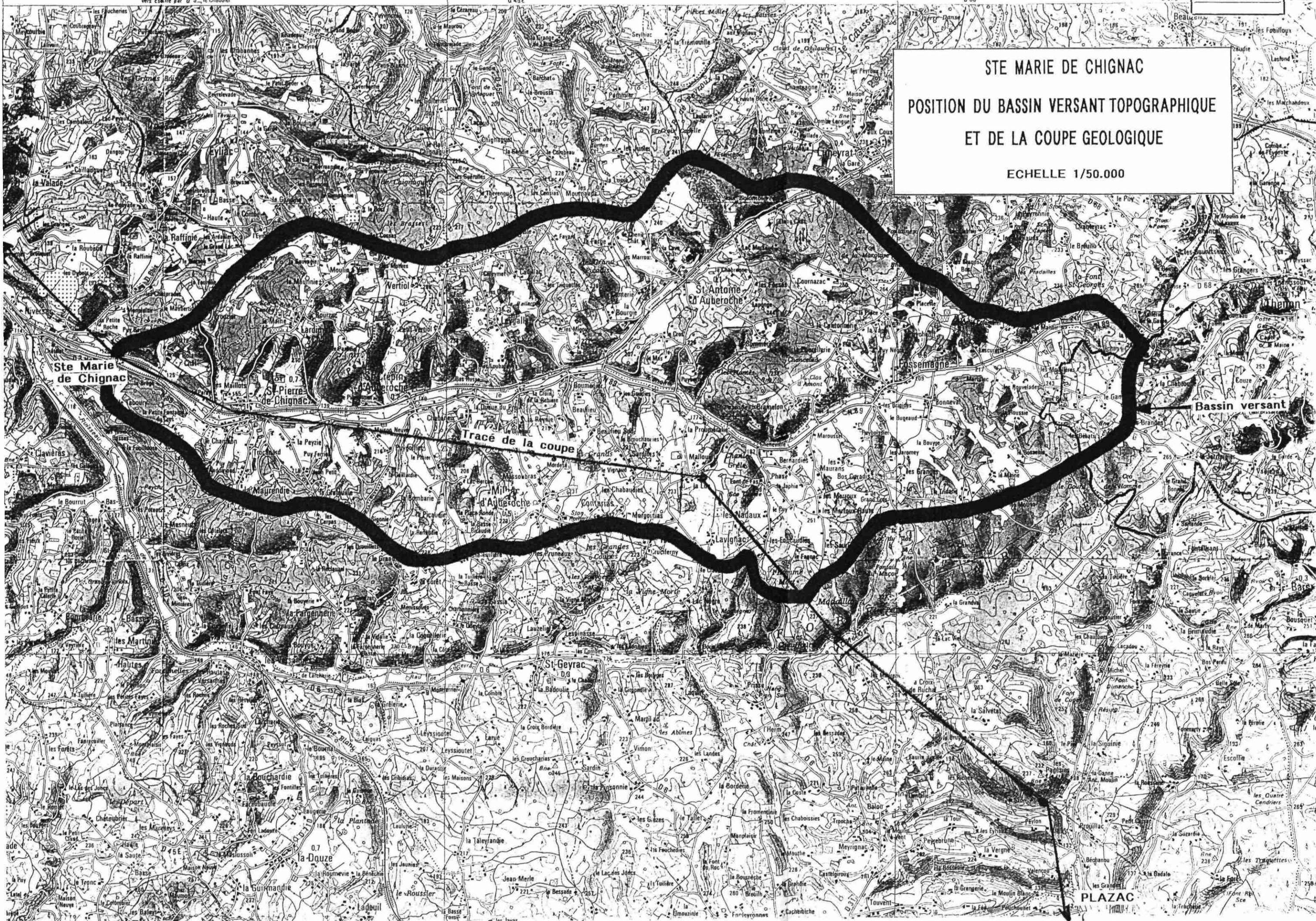
0 68

0 67 E

FIGURE 1

0 705 E

STE MARIE DE CHIGNAC
POSITION DU BASSIN VERSANT TOPOGRAPHIQUE
ET DE LA COUPE GEOLOGIQUE
ECHELLE 1/50.000

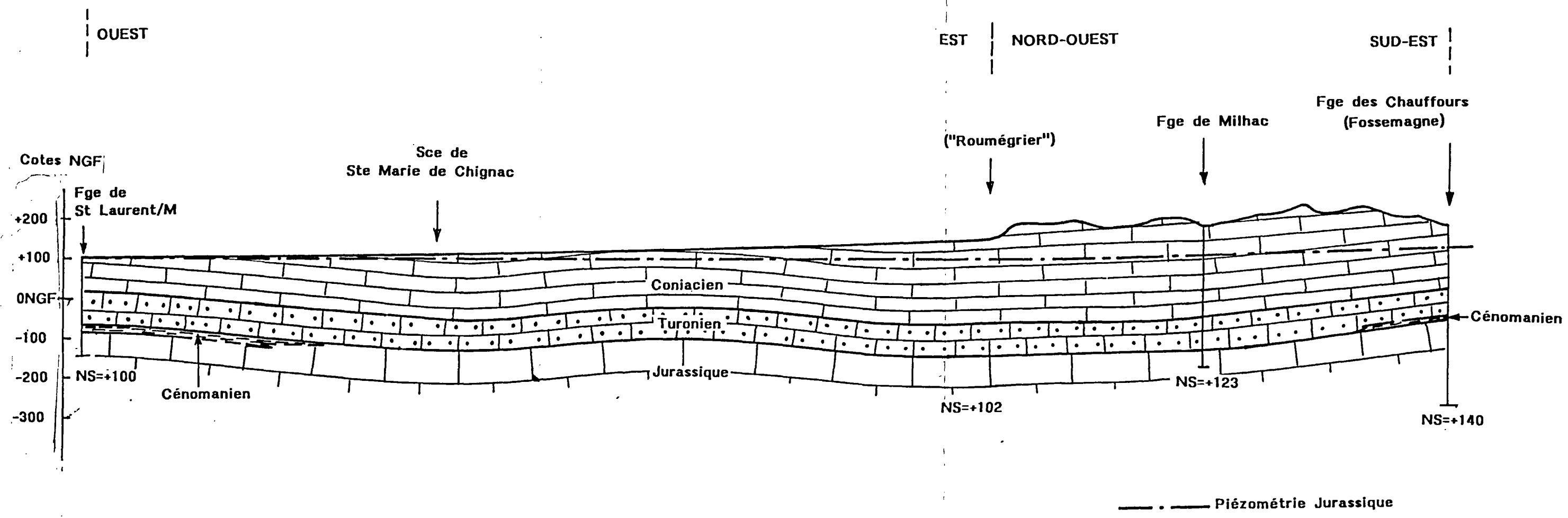


Bassin versant

Tracé de la coupe

PLAZAC

ETUDE TURBIDITE DORDOGNE
COUPE GEOLOGIQUE STE MARIE DE CHIGNAC
(PARTIE OUEST)



1/10.000
Echelles
1/50.000

3 - Environnement

Le bassin versant topographique de la source de Ste Marie de Chignac constitue un rectangle d'environ 16 km de long sur 5 km de large (fig. 3 et 3 bis).

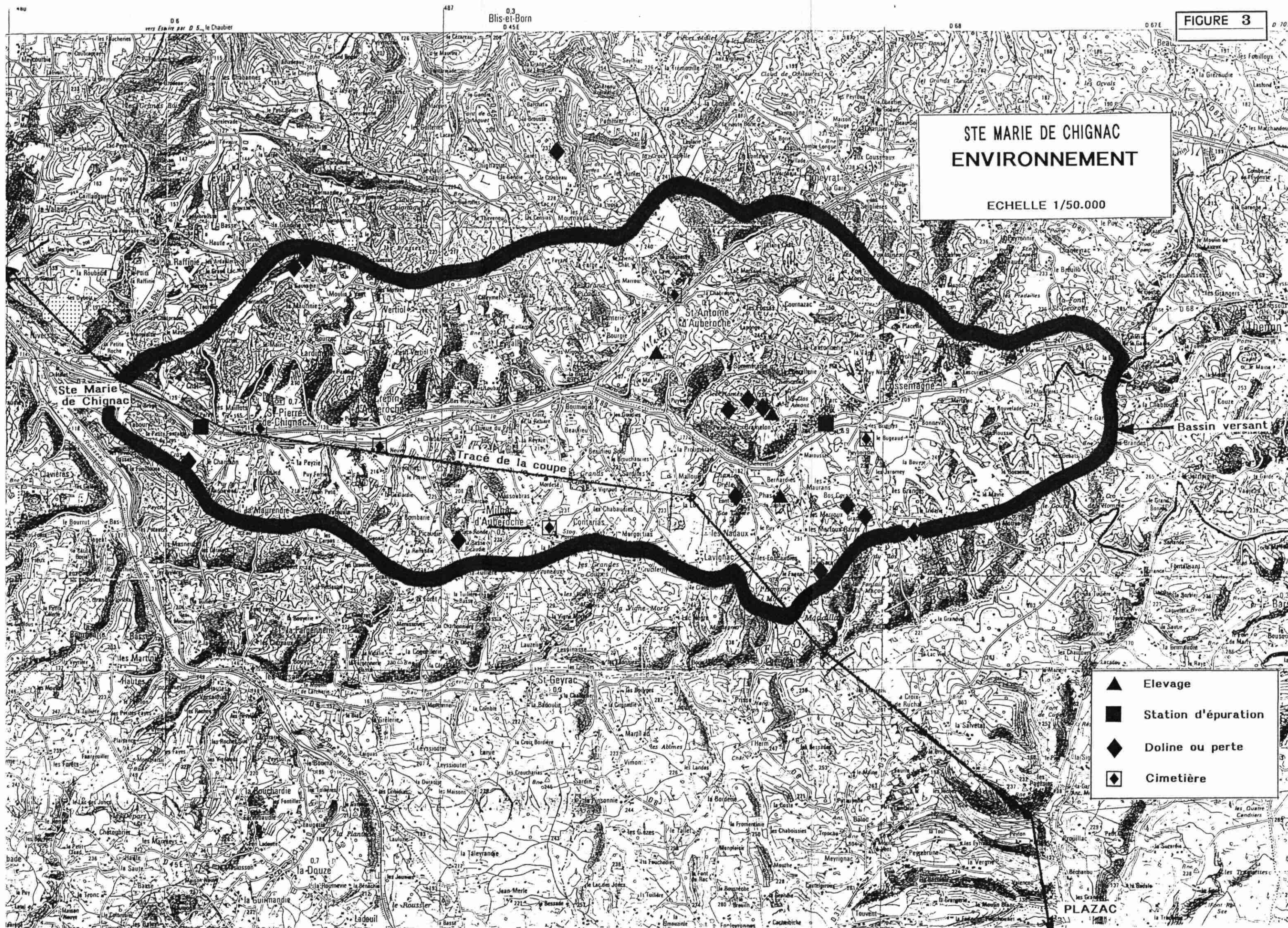
La source est située en aval des bourgs de Ste Marie de Chignac, St Pierre de Chignac, Fossemagne, Milhac, St Crépin et St Antoine d'Auberoche.

La station d'épuration de St Pierre de Chignac (700 équiv.-hab.) est située à 1,5 km en amont de l'émergence, celle de Fossemagne (600 équiv.-hab.) à 11,5 km ; elles rejettent toutes les deux leurs effluents traités dans le lit du Manoire.

Sur le pourtour de la vallée on trouve les cimetières communaux, d'anciennes carrières, de nombreuses fermes. Le ruisseau du Manoire non pérenne en amont de la source sert d'exutoire à l'ensemble des collecteurs pluviaux des communes, de la RN 89 et de la voie ferrée.

Sur le plateau, de nombreuses dolines sont visibles (La Fouillouse, La Raffinie). Des gouffres et des manifestations karstiques apparaissent régulièrement.

Le ruisseau du Manoire est le siège de pertes importantes. Aucun autre écoulement pérenne significatif n'existe dans ce bassin versant topographique.

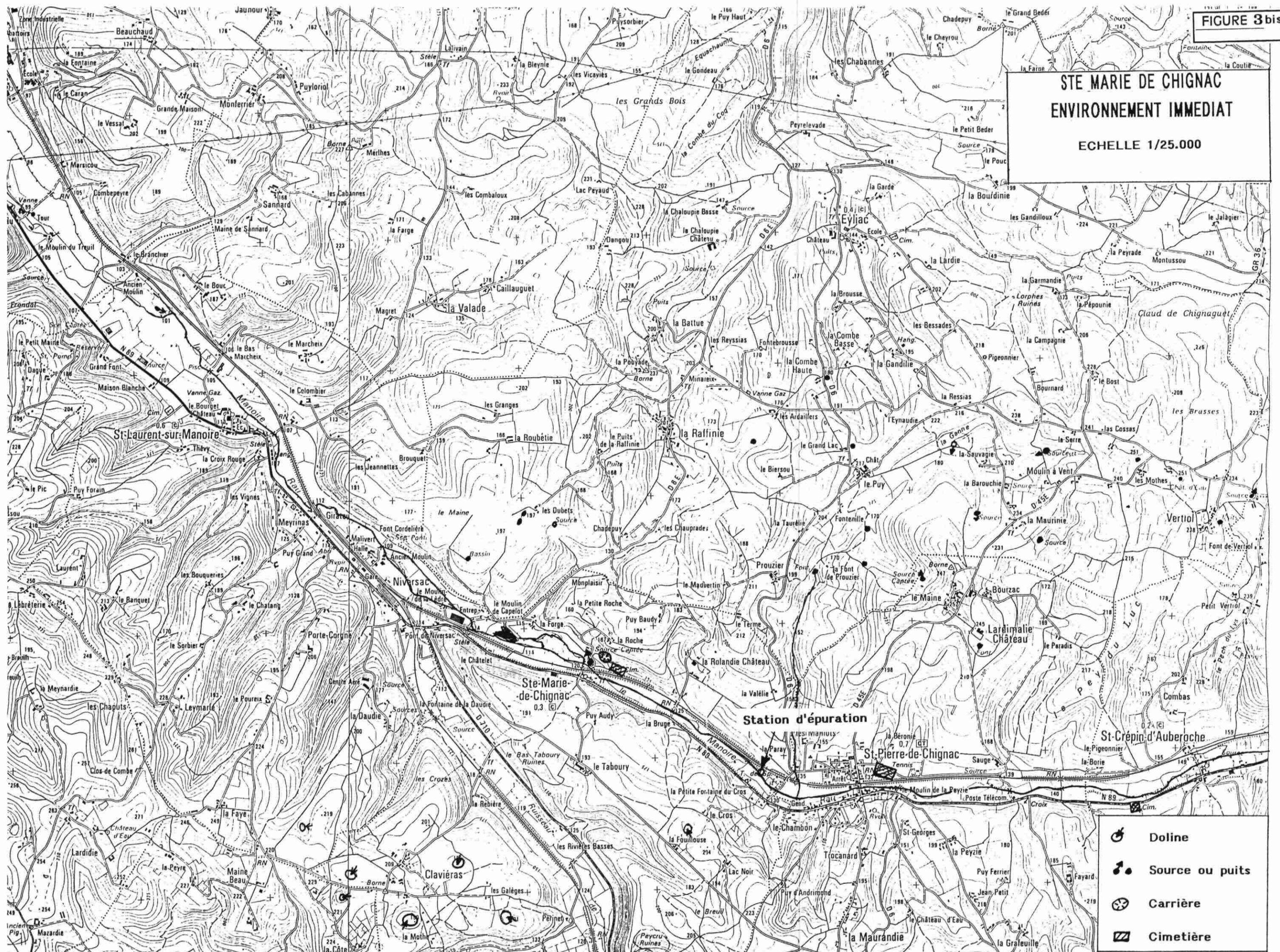


STE MARIE DE CHIGNAC
ENVIRONNEMENT
ECHELLE 1/50.000

- ▲ Elevation
- Station d'épuration
- ◆ Doline ou perte
- ◈ Cimetière

STE MARIE DE CHIGNAC ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

ECHELLE 1/25.000



Les établissements classés sont peu nombreux sur le bassin versant. On dénombre :

- un élevage de lapins au village de Fas, sur la commune de Fossemagne,
- un élevage de volailles au Cros, commune de St Antoine.

L'environnement général dans le bassin versant est représenté par des zones de cultures peu intensives, une concentration d'habitations le long du ruisseau du Manoire et de larges surfaces boisées.

4 - Bassin versant

Le bassin versant topographique de la source de Ste Marie de Chignac s'étend à l'Est jusqu'à la commune de Thenon et englobe au Nord les communes de St Antoine d'Auberoche et au Sud celle de Milhac d'Auberoche. Sa superficie est voisine de 68 km² (fig. 1). La cote maximale est observée au lieu-dit Le Debats (Thenon) : + 285 m NGF. La cote d'exutoire est de + 120 m NGF.

Le calcul du bassin versant à partir de l'écoulement moyen (3,5 l/s/km²), avec un débit d'étiage moyen estimé à 0,25 m³/s, est de 71 km².

Piézométrie (figure 4)

Grâce aux informations recueillies sur des ouvrages de captage d'eaux souterraines profondes existants, une carte piézométrique estimative de la nappe aquifère du Jurassique a été réalisée au mois de février 1992 dans le secteur de la source de Ste Marie.

Bien que cette source ait pour origine les eaux du Crétacé, cette carte permet d'approcher la géométrie générale des écoulements souterrains du secteur. Elle met en évidence :

- une direction générale des écoulements souterrains de l'E-S-E vers l'O-N-O,
- l'existence d'un chenal hydrogéologique qui concorde avec la vallée du Manoire sur une dizaine de kilomètres depuis le secteur de St Antoine d'Auberoche jusqu'à la source de Ste Marie.

Il a été tenté, à partir de la carte piézométrique, de définir la surface d'alimentation de la source de St Marie. Le résultat obtenu est d'environ 75 km².

Ces trois résultats concordants indiquent que la surface d'alimentation de la source de Ste Marie est de l'ordre de 70 à 75 km².

DEPARTEMENT DE LA DORDOGNE
ETUDE DE LA VULNERABILITE DES NAPPES
AQUIFERES DU JURASSIQUE ET DU CRETACE

SOURCE DE STE MARIE-de-CHIGNAC

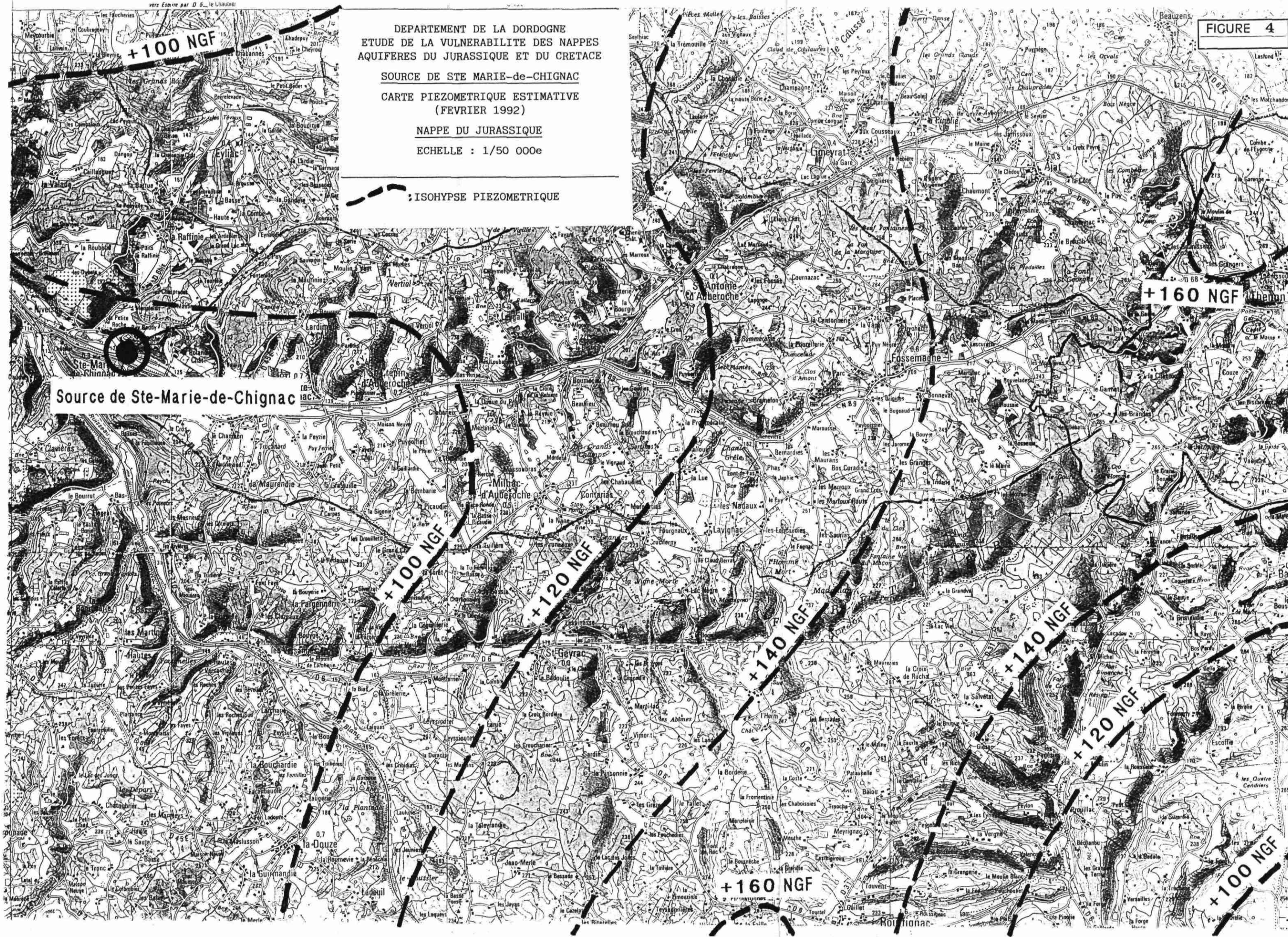
CARTE PIEZOMETRIQUE ESTIMATIVE
(FEVRIER 1992)

NAPPE DU JURASSIQUE

ECHELLE : 1/50 000e

--- : ISOHYPSE PIEZOMETRIQUE

Source de Ste-Marie-de-Chignac



5 - Climatologie

Le poste climatique le plus proche de la source de Ste Marie de Chignac est celui de Bassillac (fig. 5).

Durant la période de mesures de 1970 à 1990, la moyenne interannuelle est de 847 mm.

Les années 1976, 1983, 1985, 1987, 1989, 1990 et 1991 sont en dessous de la moyenne et le déficit cumulé des trois dernières années est significatif (> 10 %).

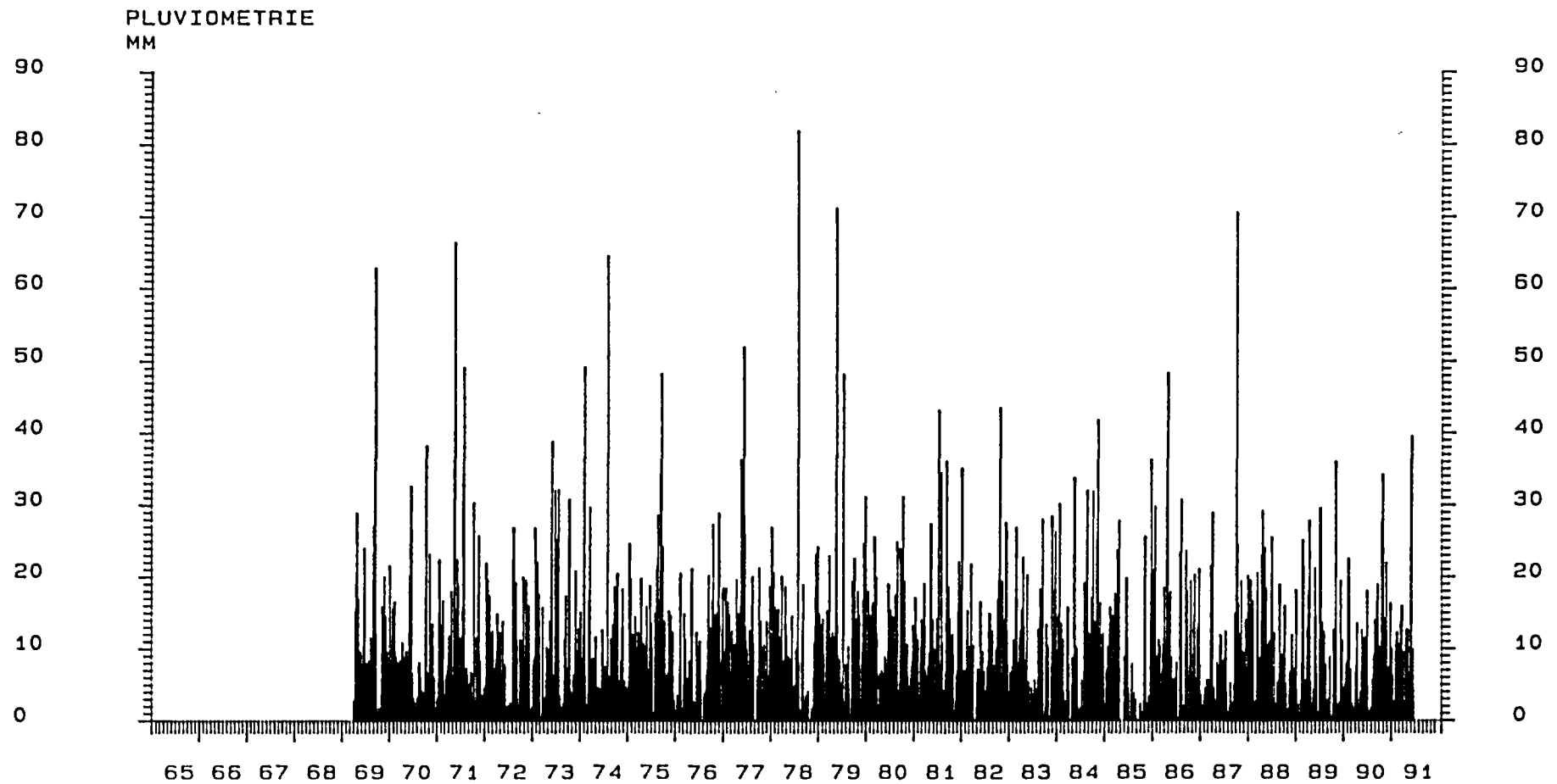
Pluviométrie annuelle au poste de Bassillac

1970	835 mm	1980	852 mm
1971	937 mm	1981	1 070 mm
1972	736 mm	1982	868 mm
1973	812 mm	1983	793 mm
1974	818 mm	1984	1 030 mm
1975	807 mm	1985	636 mm
1976	701 mm	1986	912 mm
1977	963 mm	1987	723 mm
1978	852 mm	1988	954 mm
1979	1 066 mm	1989	658 mm
		1990	763 mm
		1991	783 mm

Moyenne sur 21 ans : 847 mm.

EVOLUTION PLUVIOMETRIQUE

POSTE DE BASSILLAC



BRGM. SGR/PAC

6 – Jaugeage de la source de Ste Marie de Chignac

Des jaugeages ont été réalisés sur l'ensemble des émergences constituant la source de Ste Marie de Chignac :

- le 17/04/91, le débit était de 0,192 m³/s
- le 21/08/91, le débit était de 0,112 m³/s

Les mesures antérieures datent de 1969 :

- le 23/02/69, le débit était de 0,559 m³/s
- le 23/09/69, le débit était de 0,268 m³/s

Les mesures de débit des sources de Ste Marie réalisées en cours d'étude sont particulièrement faibles.

Le débit d'étiage est très différent de celui mesuré en période hivernale, signe d'une influence importante de la pluviométrie.

Les variations de débit mesurées sont de 1 à 5.

7 - Coloration

1 - Choix du lieu d'injection de fluorescéine

Le bassin versant topographique de la source de Ste Marie de Chignac est drainé essentiellement par le ruisseau Le Manoire, qui s'écoule de l'Est vers l'Ouest en saison humide.

Dans le secteur, ce ruisseau est habituellement sec en période d'étiage sur certains tronçons de son tracé.

Des mesures du débit du Manoire ont été réalisées en plusieurs endroits (figure 6). Les résultats sont les suivants, de l'amont vers l'aval (cf. tableau page suivante) :

- le 12/04/91, les mesures ont mis en évidence des pertes par infiltration de l'ordre de 35 m³/h (soit environ 30 % du débit du ruisseau) entre Moulin Vieux et Puybertie, situés respectivement 10,5 et 9 km en amont de la source de Ste Marie ;
- ces pertes ont été confirmées par les mesures du 03/06/91, où environ 45 m³/h disparaissaient dans ce secteur (soit 50 % environ du débit du ruisseau).

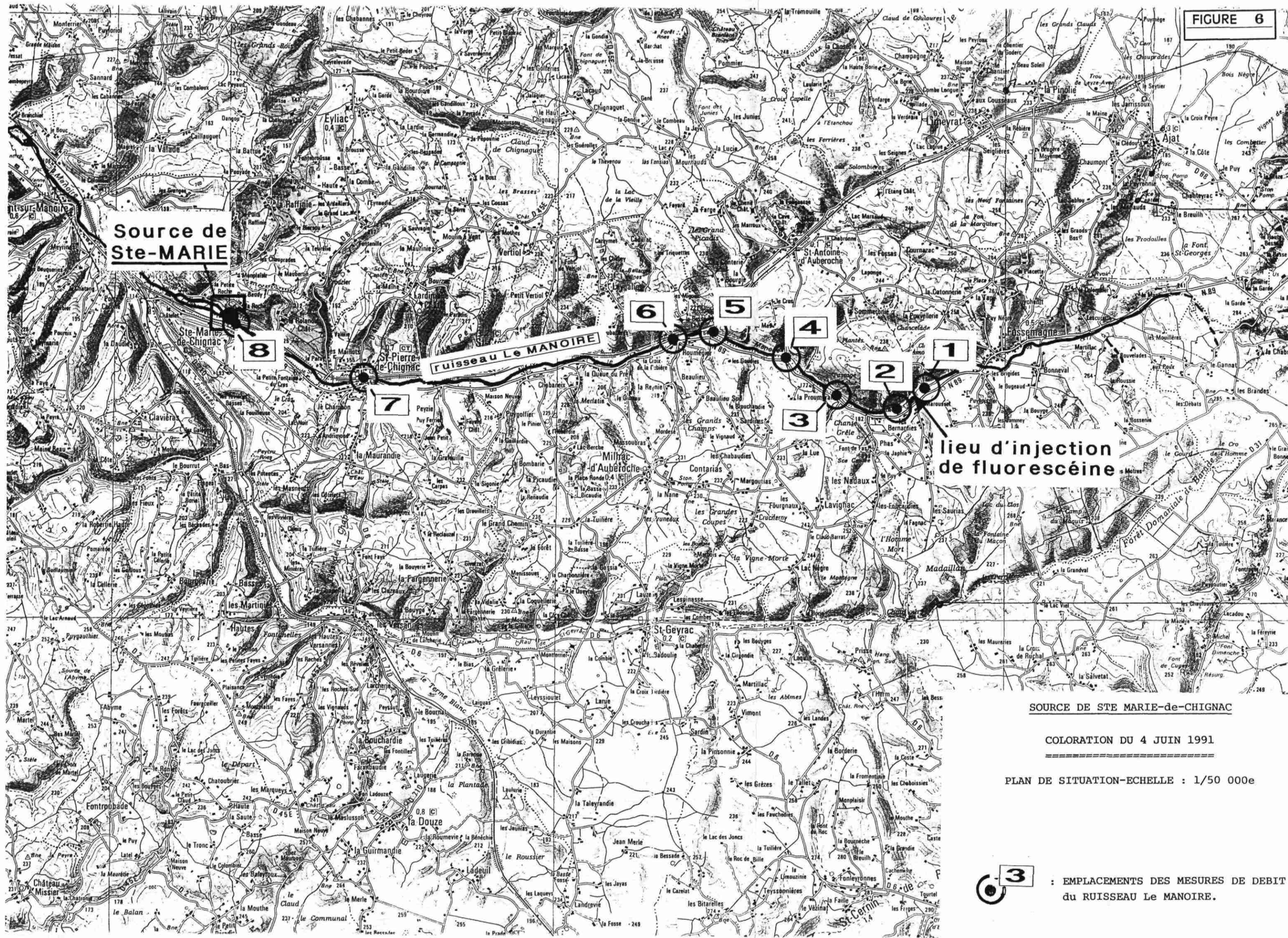
DATE DES MESURES			04/06/91 (jour de 1'injection de fluorescéine	05/06/1991 (24 h APRES INJECTION)
EMPLACEMENT DES MESURES	12/04/1991	03/06/1991		
① "VIEUX MOULIN" = <u>LIEU DE</u> <u>1'INJECTION</u>				80 m3/h (eau incolore : pas de fluo- rescéine visible)
② "MOULIN VIEUX"	120 m3/h	90 m3/h	75 m3/h	70 m3/h (eau très fai- blement colorée)
③ "PASSAGE DE LALUE"		45 m3/h	35 m3/h	30 m3/h (eau faiblement colorée)
④ "PUYBERTIE"	85 m3/h	45 m3/h	30 m3/h	20 m3/h (eau faiblement colorée)
⑤ AIRE DE REPOS			SEC	0 m3/h
⑥ "ROUMEGIER"			SEC	SEC
⑦ ST PIERRE DE CHIGNAC			15 m3/h	15 m3/h (eau incolore)
⑧ AMONT STATION DE POMPAGE DE LA SOURCE DE STE MARIE	95 m3/h			0 m3/h

Compte tenu de ces résultats, il a été choisi d'injecter la fluorescéine directement dans le ruisseau du Manoire, près du Moulin Vieux, en amont des pertes, 11 km environ en amont de la source de Ste Marie.

Le débit du ruisseau à l'injection était d'environ 80 m³/h ; 3,5 km en aval, le ruisseau était sec. La totalité du débit amont se réinfiltrait.

2 - Mise en oeuvre de l'opération

- Le 04/06/91 à 14 h : deux préleveurs automatiques d'échantillons d'eau ont été mis en place à la station de pompage de la source de Ste Marie ;
- le 04/06/91 à 15 h : 4 kg de fluorescéine soluble ont été injectés dans le Manoire près de Moulin Vieux, emplacement choisi pour la coloration ;
- les 04 et 05/06/91 : des mesures de débit du Manoire ont été réalisées. Elles ont confirmé l'existence des pertes et ont montré que la fluorescéine s'est infiltrée sur environ 3,5 km de ruisseau, entre Vieux Moulin et l'aire de repos, situés respectivement 11 et 7,5 km en amont de la source ;
- du 04/05 au 07/07/91 : des échantillons d'eau de la source ont été prélevés toutes les 12 h. Les 66 échantillons ainsi collectés sur une durée de 33 jours ont été au fur et à mesure analysés à l'aide d'un fluoromètre, afin de suivre l'évolution de la concentration en fluorescéine de l'eau de la source en fonction du temps.



Source de
Ste-MARIE

8

7

Ruisseau Le MANOIRE

6

5

4

3

2

lieu d'injection
de fluorescéine

1

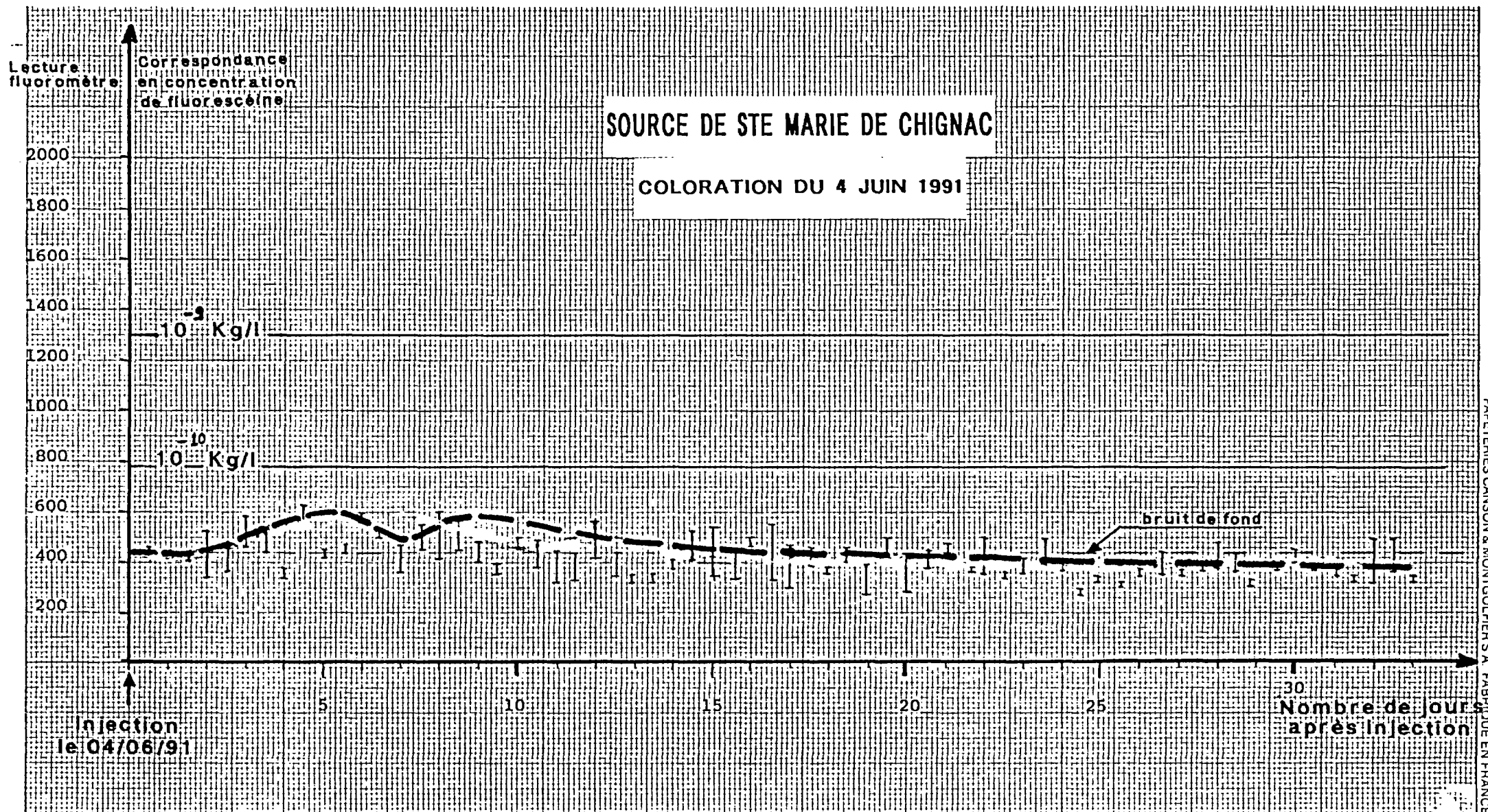
SOURCE DE STE MARIE-de-CHIGNAC

COLORATION DU 4 JUN 1991

PLAN DE SITUATION-ECHELLE : 1/50 000e

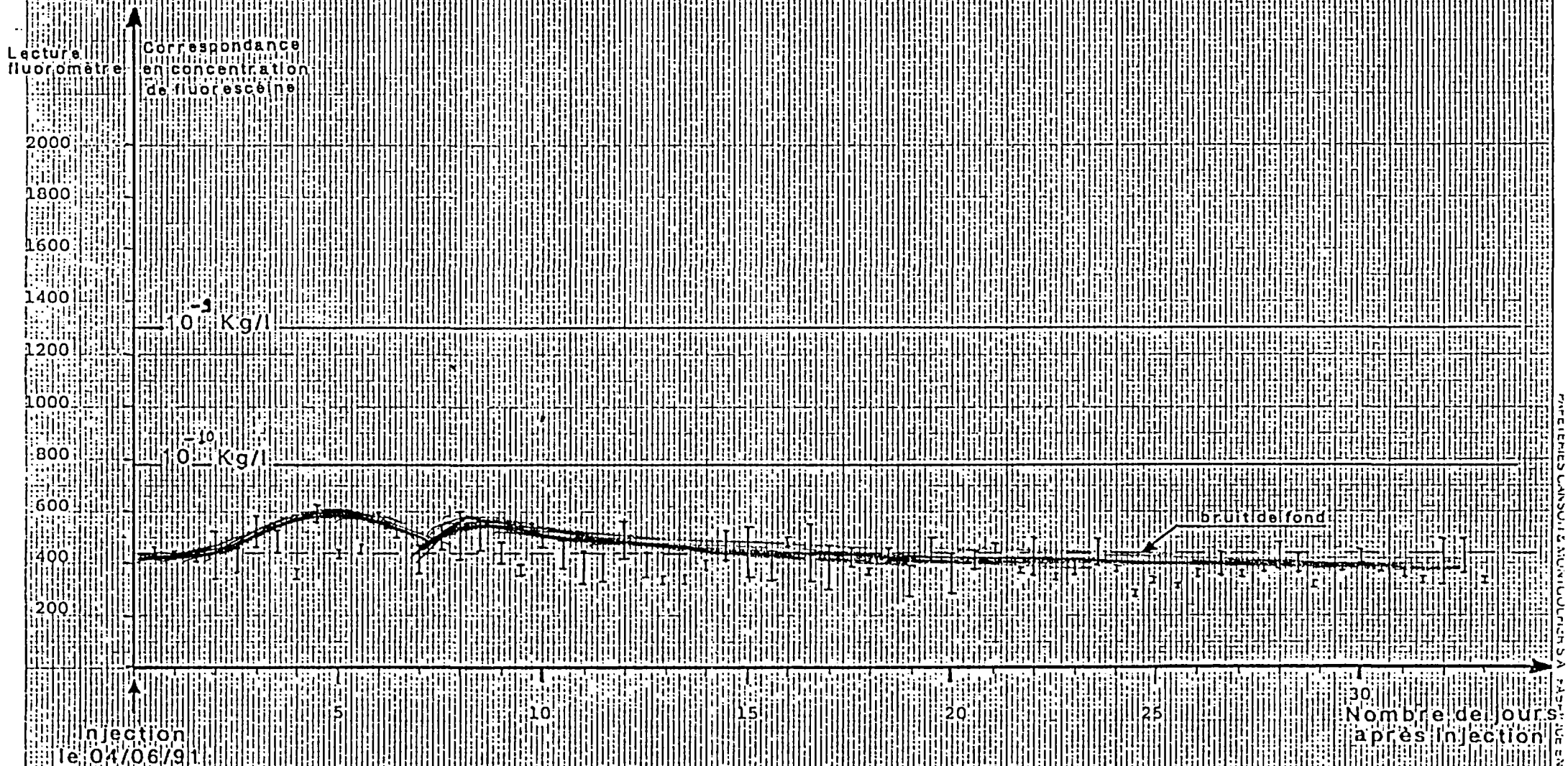
3

: EMBLEMES DES MESURES DE DEBIT
du RUISSEAU Le MANOIRE.



SOURCE DE Ste MARIE de CHIGNAC

COLORATION DU 4 JUIN 1991



3 - Résultats

Les 4 kg de fluorescéine injectés se sont infiltrés en moins de 24 h sur environ 3,5 km de ruisseau, situés entre 7,5 et 11 km en amont de la source Ste Marie.

Les résultats de l'analyse fluorométrique des 66 échantillons d'eau collectés pendant les 33 jours suivant l'injection sont reportés sur une courbe annexée.

Les valeurs obtenues, toutes inférieures à 10^{-10} kg de fluorescéine par litre, sont relativement faibles.

Cependant, l'allure générale de la courbe (figure 7) met en évidence des concentrations de fluorescéine supérieures au bruit de fond à partir de la 60ème heure suivant la date de l'injection.

L'évolution de ces concentrations se présente sur la courbe sous la forme de deux nuages successifs :

- première augmentation des concentrations à partir de 2,5 jours ; valeur maximale obtenue au bout de 5 jours, puis décroissance progressive ;
- deuxième augmentation à partir du 7ème jour ; valeur maximale obtenue au bout du 8ème jour, puis décroissance très lente.

Le retour à des valeurs semblables à celles du bruit de fond se situe aux alentours du 20ème jour.

4 - Analyses

La coloration réalisée dans le secteur de la source de Ste Marie de Chignac a permis de mettre en évidence des communications entre le secteur d'infiltration, situé dans le lit du ruisseau du Manoire, et la source.

Les concentrations de fluorescéine obtenues, relativement faibles, dénotent une forte dilution du colorant injecté. Ceci indique que le volume de la nappe aquifère souterraine est très important.

Compte tenu des temps de passage et des distances parcourues, les vitesses de transfert calculées sont comprises entre 50 et 150 m/h.

8 - Analyses chimiques

Les analyses chimiques de 1965 à 1990 ont été fournies par la DDASS. Durant l'année 1991, une campagne de prélèvements a eu lieu à la source.

Les principaux éléments mesurés ont été les suivants :

- température,
- turbidité,
- pH,
- dureté,
- bicarbonate,
- chlorures,
- sulfates,
- calcium,
- magnésium,
- fer,
- matière organique,
- ammonium,
- nitrite,
- nitrate,
- phosphate,
- résistivité.

Les valeurs en nitrites étant toujours nulles, cette variable n'a pas été prise en compte dans l'analyse statistique.

8.1 - Analyse statistique

- Paramètres statistiques élémentaires

Page 1 B.R.G.M Gestion Données Géologiques Date 07-Jan-92 à 10:31:00

Paramètres statistiques élémentaires

```
*****
* Variable !Nombre! Valeur ! Valeur ! Moyenne! Ecart ! Coeff.* Moyenne!Dev. *
*          !d'obs.!minimale!maximale! arithm ! type !variat.* geom !geom.*
*****
* TEMP      !    21!    10.7 !    15.0 !    12.6!    0.9!    0.07*    12.5! 1.07*
* TURB      !    23!     0.0 !    16.0 !     3.3!    4.5!    1.37*     1.8! 2.97*
* PH        !    28!     6.5 !     7.8 !     7.3!    0.3!    0.04*     7.3! 1.04*
* TH        !    28!    19.4 !    36.9 !    25.4!    3.8!    0.15*    25.1! 1.15*
* HCO3      !    28!   219.0 !   321.0 !   281.7!   27.8!    0.10*   279.9! 1.11*
* CL        !    28!     9.0 !    19.5 !    12.5!    2.3!    0.19*    12.3! 1.19*
* SO4       !    28!     0.0 !    43.0 !     7.7!    7.3!    0.95*     6.7! 1.67*
* CA        !    28!    54.0 !   133.0 !    94.3!   13.0!    0.14*    93.3! 1.16*
* MG        !    28!     0.1 !    18.0 !     3.5!    3.4!    0.97*     2.5! 2.59*
* FE        !    28!     0.0 !     0.8 !     0.1!    0.2!    1.46*     0.2! 2.35*
* MO        !    26!     0.0 !     1.8 !     0.6!    0.4!    0.71*     0.5! 1.96*
* NH4       !    28!     0.0 !     0.0 !     0.0!    0.0!    3.14*     0.0! 1.49*
* NO2       !    28!     0.0 !     0.0 !     0.0!    0.0!    0.00*     0.0! 1.00*
* NO3       !    28!     2.2 !    21.2 !    10.7!    4.2!    0.39*     9.7! 1.61*
* P2O5      !    25!     0.0 !     0.4 !     0.1!    0.1!    1.53*     0.1! 2.08*
* RESI      !    27!  1950.0 !  3175.0 !  2327.6!  311.4!    0.13*  2304.8! 1.13*
* PU1J      !    22!     0.0 !   156.0 !    13.4!   34.2!    2.56*    14.0! 4.16*
* PU2J      !    22!     0.0 !   190.0 !    44.4!   67.3!    1.52*    31.1! 5.40*
* PU3J      !    22!     0.0 !   395.0 !    80.7!  110.6!    1.37*    54.0! 5.93*
* PU5J      !    22!     0.0 !   891.0 !   152.3!  221.6!    1.46*    89.2! 6.10*
*****
```

Les valeurs mesurées à la source sont instables
(turbidité, du fer, de l'ammonium).

Les concentrations en nitrates augmentent régulièrement depuis le début des mesures (fig. 8). La dernière valeur mesurée dépasse 20 mg/l (26/11/91). L'augmentation des nitrates est en moyenne de 1,0 mg/l en 2,5 ans.

EVOLUTION DES NITRATES A SAINTE-MARIE DE CHIGNAC

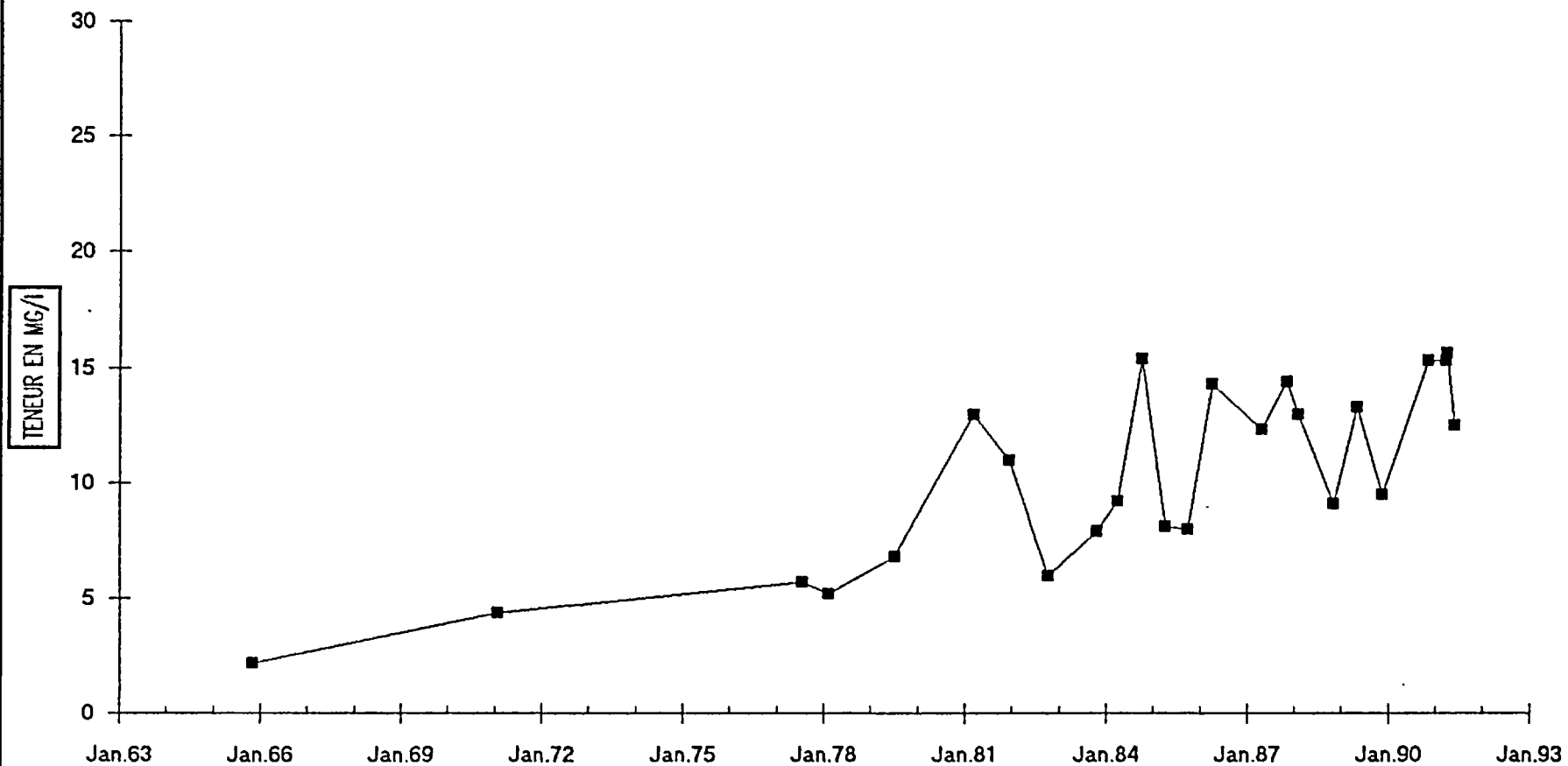


FIGURE 8

EVOLUTION DE LA MATIERE ORGANIQUE A SAINTE MARIE DE CHIGNAC

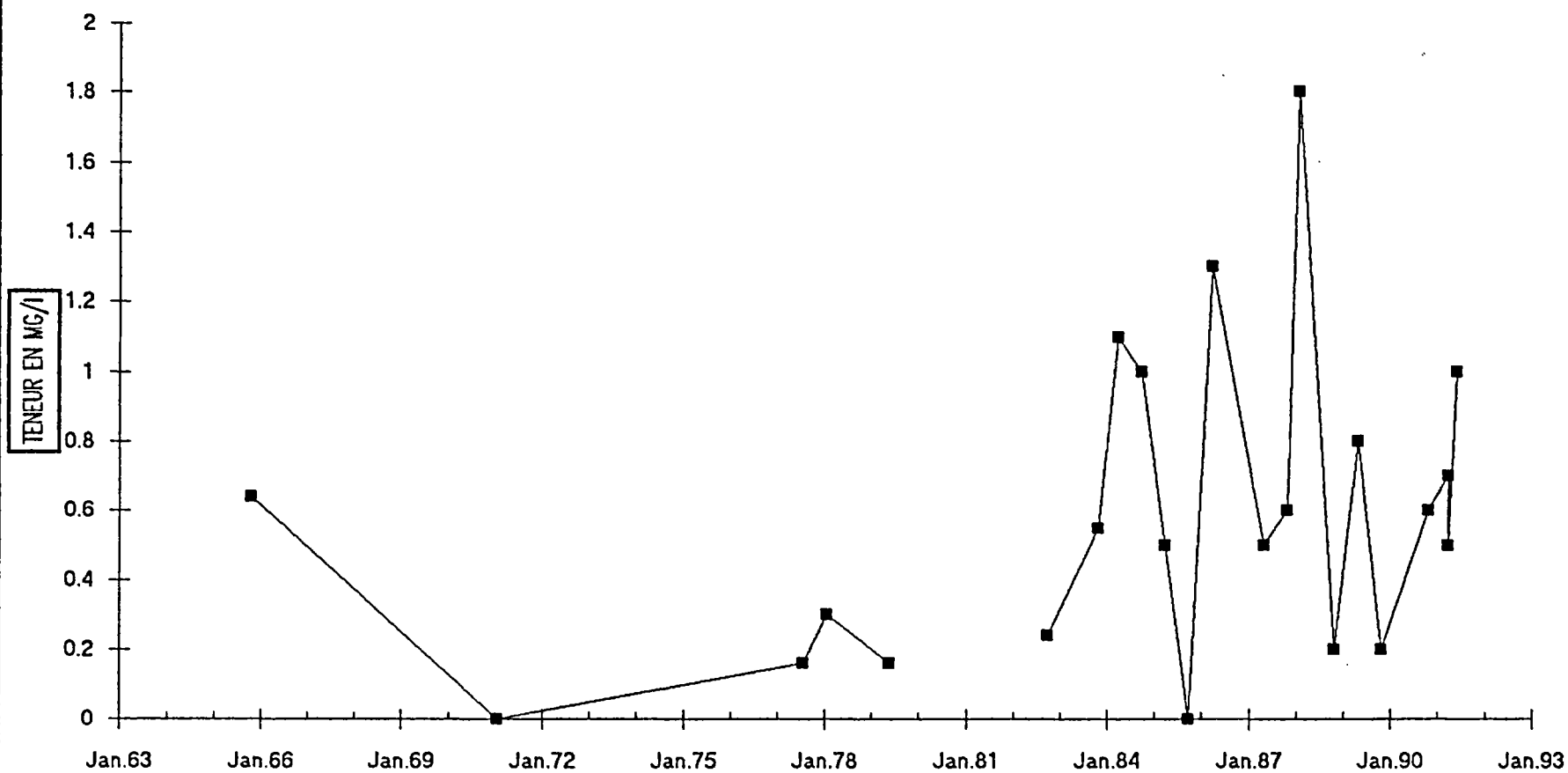


FIGURE 9

La matière organique semble également en augmentation (fig. 9).

8.2 - Corrélations

8.2.1 - Corrélation entre les variables chimiques

Les coefficients de corrélation ont été calculés pour chaque couple de variables :

Matrice de Correlations

TEMP	1.00																					
TURB	-0.87	1.00																				
PH	0.09	0.13	1.00																			
TH	0.87	-0.70	0.28	1.00																		
HCO3	0.83	-0.81	0.14	0.89	1.00																	
CL	0.16	-0.20	0.08	0.40	0.44	1.00																
SO4	-0.28	0.35	0.19	-0.04	-0.22	0.26	1.00															
CA	0.90	-0.82	0.17	0.96	0.94	0.39	-0.17	1.00														
Mg	0.02	0.26	0.15	0.30	-0.02	0.18	0.34	0.07	1.00													
FE	-0.83	0.93	0.15	-0.71	-0.82	-0.29	0.40	-0.82	0.10	1.00												
MO	-0.67	0.86	0.40	-0.40	-0.58	0.06	0.52	-0.57	0.47	0.82	1.00											
NH4	-0.68	0.72	0.05	-0.61	-0.48	-0.19	0.01	-0.60	-0.16	0.66	0.45	1.00										
NO3	-0.24	0.43	0.73	0.10	0.02	0.50	0.35	-0.01	0.35	0.32	0.69	0.33	1.00									
P2O5	0.01	-0.08	0.10	0.44	0.39	0.52	0.14	0.37	0.41	-0.17	0.09	-0.20	0.33	1.00								
RESI	-0.39	0.41	-0.22	-0.36	-0.56	-0.50	-0.09	-0.38	0.11	0.40	0.10	0.35	-0.24	-0.01	1.00							
PU1J	-0.32	0.57	0.24	-0.11	-0.47	-0.06	0.55	-0.34	0.69	0.57	0.76	-0.12	0.31	0.15	0.17	1.00						
PU2J	-0.21	0.42	0.18	-0.11	-0.44	-0.01	0.55	-0.31	0.68	0.47	0.63	-0.14	0.26	-0.03	0.09	0.85	1.00					
PU3J	-0.24	0.27	-0.02	-0.20	-0.43	-0.01	0.52	-0.32	0.48	0.40	0.46	-0.16	0.08	-0.04	0.09	0.65	0.90	1.00				
PU5J	-0.16	0.34	0.15	-0.06	-0.38	0.07	0.55	-0.24	0.66	0.42	0.56	-0.17	0.25	0.00	0.07	0.79	0.99	0.92	1.00			
P10J	-0.20	0.44	-0.07	-0.21	-0.49	-0.11	0.19	-0.39	0.64	0.45	0.54	-0.02	0.06	-0.18	0.16	0.75	0.83	0.73	0.81	1.00		
TEMP		TURB	PH	TH	HCO3	CL	SO4	CA	Mg	FE	MO	NH4	NO3	P2O5	RESI	PU1J	PU2J	PU3J	PU5J	P10J		

La turbidité se corrèle très bien avec les variables fer et matière organique. Dans ce cas, ces éléments sont donc des indices de pollution de l'aquifère.

8.2.2 - Corrélation avec les variables liées à la pluie

Afin de pouvoir estimer l'influence de la pluviométrie sur les composantes chimiques de l'eau de la source, 5 variables ont été définies :

- PU1J : pluie tombée le jour du prélèvement,
- PU2J : pluie cumulée du jour du prélèvement et du jour précédant le prélèvement,
- PU3J : pluie cumulée du jour du prélèvement et des 2 jours précédents,
- PU5J : pluie cumulée du jour du prélèvement et des 5 jours précédents,
- PU10J : pluie cumulée du jour du prélèvement et des 10 jours précédents.

Les corrélations entre les variables de pluie et les variables chimiques sont faibles, hormis celle entre la matière organique et la pluie d'un jour (0,72).

Pour les pluies d'une durée supérieure, la relation précipitation-turbidité diminue.

8.3 - Analyse en composante principale

L'analyse en composante principale permet de visualiser les relations existant entre les variables chimiques par projection sur un système d'axes, appelée "composante principale". Ce système a l'avantage d'intégrer la totalité des mesures et des variables.

Les variables analysées ont été celles dont nous disposions par les analyses chimiques et les variables de pluies de 1 à 5 jours. Les variables ammonium et nitrite n'ont pas été prises en compte.

Les valeurs de variables dans le système des vecteurs propres sont données dans le tableau suivant :

Résultats sans rotation des facteurs

Analyse factorielle en composantes principales (traitement sur valeurs naturelles)

RESULTATS SANS ROTATION DES FACTEURS

m	1	2	3	4	5
*Valeur propre *	7.844 *	4.081 *	2.043 *	1.331 *	1.255 *
* Pourcentage *	41.3 *	21.5 *	10.8 *	7.1 *	6.6 *
f (TEMP) *	-0.856 *	0.280 *	-0.170 *	0.097 *	-0.286 *
f (TURB) *	0.719 *	-0.199 *	0.170 *	0.135 *	0.071 *
f (PH) *	0.138 *	0.227 *	0.630 *	0.299 *	-0.536 *
f (TH) *	-0.748 *	0.528 *	0.069 *	0.301 *	-0.048 *
f (HCO3) *	-0.702 *	0.259 *	0.226 *	0.015 *	0.065 *
f (CL) *	-0.154 *	0.582 *	0.459 *	-0.403 *	0.401 *
f (SO4) *	0.478 *	0.474 *	0.041 *	-0.214 *	-0.055 *
f (CA) *	-0.881 *	0.357 *	0.068 *	0.168 *	0.000 *
f (Mg) *	0.354 *	0.634 *	-0.199 *	0.446 *	0.145 *
f (FE) *	0.914 *	-0.236 *	0.048 *	0.029 *	-0.050 *
f (MO) *	0.719 *	0.127 *	0.237 *	0.075 *	-0.071 *
f (NH4) *	0.535 *	-0.640 *	0.335 *	-0.022 *	0.179 *
f (NO3) *	0.443 *	0.300 *	0.794 *	0.050 *	-0.066 *
f (P2O5) *	-0.093 *	0.401 *	0.296 *	0.324 *	0.649 *
f (RES1) *	0.367 *	-0.304 *	-0.334 *	0.583 *	0.393 *
f (PULJ) *	0.686 *	0.406 *	-0.201 *	0.292 *	-0.175 *
f (PULJ) *	0.647 *	0.671 *	-0.365 *	0.017 *	-0.175 *
f (PULJ) *	0.121 *	0.617 *	0.333 *	-0.370 *	0.094 *
f (PULJ) *	0.481 *	0.754 *	-0.177 *	-0.230 *	-0.001 *

Tableau no :
Analyse factorielle en composantes principales
(Traitement sur valeurs naturelles)

Les 3 premières composantes expliquent 74 % de la variance des variables.

Le report des variables sur les axes factoriels permet de regrouper certaines variables entre elles. Les reports sur les axes 1, 2, 3 montrent (fig. 10, 11, 12) :

- que la composante F1 est liée aux variables suivantes : température, calcium, bicarbonate, dureté, matière organique, turbidité, fer, ainsi que la variable de pluies PU1J ;
- que la composante F2 est liée aux variables PU3J, PU5J, ammonium ;
- que la composante F3 est liée à la variable nitrate.

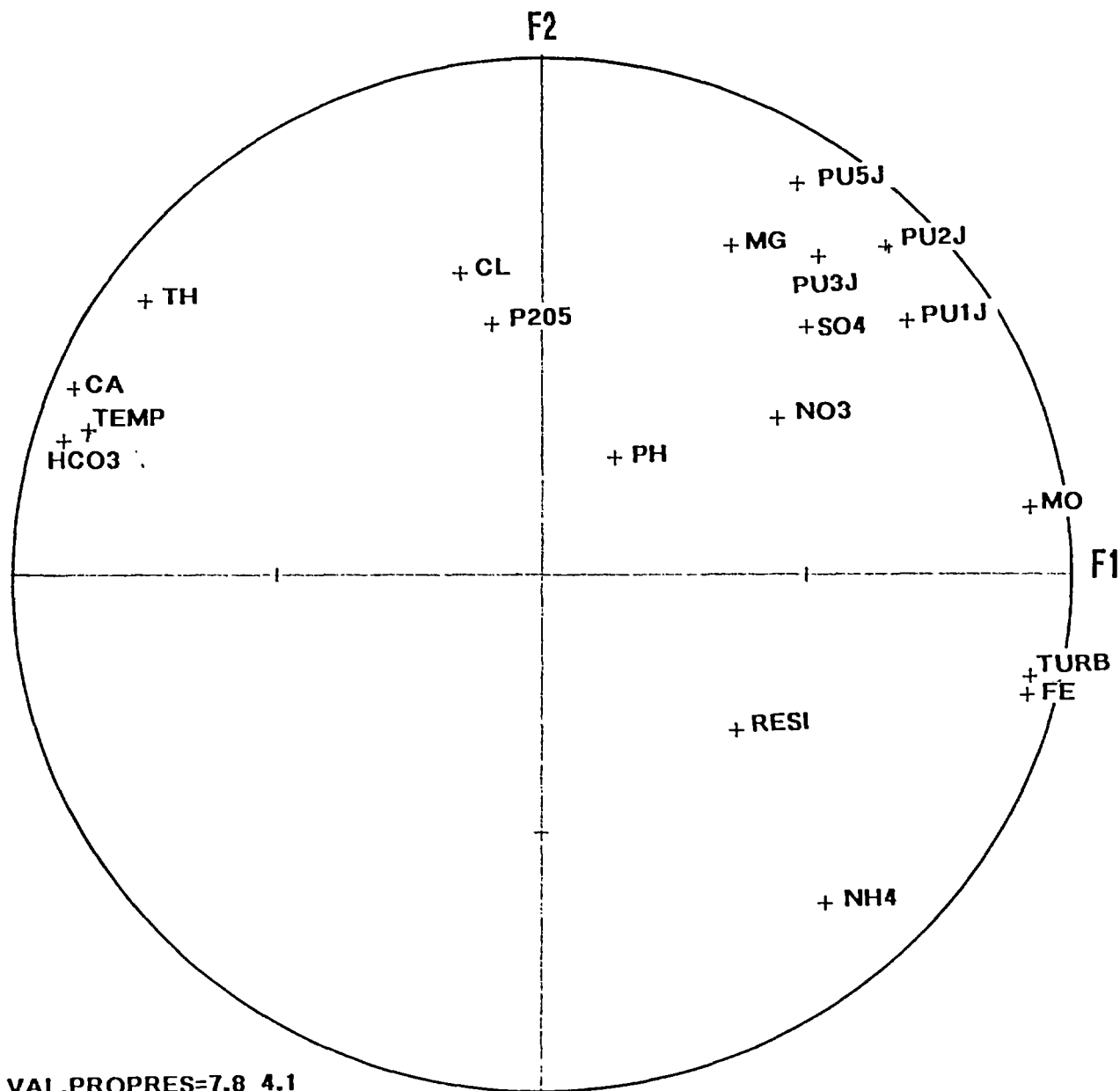
La composante F1 montre que les eaux de la source font partie d'un aquifère calcaire soumis à des variations importantes de la turbidité, du fer et de la matière organique, en relation avec les pluies tombées durant les 2 jours précédant le prélèvement.

La composante F2 représente une minéralisation dépendante du transfert des pluies à plus long terme.

La composante F3 représente l'indice de pollution par les nitrates seuls.

8.4 - Commentaires

A la lecture des résultats, il semble que la source de Ste Marie de Chignac soit alimentée par une partie des pluies qui, tombées sur le bassin versant, s'écoulent dans la rivière, où elles se réinfiltrent. L'eau percole alors dans le réservoir souterrain. Les pollutions maximales sont constatées après des pluies de 1 et 2 jours, ce qui induit des pollutions très proches.

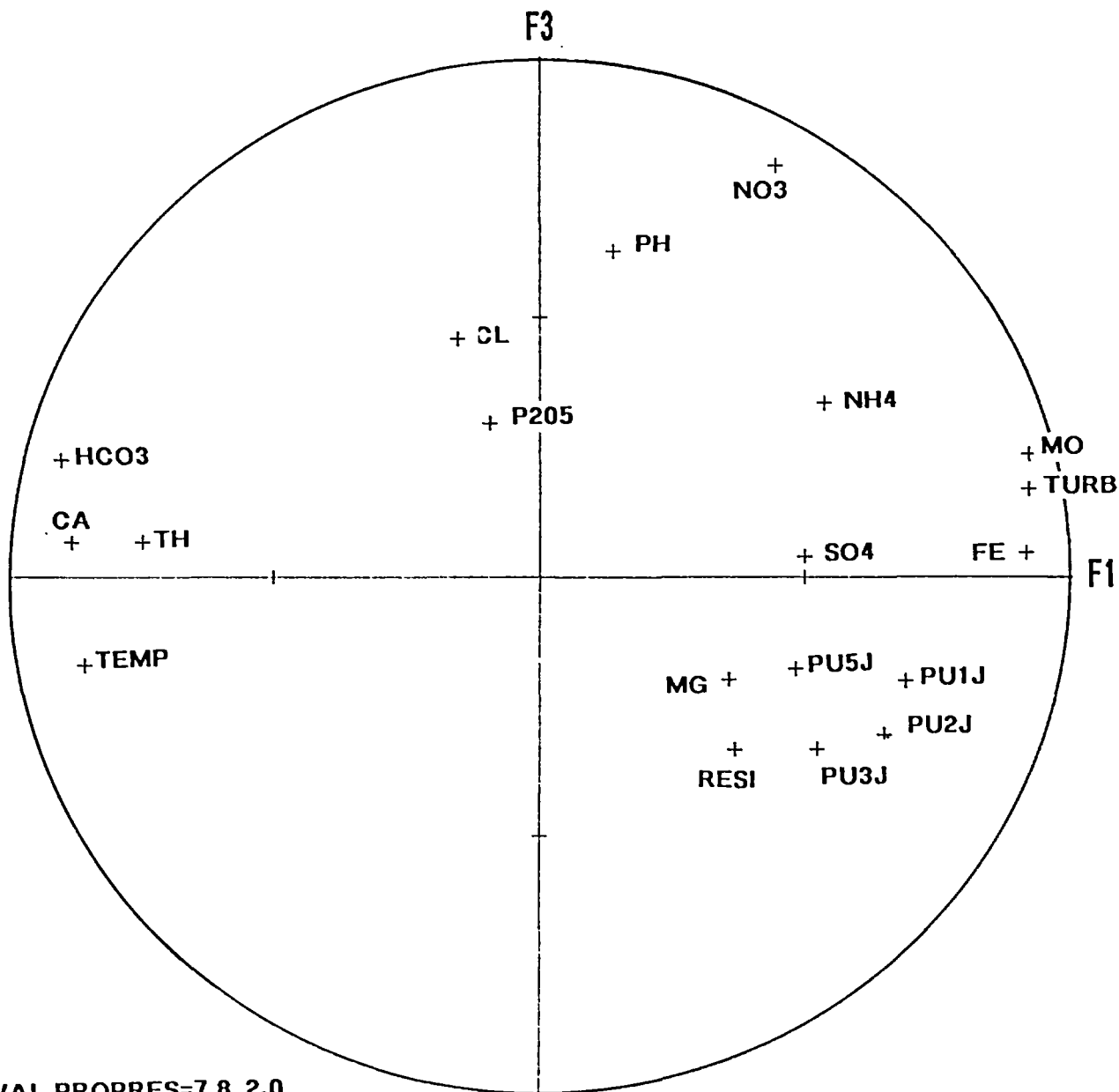


VAL.PROPRES=7.8 4.1
INERTIE =41.3 21.5

ST M. de Chignac

ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE

Report sur les axes F1 et F2

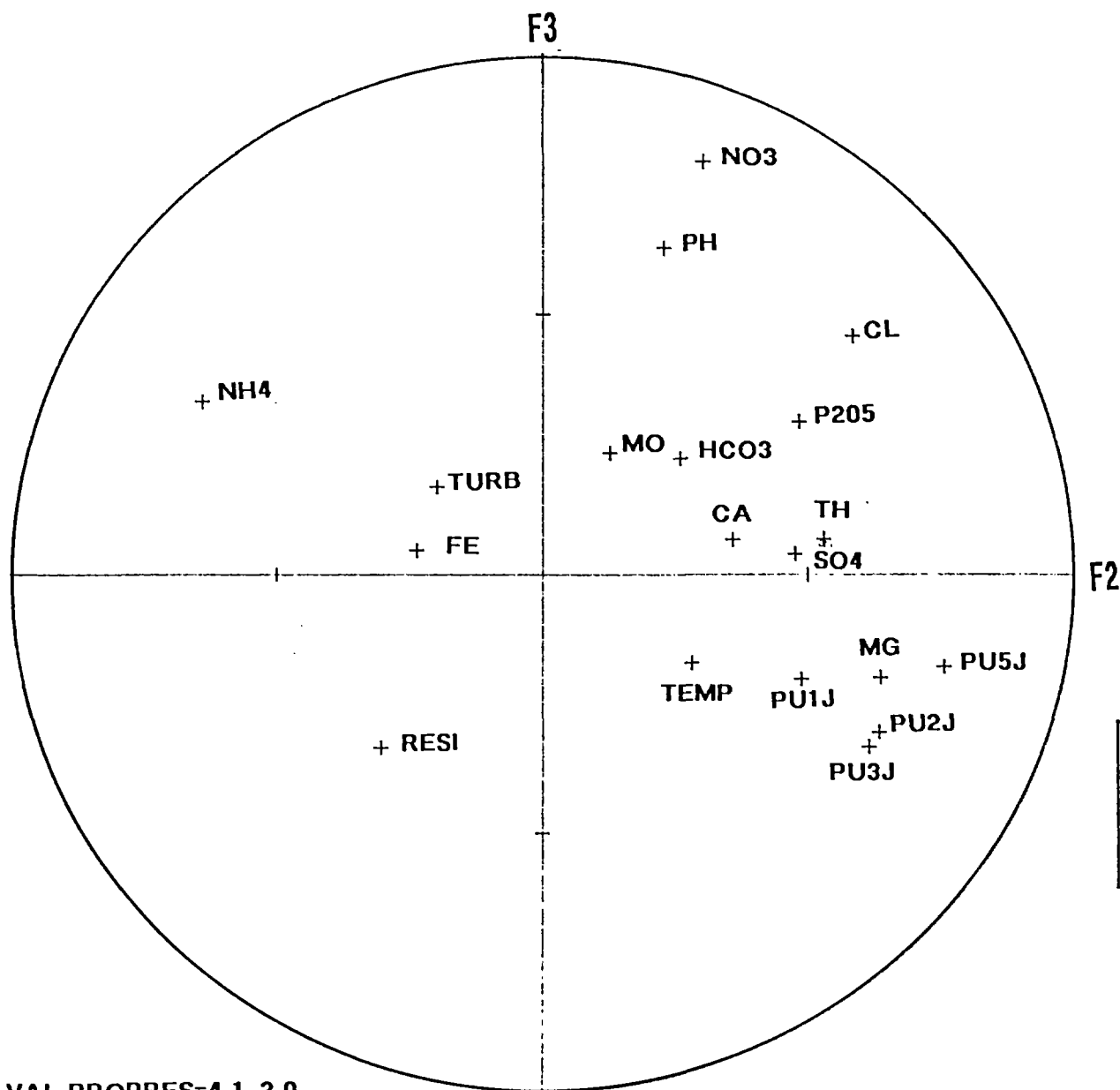


ST M. de Chignac

ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE

Report sur les axes F1 et F3

VAL.PROPRES=7.8 2.0
INERTIE =41.3 10.8



VAL.PROPRES=4.1 2.0
INERTIE =21.5 10.8

ST M. de Chignac
ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE
Report sur les axes F2 et F3

9 - Analyse du tritium

L'analyse de la teneur en tritium de l'eau de la source de Ste Marie de Chignac (mars 1992) a donné 16 ± 3 UT. Cette valeur indique des eaux jeunes.

Celle-ci peut être comparée avec les valeurs de tritium mesurées sur les eaux de pluie du début de l'année, avec les valeurs obtenues au poste de Thonon les Bains. Les valeurs de tritium de l'eau de la source sont du même ordre de grandeur que celles de pluies.

10 – Bilan et propositions pour améliorer la qualité des eaux

10.1 – Rappel des données principales

L'analyse des données de la source de Ste Marie de Chignac montre :

- un bassin versant d'environ 70 km² caractérisé par une dominante calcaire,
- une situation de la source à l'aval de nombreux bourgs, notamment Ste Marie et St Pierre de Chignac,
- de nombreuses pertes dans le bassin versant,
- une vitesse d'écoulement de l'eau souterraine de 50 à 150 m/h,
- un débit d'exhaure variable et exceptionnellement faible en 1991,
- une température de l'eau fortement variable selon les saisons,
- une teneur en matière organique réagissant à la pluie à 1 jour,
- une augmentation constante des nitrates et de la matière organique
- et, d'une manière générale, une variabilité importante de tous les paramètres.

10.2 - Circulation hydrogéologique

La source de Ste Marie de Chignac est en grande partie alimentée à partir d'infiltration des eaux du ruisseau du Manoire, directement par des pertes bien visibles et d'une manière plus diffuse tout le long de son cours.

10.3 - Propositions pour améliorer la qualité des eaux

La source de Ste Marie vient d'être dotée d'une station de traitement. La mise en place d'un turbidimètre en fonctionnement continu permettra d'apprécier l'interdépendance entre la qualité des eaux de la source et les précipitations.

L'alimentation de la source par le ruisseau du Manoire nécessite une protection importante de l'environnement du cours d'eau vis-à-vis des déversements accidentels ou endémiques, comme les rejets des stations d'épuration. Ce phénomène d'alimentation par la rivière doit être pris en compte dans le cas de déversements accidentels le long du cours d'eau (RN 89, voie ferrée, ponts sur le ruisseau) où les produits nocifs infiltrés (déversements de produits liquides toxiques) pourraient atteindre la source.

Les précautions seront inscrites dans les périmètres de protection qu'il faut définir. Il est nécessaire de prévoir un dispositif d'alerte couplé avec un arrêt du pompage.

Une autre source d'alimentation en eau potable (forage, par exemple) permettrait au Syndicat de se prémunir contre ce genre de risque. Il apparaît déjà que les normes de rejet de la station de traitement des eaux usées de St Pierre de Chignac doivent être améliorées.

date	Analyse physico-chimique																			Bacteriologie								
	T°	Turb	PH	Res	TH	THm	TA	TAC	CO3	HCO3	Cl ⁻	SO4 ⁻	Ca ⁺	Mg	Fe	Mn	Al	MO	NH4	NO2	NO3	PO	GT24h	GT48h	CT	EC	SF	CSR
11.65	13,8	20g/L	7,3	2280	25	2	0		0	280	19,5	6	94	4,8	91		<0,5	0,64	0	0	2,2	0	320	100	200	100	0	130
02.71	11,7	50g/L	6,9	2600	10,7	4,3	0	19	0	237	10,4	4,8	81	0,7	0,18		0,05	0	0	0	4,4	0	510	1850	0	100	50	50
1.08.77	12,7	8g/L	6,5	2197	25	4	0	24	0	232	12,4	2	92	2,7	0		0,04	0,16	0	0	5,7	0	40	147	60	0	8	29
1.02.78	12	17g/L	6,8	2461	22	0,7	0	20,7	0	253	10,6	7	87	1,7	0,25			0,3	0	0	5,2	0	108	106	2100	1000	100	20
3.02.79	12,9	10g/L	7,06	2280	25	1,2	0	23,7	0	289	10,6	0	95	2,9	0		0,03	0,16	0	0	6,8	0	39	221	1150	1000	50	0
11.81	13	4,6 NTU	7,09	2300	23		0	21	0	263	9	8	89	2,2	<0,06		0,23		0	0	13		130	296	90	12	67	80
2.12.80	11,5	16 NTU	7,04		21		0	18,8	0	219	10	10	82	1,5	0,04		2		0	0	11		65	640	100	0	59	140
3.10.82	13,2		7,22	2280	26,4	1,45	0	24,5	0	298	14,2	7	100	3,5	0,07			0,21	0	0	6	0	20	12	260	10	50	5
5.11.83	13		7,2	2070	36,9	3,6	0	25,2	0	307	10,8	1,9	133	8,79	0			0,55	0	0	7,9	0,4	10	22	50	27	5	0
0.02.84	12		7,4	2590	21,1	7,4	0	21,6	0	263	14,2	43	54	18	0,18			1,1	0	0	9,2		250	200	200	40	35	
10.84	15		7,2	2300	36,5	2,1	0	23,4	0	290	15,6	8,5	97,9	5,1	0,3			1,0	0,01	0	15,4	0,18	400	150	0	0	0	1
1.4.85	12,4		7,4	3070	25,2	1,7	0	22,5	0	274	14,2	7	54	4,2	0,27			0,5	0	0	8,1	0,13	50	60	350	80	35	
10.85	13	0,3	7,3	3175	27,7	1,5	0	24,3	0	296	10,5	5,2	105	3,6	0			0	0	0	8	0,09	7	5	200	7	0	-
06.86	10,7	14	7,3	2800	19,4	0,7	0	18,5	0	226	10,6	6,1	75	1,7	0,75			1,3	0,01	0	14,3	0	210	600	250	80	60	-
5.87	12,4	2	7,4	2300	24,4	0,2	0	23,4	0	285	12,0	2,7	97	0,5	0,16			0,5	0	0	12,3	0,05	50	10	40	7	4	-
11.87	13	2,5	7,6	2100	24,5	2,0	0	23,9	0	292	15,3	7	98	4,9	0,08			0,6	0	0	14,4	0	140	140	150	25	25	-
2.88	11,4	12	7,4	2650	23,1	2,6	0	18,4	0	225	11,3	10,3	82	6,3	0,7			1,8	0	0	13	0,09	120	1000	100	35	18	-
11.88	13	0	7,6	1750	26,4	1,4	0	29,2	0	308	11,5	7,9	100	0,07	0,2			0,2	0	0	9,1	0	10	10	200	16	8	-
5.89	12,3	3,4	7,8	2030	24,3	1,1	0	22,7	0	277	10,5	7,3	93	2,6	0,11			0,8	0	0	13,3	0	40	60	240	10	17	-
11.89	12,5	1	7,2	2160	26,5	1,5	0	26,3	0	321	11,4	4,7	100	3,7	0			0,2	0	0	9,5	0,16	5	3	0	0	0	-
11.90	12,2	1,6	7,3	1990	26,3	1,3	0	25,4	0	310	17,0	7,9	100	3,2	0			0,6	0	0	15,3	0,17	40	102	0	0	0	-

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

AGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 12 avril 1991

LE DIRECTEUR A

BRGM

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.04.030 A

Echantillon prélevé le : 2-04-1991 par le BRGM à 11H00 commune de STE MARIE DE CHIGNAC
Echantillon reçu le : 3-04-1991 à 9H30
Analyse commencée le : 3-04-1991 à 10H00

Origine de l'eau : Eau de source non traitée

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	1,5
ph	unité ph :	7,6
Conductivité	µS/cm à 20°C :	455
Dureté totale	°f :	24,6
Dureté magnésienne	°f :	0,2
Titre alcalimétrique	°f :	0
Titre alcalimétrique complet	°f :	23,3
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0,7
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	15,3
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	284
Chlorures	mg/l Cl :	12,8
Sulfates	mg/l SO ₄ :	7,4
Calcium	mg/l Ca :	96,9
Magnésium	mg/l Mg :	1,0
Fer	mg/l Fe :	0,06
Sodium	mg/l Na :	6,7
Potassium	mg/l K :	1,0


CLAUDE GARCIA

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

Rue Charles Mangold Tél: 53-53-91-66 Fax: 53-07-03-79

Agréé par le Ministère de l'environnement

Agréé par le Ministère de La Santé

Périgueux le 15 avril 1991

BRGM

LE DIRECTEUR A

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.04.081 A

Echantillon prélevé le : 5-04-1991 par le BRGM à 12H00 commune de STE MARIE DE CHIGNAC
Echantillon reçu le : 8-04-1991 à 16H03
Analyse commencée le : 8-04-1991 à 16H00

Origine de l'eau : Eau de source non traitée

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	1,2
ph	unité ph :	7,2
Conductivité	µS/cm à 20°C :	450
Dureté totale	°f :	24,1
Dureté magnésienne	°f :	1,2
Titre alcalimétrique	°f :	0
Titre alcalimétrique complet	°f :	23,3
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0,5
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	15,6
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0,04
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	284
Chlorures	mg/l Cl :	12,8
Sulfates	mg/l SO ₄ :	6,7
Calcium	mg/l Ca :	91,8
Magnésium	mg/l Mg :	2,8
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	7,0
Potassium	mg/l K :	1,3


CLAUDE GARCIA

CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE
LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

AGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 12 juin 1991

LE DIRECTEUR A

BRGM

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.06.037 A

Echantillon prélevé le : 4-06-1991 par le BRGM à 14H00 commune de STE MARIE DE CHIGNAC
Echantillon reçu le : 4-06-1991 à 09H15
Analyse commencée le : 5-06-1991

Origine de l'eau : Eau de source non traitée

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	0,7
pH	unité ph :	7,2
Conductivité	µS/cm à 20°C :	455
Dureté totale	°f :	25,5
Dureté magnésienne	°f :	1,0
Titre alcalimétrique	°f :	0
Titre alcalimétrique complet	°f :	24,1
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	1,0
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0,02
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	12,5
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0,06
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	294
Chlorures	mg/l Cl :	13,1
Sulfates	mg/l SO ₄ :	6,5
Calcium	mg/l Ca :	98
Magnésium	mg/l Mg :	2,4
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	7,2
Potassium	mg/l K :	1,2

CLAUDE GARCIA



CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUXAGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 12 septembre 1991

BRGM

LE DIRECTEUR A

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.08.172 A

Echantillon prélevé le : 21-08-1991 par BRGM à 15H00 commune de STE MARIE DE CHIGNAC
 Echantillon reçu le : 21-08-1991 à 15H15
 Analyse commencée le : 21-08-1991

Origine de l'eau : MAIRIE SOURCE -Eau non traitée

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	0,6
pH	unité ph :	7,6
Conductivité	µS/cm à 20°C :	450
Dureté totale	*f :	25,2
Dureté magnésienne	*f :	0,9
Titre alcalimétrique	*f :	0
Titre alcalimétrique complet	*f :	25,4
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0,8
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0,01
Nitrates	mg/l NO ₃ :	10,0
Phosphates	mg/l P :	0
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	308
Chlorures	mg/l Cl :	11,8
Sulfates	mg/l SO ₄ :	6,0
Calcium	mg/l Ca :	97,1
Magnésium	mg/l Mg :	2,2
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	8,1
Potassium	mg/l K :	1,6
Manganèse	mg/l Mn :	0
Cuivre	mg/l Cu :	0
Zinc	mg/l Zn :	0,11


 CLAUDE GARCIA


CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

AGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 1er octobre 1991

BRGM

LE DIRECTEUR A

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.09.325 A

Echantillon prélevé le : 25-09-1991 par DEMANDEUR à 14H00 commune de STE MARIE DE CHIGNAC
 Echantillon reçu le : 25-09-1991 à 15H00
 Analyse commencée le : 25-09-1991 à 16H30

Origine de l'eau : EAU DE SOURCE NON TRAITEE

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	0,6
pH	unité ph :	7,1
Conductivité	$\mu\text{S/cm}$ à 20°C :	460
Dureté totale	*f :	25,1
Dureté magnésienne	*f :	0,9
Titre alcalimétrique	*f :	0
Titre alcalimétrique complet	*f :	24,9
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O_2 :	0,8
Ammoniaque	mg/l NH_4 :	0
Nitrites	mg/l NO_2 :	0
Nitrates	mg/l NO_3 :	10,3
Phosphates	mg/l P_2O_5 :	0,04
Carbonates	mg/l CO_3 :	0
Bicarbonates	mg/l HCO_3 :	304
Chlorures	mg/l Cl :	12,0
Sulfates	mg/l SO_4 :	5,2
Calcium	mg/l Ca :	97
Magnésium	mg/l Mg :	2,2
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	9,1
Potassium	mg/l K :	1,3
Manganèse	mg/l Mn :	0
Cuivre	mg/l Cu :	0
Zinc	mg/l Zn :	0,08


 CLAUDE GARCIA

CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUXAGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 7 octobre 1991

BRGM

LE DIRECTEUR A

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.09.385 A

Echantillon prélevé le : 30-09-1991 par MR ANGELI à 12H00 commune de STE MARIE DE CHIGNAC
 Echantillon reçu le : 30-09-1991 à 15H00
 Analyse commencée le : 30-09-1991 à 16H30

Origine de l'eau : EAU DE SOURCE NON TRAITEE

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	0,4
pH	unité ph :	7,1
Conductivité	µS/cm à 20°C :	460
Dureté totale	°f :	26,3
Dureté magnésienne	°f :	0,8
Titre alcalimétrique	°f :	0
Titre alcalimétrique complet	°f :	25,6
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0,3
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	10,6
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0,05
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	312
Chlorures	mg/l Cl :	11,6
Sulfates	mg/l SO ₄ :	5,5
Calcium	mg/l Ca :	102
Magnésium	mg/l Mg :	2,0
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	5,9
Potassium	mg/l K :	1,4
Manganèse	mg/l Mn :	0
Cuivre	mg/l Cu :	0
Zinc	mg/l Zn :	0,13


 CLAUDE GARCIA

CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

AGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 29 novembre 1991

BRGM

LE DIRECTEUR A

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.11.315 A

Echantillon prélevé le : 26-11-1991 commune de STE MARIE DE CHIGNAC
Echantillon reçu le : 28-11-1991 à 15H00
Analyse commencée le : 28-11-1991 à 15H00

Origine de l'eau : EAU DE SOURCE NON TRAITEE

Couleur	unité HAZEN :	5
Turbidité	NTU :	3,0
pH	unité ph :	7,5
Conductivité	µS/cm à 20°C :	490
Dureté totale	°f :	27,0
Dureté magnésienne	°f :	1,0
Titre alcalimétrique	°f :	0
Titre alcalimétrique complet	°f :	24,3
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0,6
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	21,2
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0,04
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	297
Chlorures	mg/l Cl :	15,7
Sulfates	mg/l SO ₄ :	7,8
Calcium	mg/l Ca :	104
Magnésium	mg/l Mg :	2,5
Fer	mg/l Fe :	0,16
Sodium	mg/l Na :	5,7
Potassium	mg/l K :	1,9
Manganèse	mg/l Mn :	0,08
Cuivre	mg/l Cu :	0
Zinc	mg/l Zn :	0,17




CLAUDE GARCIA

Teneurs en tritium dans les précipitations à Thonon-les-Bains
Données du Centre de Recherches Géodynamiques de Thonon-les-Bains.

Teneurs mensuelles en tritium (en UT)												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1984	12	9	18	36	23	37	37	55	22	15	28	31
1985	21	25	36	15	28	21	27	17	51	nd	10	10
1986	15	38	21	20	31	33	28	22	20	16	15	14
1987	28	21	30	27	31	22	25	25	10	25	22	18
1988	20	17	26	34	36	51	27	15	41	13	32	17
1989	24	25	20	53	42	29	29	22	27	16	19	18
1990	16	10	11	27	27	22	27	17	7	15	9	nd

S I A E P de Maurens

Source du Moulin de Ladoux



Maurens (Dordogne)

1 - Généralités

La source du Moulin de Ladoux se situe 700 m au Sud du bourg de Maurens, le long de la route reliant le CD 4 au CD 107, au point de coordonnées :

X = 453,58
Y = 293,74
Z = 75 m NGF

Son indice national est 806-2-4.

La source sort au pied d'une petite falaise recouverte de bois et est reliée à la station de pompage construite à une centaine de mètres en aval.

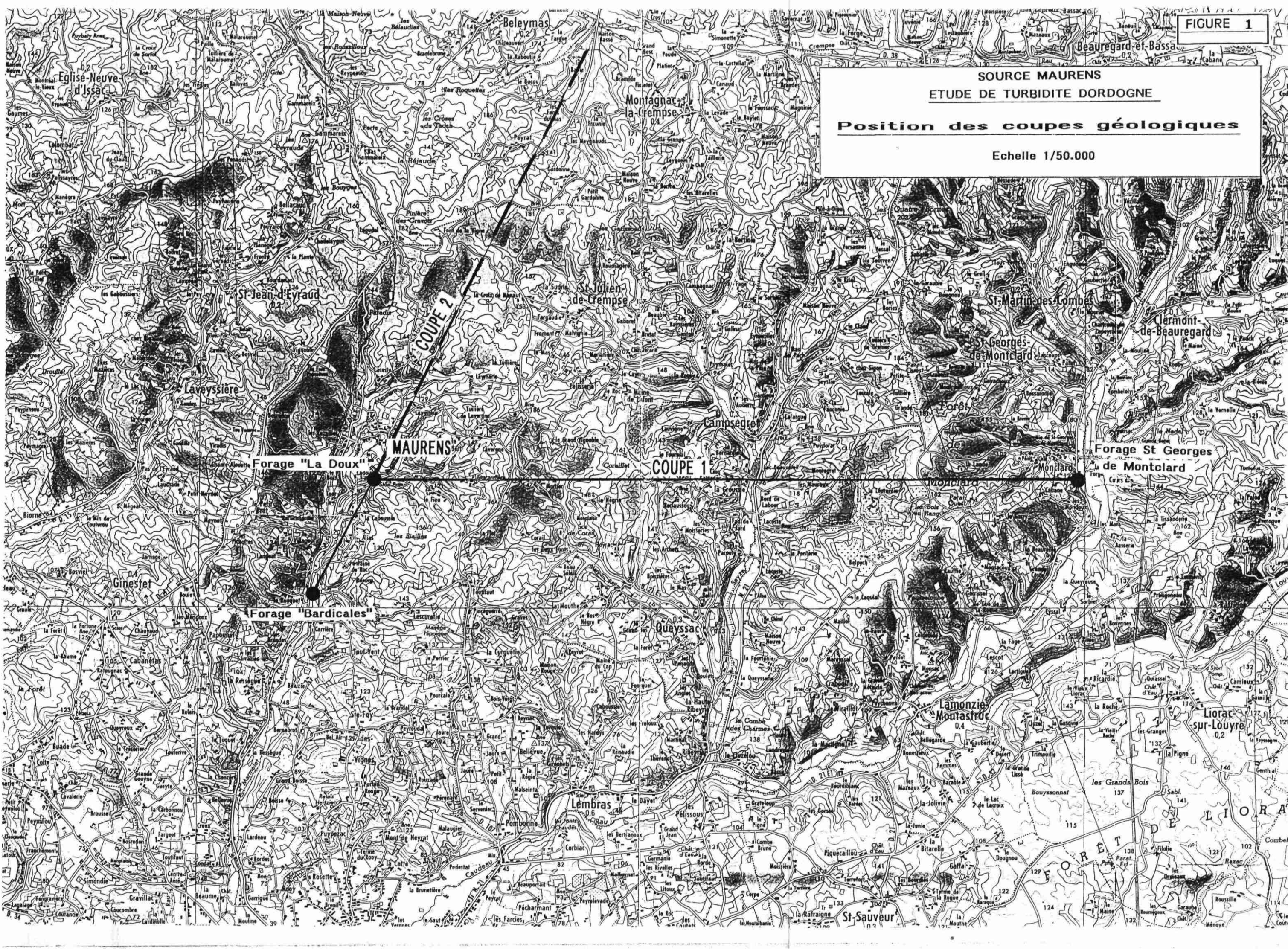
La source est utilisée pour les besoins du Syndicat d'alimentation en eau potable de Maurens au débit de 160 m³/h.

L'équipement des pompes d'exhaure consiste en deux pompes de 90 m³/h et une pompe de 150 m³/h. En étiage prononcé, la source ne fournit pas ce débit.

SOURCE MAURENS
ETUDE DE TURBIDITE DORDOGNE

Position des coupes géologiques

Echelle 1/50.000



2 - Géologie

La géologie du bassin versant de la source du Moulin de Ladoux est composée de la façon suivante :

- sur les plateaux, des recouvrements tertiaires constitués de sable argileux et d'argile ;
- en dessous, le sous-sol est constitué des calcaires crétacés du Campanien terminal appelé "Maestrichtien". Le faciès dominant est représenté par des calcaires gréseux ; ceux-ci reposent sur des calcaires crayo-marneux imperméables.

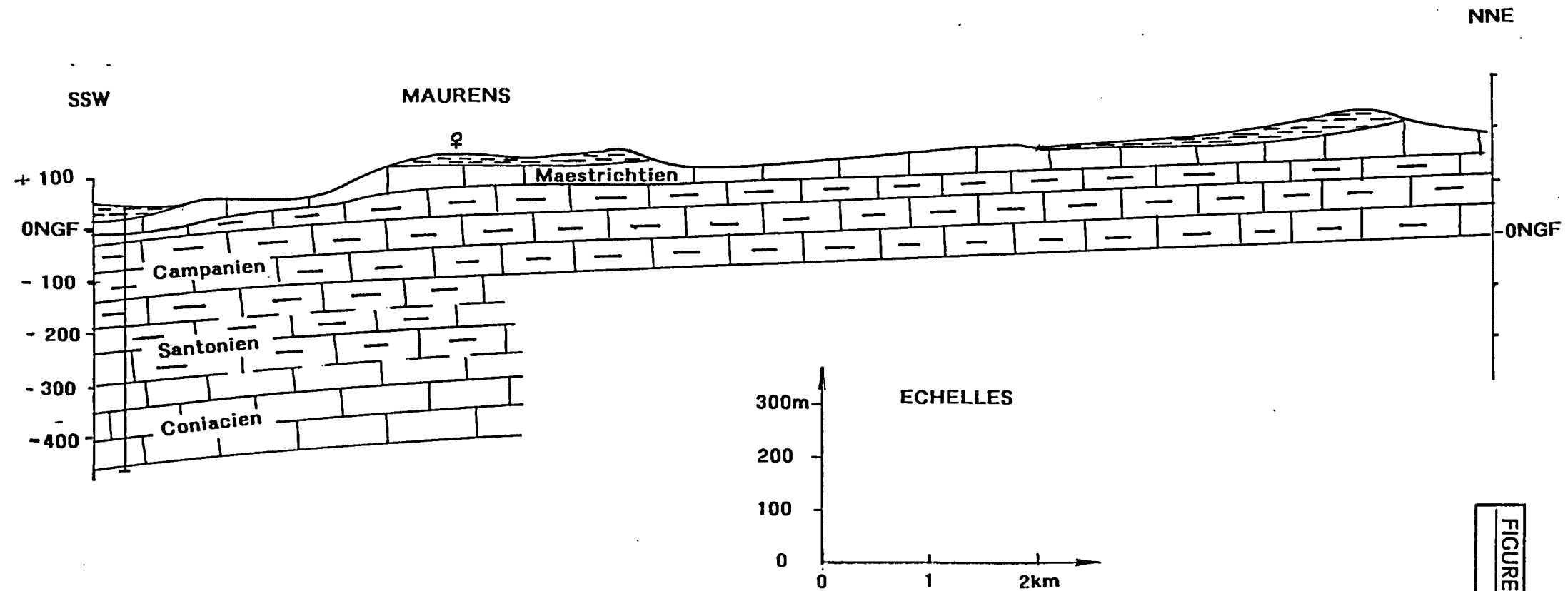
La configuration des calcaires gréseux s'apparente à un karst dont les manifestations en surface sont visibles sous forme de dolines et d'effondrements. L'ensemble du bassin versant est jalonné de ces phénomènes. Ceux-ci peuvent même apparaître sous recouvrement tertiaire (bourg de Maurens). L'extension de ces calcaires est importante et les affleurements visibles dans les zones de vallées s'étendent jusqu'au Nord-Ouest de la commune de St Julien de Crempse.

Une coupe schématique (fig. 1 et 3) Sud-Ouest - Nord-Est ainsi qu'une coupe Est-Ouest entre le sondage réalisé à côté de la source et celui de St Georges de Montclar (fig. 2) indiquent la disposition des couches et les zones probables d'alimentation, parfois entrecoupées de couvertures tertiaires.

Source MAURENS

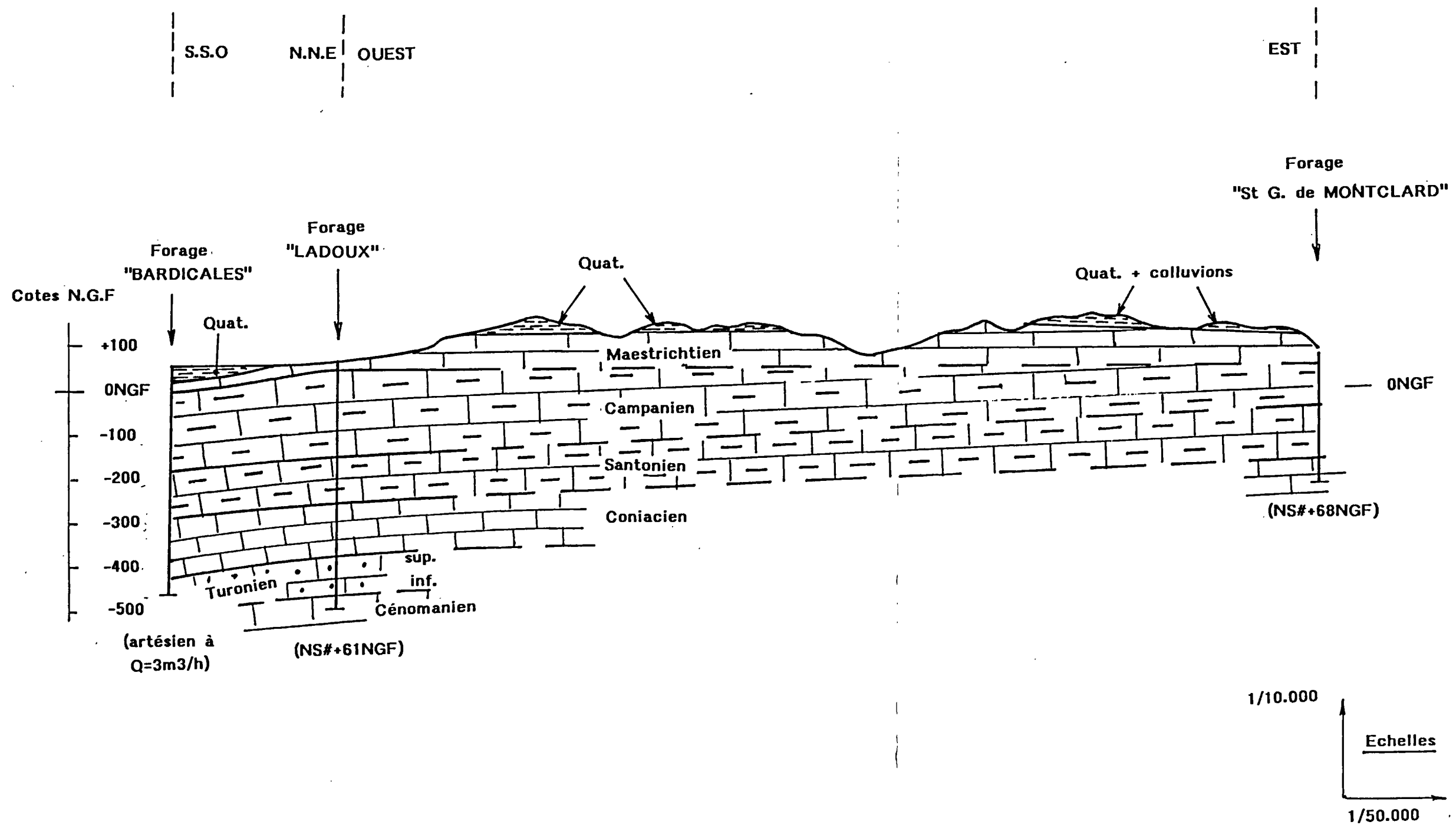
ETUDE TURBIDITE DORDOGNE

COUPE GEOLOGIQUE N°2



Echelle des longueurs 1/50.000

ETUDE TURBIDITE DORDOGNE
COUPE GEOLOGIQUE
Source de MAURENS n°1



3 - Environnement

3.1 - Environnement immédiat

La source est adossée à une falaise boisée. A proximité immédiat se trouvent une ferme et quelques parcelles de cultures (fig. 4).

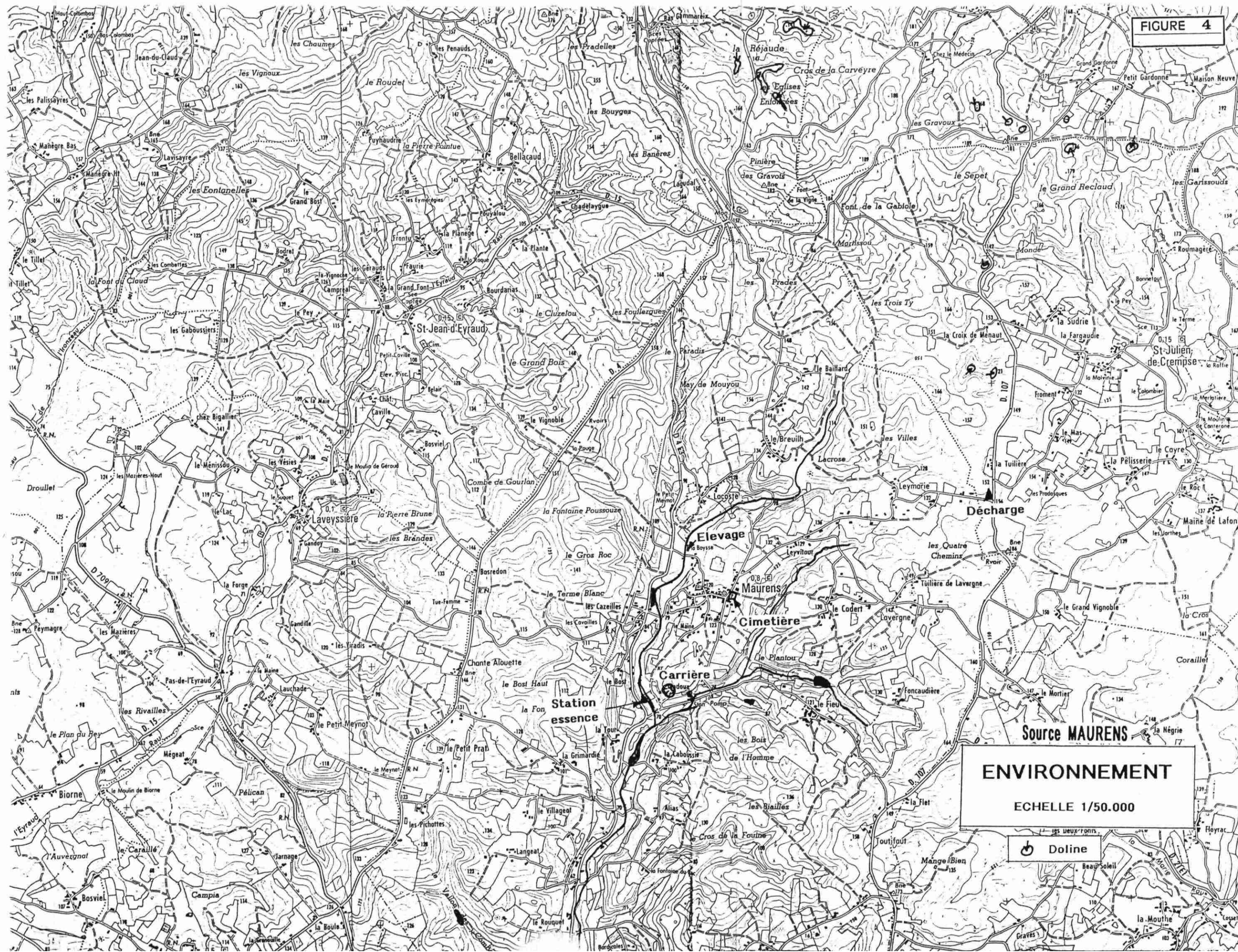
3.2 - Environnement général

La source se situe à l'aval du bourg de Maurens qui ne dispose pas de traitements collectifs des eaux usées. Celles-ci sont éliminées par des dispositifs individuels. Le bourg dispose en revanche d'un petit réseau d'eaux pluviales dont les exutoires constitués de fossés ouverts se dirigent vers les fossés des voies communales. Une partie de ces eaux rejoint les dolines situées entre le bourg et la source.

L'occupation des sols est représentée par des habitations, des cultures et des prairies.

Les points de pollution potentielle repérés sont :

- le cimetière,
- une zone de carrière située au-dessus de la source,
- de nombreuses dolines, au niveau du bourg et du bassin versant,
- les habitations groupées du bourg de Maurens.



ENVIRONNEMENT

ECHELLE 1/50.000

Doline

4 - Bassin versant

Le bassin versant topographique de la source du Moulin de Ladoux s'étend au Nord jusqu'à la limite communale de Maurens. Sa superficie est de 15 km² (fig. 5). La cote maximale du bassin versant est de + 189 m NGF au lieu-dit Font de la Vigne ; l'exutoire est à la cote + 75 m NGF.

Cette valeur peut être comparée à celle du bassin versant calculée à partir des débits à la source et de l'écoulement moyen interannuel. Les données fournies par le SRAE Aquitaine pour des bassins versants équivalents indiquent un écoulement de 3 l/s/km². Le bassin versant d'alimentation calculé par cette méthode est également de 15 km².

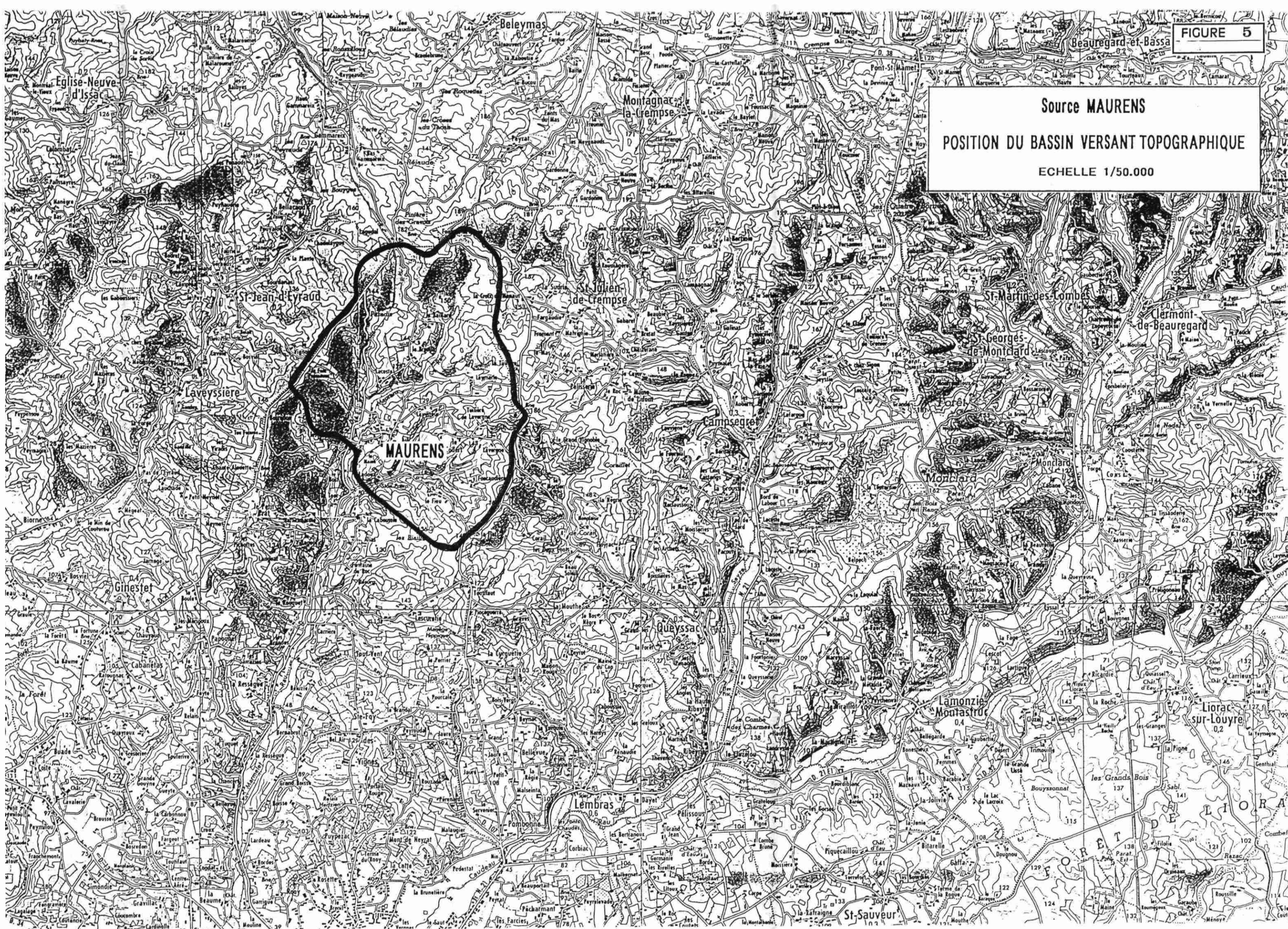
La comparaison des deux valeurs montre qu'il peut y avoir correspondance entre les bassins versants topographique et hydrogéologique.

Piézométrie

Les informations relatives à la piézométrie de la nappe aquifère souterraine du Crétacé dans la région de Maurens ont été reportées sur le plan à 1/100 000 joint (figure 6).

Il apparaît que les variations du niveau piézométrique de la nappe aquifère sont beaucoup moins accentuées que dans les secteurs de Ste Marie de Chignac et de Plazac.

Source MAURENS
POSITION DU BASSIN VERSANT TOPOGRAPHIQUE
ECHELLE 1/50.000



DEPARTEMENT DE LA DORDOGNE
ETUDE DE LA VULNERABILITE DES NAPPES
AQUIFERES DU JURASSIQUE ET DU CRETACE
SOURCE DE MAURENS

PIEZOMETRIE DE LA NAPPE DU CRETACE
ECHELLE : 1/100 000

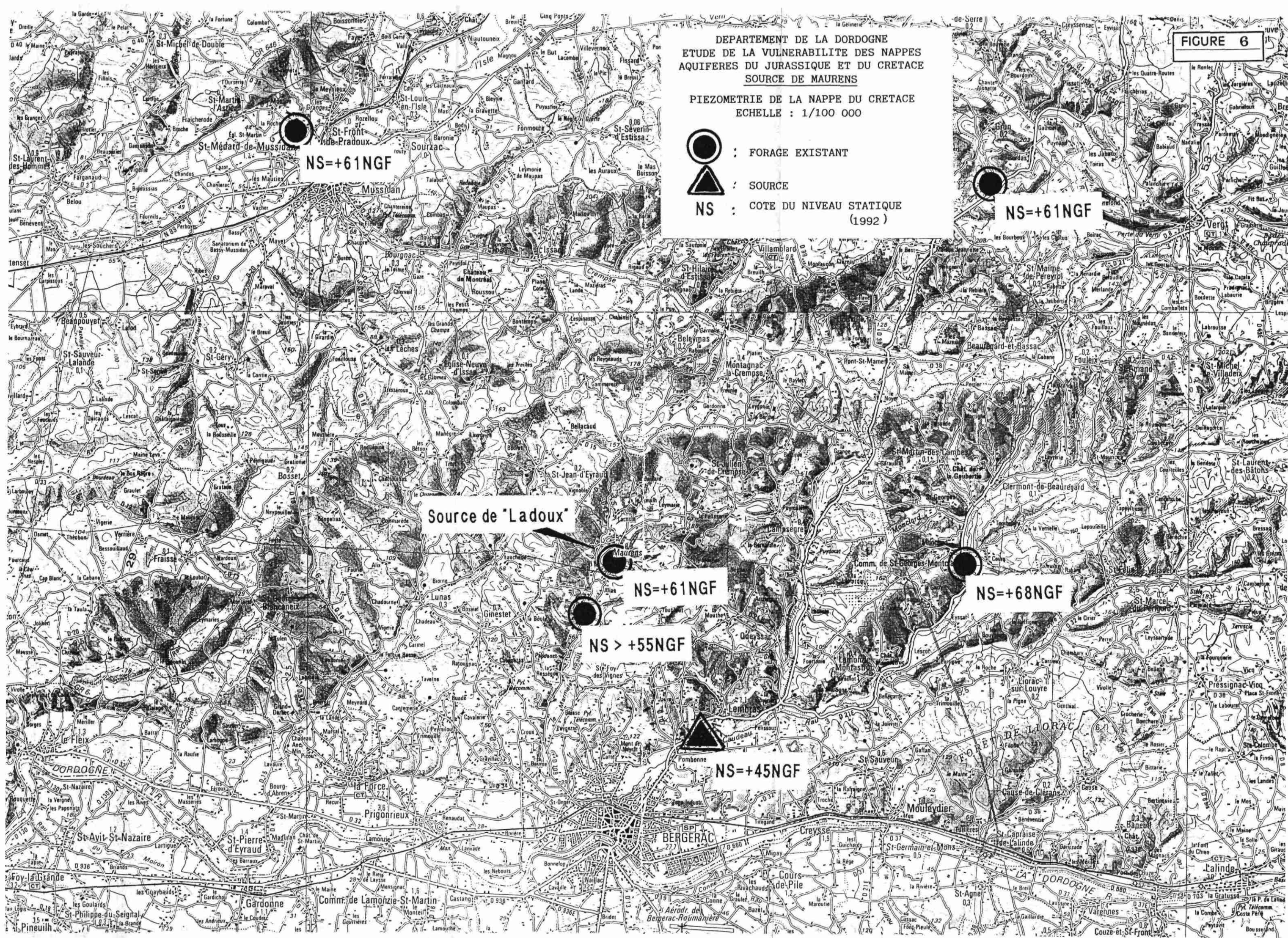


: FORAGE EXISTANT



: SOURCE

NS : COTE DU NIVEAU STATIQUE
(1992)



5 - Climatologie

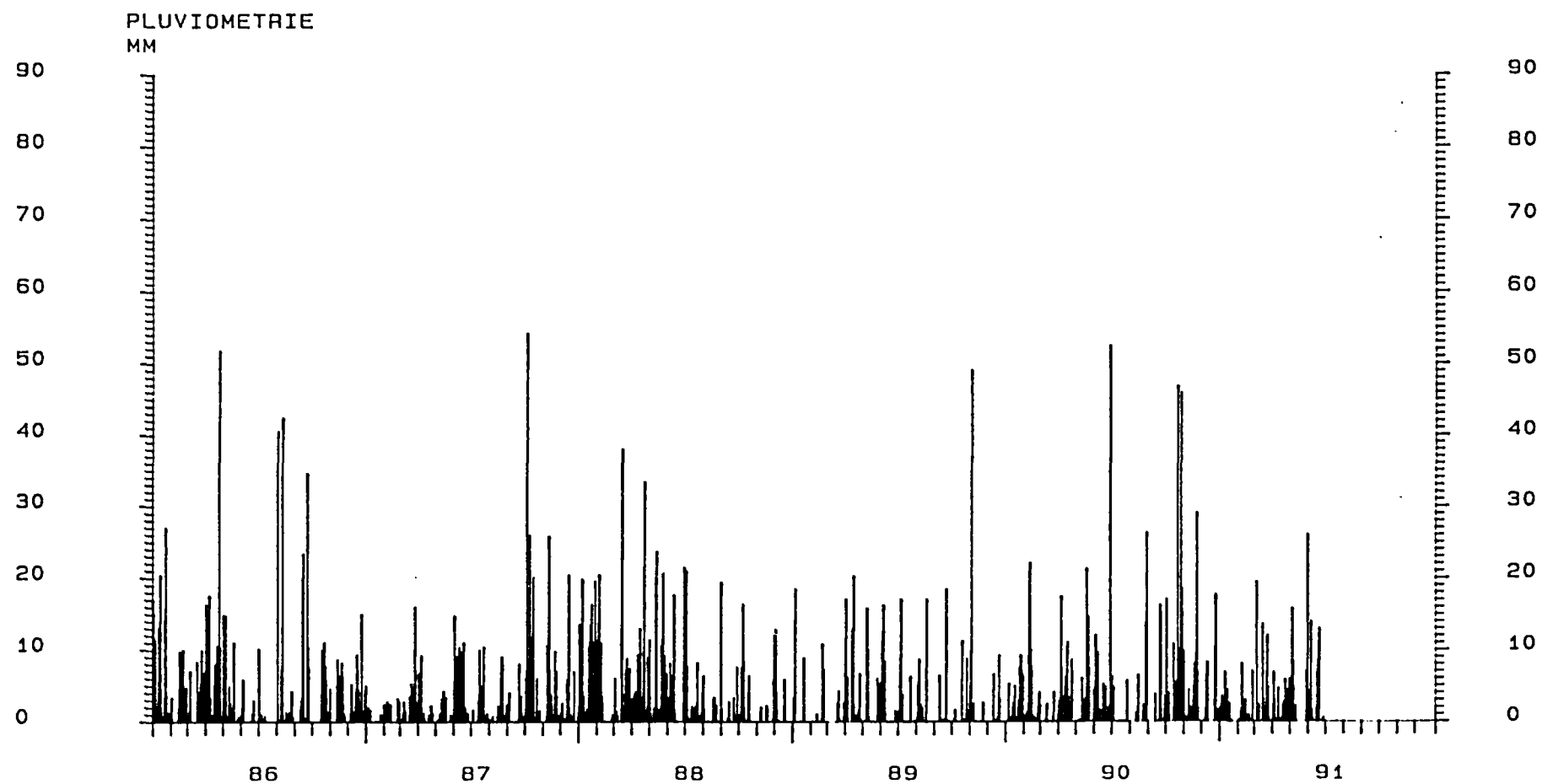
Le poste climatique le plus proche de la source du Moulin de Ladoux est celui de Bergerac (fig. 7). Les séquences pluviométriques de 1985 à 1991 sont les suivantes :

1985	697 mm
1986	888 mm
1987	617 mm
1988	927 mm
1989	605 mm
1990	878 mm
1991	716 mm

La moyenne calculée sur cette série est de 761 mm. Les années 1985, 1987, 1989 et 1991 sont en dessous de la moyenne.

EVOLUTION PLUVIOMETRIQUE

POSTE DE BERGERAC



BRGM.SGR/PAC

6 – Jaugeage de la source du Moulin de Ladoux

Les débits de la source du Moulin de Ladoux ne sont pas suivis continuellement. Seules quelques mesures ont pu permettre d'apprécier les variations de débit à l'exutoire. Le tableau ci-dessous reprend les mesures anciennes disponibles :

Date	23/09/64	21/07/65	20/02/69	19/09/69
Débit	190 m ³ /h	190 m ³ /h	230 m ³ /h	309 m ³ /h
Température	12,6°C	? °C	12,5°C	12,7°C

Une campagne a été réalisée en 1991 à la source du Moulin de Ladoux.

DATE	2 AVRIL 91	31 JUILLET 91	30 SEPTEMBRE 91
DEBIT	<u>255 m³/h</u>	<u>170 m³/h</u>	<u>120 m³/h environ</u>
TEMPERATURE	12,2°C	12,6°C	12,9°C

Les débits hivernaux sont près de 2 fois supérieurs à ceux mesurés à l'étiage. L'incidence pluviométrique est assez importante à la source et son débit est en rapport avec la quantité d'eau tombée. Les températures de l'eau, assez basses et relativement constantes, confirment ces données.

7 - Coloration

7.1 - Coloration du 23 mai 1991

7.1.1 - Choix du lieu d'injection de la fluorescéine

La visite du bassin versant de la source du Moulin de Ladoux a montré que la doline située à 750 m de la source, dans le bourg de Maurens, pouvait servir de zone d'infiltration préférentielle d'effluents. Les données recueillies auprès de la CEO (Compagnie des Eaux et de l'Ozone) indiqueraient une rapidité de réponse à la pluviométrie de quelques jours, donc une alimentation proche. C'est pourquoi la coloration a eu lieu à partir de cette doline.

7.1.2 - Mise en oeuvre de l'opération

Une première coloration a eu lieu le 23/05/91 à 11 h : un préleveur automatique d'échantillon a été mis en place à la station de pompage du Moulin de Ladoux.

Le 23/05 à 16 h, 3 kg de fluorescéine ont été injectés dans la doline après saturation du sol.

Des échantillons d'eau ont été prélevés tout d'abord toutes les 3 h, puis espacés : 70 échantillons ont été prélevés et analysés par un fluorimètre afin de suivre l'évolution de la concentration en fluorescéine.

7.1.3 - Résultats

Les 3 kg de fluorescéine se sont infiltrés rapidement. Les résultats de l'analyse des échantillons montrent un bruit de fond de 10^{-12} kg/l. Les valeurs maximales observées ne dépassent pas 5×10^{-10} kg/l (fig. 8 et 9).

7.1.4 - Analyse

L'opération n'a pas permis de mettre en évidence le passage de la fluorescéine après 24 h. Les premiers résultats entre l'heure d'injection et les premières 24 h n'ont pu être pris en compte par cause de mélange des eaux dans le préleveur. Une seconde coloration a donc eu lieu pour préciser le passage éventuel de la fluorescéine en 24 h. Il est certain qu'au-delà de ce temps la coloration n'est pas mise en évidence.

7.2 - Coloration du 10 décembre 1991

7.2.1 - Mise en oeuvre de l'opération

La seconde coloration avec 3 kg de fluorescéine a eu lieu le 10/12/91 dans la même doline, afin de vérifier si la restitution du colorant pouvait avoir lieu la première journée après l'injection.

Le préleveur a été mis en place le 10/12/91 à 10 h 40 et a fonctionné pendant 48 h à un pas de temps de 2 h.

23 MAI 1991 - COLORATION A MAURENS N°1

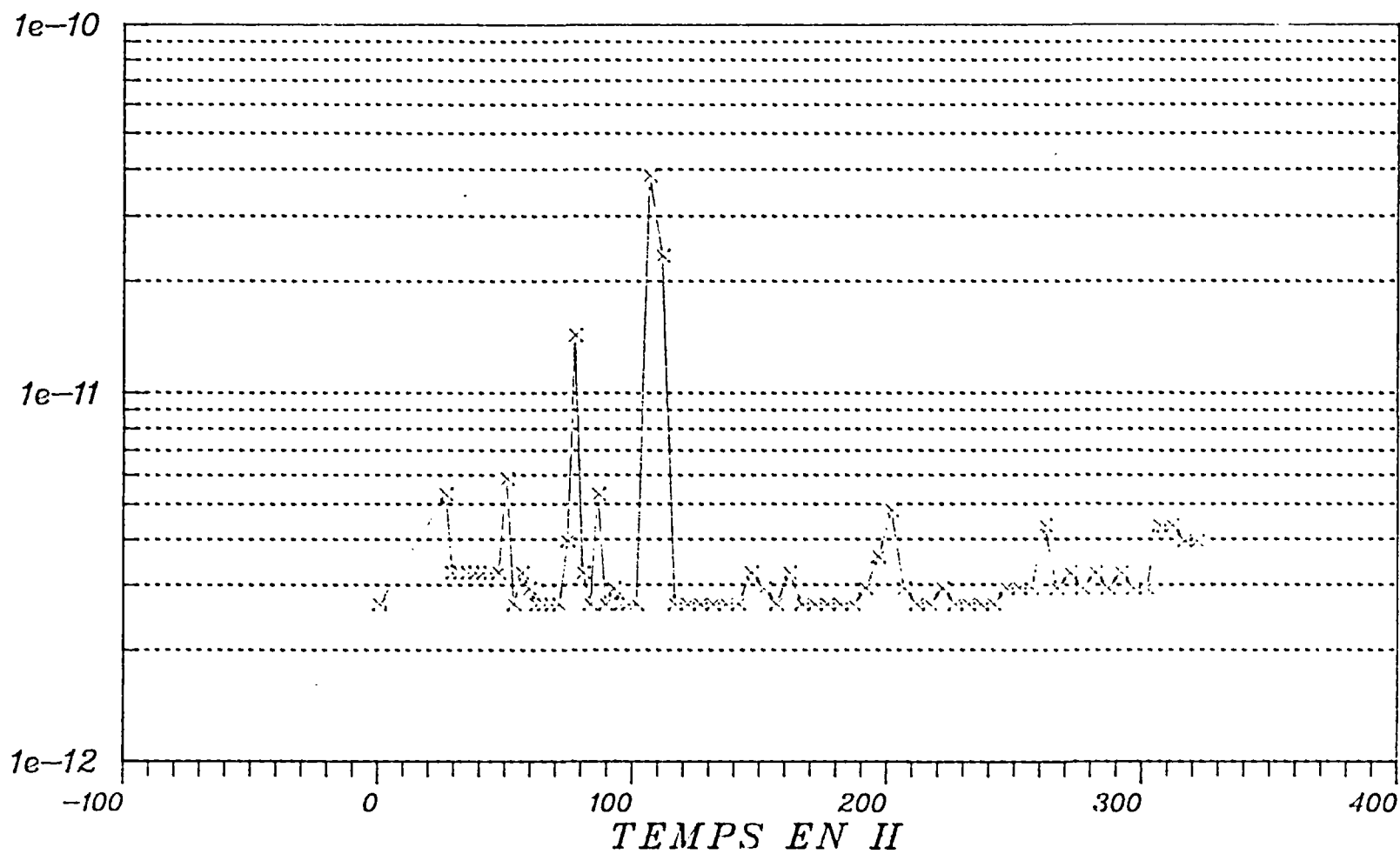


FIGURE 8

23 MAI 1991 - COLORATION A MAURENS N°1

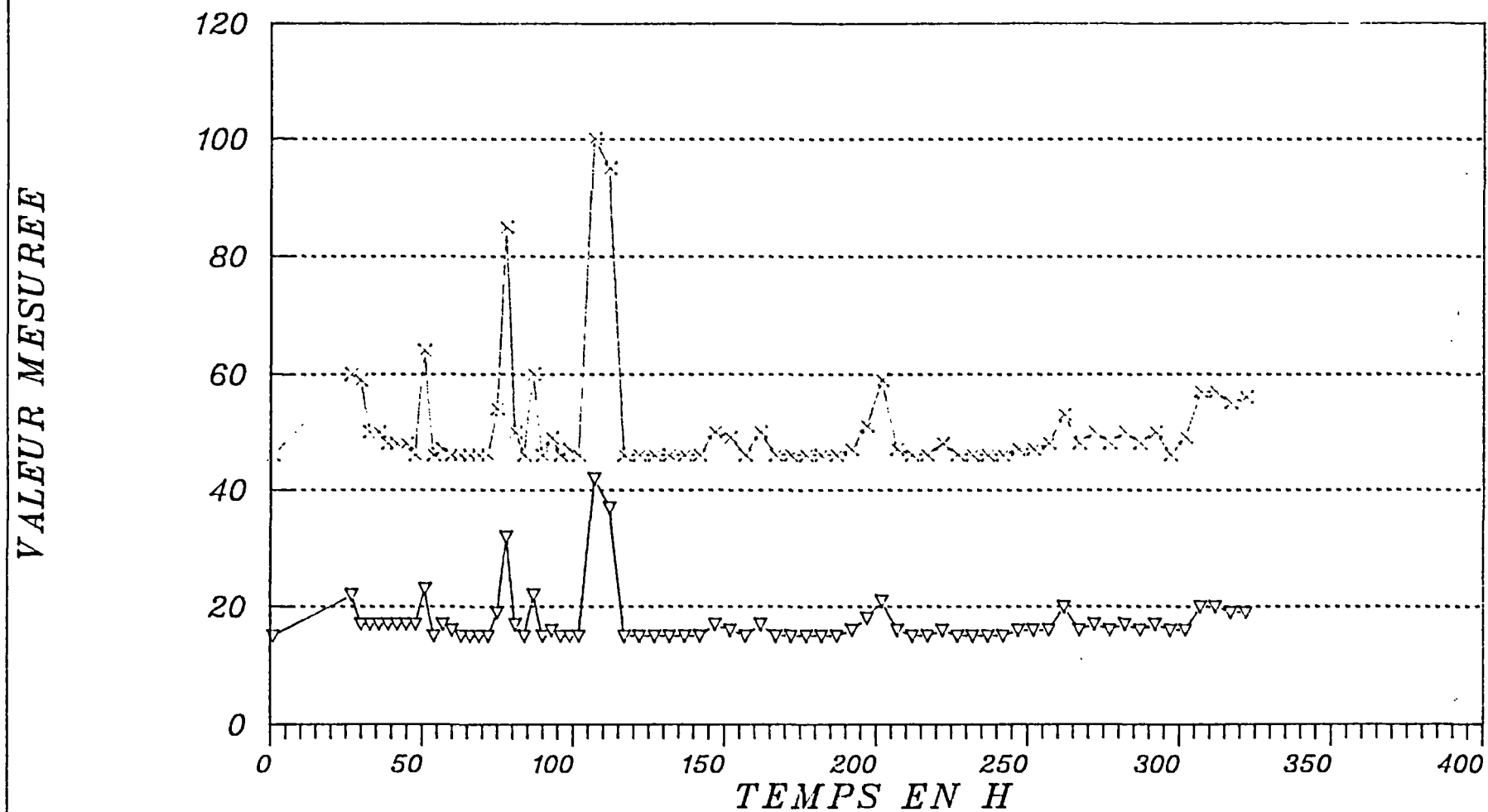


FIGURE 9

Après avoir saturé le terrain, l'injection a eu lieu à 14 h 30 et a duré 1 h. La concentration initiale du mélange était de 19×10^{-3} kg/l.

Dans le même temps, 5 fluocapteurs ont été mis en place afin de vérifier si le colorant ne ressortait pas ailleurs qu'à la source :

- fluocapteur 1 en amont de la source, le long de ruisseau du Plantou,
- fluocapteur 2 à la confluence entre les ruisseaux du Plantou et de Ladoux,
- fluocapteur 3 au lieu-dit Le Maine,
- fluocapteur 4 au lieu-dit La Baysse,
- fluocapteur 5 à la source du Moulin de Ladoux.

Les fluocapteurs ont été retirés 48 h après l'injection.

7.2.2 - Résultats

Durant la période d'observation, aucune précipitation n'a été enregistrée, en provoquant pas d'interférence avec la coloration.

L'analyse de 24 flacons montre un bruit de fond identique à celui observé lors de la première coloration. Par contre, au bout de 25 h, on observe une augmentation de la fluorescéine pendant 4 h, puis une décroissance de près de 11 h avant de redonner les valeurs du bruit de fond. L'allure générale de la courbe indique le passage de la fluorescéine à partir de 25 h, à des concentrations faibles (env. 5×10^{-11} kg/l).

Le fait est confirmé par les observations des fluocapteurs (les résultats sont indiqués en valeur mesurée) :

- fluocapteur 1	55
- fluocapteur 2	100
- fluocapteur 3	30
- fluocapteur 4	0
- fluocapteur 5	34

La fluorescéine a été repérée par 4 capteurs.

7.2.3 - Commentaires

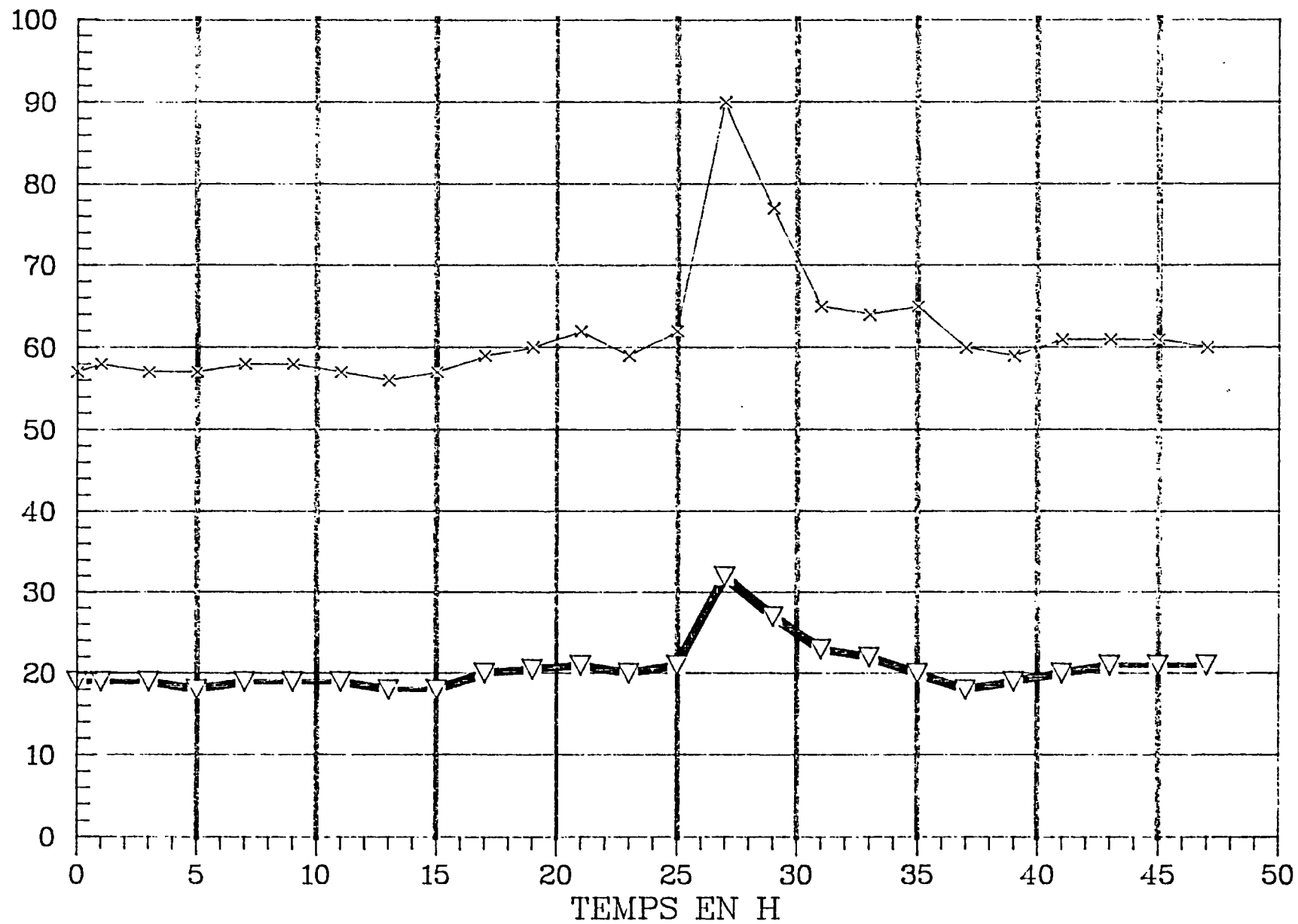
Les deux colorations réalisées à Maurens montrent (fig. 10) :

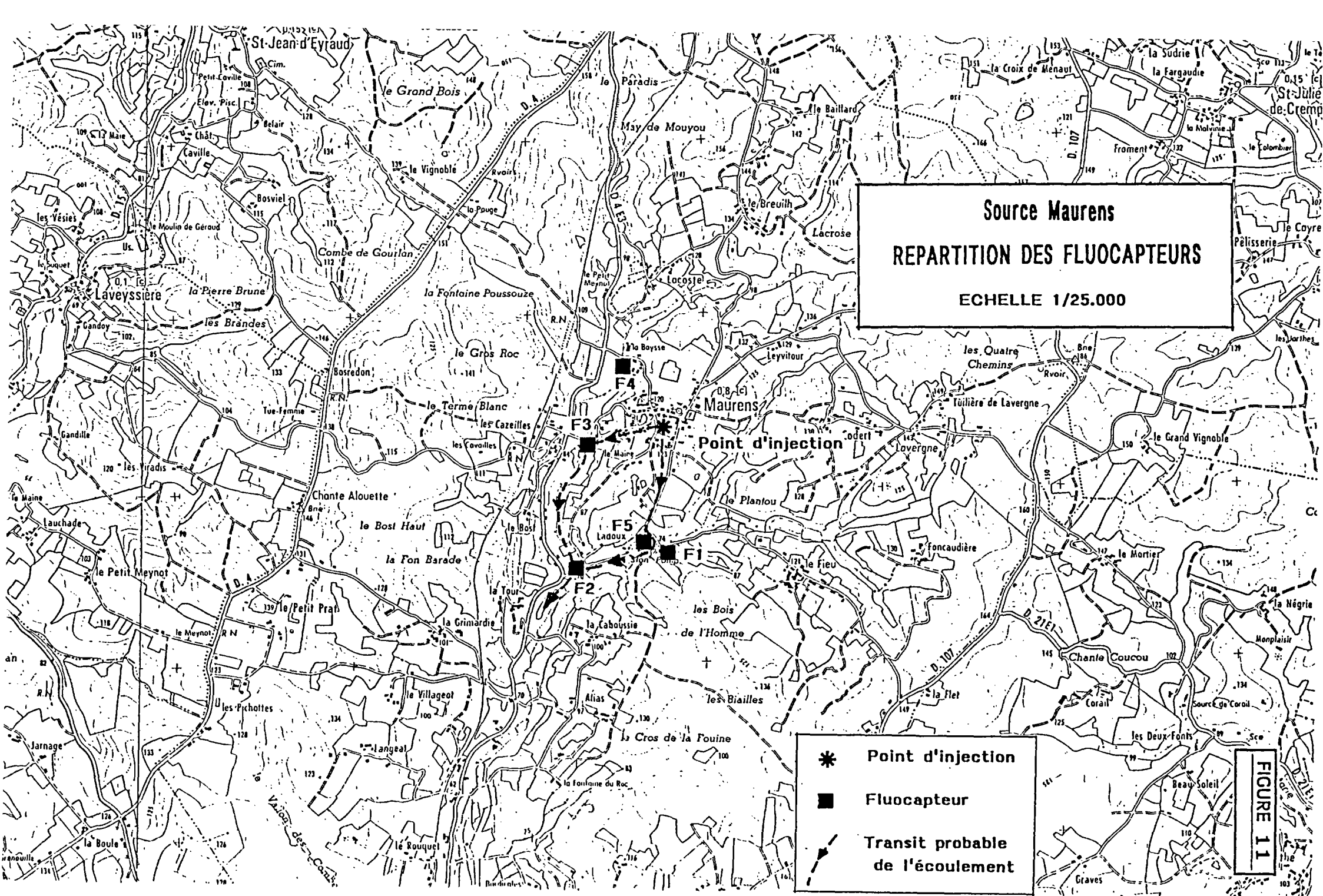
- une vitesse de transfert des eaux souterraines de l'ordre de 30 m/h,
- un écoulement divergeant par rapport aux zones d'infiltration, puisque de la fluorescéine est ressortie au Plantou, au Maine, etc., sauf à La Baysse (fig. 11).

La source de Ladoux constitue l'exutoire essentiel mais pas exclusif des circulations souterraines.

COLORATION A MAURENS (10/12/1991) N°2

VALEUR MESUREE





8 - Analyses chimiques

Les analyses chimiques de 1986 à 1991 ont été fournies par la DDASS. Durant l'année 1991, une série de prélèvements a été réalisée à la source.

L'analyse statistique a porté sur les éléments suivants :

- température,
- turbidité,
- pH,
- dureté,
- bicarbonate,
- chlorures,
- sulfates,
- calcium,
- magnésium,
- fer,
- matière organique,
- nitrate,
- résistivité.

Les variables nitrite et ammonium sont généralement nulles et n'ont pas été prises en compte dans les calculs statistiques.

8.1 - Analyse statistique

- Paramètres statistiques élémentaires

Paramètres statistiques élémentaires

```

*****
* Variable !Nombre! Valeur ! Valeur ! Moyenne! Ecart ! Coeff.* Moyenne!Dev. *
*          !d'obs.!minimale!maximale! arithm ! type !variat.* geom !geom.*
*****
* TEMP      !      5!    12.1 !    12.6 !    12.4!    0.2!    0.02*    12.4! 1.02*
* TURB      !     19!     0.2 !    13.0 !     1.7!    2.8!    1.62*     1.1! 2.42*
* PH         !     19!     7.1 !     7.9 !     7.5!    0.2!    0.03*     7.5! 1.03*
* TH         !     19!    24.0 !    27.7 !    26.1!    1.1!    0.04*    26.1! 1.04*
* HCO3       !     19!   271.0 !   326.0 !   305.7!   13.3!    0.04*   305.0! 1.05*
* CL         !     19!    12.9 !    16.5 !    14.9!    0.9!    0.06*    14.8! 1.07*
* SO4        !     19!     4.2 !    11.7 !     8.5!    1.7!    0.20*     8.3! 1.25*
* CA         !     19!    91.0 !   105.0 !    97.8!    3.7!    0.04*    97.6! 1.04*
* MG         !     19!     2.7 !     7.0 !     4.2!    1.2!    0.28*     4.0! 1.30*
* FE         !     19!     0.0 !     0.4 !     0.1!    0.1!    1.94*     0.1! 1.88*
* MO         !     19!     0.0 !     1.2 !     0.4!    0.4!    0.88*     0.6! 1.55*
* NO3        !     19!     6.1 !    11.5 !     8.1!    1.3!    0.16*     8.0! 1.16*
* RESI       !     19!  1830.0 !  2490.0 !  2073.8!   140.4!    0.07*  2065.5! 1.07*
*****

```

Les valeurs observées à la source sont quasiment stables, avec de très faibles variations, hormis la turbidité, le fer et la matière organique.

Le débit de base des écoulements de la source a une origine constante et n'est perturbée que par les épisodes pluvieux libérant les éléments argilo-ferreux.

L'observation de l'évolution des teneurs en nitrates n'indique pas une augmentation sensible (fig. 12) pour la période étudiée.

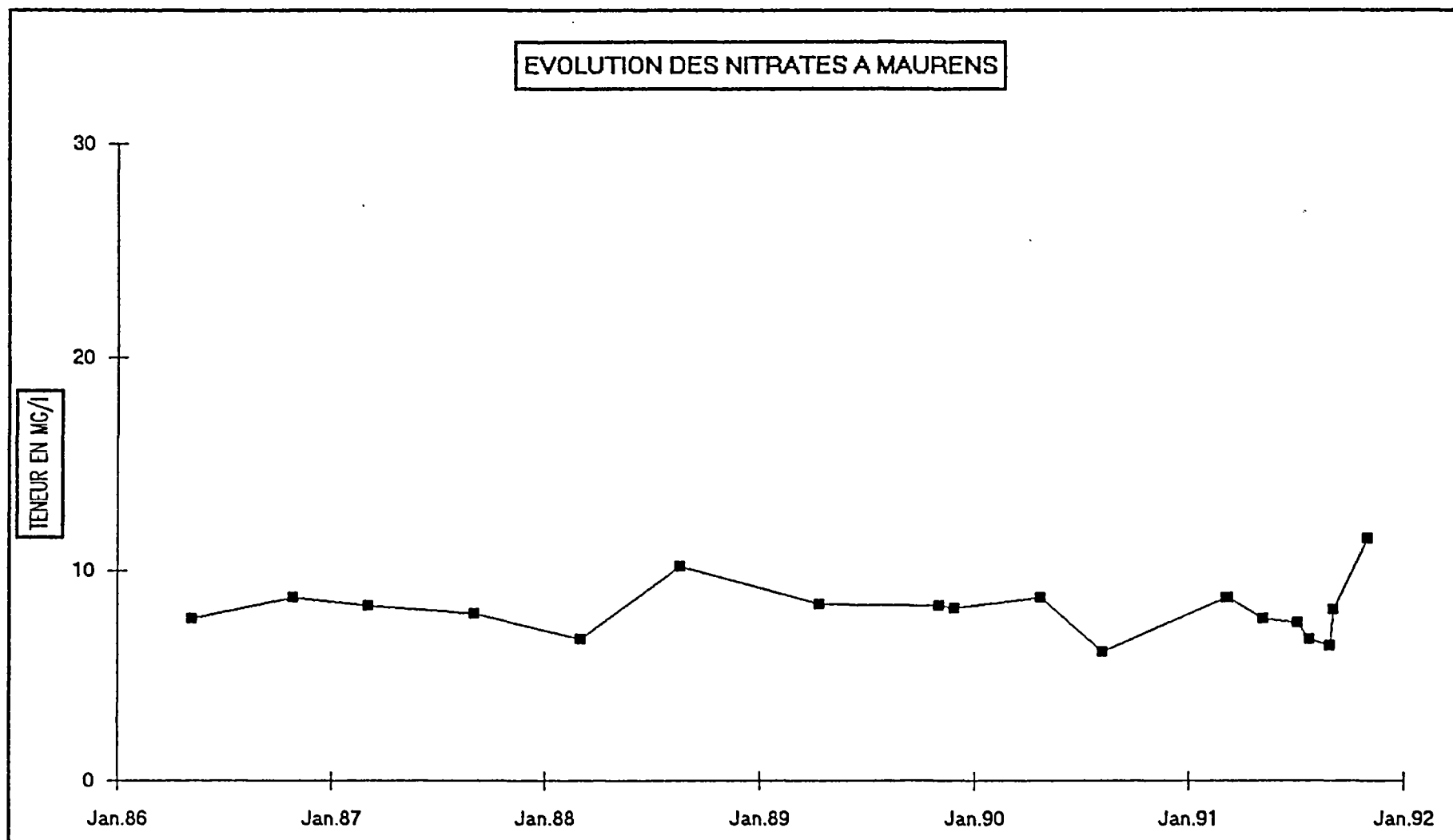


FIGURE 12
BRCM

8.2 - Corrélations

8.2.1 - Corrélation entre les variables chimiques

Les coefficients de corrélation ont été calculés pour chaque couple de variables. Les teneurs entre deux variables sont dépendantes quand le coefficient de corrélation est proche de 1 :

- Matrice de corrélations

	TEMP	TURB	PH	TH	HCO3	CL	SO4	CA	MG	FE	MO	NO3	P2O5	RESI	PU1J	PU2J	PU3J	PU5J	P10J
TEMP	1.00																		
TURB	-0.55	1.00																	
PH	0.40	-0.30	1.00																
TH	-0.44	-0.12	0.24	1.00															
HCO3	-0.42	-0.12	-0.07	0.93	1.00														
CL	0.54	-0.57	0.95	0.15	-0.12	1.00													
SO4	-0.01	0.36	-0.52	-0.89	-0.80	-0.48	1.00												
CA	-0.38	-0.16	0.10	0.98	0.98	0.04	-0.88	1.00											
MG	-0.52	-0.04	0.38	0.95	0.78	0.27	-0.82	0.87	1.00										
FE	0.38	-0.74	-0.20	0.27	0.49	0.01	-0.41	0.43	0.01	1.00									
MO	0.03	0.35	0.78	0.23	-0.06	0.55	-0.36	0.08	0.40	-0.61	1.00								
NO3	0.62	-0.68	0.73	-0.22	-0.44	0.88	-0.09	-0.31	-0.09	0.04	0.22	1.00							
P2O5	-0.70	0.36	0.26	0.83	0.66	0.05	-0.61	0.72	0.92	-0.31	0.54	-0.32	1.00						
RESI	-0.87	0.12	-0.50	0.47	0.52	-0.48	-0.06	0.47	0.49	0.03	-0.41	-0.46	0.49	1.00					
PU1J	-0.30	-0.70	-0.75	-0.63	-0.45	-0.82	0.85	-0.57	-0.62	-0.41	-0.33	-0.59	-0.31	0.12	1.00				
PU2J	0.03	0.47	-0.76	-0.69	-0.43	-0.77	0.78	-0.57	-0.79	-0.08	-0.46	-0.53	-0.57	-0.12	0.91	1.00			
PU3J	0.30	-0.17	-0.72	-0.33	0.03	-0.57	0.29	-0.12	-0.59	0.66	-0.79	-0.37	-0.65	-0.07	0.40	0.70	1.00		
PU5J	0.08	-0.51	-0.63	0.05	0.35	-0.41	0.00	0.22	-0.19	-0.86	-0.92	-0.21	-0.41	0.34	0.03	0.26	0.81	1.00	
P10J	-0.17	-0.22	-0.84	-0.27	0.00	-0.62	0.46	-0.14	-0.40	0.45	-0.98	-0.27	-0.48	0.50	0.44	0.50	0.70	0.84	1.00

La turbidité se corrèle assez bien avec le fer et les nitrates, et pratiquement à aucune autre variable chimique.

8.2.2 - Corrélation avec les variables liées à la pluie

Afin de pouvoir estimer l'influence de la pluviométrie, 5 variables ont été créées :

- PU1J : pluie tombée le jour du prélèvement,
- PU2J : pluie cumulée du jour du prélèvement et du jour précédent,
- PU3J : pluie cumulée du jour du prélèvement et des 2 jours précédents,
- PU5J : pluie cumulée du jour du prélèvement et des 5 jours précédents,
- PU10J : pluie cumulée du jour du prélèvement et des 10 jours précédents.

La turbidité est liée à la pluie de 1 jour (coefficient 0,70) et elle devient quasiment indépendante des précipitations plus longues.

Les autres variables indices de pollution sont dépendantes des pluies de la façon suivante :

- les nitrates comme la turbidité sont surtout liés à la pluie à 1 jour,
- le fer dépend essentiellement de la pluie cumulée sur 5 jours,
- la matière organique est très dépendante des épisodes pluvieux de 5 jours et plus.

8.3 - Analyse en composante principale

L'analyse en composante principale permet de visualiser les relations existant entre les variables chimiques par projection sur un système d'axes, appelée "composante principale". Ce système a l'avantage d'intégrer la totalité des mesures et des variables.

Les variables analysées ont été celles dont nous disposons par les analyses chimiques et les variables de pluies de 1 à 5 jours. Les variables ammonium et nitrite n'ont pas été prises en compte.

Les valeurs de variables dans le système des vecteurs propres sont données dans le tableau suivant :

Résultats sans rotation des facteurs

Analyse factorielle en composantes principales (traitement sur valeurs naturelles)

m	1	2	3	4	5	
* Valeur propre *	6.749	4.843	3.796	1.135	0.106	*
* Pourcentage *	37.5	26.9	21.1	6.3	0.6	*

* f (TEMP) *	-0.199	-0.674	0.571	0.324	0.073	*
* f (TURB) *	-0.184	0.224	-0.859	0.323	0.081	*
* f (PH) *	0.663	-0.681	0.026	0.089	0.079	*
* f (TH) *	0.908	0.487	0.114	0.086	0.041	*
* f (HCO3) *	0.575	0.696	0.257	0.186	0.032	*
* f (CL) *	0.572	-0.713	0.265	-0.085	0.086	*
* f (SO4) *	-0.832	-0.161	-0.349	-0.275	0.129	*
* f (CA) *	0.700	0.585	0.235	0.162	0.034	*
* f (MG) *	0.882	0.344	-0.087	-0.073	0.057	*
* f (FE) *	-0.011	0.299	0.906	0.103	0.047	*
* f (MO) *	0.575	-0.465	-0.493	0.365	0.071	*
* f (NO3) *	0.220	-0.790	0.341	-0.369	0.111	*
* f (P2O5) *	0.759	0.380	-0.436	0.046	0.060	*
* f (RESI) *	0.160	0.752	-0.158	-0.567	0.092	*
* f (PU1J) *	-0.777	0.233	-0.503	0.037	0.103	*
* f (PU2J) *	-0.681	0.249	0.037	0.276	0.079	*
* f (PU5J) *	-0.383	0.528	0.694	-0.103	0.066	*
* f (PU3J) *	-0.677	0.351	0.516	0.266	0.061	*

Tableau no :
Analyse factorielle en composantes principales
(Traitement sur valeurs naturelles)

Les 3 premières composantes expliquent 85 % de la variance des variables.

Le report des variables sur les axes factoriels permet de regrouper certaines variables entre elles et de fournir une explication physique aux phénomènes.

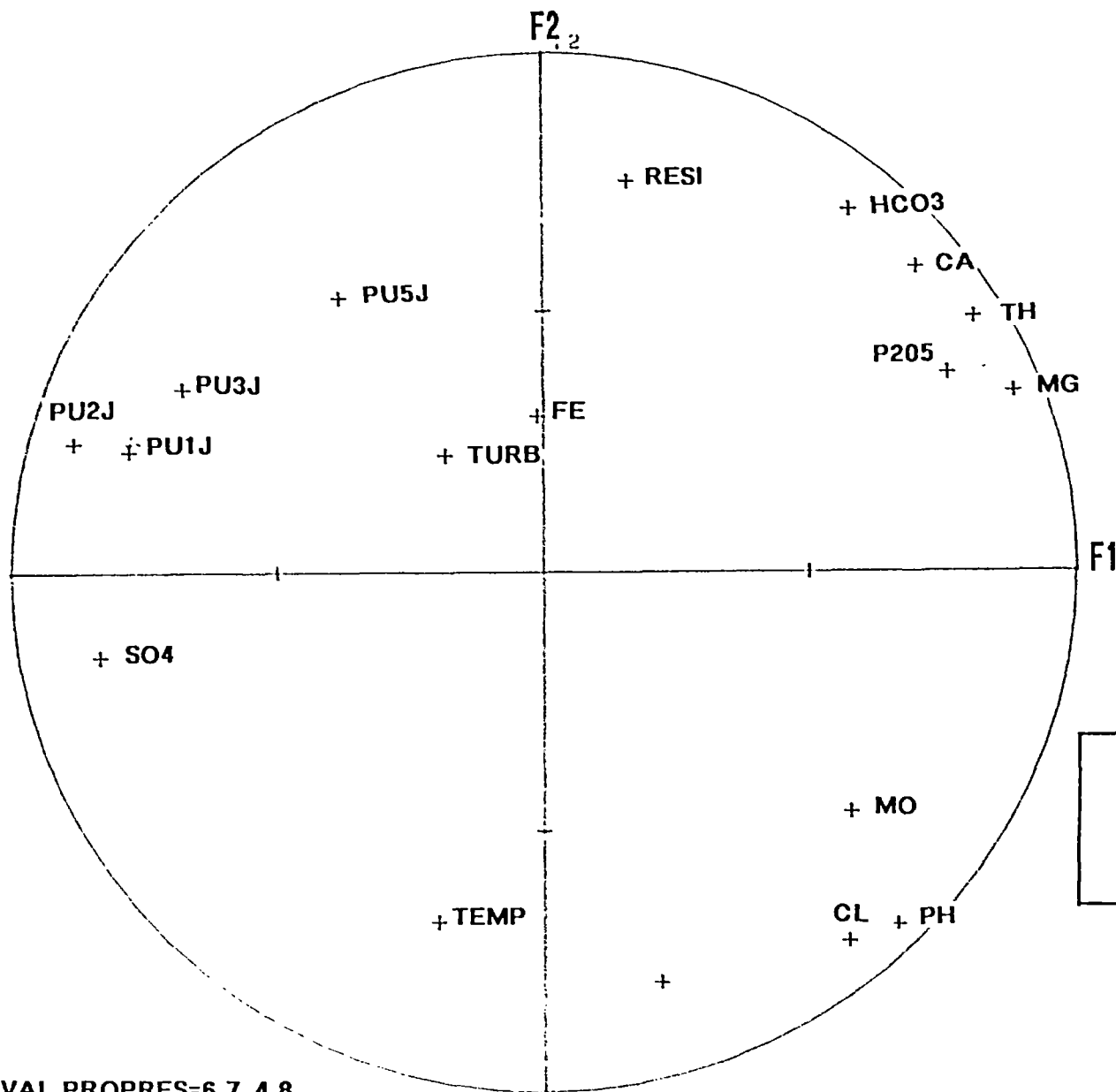
Les reports sur les axes 1, 2, 3 montrent (fig. 13, 14, 15):

- que la composante F1 est liée aux variables suivantes : la dureté, les sulfates, le calcium, le magnésium, les phosphates d'une part, et aux variables de pluie PU1J et PU2J ;
- que la composante 2 est liée aux bicarbonates, aux chlorures, aux nitrates et à la résistivité ;
- que la composante 3 est liée à la turbidité, au fer et aux variables de pluie à 1 jour et 5 jours.

De plus, le long des axes, les variables s'opposent, notamment sur l'axe 3 où le fer et la PU5J sont opposés à la turbidité et à la pluie à 1 jour.

L'explication physique des composantes doit se rapprocher de celles qui suivent :

- la composante F1 constitue l'alimentation de la nappe et son caractère calcique,
- la composante F2 constitue la minéralisation de l'aquifère,
- la composante F3 représente la libération des argiles et des ions ferreux aux phénomènes pluviométriques.

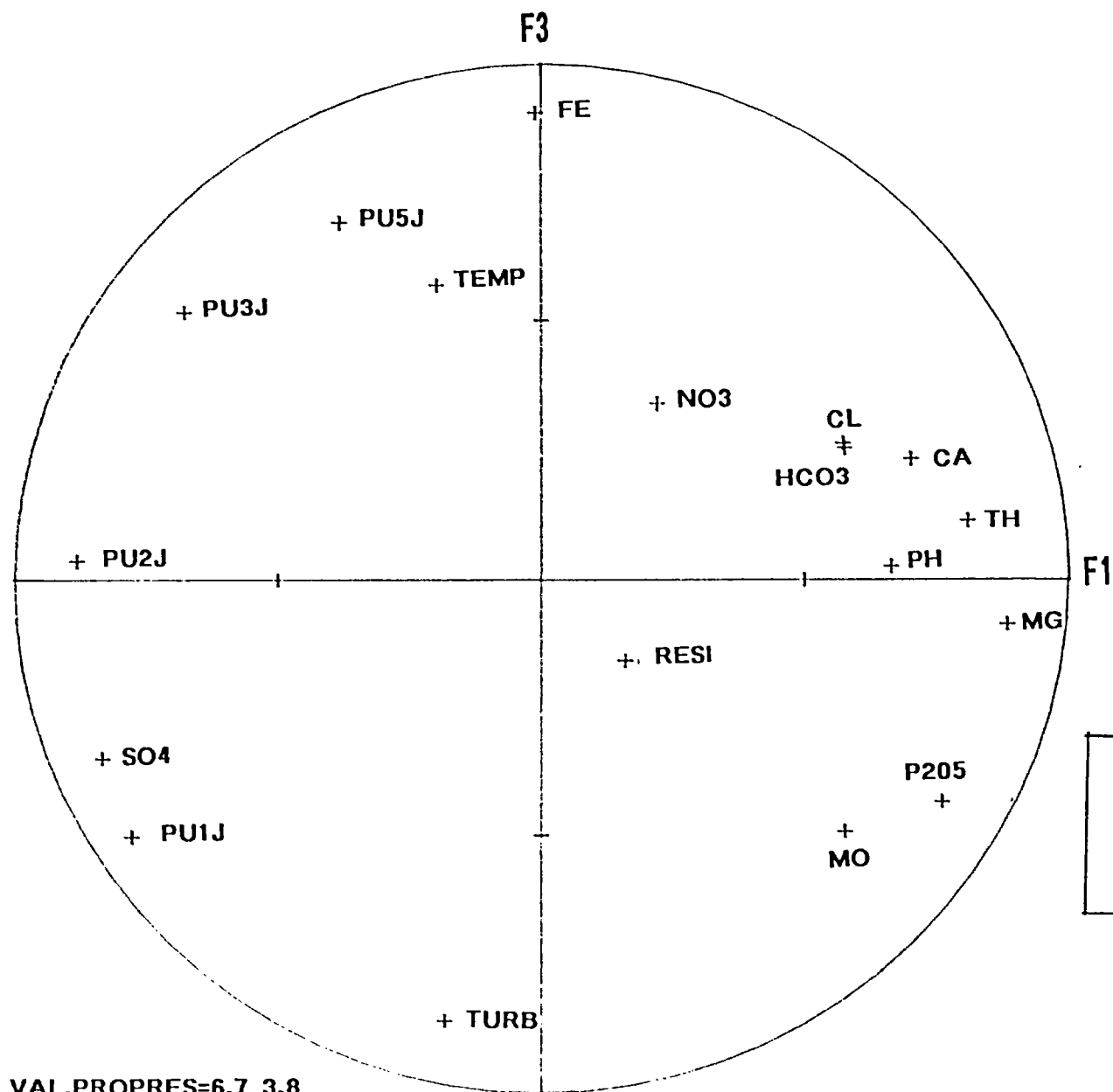


Source MAURENS

ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE

Report sur les axes F1 et F2

VAL.PROPRES=6.7 4.8
INERTIE =37.5 26.9

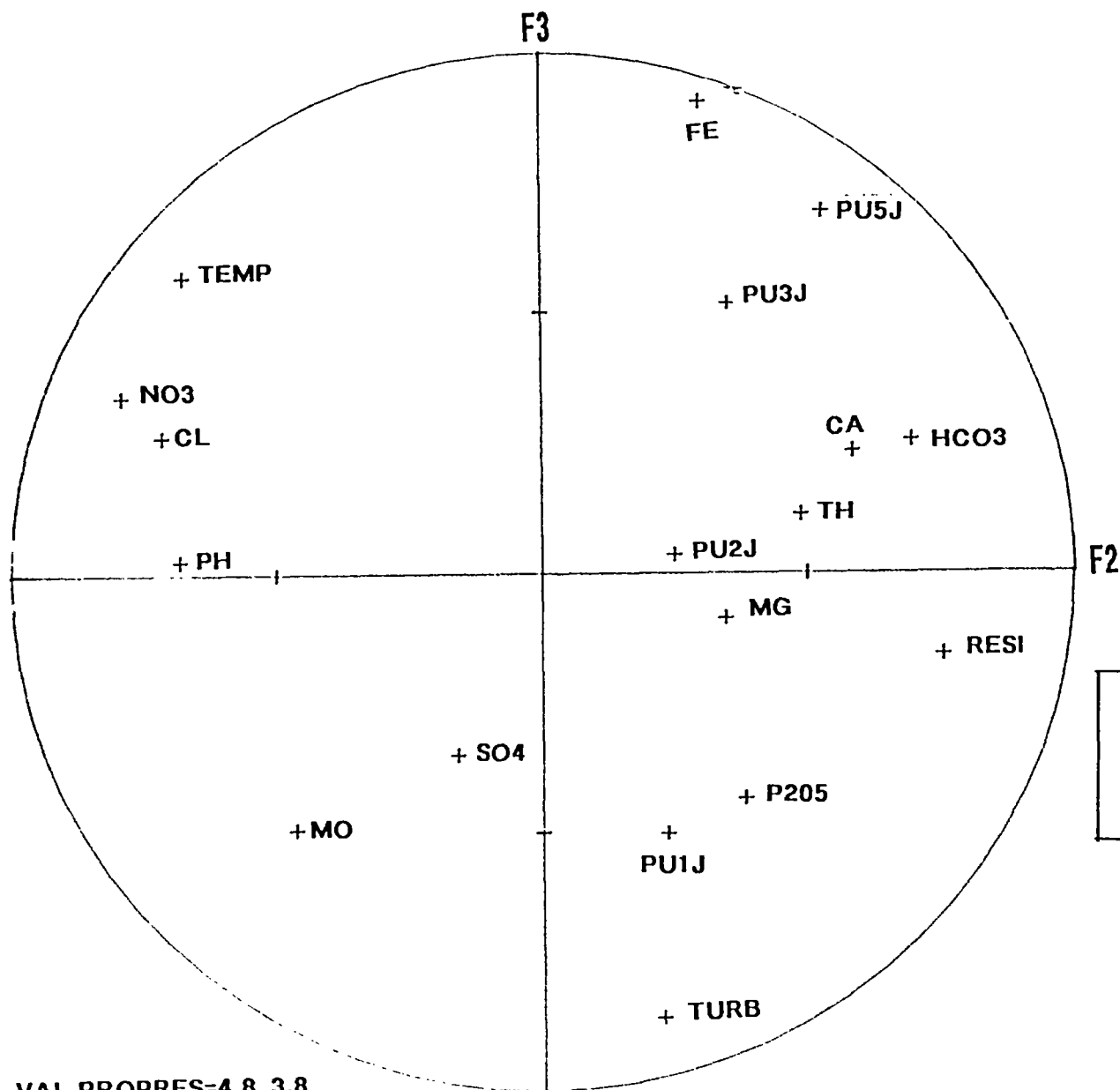


VAL.PROPRES=6.7 3.8
INERTIE =37.5 21.1

Source MAURENS

ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE

Report sur les axes F1 et F3



VAL.PROPRES=4.8 3.8
INERTIE =26.9 21.1

Source MAURENS

ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE

Report sur les axes F2 et F3

8.4 - Commentaires

La synthèse des analyses physico-chimiques de la source du Moulin de Ladoux permet une approche de compréhension du système aquifère en définissant deux phénomènes :

- il existe un apport de base d'eau relativement peu profonde, au débit régulier et à la température faible, avec une eau de qualité. Cet apport peut correspondre à la vidange assez lente des eaux retenues dans le réservoir tertiaire (limon et sable à faible perméabilité) ;
- lorsqu'une pluie d'intensité suffisante se produit, il apparaît, après 24 h, une augmentation de la turbidité de l'eau de la source. Ceci semble dû à des infiltrations proches et rapides (dolines). Si la pluie se poursuit, la turbidité décroît mais, après 5 jours, les teneurs en matières organiques et en fer augmentent sensiblement ;
- ceci peut s'expliquer par un transit des eaux à travers les formations tertiaires : ce cheminement induit un retard à l'écoulement et une augmentation de la teneur en fer des eaux souterraines.

9 - Analyse du tritium

L'analyse de la teneur en tritium a été réalisée sur l'eau de la source du Moulin de Ladoux, prélevée en mars 1991.

La valeur obtenue en unités tritium est de 17 ± 3 UT : ceci est caractéristique d'une eau rapidement alimentée par les pluies en comparaison avec les valeurs obtenues au poste de Thonon les Bains.

10 – Bilan et propositions pour améliorer la qualité des eaux

10.1 - Rappel des données principales

Les données principales recueillies dans les chapitres précédents sont :

- un bassin versant de 15 km², composé de terrains crétacés recouverts par endroits par des sables et argiles tertiaires,
- une situation de la source à l'aval du bourg,
- une vitesse d'écoulement des eaux souterraines de 30 à 45 m/h,
- une température de l'eau de 12,4°C,
- un débit d'exhaure de 120 à 310 m³/h selon les périodes,
- une turbidité dépendant de la pluie tombée à 1 jour,
- une teneur en fer et en matière organique dépendant d'épisodes pluvieux de 5 jours ou plus.

10.2 - Circulation hydrogéologique

Les phénomènes analysés précédemment permettent de préciser le schéma de parcours de l'eau alimentant la source du Moulin de Ladoux :

- l'alimentation de base provient du Maestrichtien, qui est lui-même alimenté soit directement à partir de pluies, soit par l'intermédiaire de la couverture tertiaire. Lors des épisodes pluvieux, les eaux s'infiltrant sur le Maestrichtien et rejoignent directement les circulations souterraines, entraînant en 24 h des phénomènes de turbidité dans l'eau de la source. Si les épisodes pluvieux se poursuivent, les eaux de pluies filtrées à travers le Tertiaire rejoignent les écoulements souterrains du Maestrichtien, ce qui conduit à une amélioration de la turbidité des eaux de la source. Par contre, les eaux se chargent en fer et en matière organique ;
- ce schéma est compliqué par la présence de zones de transferts préférentiels dus à la tectonique des calcaires du Maestrichtien.

10.3 - Propositions pour améliorer la qualité des eaux

Il semble très difficile, compte tenu de leurs origines, d'éliminer les fortes concentrations en fer et en matière organique de cette source, sauf par un traitement classique.

Des mesures concrètes de protection de l'environnement proche de la source peuvent être prises sur le terrain :

- assainissement du bourg de Maurens,
- évacuation des eaux pluviales en dehors des dolines,
- il y aura une possibilité d'éviter la turbidité dans le réseau en éliminant les pompages après les épisodes pluvieux de 24 h.

DIRECTION DEPARTEMENTALE DES AFFAIRES SANITAIRES ET SOCIALES
Service:Hygiène et protection de l'environnement
Bilan des analyses effectuées St de pompage " LADOUX "

EXAMEN PHYSIQUE	UNITES	NORMES Décret 03/01/89	DATE PRVT 04/06/86	B	B	B	B	B	T	B	T	T	B	T		MOYENNE	ECART TYPE
TEMPERATURE	°C		12,40	12,50	12,20			12,60		12,10						12,36	0,21
TURBIDITE	JTU	≤2	1,10	0,50	0,90	3,10	1,50	0,65	0,60	0,90	0,90	13	1,50	0,70		2,11	3,50
COULEUR	Hazen			0	0	5	0	0	0	0	0	15	0	0		#N/A!	
ODEUR																	
DEPOT:aspect.nature																	
PH électrométrique		6.5≤pH≤9	7,50	7,50	7,40	7,10	7,50	7,70	7,80	7,60	7,90	7,30	7,30	7,30		7,49	0,23
RESISTIVITE	ohm/cm2/cm		1900	2000	2100	2100	2490	1860	1830	2110	2110	2070	2040	2127,66		2061	171
DEGRES,TITRES DIVERS																	
TH Total	°F	≥15°	25,90	26,70	25,50	26,90	24	25,70	26,50	27,60	27,10	26,30	27,60	26,60		26,37	1,00
TH Magnésien	°F		1,40	1,70	1,30	1,40	1,30	1,50	2,30	2,60	2,20	1,10	2,90			1,79	0,61
TA	°F		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TAC	°F	≤50°	24,50	25,40	24,10	26,70	22,20	23,80	25,70	25,70	25,60	23,60	26,10			24,85	1,33
MINERALISATION																	
Carbonates	CO3-- mg/l		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bicarbonates	HCO3- mg/l		299	310	294	326	271	290	313	313	312	288	318			303,09	16,12
Chlorures	CL- mg/l	≤250	14,40	15,10	14,10	16,50	12,90	16,50	14,10	15,30	15,90	15,40	15,10			15,03	1,09
Sulfates	SO4-- mg/l	≤250	10	8,30	11,70	7,20	4,20	9,60	8,90	7,70	9	10,60	10,20			8,85	2,02
Calcium	Ca++ mg/l		98	100	97	102	91	97	97	101	100	101	98,90			98,45	3,04
Magnésium	Mg++ mg/l	≤50	3,40	4,20	3,20	3,50	3,20	3,70	5,60	6,40	5,30	2,70	7			4,38	1,45
Fer Total	Fe++ mg/l	≤0.2	0	0,09	0	0,13	0	0	0,06	0	0	0,45	0,09			0,07	0,13
Manganèse	Mn++ mg/l	≤0.05															
CONTROLE CHIMIQUE DE LA POLLUTION																	
Mat.Organique milieu alcalin	O2 mg/l	≤5	0,50	0	0	0	0,30	0,60	0,40	0,60	0,60	0,60	0,40	0,60		0,38	0,25
Ammoniaque	NH4+ mg/L	≤0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
Nitrites	NO2- mg/l	≤0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
Nitrates	NO3- mg/L	≤50	7,70	8,70	8,30	7,90	6,70	10,20	8,40	8,30	8,20	8,70	6,10	10,30		8,29	1,20
Phosphates	P2O5--- mg/L	≤5	0,01	0	0	0,03	0	0	0	0,05	0,02	0,10	0			0,02	0,03
BACTERIOLOGIE																	
GT 24h à 37°C	germes/l ml		0	20	0	10	1	0	17	1		40	12	0			
GT 72h à 22°C	germes/l ml		0	110	0	6	2	0	1	3		90	5	2			
Coliformes	germes/100 m	0	0	10	0	0	0	0	0	8		2	10	0			
E.coli	germes/100 m	0	0	0	0	0	0	0	0	2		0	3	0			
Strep.Fécaux	germes/100 m	0	0	3	0	0	0	0	0	0		2	1	0			
Clostridium SR	germes/20 ml	≤1												0			

CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUXAGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 29 novembre 1991

BRGM

LE DIRECTEUR A

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.11.316 A

Echantillon prélevé le : 27-11-1991 par MR ANGELI commune de MAURENS
Echantillon reçu le : 28-11-1991 à 15H00
Analyse commencée le : 28-11-1991 à 15H00

Origine de l'eau : EAU DE SOURCE NON TRAITEE

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	0,5
pH	unité ph :	7,5
Conductivité	µS/cm à 20°C :	505
Dureté totale	°f :	27,7
Dureté magnésienne	°f :	1,5
Titre alcalimétrique	°f :	0
Titre alcalimétrique complet	°f :	25,9
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	11,5
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	316
Chlorures	mg/l Cl :	14,7
Sulfates	mg/l SO ₄ :	8,4
Calcium	mg/l Ca :	105
Magnésium	mg/l Mg :	3,7
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	5,7
Potassium	mg/l K :	1,6
Manganèse	mg/l Mn :	0,13
Cuivre	mg/l Cu :	0
Zinc	mg/l Zn :	0,15


CLAUDE GARCIA

CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUXAGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 7 octobre 1991

LE DIRECTEUR A

BRGM

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.09.386 A

Echantillon prélevé le : 30-09-1991 par MR ANGELI à 12H00 commune de MAURENS
Echantillon reçu le : 30-09-1991 à 15H00
Analyse commencée le : 30-09-1991 à 16H30

Origine de l'eau : EAU DE SOURCE NON TRAITEE

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	0,7
pH	unité ph :	7,2
Conductivité	µS/cm à 20° C :	480
Dureté totale	*f :	27,0
Dureté magnésienne	*f :	1,5
Titre alcalimétrique	*f :	0
Titre alcalimétrique complet	*f :	26,3
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0,01
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	8,1
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	320
Chlorures	mg/l Cl :	13,8
Sulfates	mg/l SO ₄ :	8,8
Calcium	mg/l Ca :	102
Magnésium	mg/l Mg :	3,6
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	6,8
Potassium	mg/l K :	1,5
Manganèse	mg/l Mn :	0
Cuivre	mg/l Cu :	0
Zinc	mg/l Zn :	0,08


CLAUDE GARCIA

CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

AGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 1er octobre 1991

BRGM

LE DIRECTEUR A

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.09.324 A

Echantillon prélevé le : 25-09-1991 par DEMANDEUR à 10H30 commune de MAURENS
Echantillon reçu le : 25-09-1991 à 15H00
Analyse commencée le : 25-09-1991 à 16H30

Origine de l'eau : SOURCE DE LADOUX EAU NON TRAITEE

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	3,0
pH	unité ph :	7,4
Conductivité	$\mu\text{S/cm}$ à 20°C :	475
Dureté totale	*f :	24,9
Dureté magnésienne	*f :	1,2
Titre alcalimétrique	*f :	0
Titre alcalimétrique complet	*f :	24,6
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O_2 :	1,0
Ammoniaque	mg/l NH_4 :	0
Nitrites	mg/l NO_2 :	0
Nitrates	mg/l NO_3 :	6,4
Phosphates	mg/l P_2O_5 :	0
Carbonates	mg/l CO_3 :	0
Bicarbonates	mg/l HCO_3 :	300
Chlorures	mg/l Cl :	15,4
Sulfates	mg/l SO_4 :	6,7
Calcium	mg/l Ca :	95
Magnésium	mg/l Mg :	3,0
Fer	mg/l Fe :	0,12
Sodium	mg/l Na :	10,5
Potassium	mg/l K :	1,5
Manganèse	mg/l Mn :	0
Cuivre	mg/l Cu :	0
Zinc	mg/l Zn :	0,08


CLAUDE GARCIA

CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

AGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 12 septembre 1991

LE DIRECTEUR A

BRGM

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.08.170 A

Echantillon prélevé le : 21-08-1991 par BRGM à 11H00 commune de MAURENS
 Echantillon reçu le : 21-08-1991 à 15H15
 Analyse commencée le : 21-08-1991

Origine de l'eau : SOURCE DE LADOUX -Eau non traitée

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	1,7
pH	unité ph :	7,7
Conductivité	$\mu\text{S/cm}$ à 20°C :	450
Dureté totale	*f :	24,7
Dureté magnésienne	*f :	1,5
Titre alcalimétrique	*f :	0
Titre alcalimétrique complet	*f :	25,2
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O_2 :	1,2
Ammoniaque	mg/l NH_4 :	0
Nitrites	mg/l NO_2 :	0
Nitrates	mg/l NO_3 :	6,7
Phosphates	mg/l P :	0
Carbonates	mg/l CO_3 :	0
Bicarbonates	mg/l HCO_3 :	308
Chlorures	mg/l Cl :	15,2
Sulfates	mg/l SO_4 :	8,1
Calcium	mg/l Ca :	92,7
Magnésium	mg/l Mg :	3,7
Fer	mg/l Fe :	0,11
Sodium	mg/l Na :	10,0
Potassium	mg/l K :	1,6
Manganèse	mg/l Mn :	0
Cuivre	mg/l Cu :	0
Zinc	mg/l Zn :	0,11


 CLAUDE GARCIA


CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

AGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 5 août 1991

LE DIRECTEUR A

MONSIEUR ANGELI

23 RUE COLIGNY

24000 PERIGUEUX

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.07.505 A

Echantillon prélevé le : 31-07-1991 par MR ANGELI à 09H30 commune de MAURENS

Echantillon reçu le : 31-07-1991 à 15H15

Analyse commencée le : 31-07-1991 à 16H00

Origine de l'eau : SOURCE DE LADOUX -EAU NON TRAITEE-

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	0,8
ph	unité ph :	7,4
Conductivité	µS/cm à 20°C :	480
Dureté totale	°f :	26,5
Dureté magnésienne	°f :	1,9
Titre alcalimétrique	°f :	0
Titre alcalimétrique complet	°f :	26,0
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	/
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0,03
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	7,5
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	317
Chlorures	mg/l Cl :	15,8
Sulfates	mg/l SO ₄ :	7,8
Calcium	mg/l Ca :	98,5
Magnésium	mg/l Mg :	4,6
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	8,9
Potassium	mg/l K :	1,5
Manganèse	mg/l Mn :	0
Cuivre	mg/l Cu :	<0,05
Zinc	mg/l Zn :	0,15


CLAUDE GARCIA

CONSEIL GENERAL DE LA DORDOGNE

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

AGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 12 juin 1991

BRGM

L'E DIRECTEUR A

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.06.038 A

Echantillon prélevé le : 4-06-1991 par le BRGM à 11H30 commune de MAURENS
Echantillon reçu le : 5-06-1991 à 9H15
Analyse commencée le : 5-06-1991

Origine de l'eau : Eau de source non traitée

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	1,2
ph	unité ph :	7,2
Conductivité	$\mu\text{S/cm}$ à 20°C :	475
Dureté totale	°f :	25,7
Dureté magnésienne	°f :	1,7
Titre alcalimétrique	°f :	0
Titre alcalimétrique complet	°f :	25,3
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O_2 :	1,0
Ammoniaque	mg/l NH_4 :	0,02
Nitrites	mg/l NO_2 :	0
Nitrates	mg/l NO_3 :	7,7
Phosphates	mg/l P_2O_5 :	6,64
Carbonates	mg/l CO_3 :	0
Bicarbonates	mg/l HCO_3 :	309
Chlorures	mg/l Cl :	14,5
Sulfates	mg/l SO_4 :	6,5
Calcium	mg/l Ca :	96
Magnésium	mg/l Mg :	4,2
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	8,3
Potassium	mg/l K :	1,3

CLAUDE GARCIA



LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

Rue Charles Mangold Tél: 53-53-91-66 Fax: 53-07-03-79

Agréé par le Ministère de l'environnement

Agréé par le Ministère de La Santé

Périgueux le 15 avril 1991

BRGM

LE DIRECTEUR A

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.04.082 A

Echantillon prélevé le : 5-04-1991 par le BRGM à 12H00 commune de MAURENS

Echantillon reçu le : 8-04-1991 à 16H00

Analyse commencée le : 8-04-1991 à 16H00

Origine de l'eau : Eau de source non traitée

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	0,2
ph	unité ph :	7,3
Conductivité	µS/cm à 20°C :	470
Dureté totale	*f :	24,8
Dureté magnésienne	*f :	1,4
Titre alcalimétrique	*f :	0
Titre alcalimétrique complet	*f :	24,8
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0,3
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	8,7
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	303
Chlorures	mg/l Cl :	14,0
Sulfates	mg/l SO ₄ :	8,8
Calcium	mg/l Ca :	93,4
Magnésium	mg/l Mg :	3,5
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	8,3
Potassium	mg/l K :	1,3



CLAUDE GARCIA

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DES EAUX

AGREE PAR LE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
AGREE PAR LE MINISTERE DE LA SANTE

Périgueux le 12 avril 1991

LE DIRECTEUR A

BRGM

AVENUE SCHWEITZER

33600 PESSAC

ANALYSE D'EAU

NUMERO ANALYSE : 91.04.031 A

Echantillon prélevé le : 2-04-1991 par le BRGM à 16H00 commune de MAURENS
Echantillon reçu le : 3-04-1991
Analyse commencée le : 3-04-1991

Origine de l'eau : Eau de source non traitée

Couleur	unité HAZEN :	0
Turbidité	NTU :	0,6
ph	unité ph :	7,6
Conductivité	µS/cm à 20°C :	475
Dureté totale	°f :	25,2
Dureté magnésienne	°f :	2,1
Titre alcalimétrique	°f :	0
Titre alcalimétrique complet	°f :	24,7
Matières organiques en milieu alcalin	mg/l O ₂ :	0,6
Ammoniaque	mg/l NH ₄ :	0
Nitrites	mg/l NO ₂ :	0
Nitrates	mg/l NO ₃ :	8,7
Phosphates	mg/l P ₂ O ₅ :	0
Carbonates	mg/l CO ₃ :	0
Bicarbonates	mg/l HCO ₃ :	301
Chlorures	mg/l Cl :	14,1
Sulfates	mg/l SO ₄ :	9,3
Calcium	mg/l Ca :	92,5
Magnésium	mg/l Mg :	5,1
Fer	mg/l Fe :	0
Sodium	mg/l Na :	7,8
Potassium	mg/l K :	1,3


CLAUDE GARCIA

Teneurs en tritium dans les précipitations à Thonon-les-Bains
Données du Centre de Recherches Géodynamiques de Thonon-les-Bains.

Teneurs mensuelles en tritium (en UT)												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1984	12	9	18	36	23	37	37	55	22	15	28	31
1985	21	25	36	15	28	21	27	17	51	nd	10	10
1986	15	38	21	20	31	33	28	22	20	16	15	14
1987	28	21	30	27	31	22	25	25	10	25	22	18
1988	20	17	26	34	36	51	27	15	41	13	32	17
1989	24	25	20	53	42	29	29	22	27	16	19	18
1990	16	10	11	27	27	22	27	17	7	15	9	nd

V - ANALYSE GENERALE

Les études ont intéressé 3 sources de type karstique ayant leurs exutoires et leurs bassins versants dans les formations carbonatées du Crétacé supérieur.

Les surfaces de ces bassins versants varient de 15 à 75 km².

Les débits spécifiques d'exploitation aux exutoires sont de l'ordre de 2,5 m³/h par km² de bassin versant, sauf pour la source de Maurens où l'on passe à 4,5 m³/h par km². Ceci est certainement dû à la présence des calcaires du Maestrichtien fortement karstifiés, donc pouvant contenir beaucoup d'eau, et à la couverture limono-sableuse du Tertiaire sur une grande partie de son bassin versant conduisant à une réinfiltration abondante et régulière.

Les variations connues des débits de ces sources sont dans un rapport d'environ 1 à 2, sauf pour la source de Ste Marie, pour laquelle elle est de 1 à 5. La réinfiltration du Manoire amont comme alimentation de cette source est certainement à l'origine de ces fortes fluctuations compte tenu des fortes variations de débit de ce ruisseau dans sa partie amont.

Les évolutions thermiques des eaux des 3 sources sont totalement différentes :

► les eaux de la source de Maurens voient leur température osciller faiblement entre 12,2 et 12,9°C ; l'effet tampon de la couverture tertiaire et les volumes importants emmagasinés dans les calcaires du Maestrichtien prennent ici toute leur importance ;

► la température des eaux de la source de Plazac varie entre 14,8 et 16,1°C, ce qui indique l'importance de l'alimentation semi-profonde et l'interférence d'eaux plus superficielles dans l'alimentation de cette source ;

► les eaux des sources de Ste Marie voient leur température varier dans des plages très larges, entre 11,7 et 15°C. La réinfiltration des eaux du Manoire permet d'expliquer ces fortes variations.

Bien que situées dans des contextes géologiques assez semblables, les eaux de ces exutoires voient l'essentiel de leur origine provenir de ressources principales très différentes :

- source de Ste Marie : alimentations souterraines peu profondes et réinfiltration du Manoire amont,
- source de Plazac : suivant la saison, 20 à 80 % d'origine profonde, le reste en alimentation peu profonde,
- source de Maurens : origine peu profonde, mais écoulement partiellement retardé par la couverture tertiaire, volume important emmagasiné dans le Maestrichtien.

Les colorations ont montré des transits souterrains assez rapides (entre 30 et 150 m/h) caractéristiques des milieux karstiques. Dans tous les cas, la dilution du colorant est très marquée et correspond à des réserves aquifères souterraines considérables.

On observe toujours des modifications physico-chimiques de la qualité des eaux après des pluies de 24 h précédant le prélèvement. Pour les sources de Plazac et de Maurens, la turbidité est directement liée à ce type de pluies, alors que pour Ste Marie l'augmentation sensible de la turbidité n'apparaît qu'après environ 36 h de pluies continues. A noter que pour la source de Maurens on observe une augmentation des teneurs en fer après 5 jours de pluie.

Il ressort de l'ensemble des études effectuées qu'il existe dans les trois cas des origines proches possibles de la turbidité et des autres pollutions affectant ces sources :

- source de Plazac : rejets du bourg, de la station de traitement du camping, etc.,
- source de Ste Marie : station d'épuration de St Pierre de Chignac, collecteurs pluviaux de la RN 89, perte du Manoire, etc.,
- source de Maurens : bourg, dolines, eaux usées et pluviales.

Dans les trois cas, les mesures de protection des eaux sont délicates :

► une station de traitement complet des eaux existe sur la source de Ste Marie de Chignac. La disparition de la turbidité en sortie de station est assurée. Toutefois, en

cas de pollutions chimiques dissoutes, cette station peut s'avérer insuffisante ;

► pour la source de Plazac, un système de traitement et d'évacuation des eaux du bourg et du camping devrait permettre une amélioration sensible de la situation, sans pouvoir résoudre totalement le problème ;

► à Maurens, l'assainissement du bourg et l'évacuation des eaux pluviales hors des dolines permettront, comme à Plazac, une amélioration sensible de la situation. Dans les deux cas, on n'est pas à l'abri d'accidents.

Pour ces deux dernières sources, il apparaît un pic de turbidité à la suite de pluies de 24 h. Si les pluies se poursuivent, la turbidité diminue rapidement.

Le SIAEP de Maurens possède une ressource complémentaire à partir des aquifères profonds. Ceci conduit à une sécurité quantitative et qualitative de la distribution des eaux.

Pour le SIAEP de la Vallée du Manoire, une telle opération est conseillée, compte tenu des dangers représentés par les réinfiltrations du Manoire amont.

Pour le SIAEP de St Léon sur Vézère, une telle opération permettrait une diversification de la ressource et assurerait une amélioration de la qualité.

VI - CONCLUSIONS

L'étude menée sur la qualité des eaux des aquifères karstiques de Dordogne et sur leur vulnérabilité à la turbidité a été réalisée sur les sources de Plazac, de Ste Marie de Chignac et de Maurens, en concertation avec la DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET de Dordogne et les Syndicats d'alimentation en eau potable propriétaires de ces points d'eau.

Les bassins versants des trois exutoires analysés présentent des caractéristiques géologiques semblables : constitués de terrains karstiques appartenant au Crétacé et recouverts par endroits par des formations tertiaires.

Il en est de même pour l'environnement général des captages : tous les trois sont situés à l'aval de bourgs et de rejets divers.

L'étude a montré que les alimentations des captages ne sont pas identiques : elles correspondent à des schémas hydrogéologiques particuliers :

- Ste Marie : alimentations souterraines peu profondes et pertes dans la partie amont du Manoire,
- Plazac : mélange d'alimentation profonde au débit assez régulier et d'alimentation peu profonde irrégulière,

- Maurens : alimentation peu profonde bien tamponnée par la nature hydrogéologique du bassin versant (karst maestrichtien et couverture du Tertiaire limono-sableuse).

Bien que des différences notables aient été remarquées dans les trois bassins versants, les trois points d'eau réagissent de la même manière en ce qui concerne la turbidité : elle apparaît systématiquement après des pluies d'un à deux jours. Les phénomènes occasionnant ces désordres sont donc à rechercher à proximité du captage. Les réponses des autres éléments chimiques sont dissemblables.

Les phénomènes de turbidité répondent rapidement aux épisodes pluvieux, en fonction des vitesses de transit et des pentes piézométriques. Pour les limiter, il apparaît nécessaire d'agir selon plusieurs axes :

- mise en place d'un turbidimètre enregistreur qui permettra, couplé avec un système marche-arrêt, soit d'arrêter le fonctionnement de la source, soit de traiter les eaux par un système classique. Les sources pourront être réutilisées après 24 h à 48 h, lorsque les valeurs de turbidité auront diminué ;
- action sur l'environnement qui permettra d'éliminer ou de limiter les rejets polluants à proximité des captages par la mise en place de systèmes de traitement et d'évaluation.

Des périmètres de protection ont été antérieurement établis pour ces 3 sources. Il est nécessaire que la réglementation permette d'interdire toute pollution à proximité de ces points d'eau :

- pour Maurens, le périmètre proposé répond à cette obligation ;
- pour Ste Marie et Plazac, il est nécessaire de redéfinir ces périmètres ainsi que leurs contraintes en fonction des nouvelles informations recueillies en cours d'étude.

Dans les trois sources analysées, il est possible de capter des réservoirs souterrains d'eau de bonne qualité. Les recherches dans ce sens ont été menées à bien par le Syndicat de Maurens. Elle peuvent être engagées par les deux autres Syndicats. La diversification des ressources en eau permettrait d'améliorer la distribution d'eau potable et de faire face à la demande lors des arrêts de fonctionnement des sources (turbidité excessive, pannes, pollution accidentelle ...).