



Département des Pyrénées Atlantiques

Document non public

**Etude d'impact partielle
du projet de déviation de la RD 37
entre Pau et Nay (64)**

D. CHIGOT

Collaboration : M. COMBE, G. RIONDY, J.C. ROUX

Décembre 1992

R 36250 AQI 4S 92

RÉSUMÉ

Le Département des Pyrénées Atlantiques a confié au BRGM Aquitaine l'étude d'impact partielle du projet de déviation de la RD 37 entre Pau et Nay, portant sur la protection des captages d'adduction d'eau.

Le recueil et la synthèse des documents existants ont permis de définir la vulnérabilité des ouvrages implantés à proximité du projet. En fonction des débits d'exploitation des forages captant la nappe du gave de Pau, les cônes d'appel des ouvrages ont été tracés au 1/10 000 et les temps de transfert des pollutions ont été déterminés.

Une classification des risques a été établie et a amené à prévoir des aménagements particuliers pour les captages en fonction de chaque classe de risques.

Les calculs ont montré que les ouvrages appartenant au SIAEP de Gan Jurançon (P 14, P 13, S 2) et le puits d'Uzos de la Ville de Pau devront être protégés efficacement contre les pollutions accidentelles.

Une évaluation sommaire du coût des aménagements a été effectuée et devra être affinée dans un avant-projet détaillé.

Liste des figures

- 1 - Localisation
- 2 - Géologie (couleurs d'après la carte géologique)
- 3 - Fuseau granulométrique
- 4 - Isopaques des alluvions grossières propres
- 5 - Isobathes du mur
- 6 - Isopaques de la nappe alluviale
- 7 - Cartes piézométriques de juillet 1957 et octobre 1980
- 8 - Carte piézométrique du secteur d'Uzos 1989
- 9 - Carte piézométrique du secteur d'Uzos 1984
- 10 - Carte piézométrique du secteur d'Uzos 1980
- 11 - Carte piézométrique du secteur d'Uzos 1975
- 12 - Carte piézométrique du secteur d'Uzos 1960
- 13 - Carte piézométrique du secteur d'Uzos 1957
- 14 - Variation saisonnière du niveau de la nappe
- 15 - Variation piézométrique de la nappe du gave de Paul (secteur Mazères)
- 16 - Carte des transmissivités affichées (modèle mathématique Borceaux III)
- 17 - Carte des perméabilités
- 18 - Périmètres de protection du secteur Mazères Assat
- 19 - Périmètres de protection du secteur Baliros Pardies
- 20 - Cône d'appel secteur P 1 - P 13
- 21 - Cône d'appel secteur d'Uzos
- 22 - Cône d'appel secteur P 14
- 23 - Cône d'appel secteur S 1 à S 3
- 24 - Cône d'appel secteur Baliros Pardies
- 25 - Calcul des temps de transfert secteur P 1 - P 12
- 26 - Calcul des temps de transfert secteur P 13
- 27 - Calcul des temps de transfert secteur P 14 - Uzos
- 28 - Calcul des temps de transfert secteur S 1, S 2, S 3
- 29 - Calcul des temps de transfert secteur Baliros Pardies
- 30 a b c d - Protection des captages du gave de Pau
- 30e - Vulnérabilité globale des linéaires routiers à risques
- 31a - Schémas des types de protection
- 31b - Moyens de protection en fonction du degré de vulnérabilité

Liste des annexes

- 1 - Méthode et calcul des isochrones et cônes d'appel. Méthode de Wyssling
- 2 - Vulnérabilité de la variante
- 3 - Statistiques nationales
- 4 - Informations sur les moyens d'action
- 5 - Documents consultés

TABLE DES MATIERES

	Pages
1. <u>INTRODUCTION</u>	2
2. <u>LOCALISATION</u>	2
3. <u>GEOLOGIE</u>	3
3. 1. NATURE ET FACIES	3
3. 2. GRANULOMETRIE.....	3
3. 3. EPAISSEUR DES ALLUVIONS	3
4. <u>HYDROGEOLOGIE</u>	4
4. 1. EPAISSEUR DE LA NAPPE ALLUVIALE.....	4
4. 2. PIEZOMETRIE.....	4
4. 3. AMPLITUDE DES VARIATIONS PIEZOMETRIQUES.....	5
5. <u>CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES</u>	6
5. 1. TRANSMISSIVITÉ	6
5. 2. EMMAGASINEMENT.....	6
5. 3. PERMABILITÉ.....	6
6. <u>DEBIT D'EXPLOITATION DES CAPTAGES D'EAU POTABLE</u>	7
7. <u>PERIMETRES DE PROTECTION</u>	8
8. <u>MODE D'ALIMENTATION ET ZONE D'INFLUENCE DES CAPTAGES</u>	9
9. <u>VULNERABILITÉ DE LA NAPPE</u>	10
10. <u>EVALUATION DES RISQUES DE POLLUTION</u>	11
11. <u>PROPOSITION TECHNIQUE DE PROTECTION DES CAPTAGES DE LA VALLEE DU GAVE DE PAU</u>	13
11. 1. CONTEXTE	13
11. 2. PRINCIPE DE LA PROTECTION.....	14
11. 3. NATURE DE LA PROTECTION	14
12. <u>EVALUATION DES COUTS</u>	16
13. <u>COMMENTAIRES ET CONCLUSION</u>	17
ANNEXES	

1. INTRODUCTION

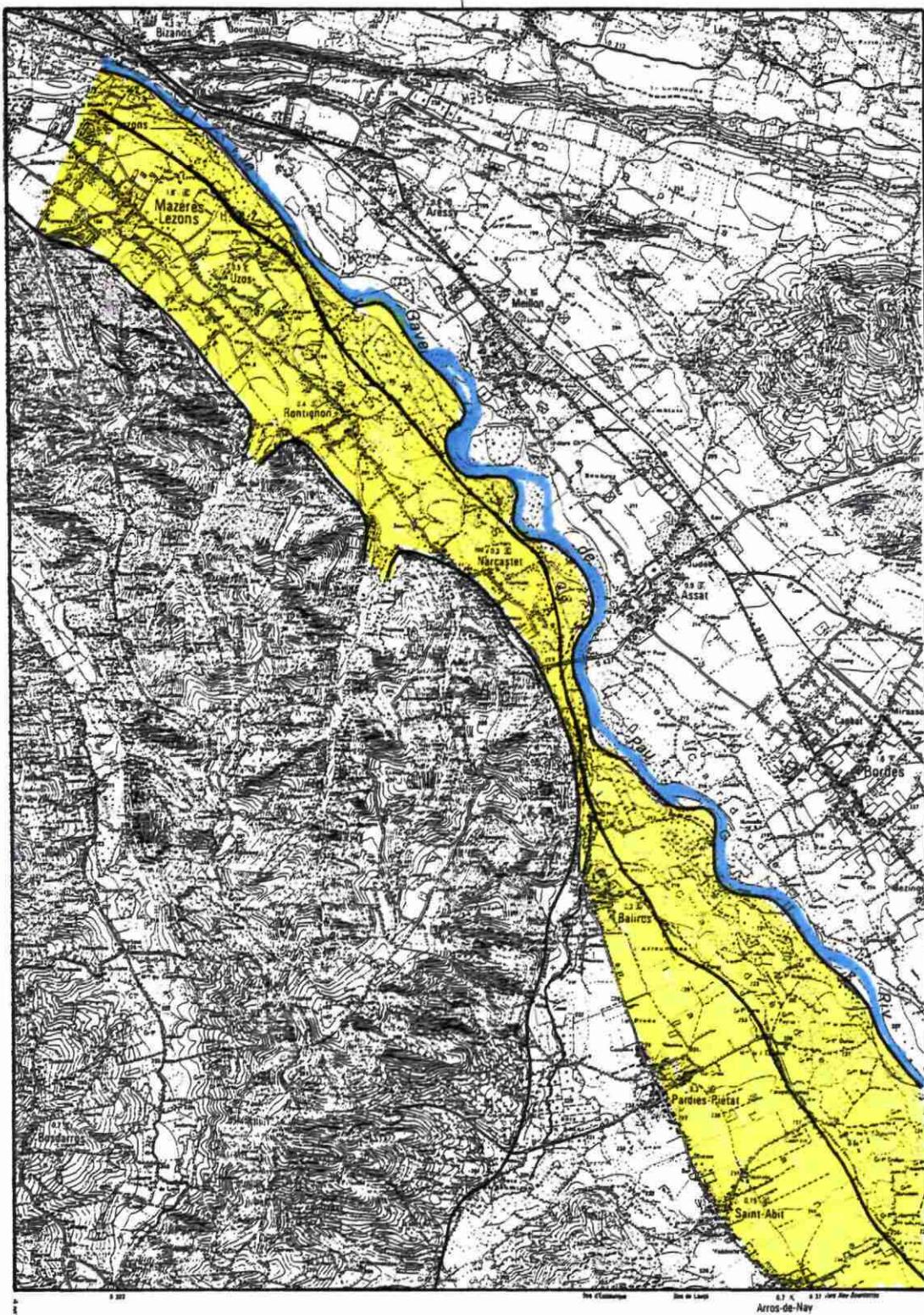
Le Département des Pyrénées Atlantiques a confié au BRGM Aquitaine l'étude partielle d'impact du projet de liaison routière entre Pau et Nay, sur la rive gauche du gave de Pau, afin de déterminer le risque et les précautions à prendre pour préserver les champs captants d'eau potable situés dans ce secteur.

2. LOCALISATION

Le projet reliera Pau à Nay en passant par la rive gauche. La route passe sur la plaine alluviale du gave (figure 1).

LOCALISATION

Echelle 1/50000



Zone d'étude entre Gave et coteau



Direction PAU-NAY

3. GEOLOGIE

3. 1. NATURE ET FACIES (figure 2)

Le gave de Pau a déposé à l'époque récente un ensemble alluvionnaire entre Nay et Pau sur une zone restreinte de 1 à 2 km de large. Ces alluvions, attribuées au Würm, définissent spatialement :

- la haute terrasse, située à la périphérie et constituée du cortège classique des galets pyrénéens (quartzite, granite, quartz, schiste...) dans une matrice sableuse,
- la Saligue bordant le gave, constituée de galets emballés dans une matrice sableuse.

Ces alluvions, relativement homogènes dans leur ensemble et verticalement, définissent 2 faciès : des sables et des galets au sommet, des galets et des blocs en profondeur (liés vraisemblablement à une sédimentation torrentielle).

En surface, on remarque la présence de limons au-dessus des alluvions grossières, plus ou moins continues dans la Saligue, avec des épaisseurs de 0,20 à 0,80 m. Les limons sont d'extension plus continue sur les terrasses, où leur épaisseur avoisine 1 m.

La déviation passe essentiellement dans la zone de Saligue, sauf à l'amont de Pau.

3. 2. GRANULOMETRIE (figure 3)

Lors de l'étude des matériaux de la plaine du gave (rapport BRGM 86 SGN 240), des analyses granulométriques réalisées sur des alluvions de la Saligue et des terrasses font apparaître de forts pourcentages de cailloux (60 % supérieurs à 20 mm) ; 25 % des éléments sont des graviers et 15 % des sables. Il n'existe qu'un très faible pourcentage de fines.

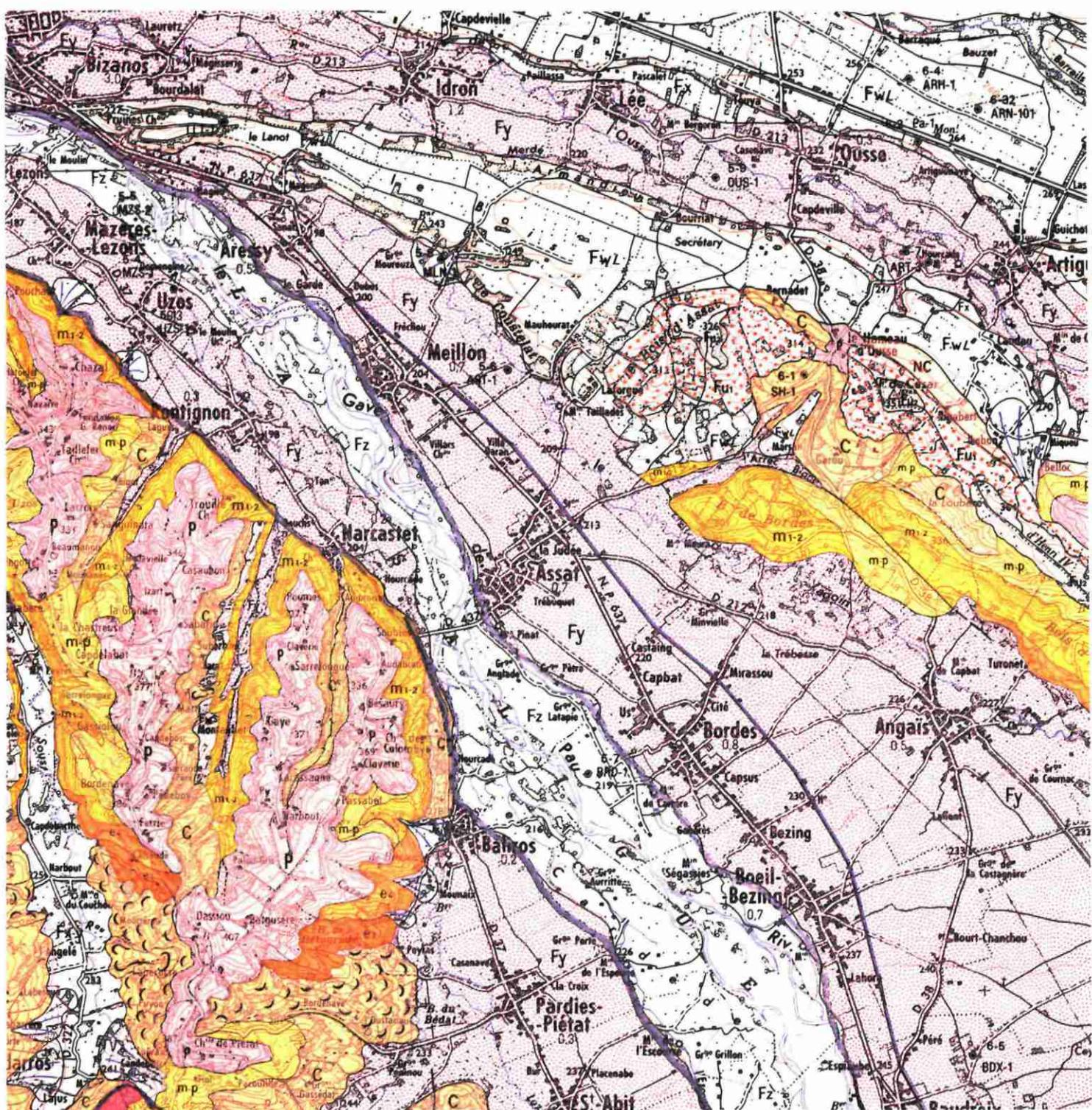
3. 3. EPAISSEUR DES ALLUVIONS

Les éléments sont fournis par des cartes de synthèse issues de la thèse de G. BAUDIN (1979).

Les isobathes du mur des alluvions (figure 4) (égale profondeur) ont été déterminés à partir des sondages réalisés à l'époque et par l'interprétation des études géophysiques. Le mur est constitué des terrains miocènes à pliocènes, généralement peu perméables à l'aval (Miocène) et plus perméable à l'amont (Eocène). Il met en évidence l'existence de surcreusements longitudinaux parallèles au lit du gave.

Les isopaques des alluvions propres (figure 5) (égale épaisseur) : les épaisseurs sont comprises entre 0 et 30 m en moyenne, se réduisant sur les terrasses anciennes.

CARTE GEOLOGIQUE



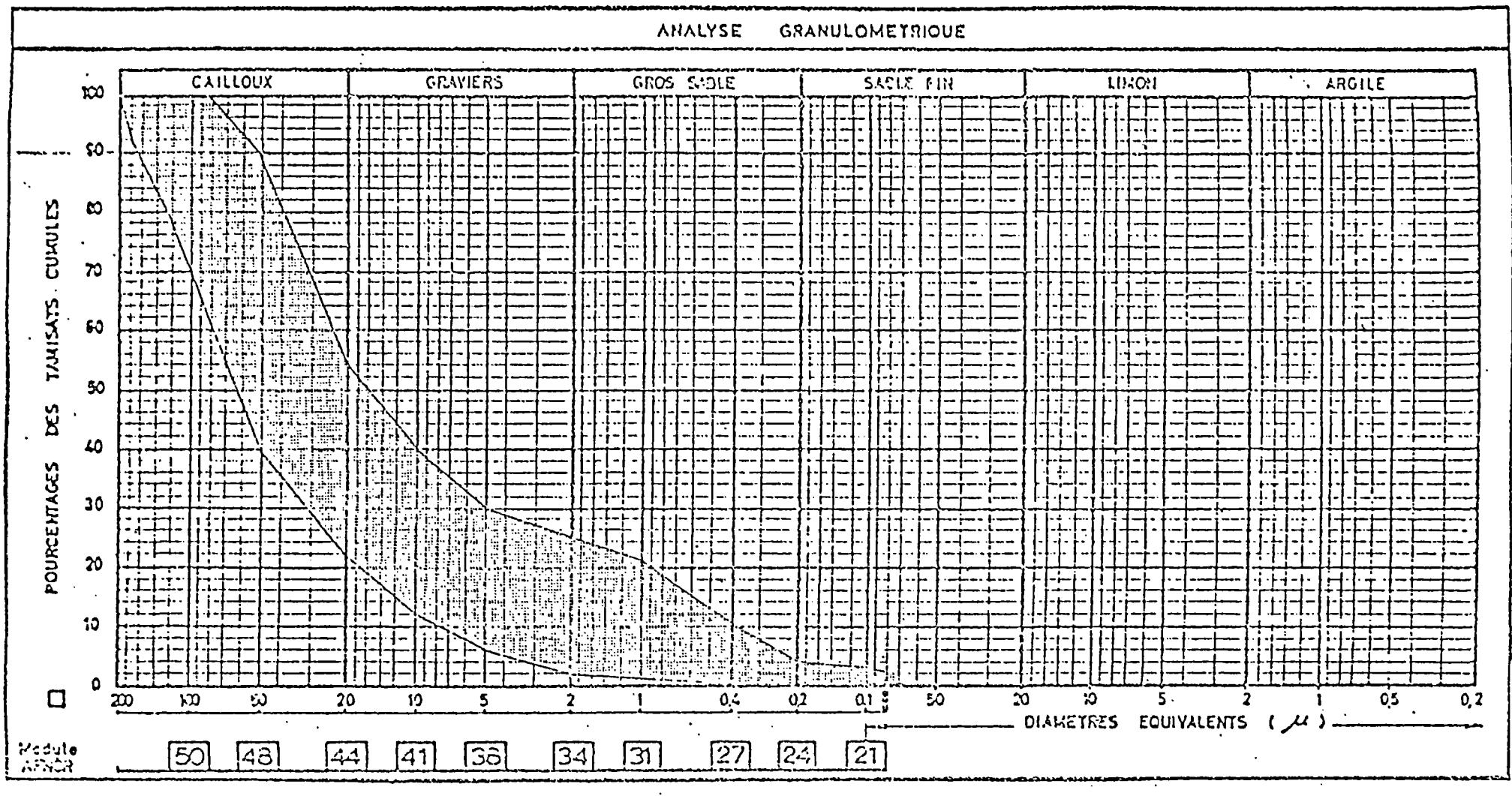
TERRAINS SEDIMENTAIRES

C	Calcaires
Fz	Alluvions actuelles (Salagou)
Fy	Wurm - Nappe de Bordes - alluvions grossières et lentilleuses sable
Jx	Riss-Wurm - Complexe de cônes contemporains ou antérieurs à la base terrasse Wurmienne
Fxy	Riss-Wurm - Alluvions débordant les petits ruisseaux
Fx	Riss - Nappe d'Artiguesclat - alluvions à galets, sables et limons
NC	Lentes et limons colluvionnés
Jw	Cône ancien
Fwl	Mindol
Fwl	Fwl - Nappe du Pont Long - alluvions à galets de granite partiellement arrondis
Fwl	Fwl - Banquette de Superbes (SW) et de Seron (NE)

Fy	Günz - Nappe de Morlès : alluvions à galets de granite partiellement arrondis
Fyz	Dorter Nappe de Limendous - alluvions grossières très argileuses
Fz	Nappe du Camp du Ger - alluvions à très gros galets et matrice argileuse
P	Pisine - Nappe de Mèze - alluvions à quartzites entraînés rubéfiés et matrice argileuse
mp	Ponto-Pisine - Argiles à gravières d'Engas
M1-2	Miocène - Poulingues du Jurémont
6a	Védras supérieur - Sables de Béziers
6b	Védras - Mermes de Gén
Poldodine	Poldodine - Flysch de Béziers
Dona-Monfan	Dona-Monfan - Calcaires de Lassacuse

Echelle 1/50000

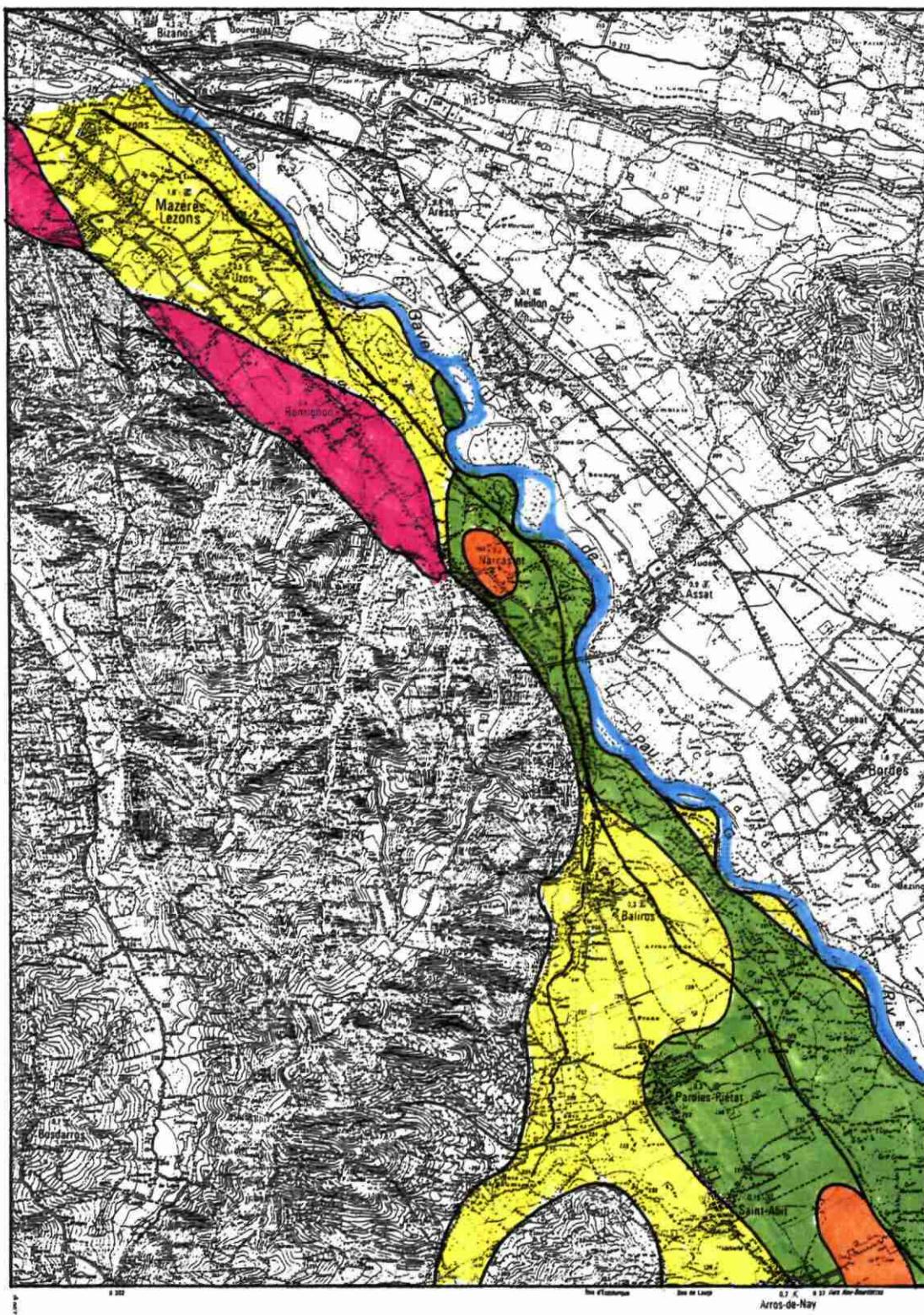
FUSEAU GRANULOMETRIQUE STATISTIQUE A 2 ECARTS TYPES



d'après le rapport 86SGN240AQI

ISOPAQUES DES ALLUVIONS GROSSIERES PROPRES

Echelle 1/50000



De 0 à 10m.

De 10 à 20m.

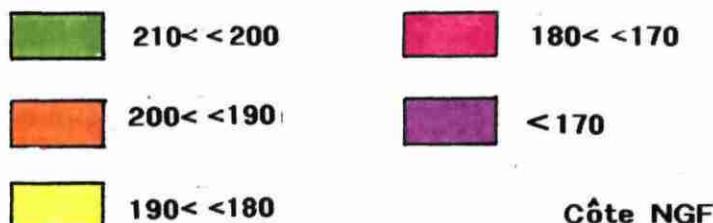
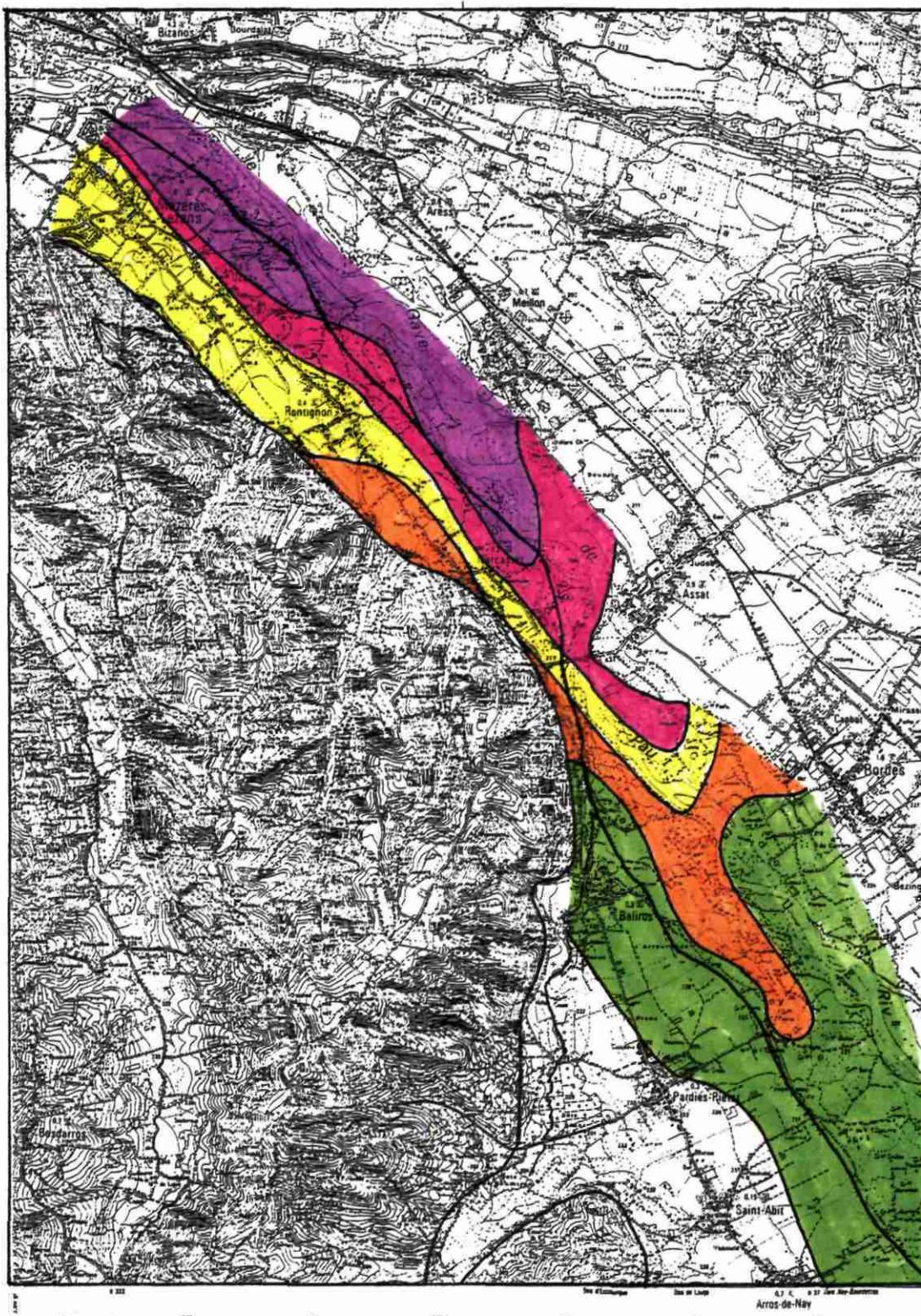
De 20 à 30m.

> 30m.

d'après la thèse de G. BAUDIN

ISOBATHES DU MUR

Echelle 1/50000



4. HYDROGEOLOGIE

Les alluvions rencontrées dans la plaine du gave de Pau entre Pau et Nay se comportent comme un aquifère unique. Il s'agit d'une nappe libre à porosité d'interstices.

4. 1. EPAISSEUR DE LA NAPPE ALLUVIALE (figure 6)

G. BAUDIN a calculé l'épaisseur de la nappe alluviale par différence entre l'épaisseur de la totalité des alluvions et le niveau statique, la carte résultante montre une épaisseur réduite en bordure des coteaux et un approfondissement notable en se rapprochant du gave. Une zone de surprofondeur se localise à l'Est de Narcastet.

La déviation Pau-Nay se situe dans les zones où l'épaisseur de la nappe varie entre 10 et 30 m.

4. 2. PIEZOMETRIE (figures 7 à 14)

La piézométric générale de la nappe alluviale du gave de Pau est connue par les relevés effectués par EDF en 1957 et 1960, par l'Institut de Géodynamique en 1976 et 1980 et par la DDASS ensuite.

L'allure générale de la piézométric montre un écoulement parallèle à celui du gave de Pau, avec un gradient de l'ordre de 5 ‰. Ces couches indiquent :

- un drainage de la nappe par le gave entre Assat et Pau,
- des possibilités d'échange en amont, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, selon les secteurs et les saisons,
- des alimentations probables en provenance des coteaux.

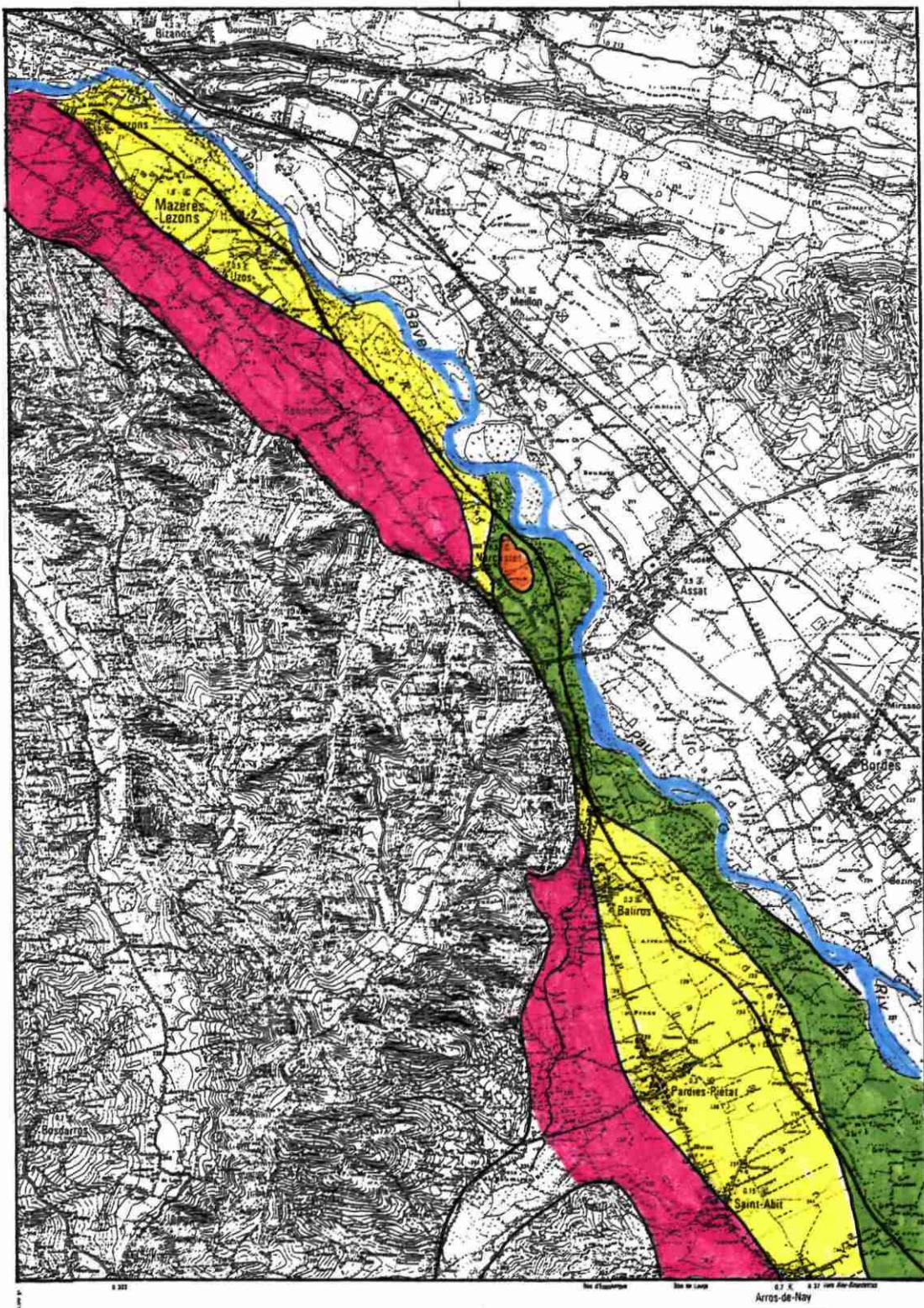
Des cartes piézométriques plus précises ont été réalisées sur le secteur de Pau à Rontignon et synthétisées dans un document émanant de la DDASS. Elles montrent :

- une stabilisation des niveaux entre 1957 et 1965,
- une baisse quasi généralisée de 1965 à 1978,
- un amortissement des baisses en 1980 et 1984,
- une quasi-stabilisation de 1984 à 1989.

Les modifications réalisées sur le cours du gave (réalisation de seuil) et l'arrêt de l'exploitation intensive de matériaux ont favorisé les modulations piézométriques.

ISOPAQUES DE LA NAPPE ALLUVIALE EN METRES

Echelle 1/50000



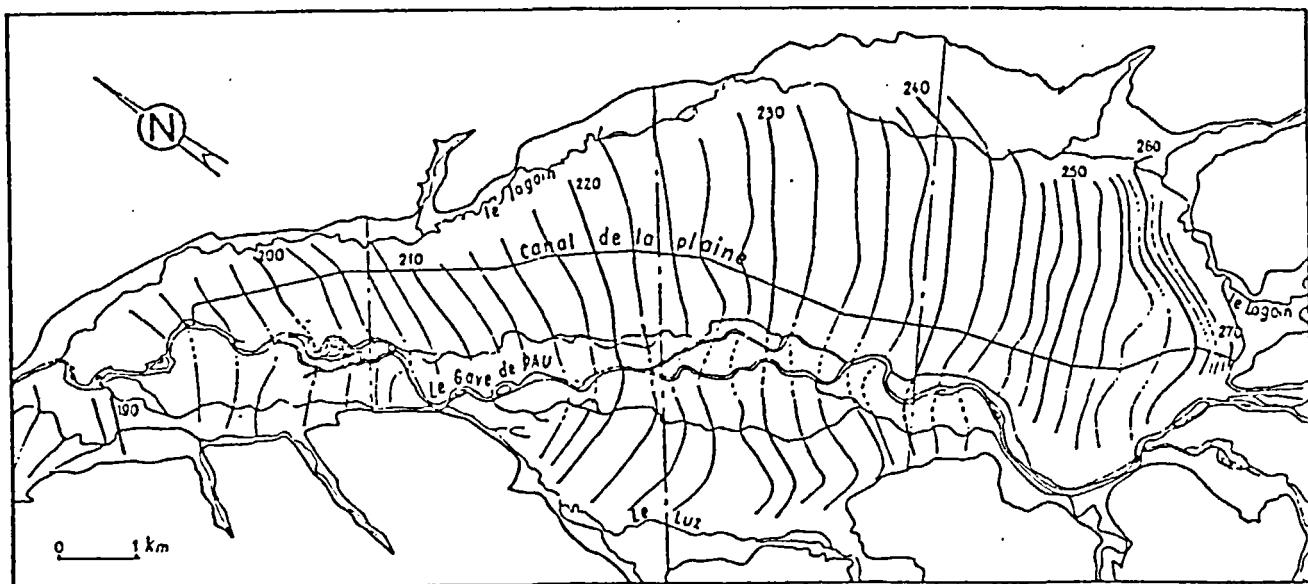
De 0 à 10m.

De 10 à 20m.

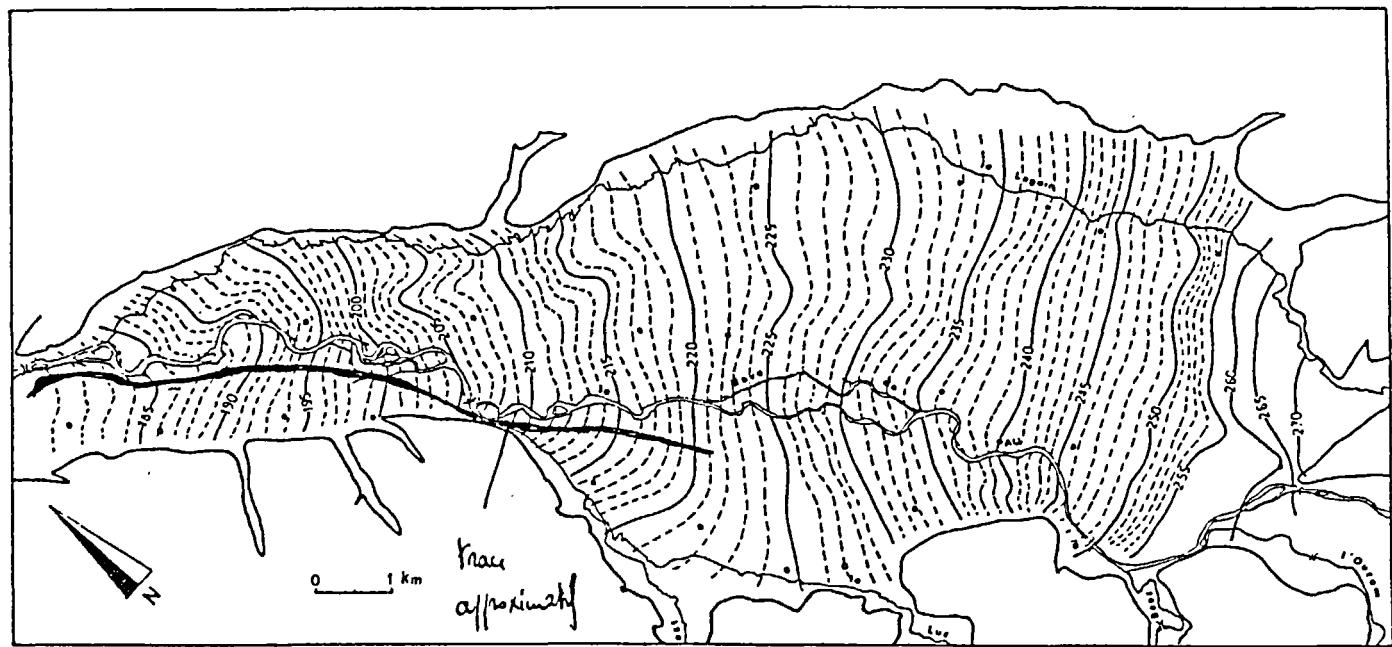
De 20 à 30m.

> 30m.

d'après la thèse de G. BAUDIN

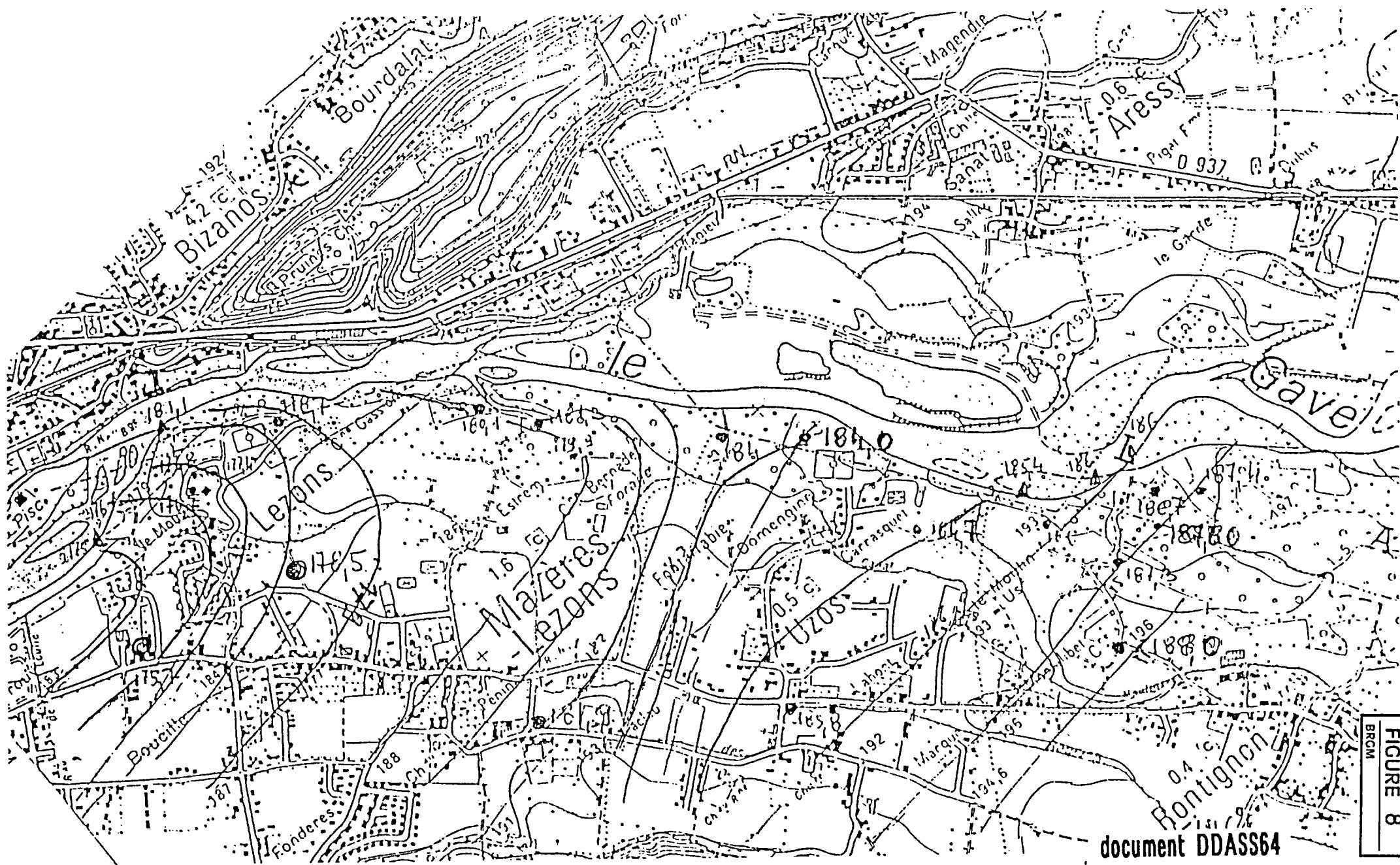


Carte piézométrique de Juillet 1957

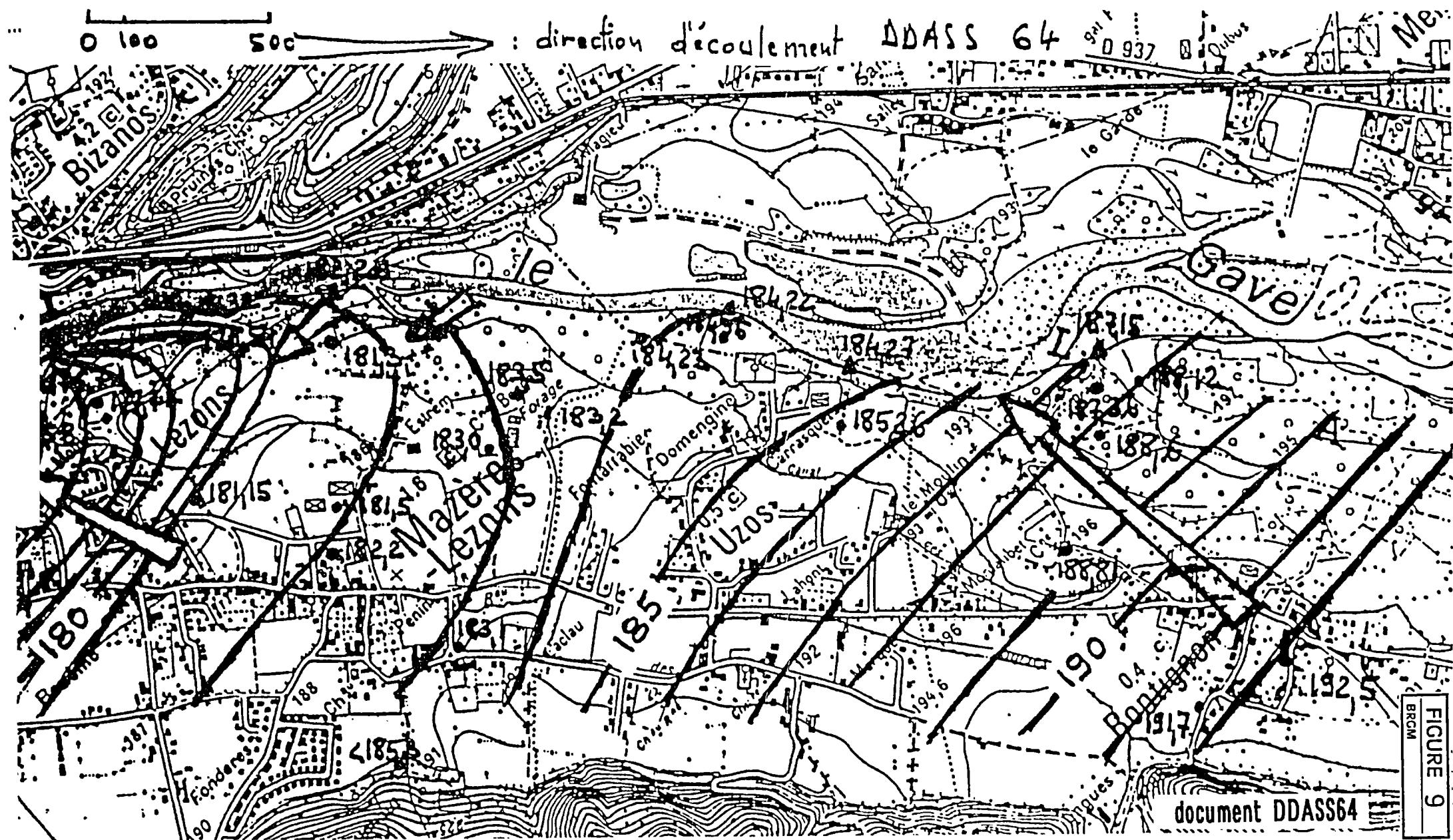


Carte piézométrique d'Octobre 1960

PIEZOMETRIE JANVIER FEVRIER 1989



PIEZOMETRIE DE DECEMBRE 1984

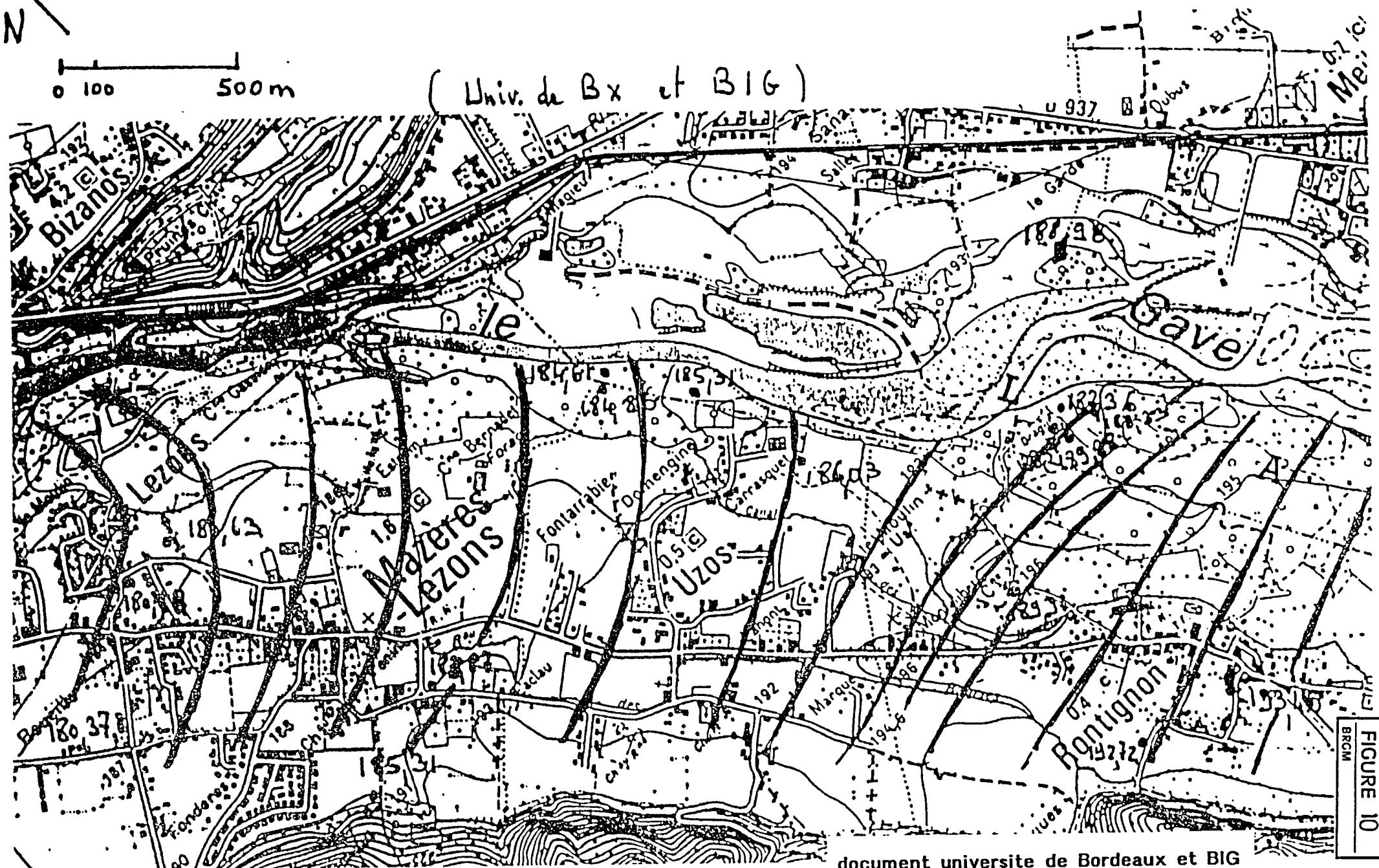


PIEZOMETRIE DE OCTOBRE 1980

NE

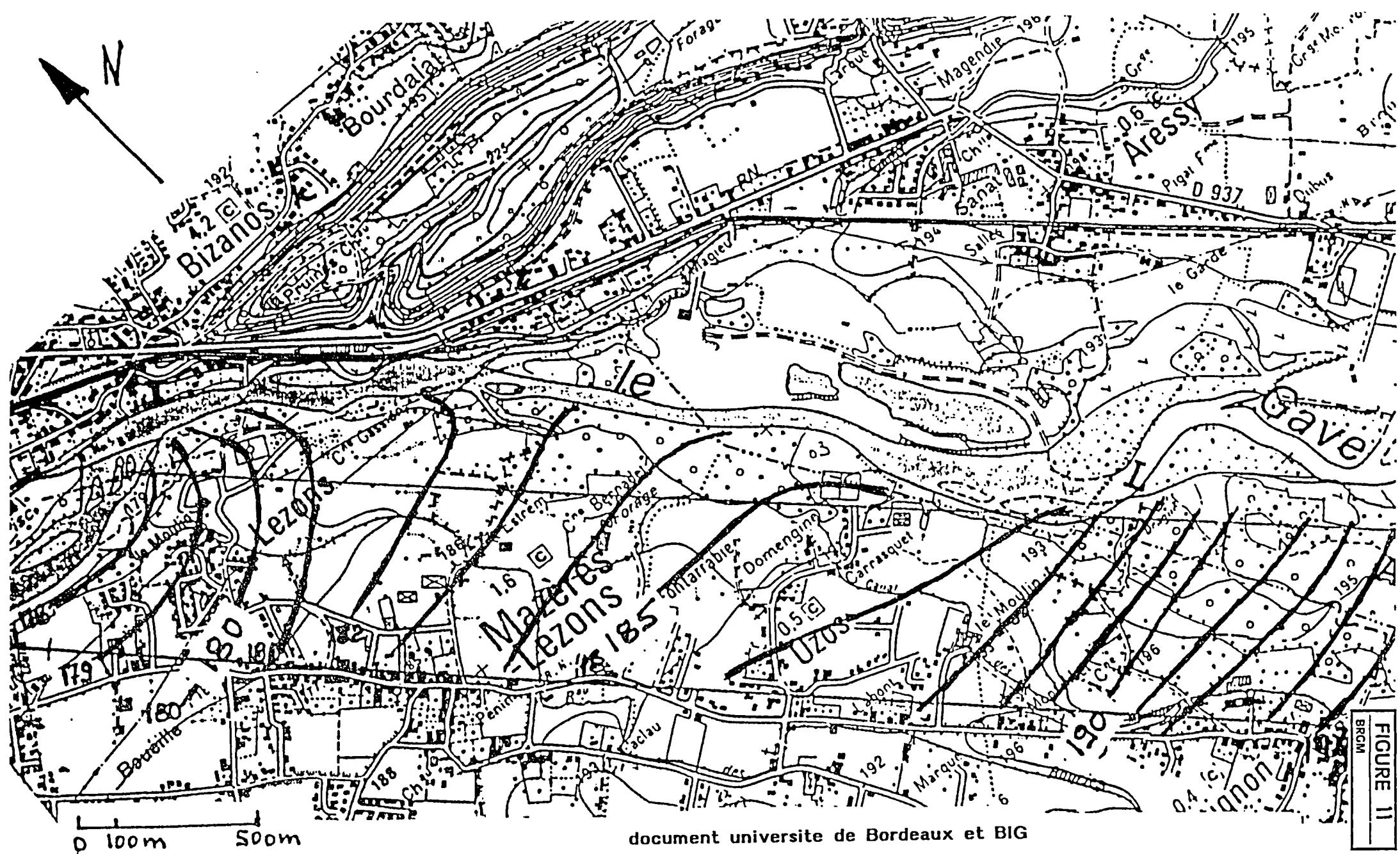
A horizontal scale bar with tick marks at 0 and 500 meters.

(Univ. de Bx et BIG)



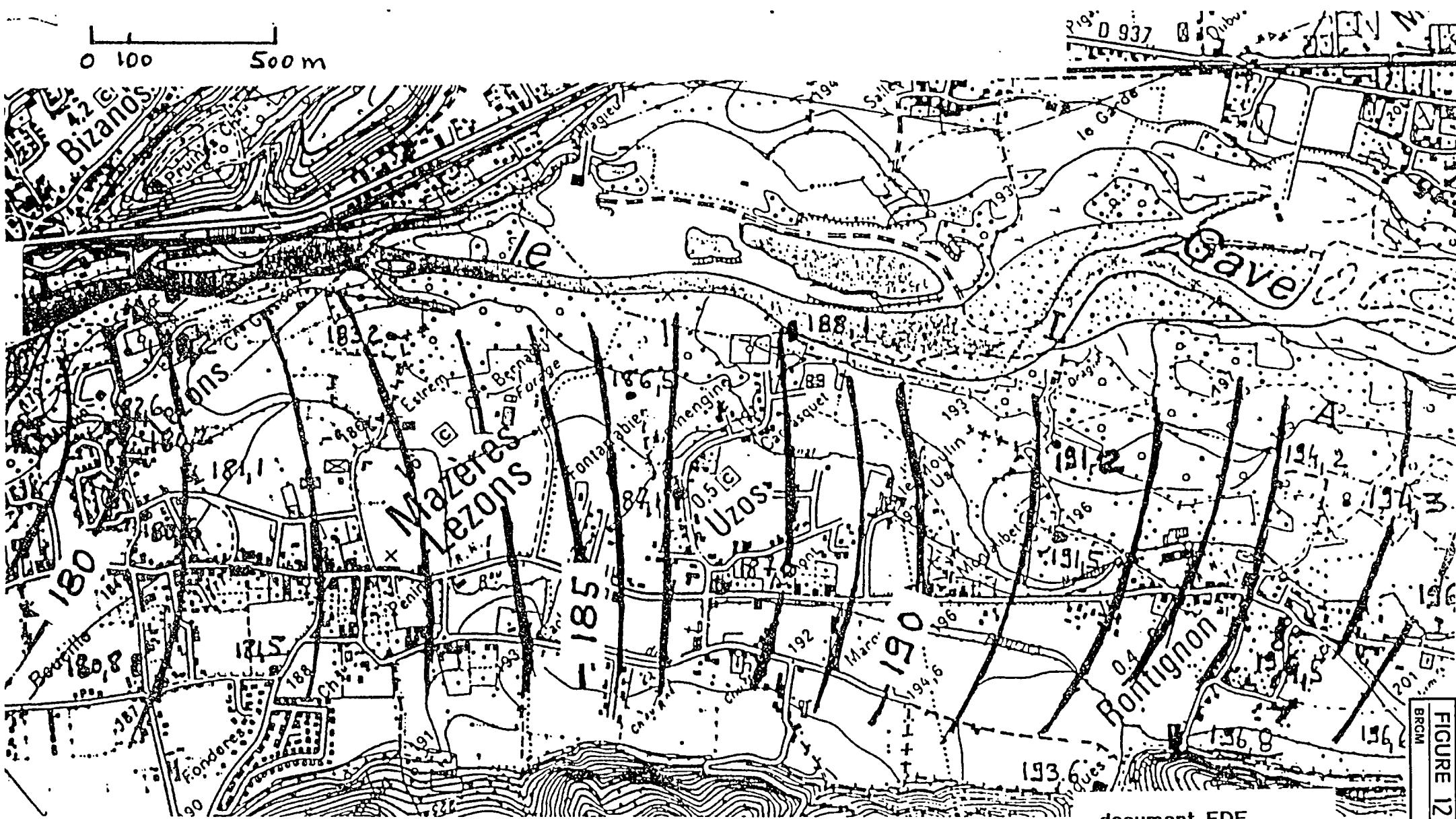
FIGURE

PIEZOMETRIE DU PRINTEMPS 1975



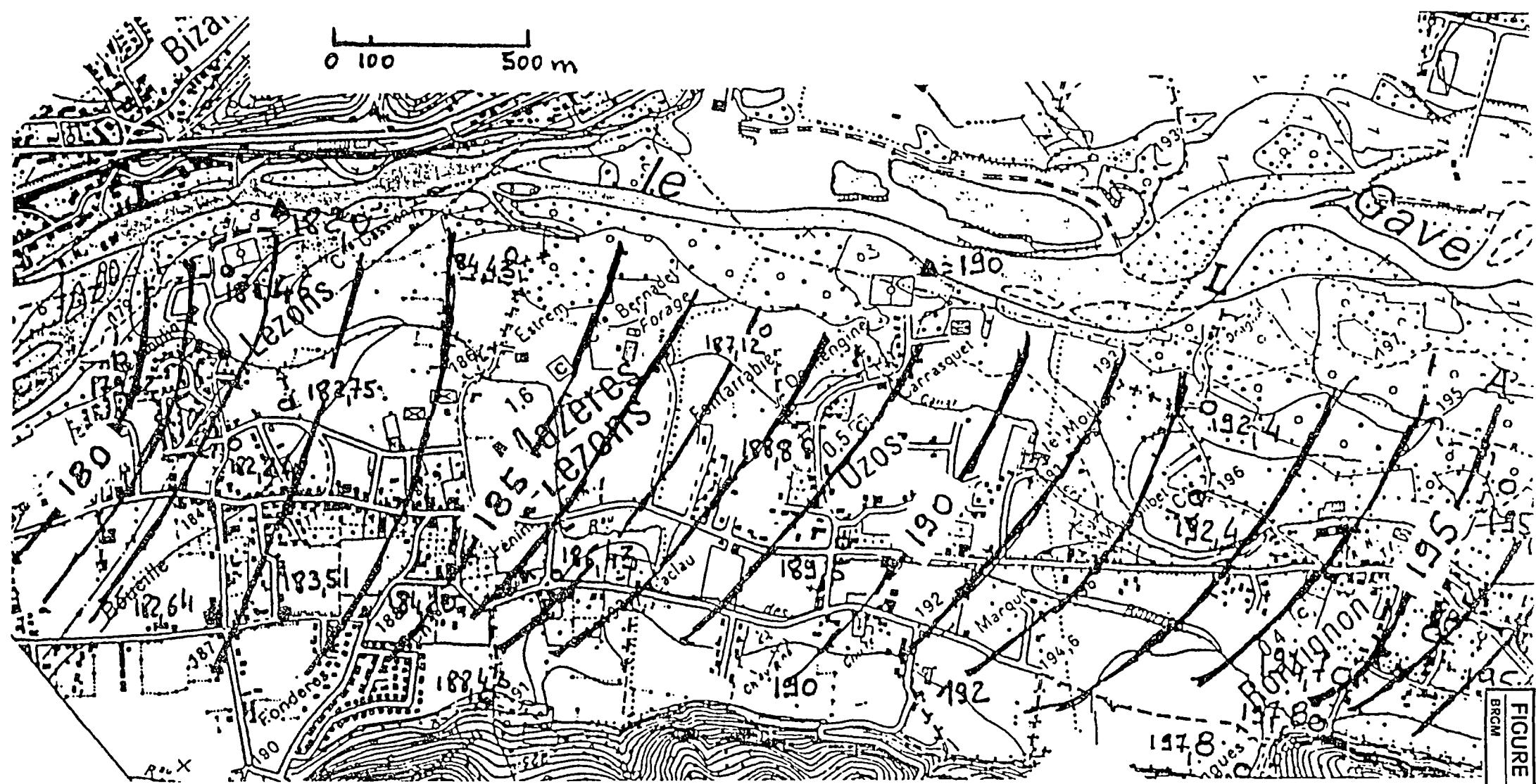
PIEZOMETRIE DE SEPTEMBRE 1960 (étiage)

Enquête sur la nappe alluviale du Gave de Pau



PIEZOMETRIE DE JUIN 1957 (crue)

Enquête sur la nappe alluviale du Gave de Pau



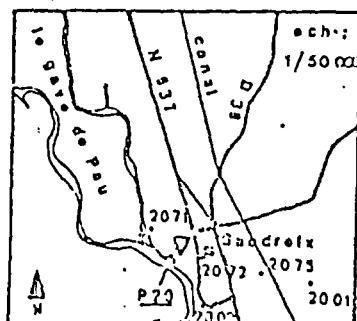
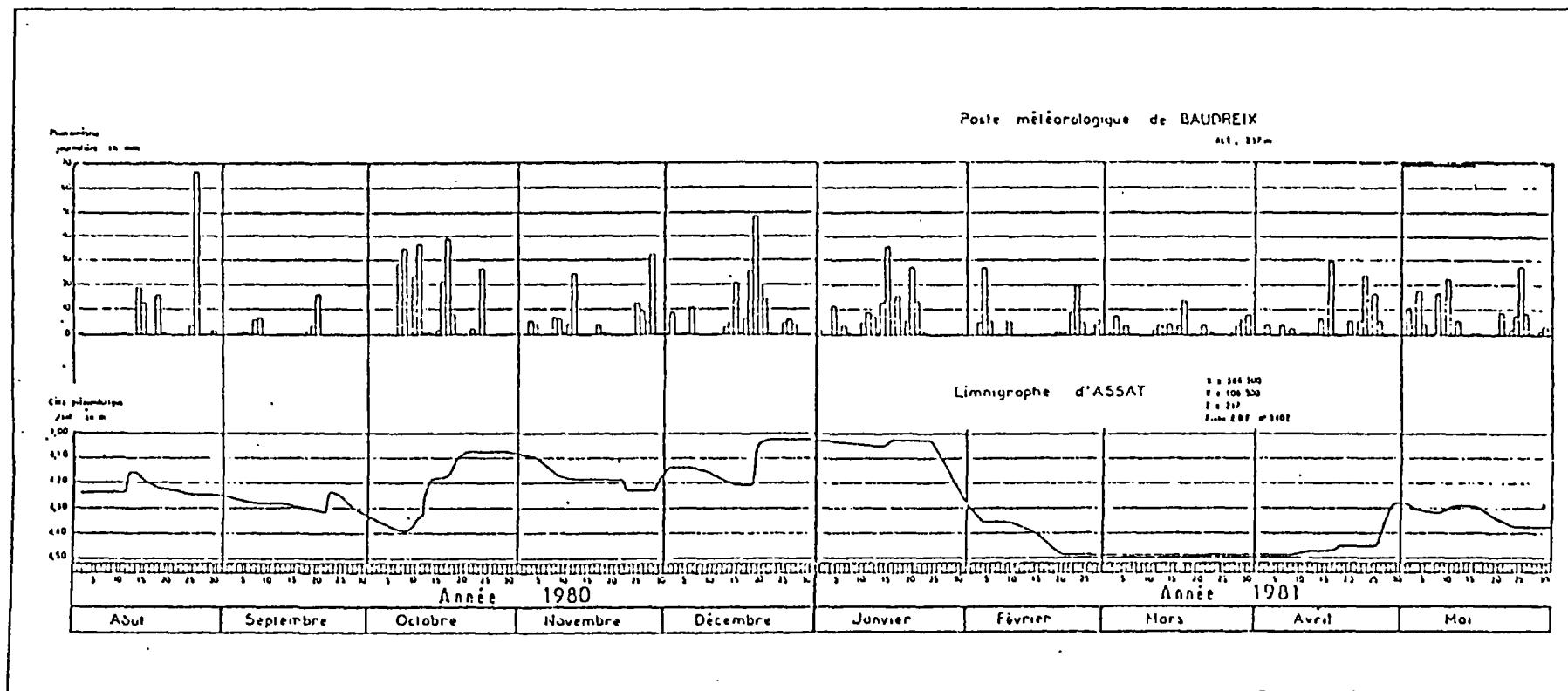
4.3. AMPLITUDE DES VARIATIONS PIEZOMETRIQUES

Les variations saisonnières de la nappe sont étroitement dépendantes des précipitations, comme le montre la figure 14 (extraites de l'étude réalisée par l'Université de Bordeaux III).

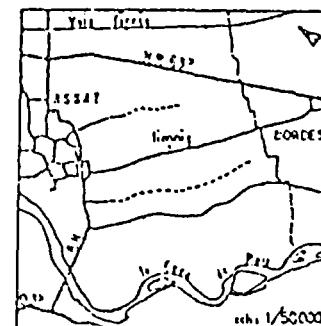
Les variations sont fonction de la position par rapport au gave ; 3 piézomètres suivis entre 1984 et 1990 par la DDASS de Pau entre Mazères et Rontignon indiquent (figure 15) :

- un niveau moyen à 4 m à Uzos (proche du gave), avec une variation de 1,60 m minimum,
- un niveau moyen à 5,50 m à Rontignon (milieu de terrasse) avec une variation minimum de 2,20 m,
- un niveau moyen à 7 m à Mazères (proximité des coteaux) avec une variation de 2,40 m minimum.

VARIATIONS SAISONNIERES DU NIVEAU DE LA NAPPE



Localisation des postes d'enregistrements



cf. plan de
situation

Variations du niveau piézométrique de la nappe alluviale du Gave de Pau

(Rive gauche de Narcastel à Mazerès)
Près du champ captant du SIAEP de Jurban (ou)

DDASS 64

Profondeur
sous margelle
en m

Piezo. PB
Uzos
 $m = 0,6m$
(influence par
Gave de Pau
proche)

Piezo 31.02
à Rontignon
 $m = 1,20m$
(milieu terrasse)

Piezo 35.10
à Mazerès
 $m = 4,20m$
(près des
coteaux)

1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994

FIGURE 15
BRGM

5. CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES

5. 1. TRANSMISSIVITÉ

La transmissivité a été mesurée lors d'essais sur les différents points :

<u>Sondage</u>	<u>Transmissivité</u>
S 103	7 . 10^{-2} m ² /s
S 201	1 . 10^{-2} m ² /s
S 803	5 . 10^{-2} m ² /s
S 1203 (P 13)	6 . 10^{-2} m ² /s
S 1406 (Uzos)	8 . 10^{-2} m ² /s
P 14	3,5 . 10^{-2} m ² /s
Pardies Piétat	3,5 . 10^{-2} m ² /s
Baliros	1,08 . 10^{-2} m ² /s

Un modèle mathématique réalisé en 1977 par J. BAUDIN et la Faculté de Bordeaux III indiquait une répartition de transmissivité (forte et homogène) en compartiment (figure 16).

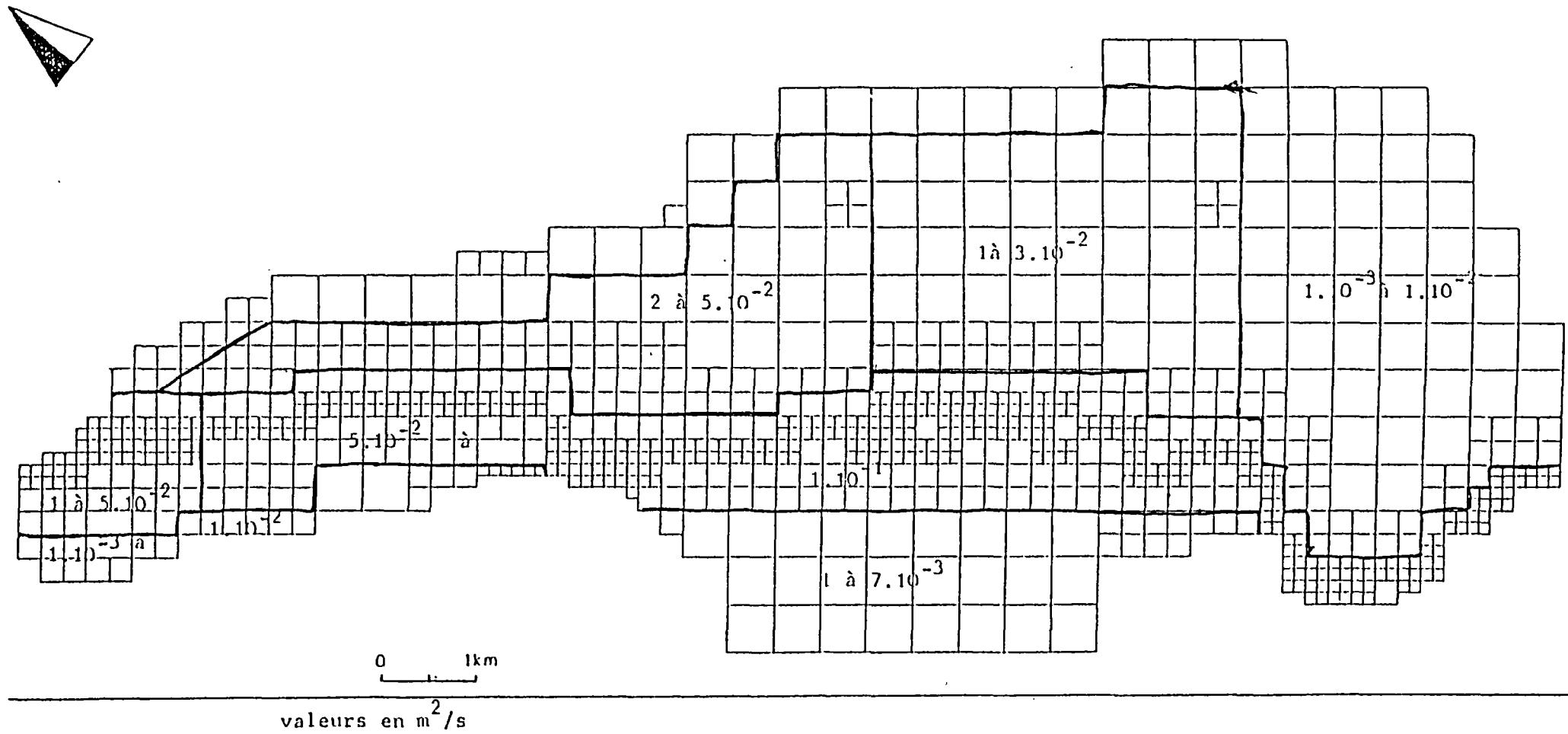
5. 2. EMMAGASINEMENT

Le coefficient d'emmagasinement n'est connu qu'en un point, le P 14 (essais et suivi de plusieurs piézomètres). Ce coefficient est évalué entre 19 et 20 %. Il est vraisemblable que ce paramètre évolue dans la zone 15-20 %.

5. 3. PERMEABILITÉ

La perméabilité de l'aquifère a fait l'objet de nombreuses mesures en 1957 par EDF, au moyen d'essais Lefranc. Dans la zone intéressée (figure 17), la perméabilité varie entre 10 et 40 . 10^{-4} m/s.

CARTE DES TRANSMISSIVITES AFFICHEES

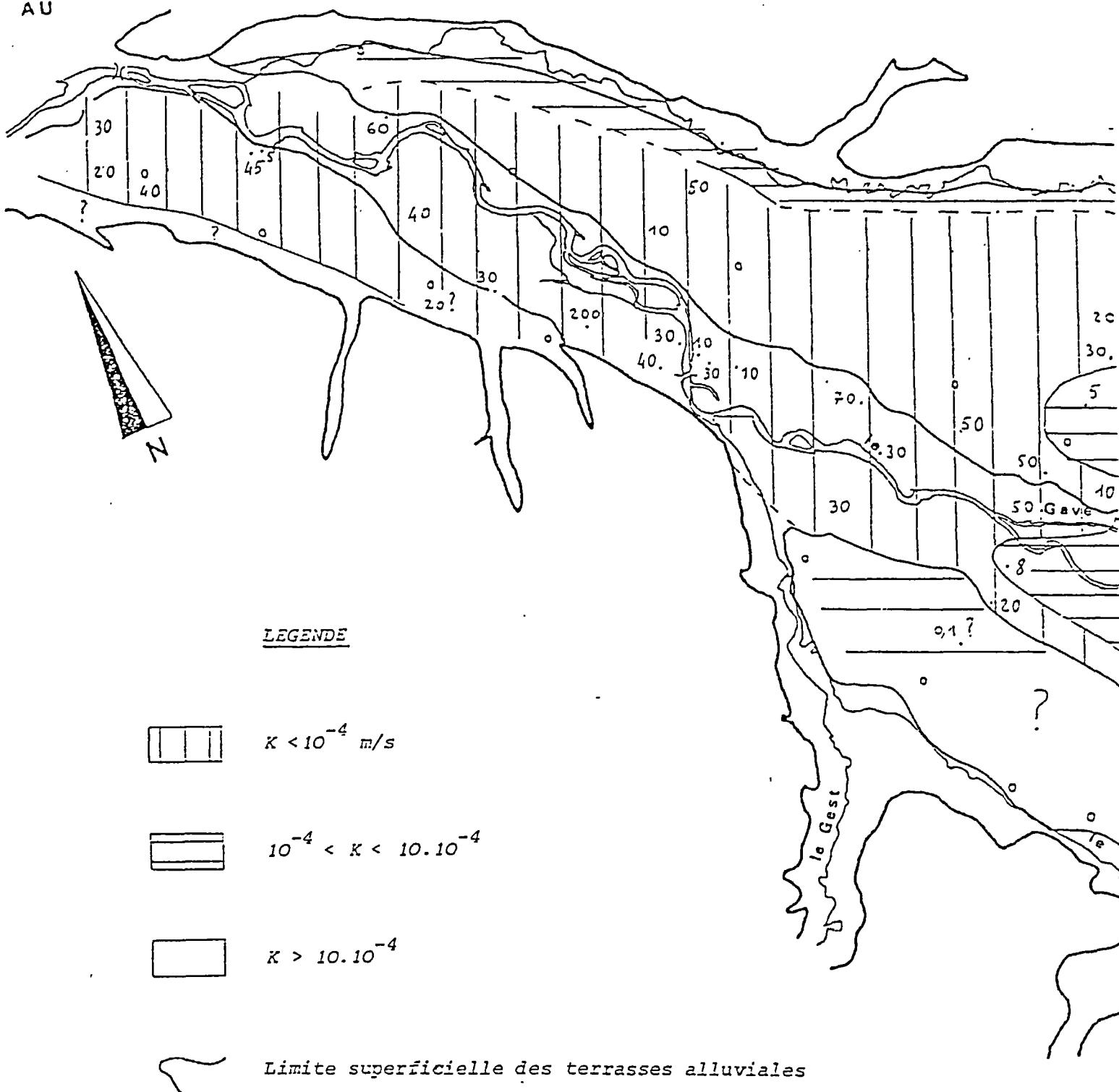


d'après la thèse de G. BAUDIN

CARTE DE PERMEABILITE

Echelle 1/50000

AU



6. DEBIT D'EXPLOITATION DES CAPTAGES D'EAU POTABLE

Les captages d'eau potable sont nombreux et appartiennent soit au SIAEP de Gan-Jurançon (P 1 à P 14, S 1 à S 3), soit à la Ville de Pau (Uzos), soit au Syndicat mixte du Nord-Est de Pau (Baliros, Pardies Pietat...). Certains ouvrages ne sont pas encore exploités et seule la ressource a été matérialisée par des sondages de reconnaissance.

Maître d'ouvrage	N° du puits	Débit d'exploitation (m ³ /h)	Commentaires
SIAEP de Gan Jurançon	P 1	0 à 50	(*)
	P 2	0 à 50	(*)
	P 3	0 à 50	(*)
	P 4	0	arrêté
	P 5	0 à 50	(*)
	P 6	60	
	P 7	0	
	P 8	90	
	P 9	50	
	P10	50	
	P11	110	
	P12	180 - 300	
	P13	110	
	P14	190	
	S 1	500	prévision DDAF
	S 2	500	"
	S 3	500	"
	P15		
Ville de Pau	Uzos	300 - 500	
	803	250	prévision
Synd. M. du N-E de Pau	Baliros Pardies	500 500	prévision DDAF "

(*) devrait être arrêté prochainement

7. PERIMETRES DE PROTECTION

(figures 18 et 19)

La quasi-totalité des ouvrages réalisés sur le secteur a fait l'objet de l'expertise d'un Hydrogéologue agréé pour l'établissement de périmètres de protection. Seul le point d'U 205 de la ville de Pau est sanctionné par un arrêté préfectoral portant déclaration d'utilité publique d'Uzos.

Du Nord au Sud, la déviation passe en limite des périmètres de puits P 1 à P 13 du SIAEP de Gan Jurançon, traverse ceux du captage de la Ville de Pau et du P 14 du SIAEP de Gan Jurançon et du futur périmètre des puits S1, S2 et S3 du même Syndicat. Elle passe ensuite à la limite des périmètres des puits de Baliros et Pardies du Syndicat mixte du Nord-Est de Pau, n'en traversant qu'une petite partie.

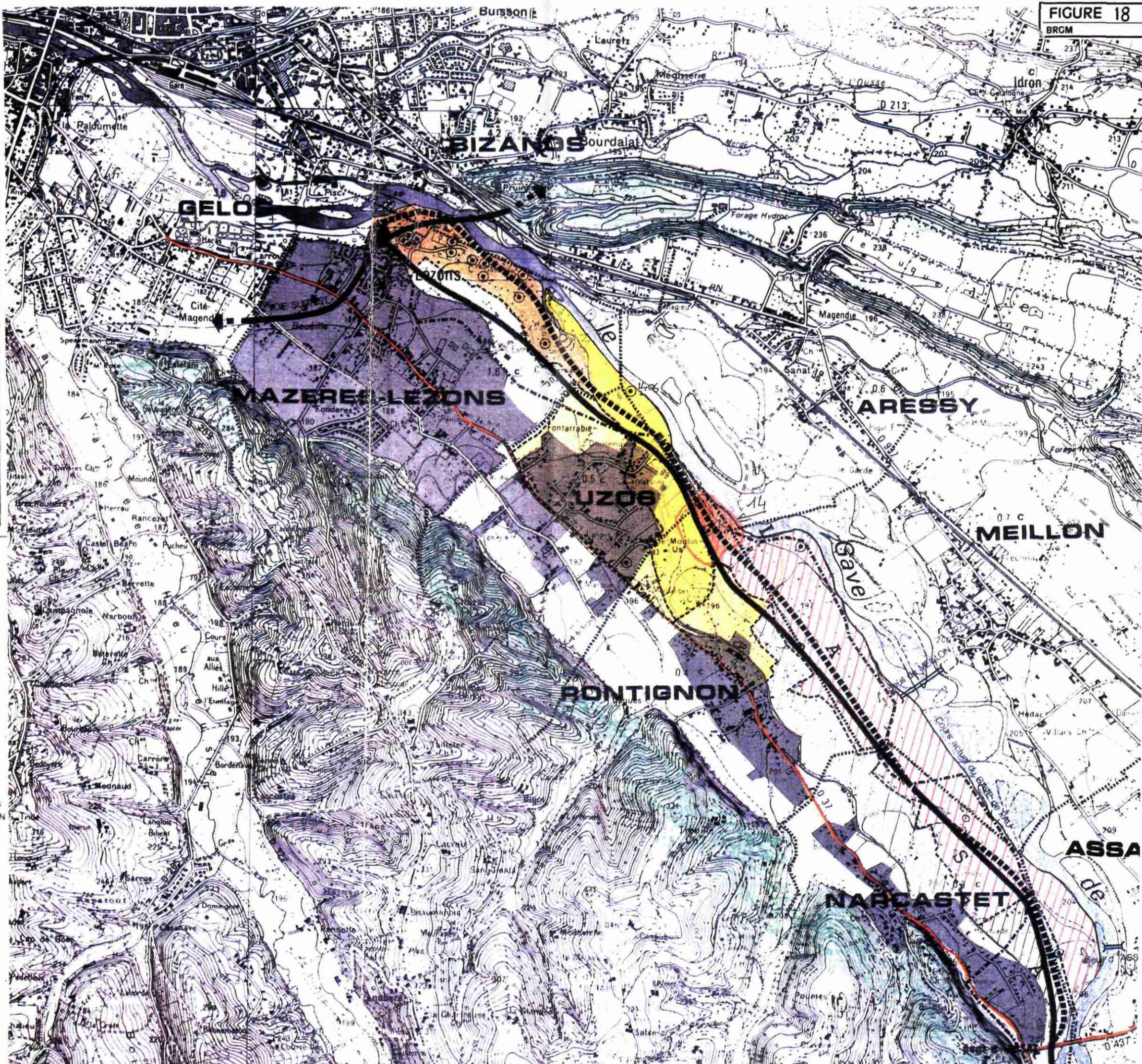
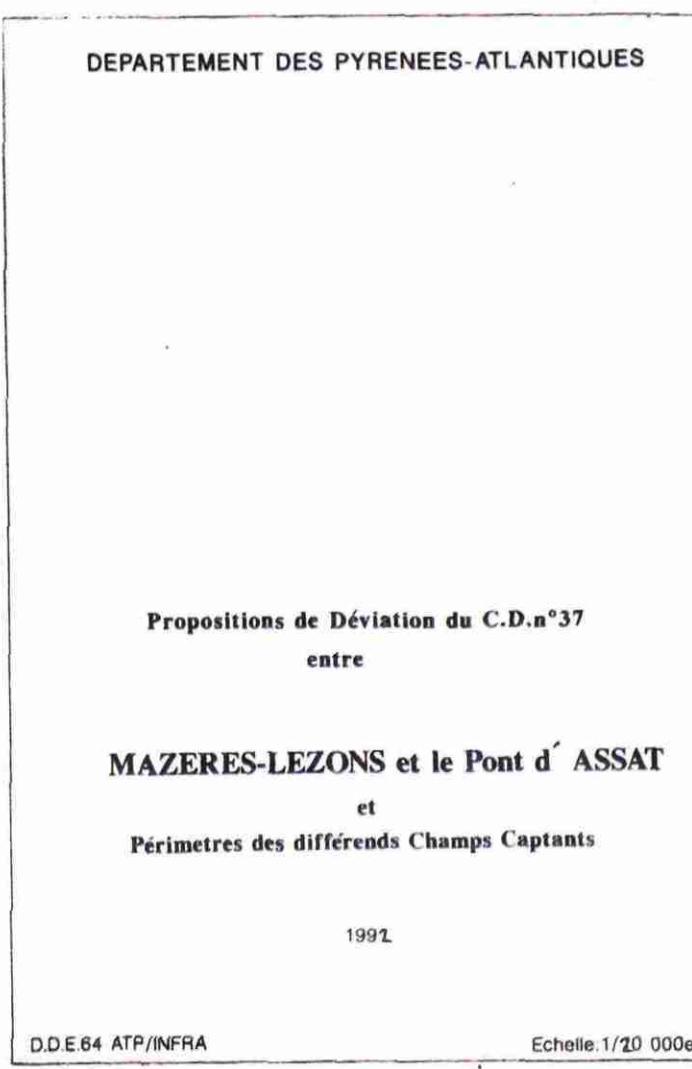
Les distances des puits au projet et à sa variante restent faibles.

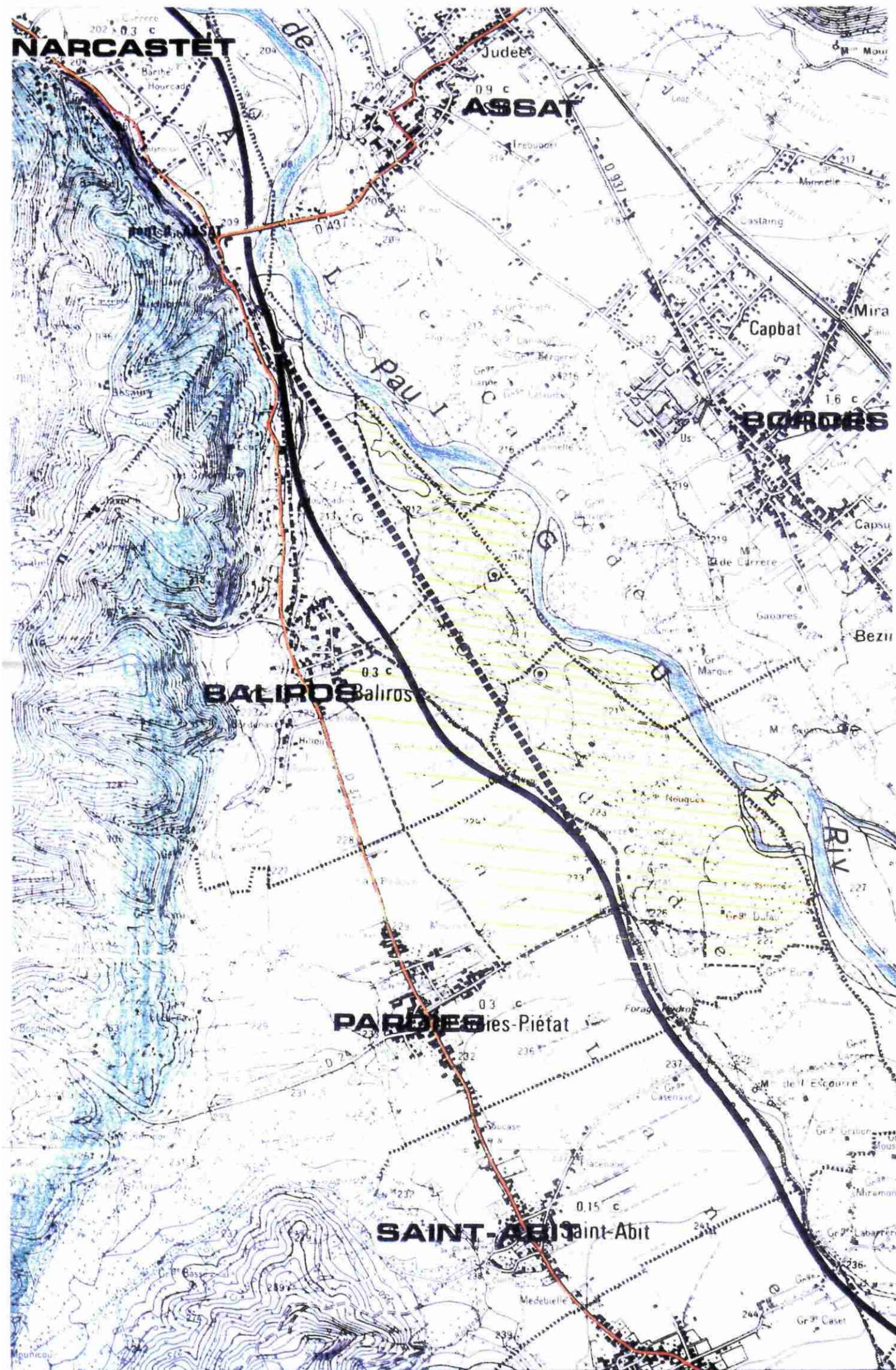
DISTANCE DU PROJET AUX PUITS AEP

MAITRE D'OUVRAGE	NOM DU PUITS	DISTANCE PAR RAPPORT AU PROJET EN M	DISTANCE PAR RAPPORT A LA VARIANTE EN M
SYNDICAT GAN JURANCON	P1	70	145
	P2	60	120
	P3	50	110
	P4	85	90
	P5	100	140
	P6	230	90
	P7	255	60
	P8	160	145
	P9	260	40
	P10	210	85
	P11	220	45
	P12	290	30
	P13	80	50
	P14	50	10
VILLE DE PAU	S1	230	170
	S2	115	80
	S3	310	260
SYNDICAT NORD-EST DE PAU	UZOS	220	140
	S803	150	140
	BALIROS	540	400
	PARDIES	425	310

DEBIT D'EXPLOITATION DES OUVRAGES

MAITRE D'OUVRAGE	NOM DU PUITS	DEBIT D'EXPLOITATION EN M3/h
SYNDICAT GAN JURANÇON	P1	0 (50 M3/H SECOURS)
	P2	0 (50 M3/H SECOURS)
	P3	0 (50 M3/H SECOURS)
	P4	0 (50 M3/H SECOURS)
	P5	0 (50 M3/H SECOURS)
	P6	60
	P7	0
	P8	90
	P9	50
	P10	50
	P11	110
	P12	180 à 300
	P13	110
	P14	190
	S1	500 PREVISION DDAF
VILLE DE PAU	S2	500 PREVISION DDAF
	S3	500 PREVISION DDAF
	UZOS	300 à 500
SYNDICAT NORD-EST DE PAU	S803	250
	BALIROS	500 PREVISION DDAF
	PARDIES	500 PREVISION DDAF





LEGENDE

Limites des Communes.

Tracé de la Déviation du CD 37 étudié par le DEPARTEMENT.

Variante souhaitée par les COMMUNES.

Projet de périmètre rapproché des champs captants.

Projet de périmètre éloigné des champs captants.

Limite de la crue centennale.

Zones construites et constructibles.

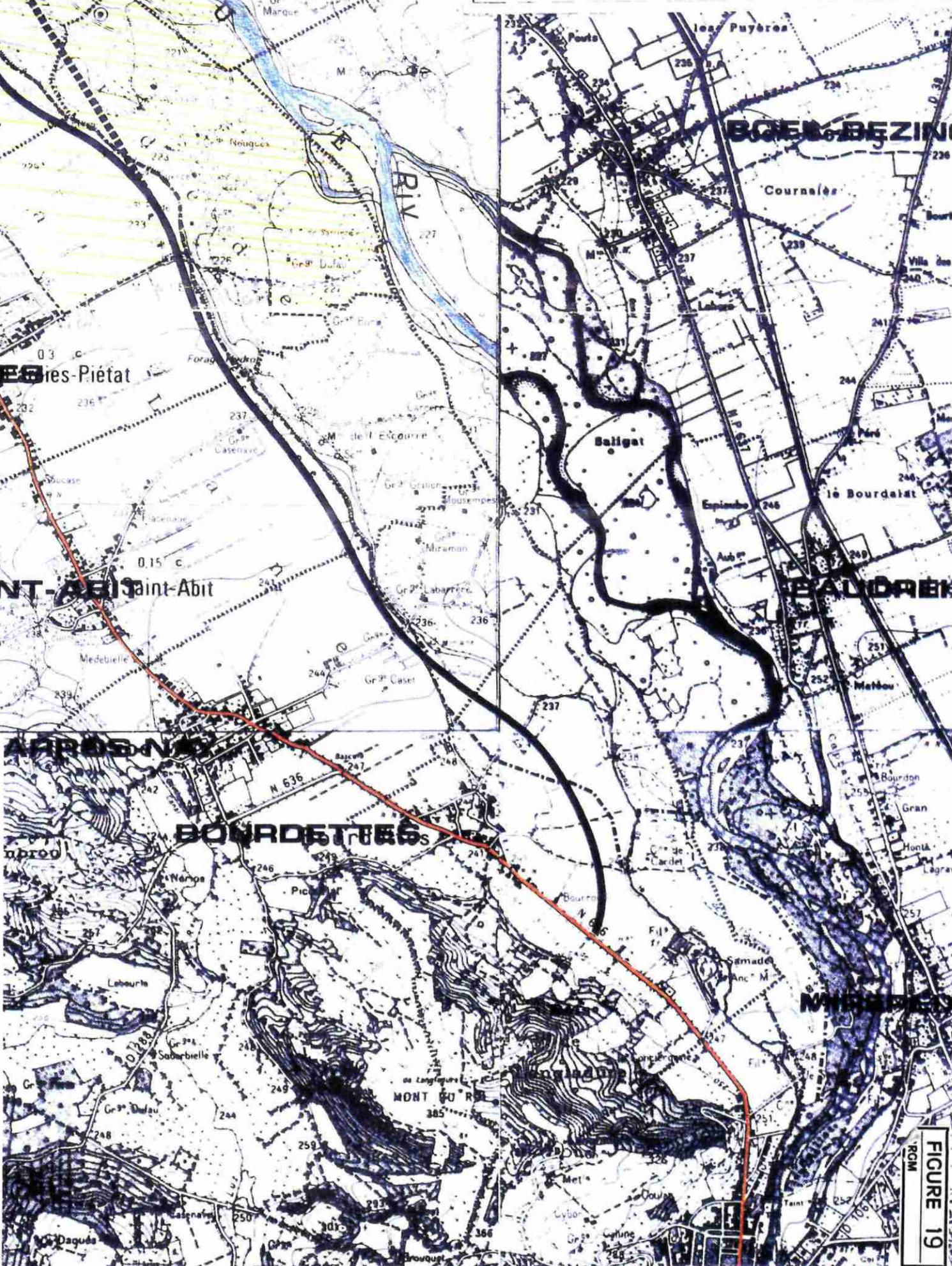
Puits de captages.

Propositions de Déviation du C.D n°37
entre

le Pont d' ASSAT et NAY/BOURDETTE

1991

Echelle 1/20000



8. MODE D'ALIMENTATION ET ZONE D'INFLUENCE DES CAPTAGES

Hors exploitation, la zone d'étude peut se décomposer en 5 tronçons déterminés par des directions d'écoulement et de gradient différentes. D'amont en aval, on trouve :

- la zone de Baliros-Pardies au pont d'Assat d'écoulement Nord et de gradient 0,005 (figure 24),
- la zone du pont d'Assat à Uzos (Domengine) d'écoulement Nord et de gradient 0,005 (figure 23),
- la zone d'Uzos (Domengine) à Mazères (Estrem) d'écoulement NWN et de gradient 0,008 (figures 21 et 22),
- la zone de Mazères (Estrem) à Lezons, d'écoulement WNW et de gradient faible (0,002) (figure 20),
- la zone aval, secteur des puits de Mazères (P1 à P5) d'écoulement NW et Sud, fortement influencée par le gave.

La vitesse de la nappe varie selon les secteurs de 1 à 3 m/jour.

Des méthodes empiriques (Wyssling, Sauty) (annexe) permettent la détermination du cône d'appel des ouvrages pour une nappe uniforme, homogène et infinie. Les formules ont été appliquées pour chaque captage en fonction des données soit disponibles lors d'essais de pompage, soit extrapolées d'après les études antérieures.

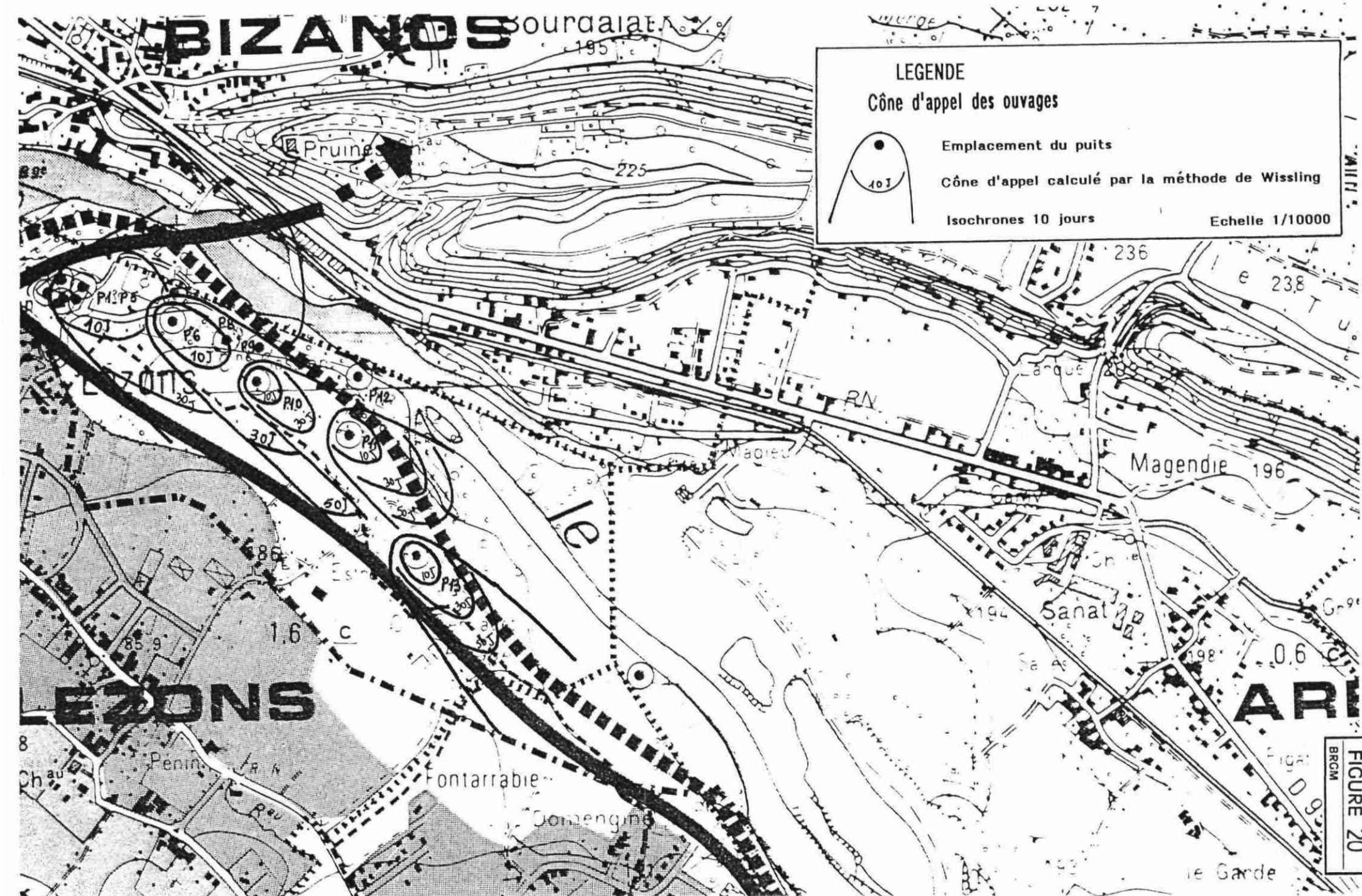
Le cône a été calculé uniquement le long des écoulements recouvrant le futur projet. Il est à noter que si l'alimentation par le gave assure une partie de la production des ouvrages, celle-ci n'a jamais été quantifiée. Cette incertitude a une importance considérable sur la zone à protéger. Il est nécessaire de lever des incertitudes ayant des conséquences sur les coûts de protection.

Les cônes sont reportés sur les figures 20 à 24.

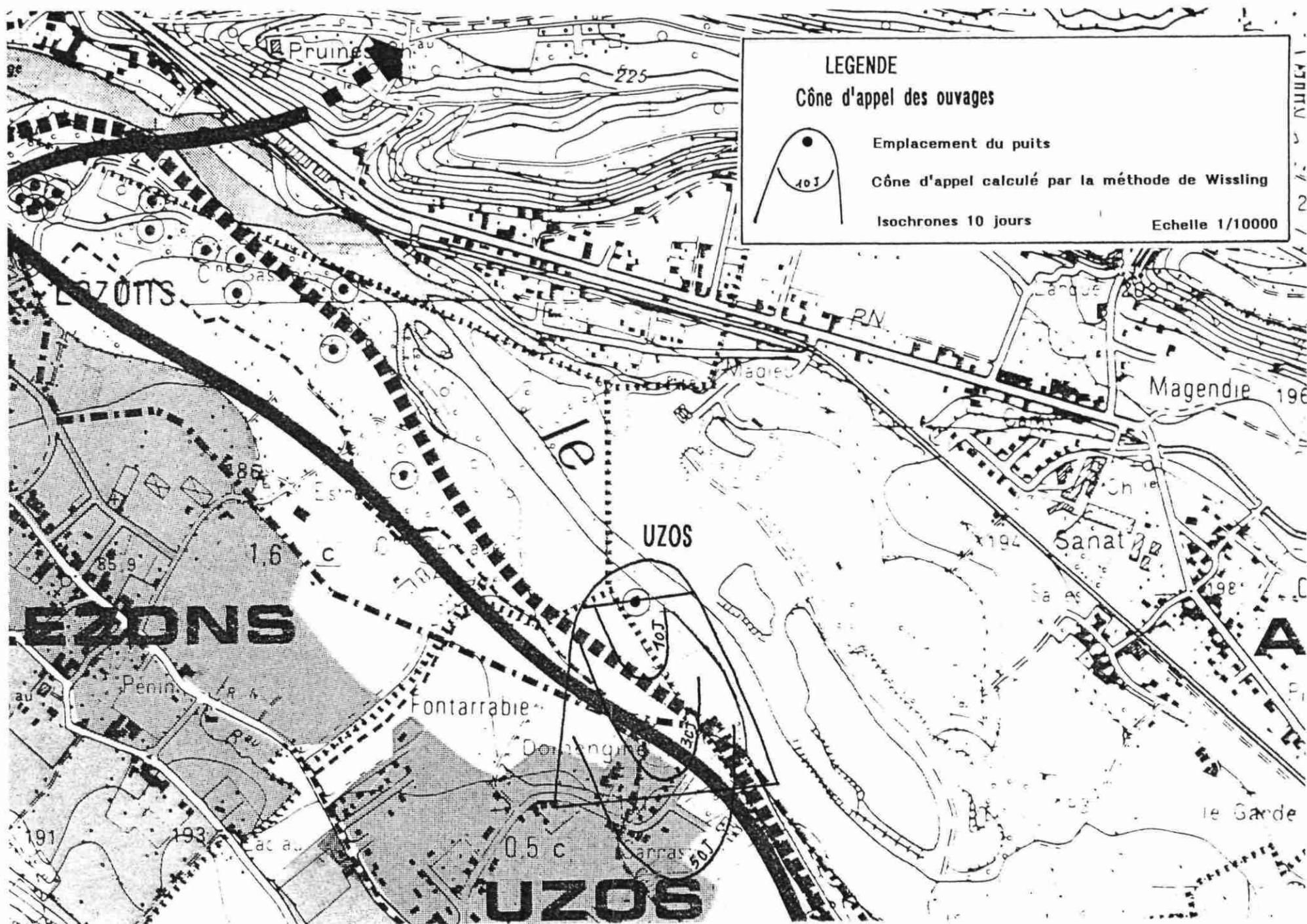
On peut comparer les valeurs obtenues pour le puits P 14 avec celles obtenues par COTTINET lors de l'interprétation des essais :

- les valeurs sont concordantes pour les directions N et S, indiquant une ellipsoïde déformée par l'écoulement régional : à l'Est, le cône d'appel calculé par nos soins ne prenant pas en compte l'alimentation du gave, les valeurs diffèrent ;
- le cône d'appel n'a pas été calculé pour les puits P1 à P5 (ne fonctionnant qu'en secours). Il est évident que la remise en marché des puits P1 à P5 verrait un cône d'appel à la fois étendu vers la déviation, mais également vers la partie Est en direction de Biganos, par l'alimentation du gave. Ce cône est relativement étendu de part d'autre car il se situe dans une zone à fort gradient.

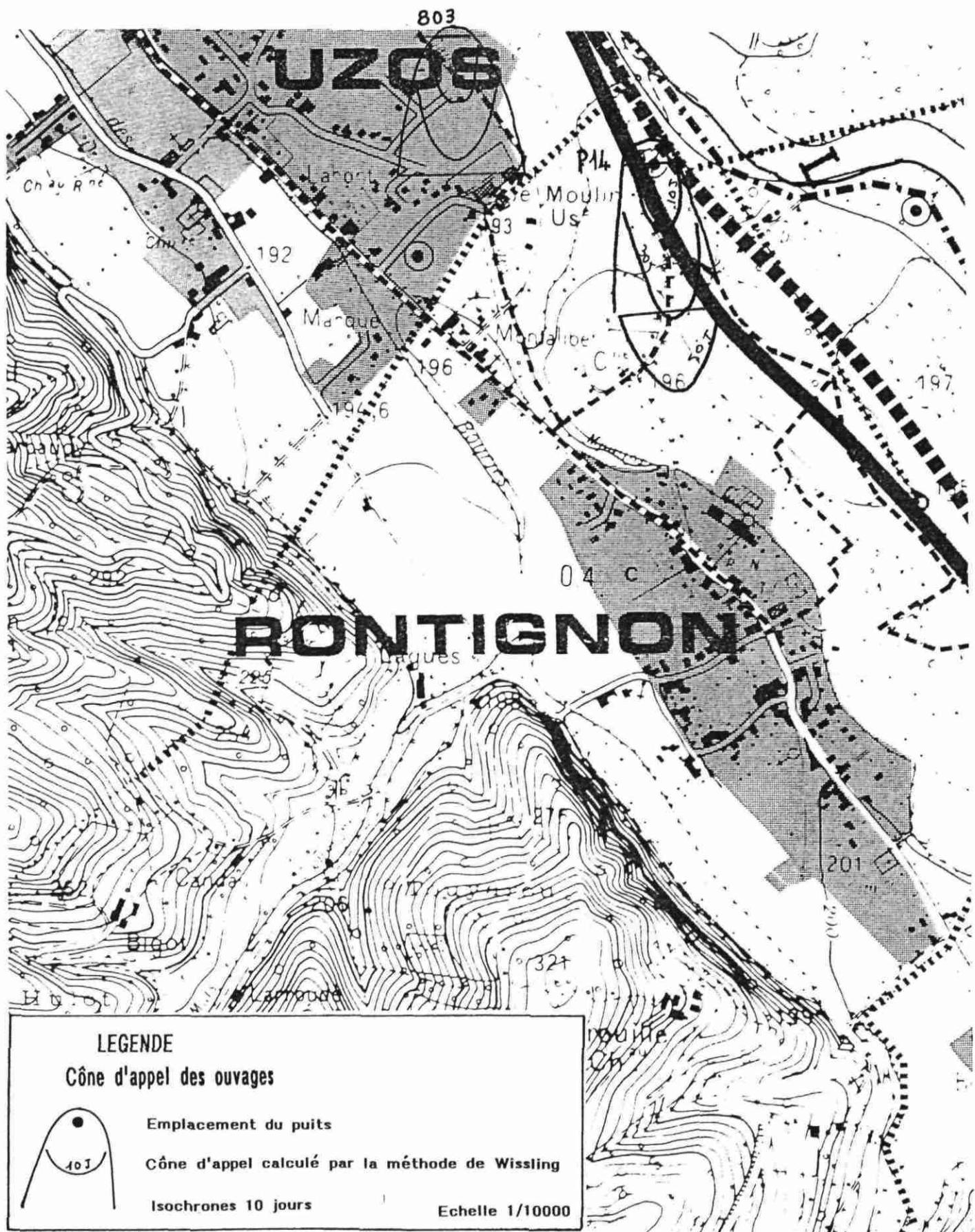
CONE D'APPEL DU SECTEUR P1 A P13

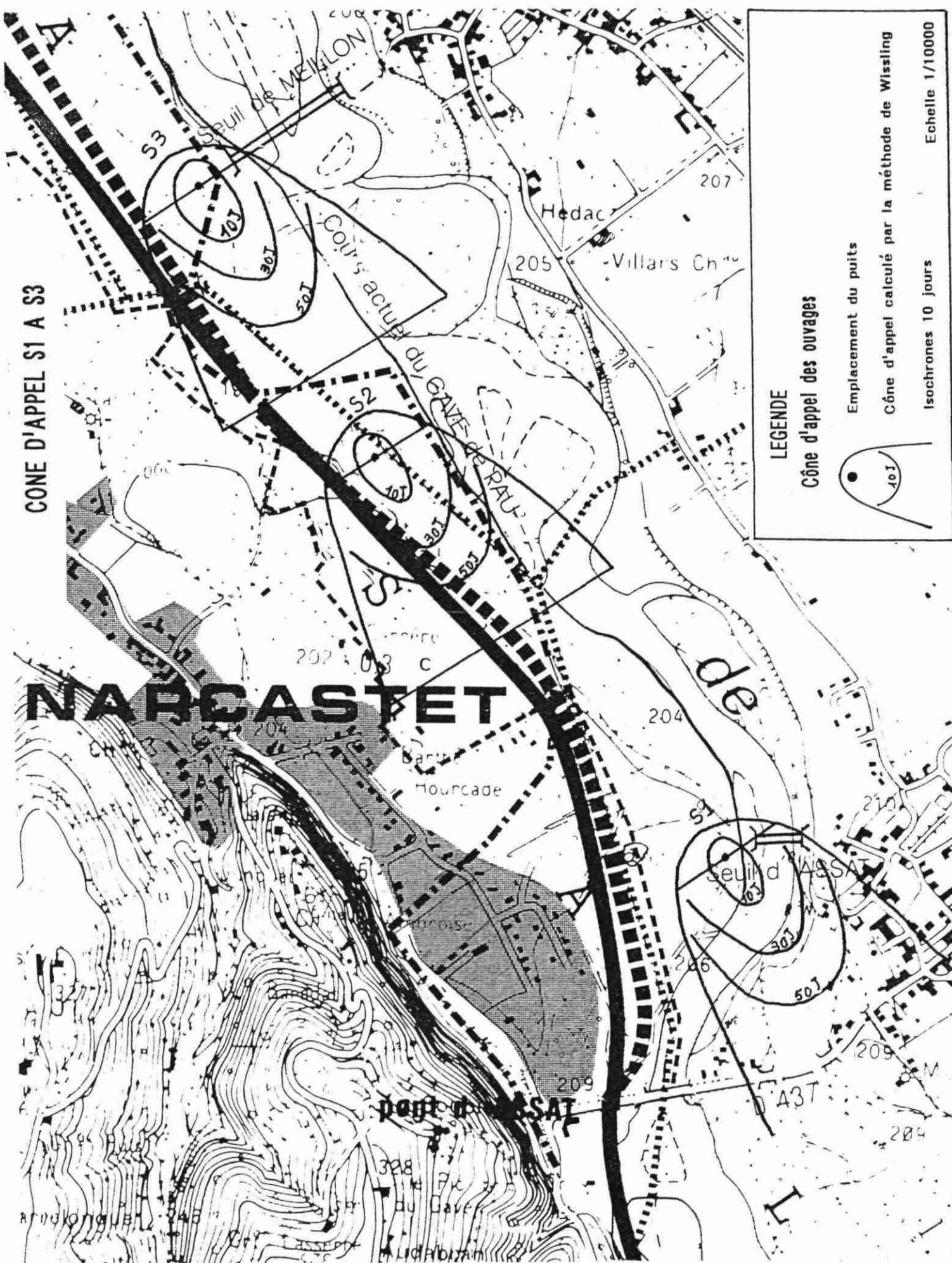


CONE D'APPEL D'UZOS

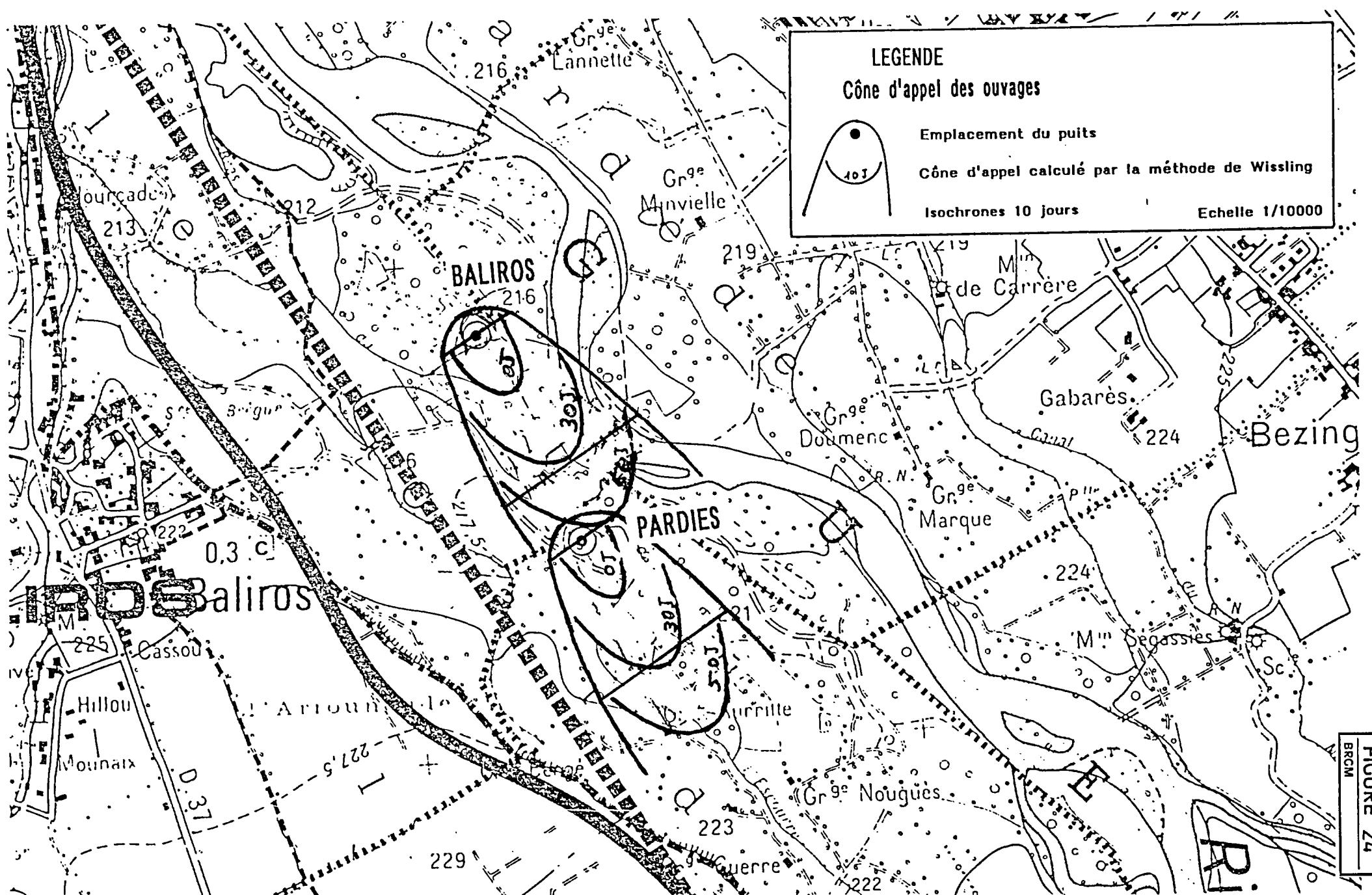


CONE D'APPEL DU PUITS P14 ET DU 803





CONE D'APPEL DE BALIROS ET PARDIES



9. VULNERABILITE DE LA NAPPE

La protection naturelle de la nappe par les formations limoncuses de surface est très limitée, tant du fait de la faible épaisseur de ces formations (inexistante au P8) et de la grande variabilité d'un puits à l'autre (0,70 m au P9, 0,40 m au P13) que de leur perméabilité, que l'on estimera en l'absence d'essais spécifiques *in situ* à $2 \cdot 10^{-5}$ m/s, soit une vitesse d'infiltration de 5 cm/h. Pour une couche limoneuse moyenne de 0,50 m et pour un polluant de même caractéristiques physiques que l'eau, le temps de percolation serait au maximum de 6 h.

La zone non saturée est assez hétérogène. Si l'on retient la valeur de perméabilité de $3 \cdot 10^{-3}$ m/s pour une épaisseur de 5 m de terrain, le temps de transfert vertical serait de l'ordre de 3/4 h et de 1 h 30 pour 10 m de terrain.

Un essai réalisé *in situ* à proximité du champ captant de Mazères I et II et interprété par la DDASS a donné $4,5 \cdot 10^{-4}$ m/s. L'eau était infiltrée directement sur le sol et la vitesse apparente mesurée intéressait à la fois le limon et les alluvions sous-jacentes. Avec une telle valeur, le temps d'infiltration pour 5 m serait de 3 h et de 6 h environ pour 10 m.

Globalement, la nappe alluviale du gave de Pau a un degré de vulnérabilité élevé vis-à-vis des pollutions de nature chimique.

10. EVALUATION DES RISQUES DE POLLUTION

Le projet routier passe à proximité des périmètres de protection des captages de Mazères (P 1 à P 13), de ceux de Baliros et Pardics Piétat et à l'intérieur de ceux de Uzos, P 14 et du futur périmètre de S 2 et S 3.

Afin de déterminer les captages sensibles à la migration d'un polluant chimique se déversant le long du projet routier, nous avons mis en oeuvre le logiciel de calcul ARCHE, qui permet de calculer le temps de transfert d'une pollution à partir soit d'un point d'injection, soit d'une ligne d'injection. Cette dernière est en effet le cas se rapprochant le plus d'une voie routière (tout le long de son parcours, un accident peut avoir lieu).

Compte tenu de la longueur du tracé et des variations du sens de l'écoulement de la nappe, nous avons schématisé 4 zones :

- zone 1 puits P 1 à P 12
 - zone 2 puits P 13
 - zone 3 puits Uzos et P 14
 - zone 4 puits S1 à S3 (actuellement en sondage)
 - zone 5 secteur de Baliros-Pardies

► Zone 1 (figure 25)

Compte tenu de l'écoulement sensiblement dans l'axe de la déviation, le puits P 6 serait atteint par la pollution en 56 j et protégerait de ce fait le puits P 7. Les puits P 11 et P 12 ne sont pas atteints par des injections dans cette portion, mais seront touchés par des pollutions plus amont.

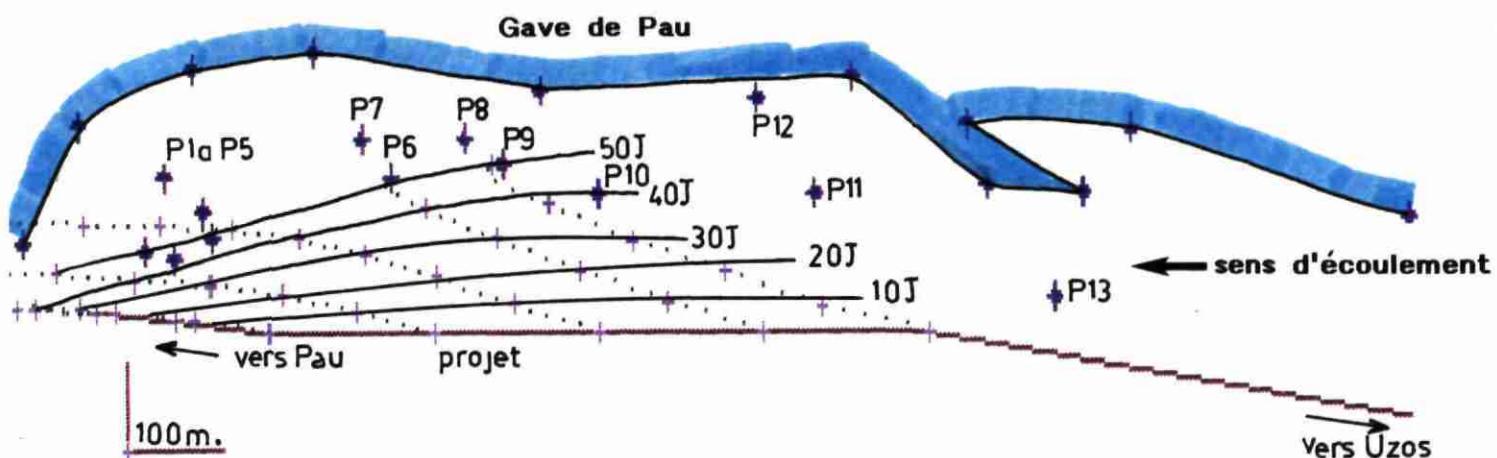
Les puits de Mazères I (puits 1 à 5) seront atteints entre 30 et 50 j. Nous n'avons pas modélisé l'embranchement du projet avec la route traversant le gave de Pau en direction de Biganos.

Si les puits P 1, P 2 et P 5 étaient remis en fonction, le temps de transfert de pollution serait réduit à 28 j pour le P 1 et à 41 j pour le P2.

► Zone 2 (puits P 13) (figure 26)

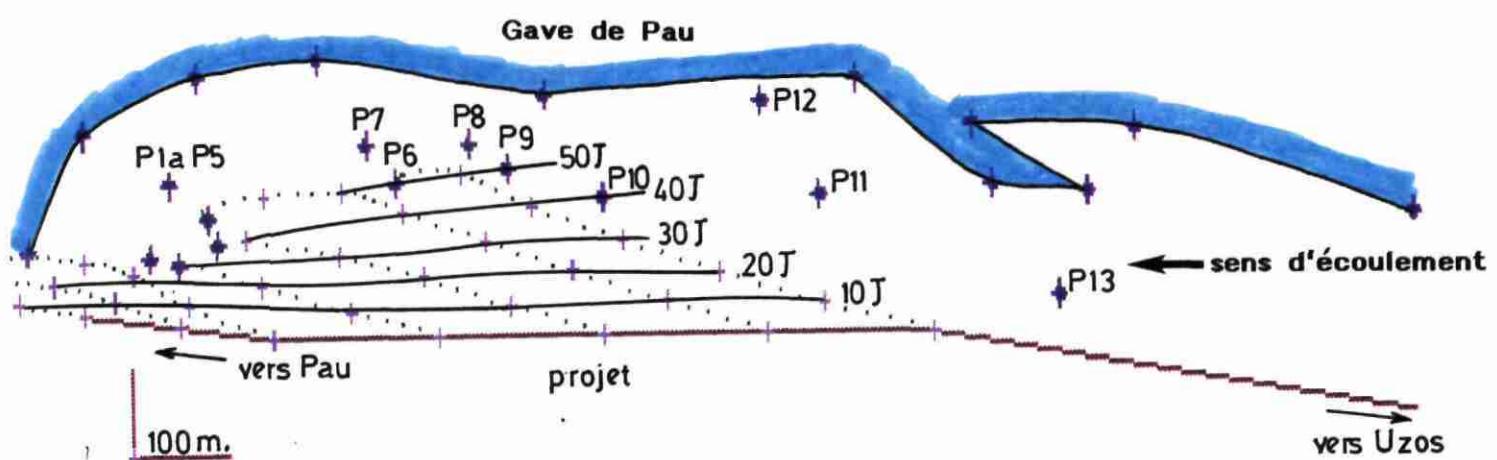
Selon l'écoulement, le puits P 13 serait atteint par une pollution venant de la déviation au bout de 36 j.

CALCUL DES TEMPS DE TRANSFERT (secteur P1-P12)



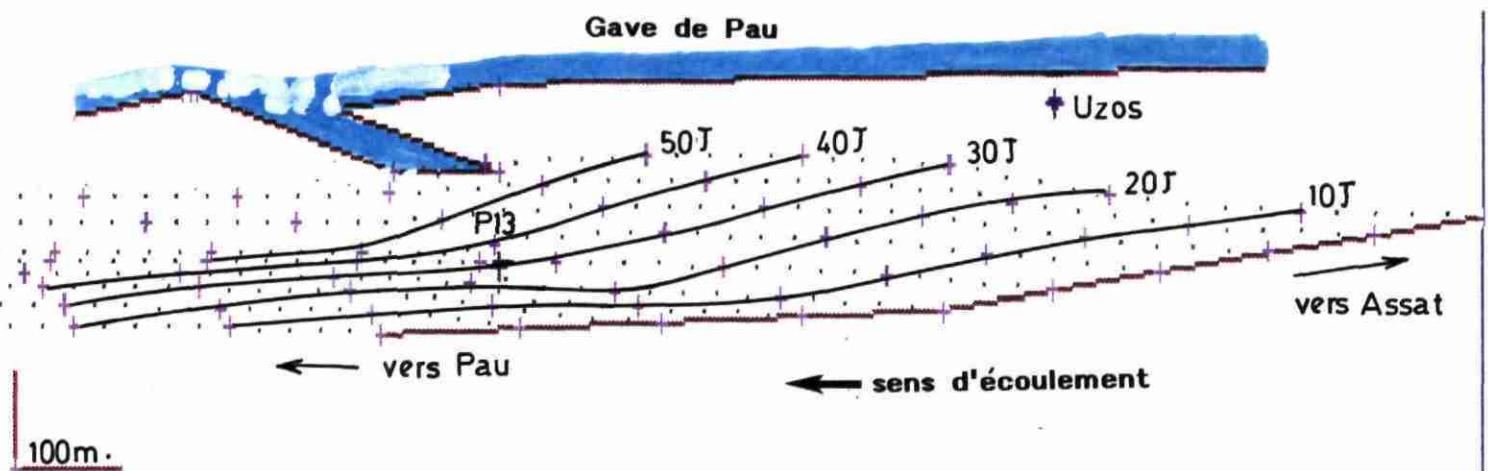
Débit P1	0 m3/h	Débit P6	60 m3/h	P11	110 m3/h
P2	0 m3/h	P7	0 m3/h	P12	300 m3/h
P3	0 m3/h	P8	90 m3/h		
P4	0 m3/h	P9	50 m3/h		
P5	0 m3/h	P10	50 m3/h		

CALCUL DES TEMPS DE TRANSFERT (secteur P1-P12)



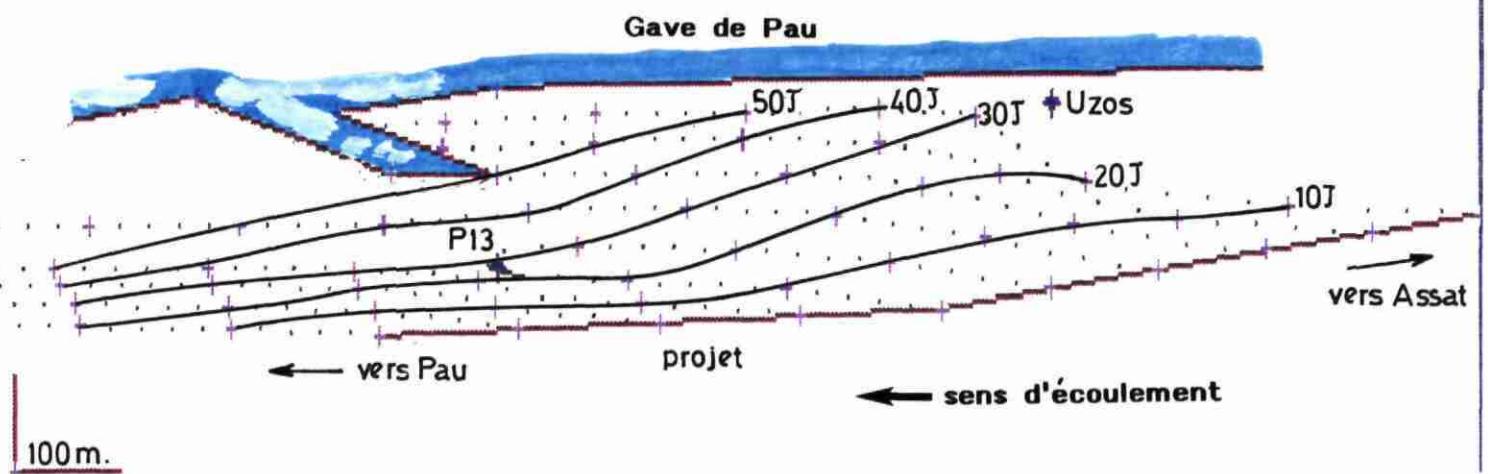
Débit P1	50 m3/h	Débit P6	60 m3/h	P11	110 m3/h
P2	50 m3/h	P7	0 m3/h	P12	300 m3/h
P3	0 m3/h	P8	90 m3/h		
P4	50 m3/h	P9	50 m3/h		
P5	50 m3/h	P10	50 m3/h		

CALCUL DES TEMPS DE TRANSFERT (secteur P13)



Débit P13 110 m³/h
Uzos 300 m³/h

CALCUL DES TEMPS DE TRANSFERT (secteur P13)



Débit P13 110 m³/h
Uzos 500 m³/h

► Zone 3 (puits Uzos et P 4) (figure 27)

C'est la zone la plus sensible aux débits de 300 m³/h. La pollution arriverait au bout de 21 j : ce temps de transfert serait de 12 j si le puits était équipé aux 500 m³/h projetés. En ce qui concerne le puits P 14, le temps de transfert est de 6 j pour le débit d'exploitation de 190 m³/h.

► Zone 4 (puits S 1 à S 3) (figure 28)

Compte tenu du gradient et du sens d'écoulement prévisible, le sondage S 1 ne serait pas touché par une pollution venant de la déviation, mais la piézométrie dans ce secteur est mal connue.

Si les puits S 2 et S 3 étaient utilisés à 250 m³/h, seul le puits S 2 serait touché au bout de 58 j. Si le débit d'exploitation futur prévu par la DDAF était de 500 m³/h, une pollution atteindrait le puits S 1 au bout de 41 j et le puits S 3 au bout de 50 j.

► Zone 5. Secteur de Bairots-Pardies (figure 29)

Les simulations effectuées montrent que même aux débits prévisionnels de 500 m³/h les puits ne pourront être atteints par une pollution qu'après des temps largement supérieurs à 50 jours.

► Commentaires

Les méthodes utilisées (soit ARCHE, soit Wyssling) donnent des temps de transfert tout à fait comparables, de la route vers le captage. Si l'on retient l'isochrone 30 j comme isochrone minimum, séparant la route et le captage, les puits P 14, Uzos, S 2 et P 13 sont très vulnérables. Le temps de transfert de 30 j ne permet pas d'intervenir en cas de pollution accidentelle.

Des calculs qui précèdent et de l'état actuel des connaissances il ressort que le projet de liaison routière est situé dans la zone d'appel des puits P 13, P 14, Uzos et S 2.

Une pollution de la nappe atteint ces puits en moins de 30 j, temps auquel il convient d'ajouter ceux des transferts verticaux, que l'on peut évaluer à une quinzaine d'heures.

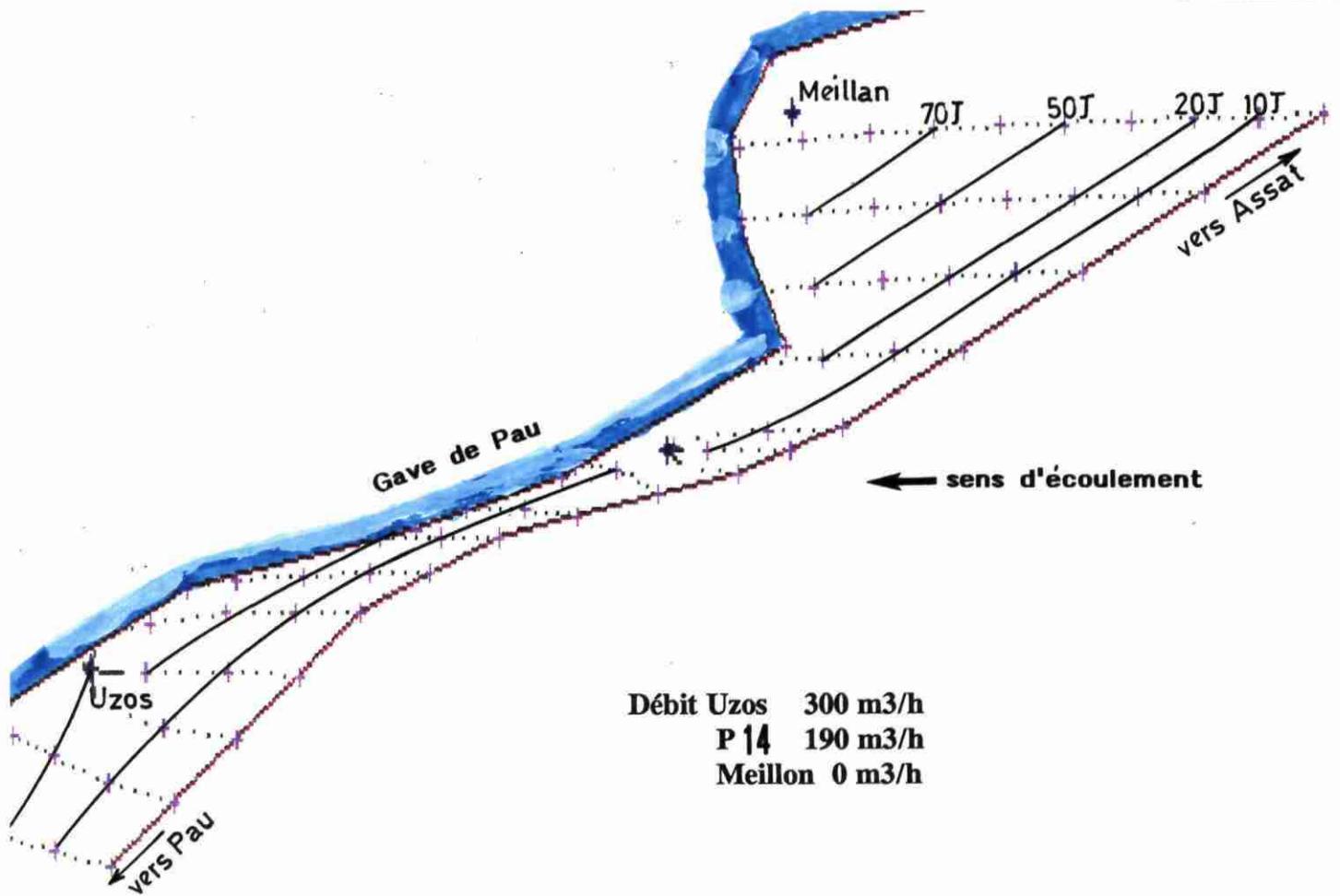
Ces temps de transfert sont insuffisants pour pouvoir mettre en oeuvre des moyens de décontamination en nappe.

La nature des risques de pollution est de deux ordres : chronique et accidentelle :

- la pollution chronique par les eaux de ruissellement de chaussées correspond aux périodes pluvieuses et contient des métaux (Pb, Zn) et des hydrocarbures ; à cette pollution il convient d'ajouter les pollutions saisonnières correspondant aux périodes de salage. Compte tenu de la nature perméable des terrains, cette eau devra être recueillie et rejetée dans le gave après traitement ;
- la pollution accidentelle présente le risque potentiel le plus grave puisque les déversements de camions-citernes peuvent répandre jusqu'à 50 m³ de produits pétroliers, solvants et produits chimiques divers. Il est à noter que la probabilité de ce type d'accident est faible. Toute pollution de cet ordre devra être circonscrite soit par des moyens de protection mis en place, soit par prévision d'un dispositif de piégeage.

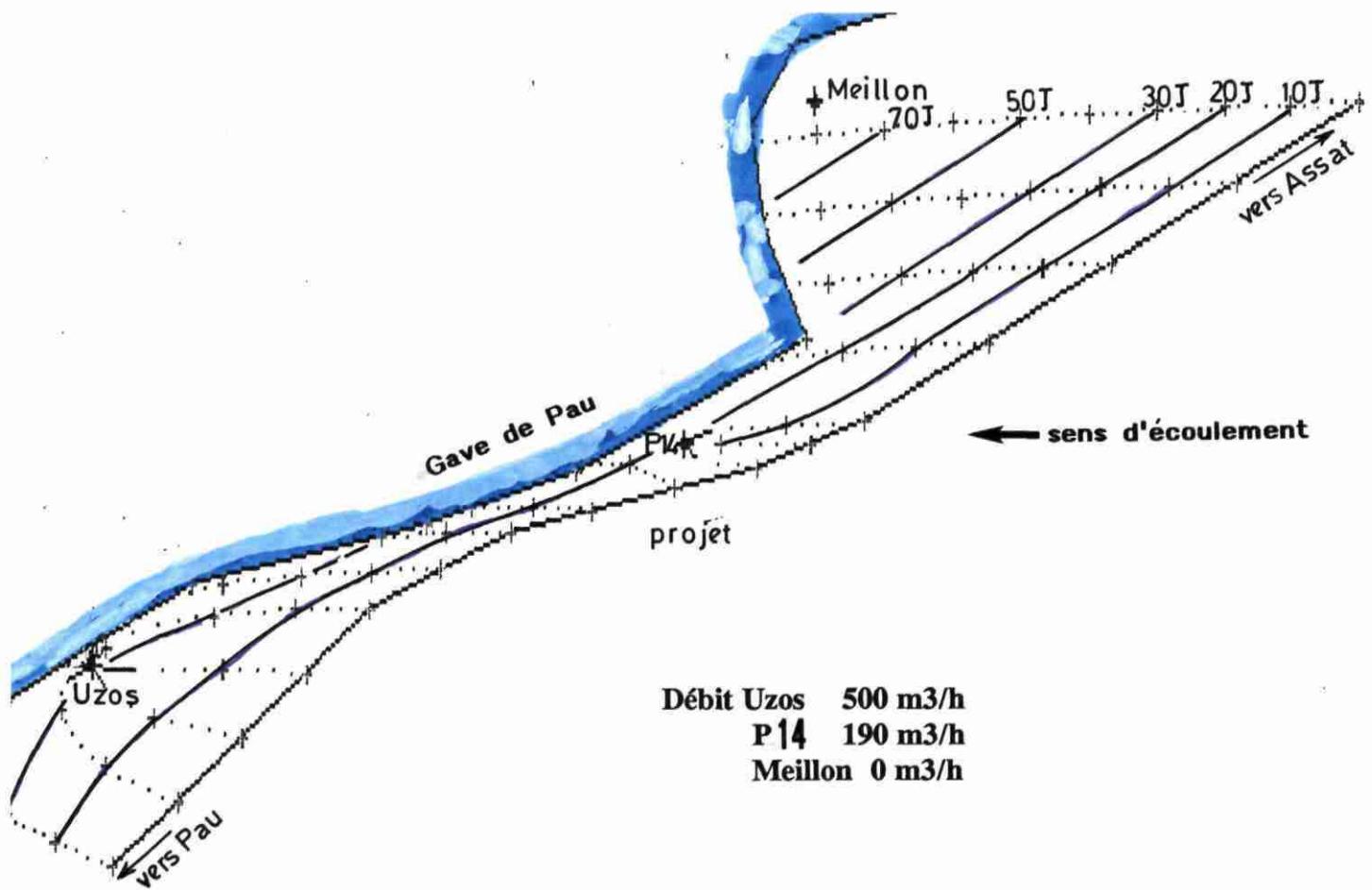
CALCUL DES TEMPS DE TRANSFERT (secteur P14 Uzos)

FIGURE 27a
BRGM

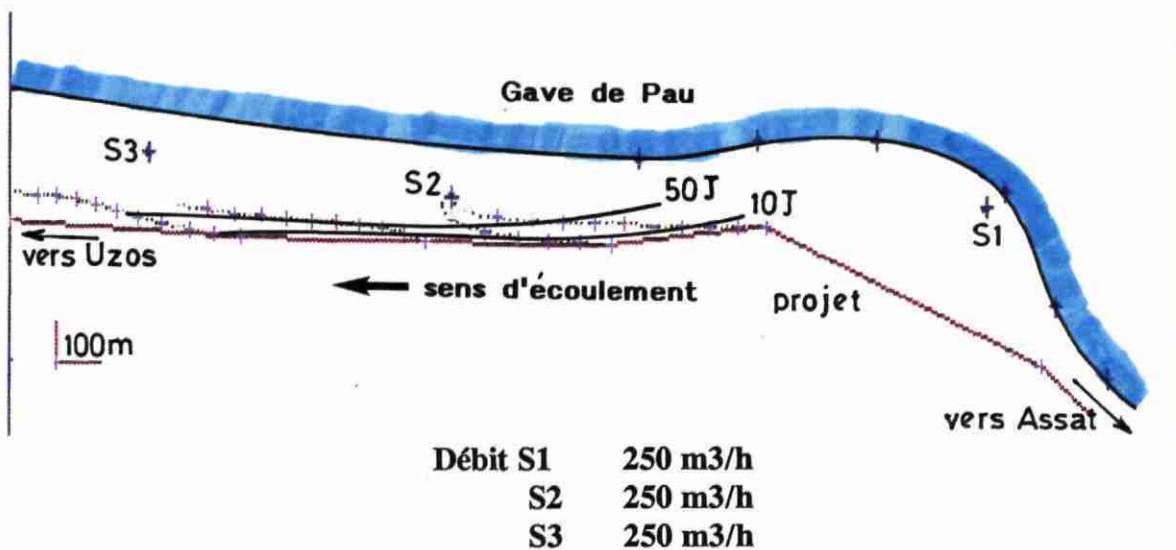


CALCUL DES TEMPS DE TRANSFERT (secteur P14 Uzos)

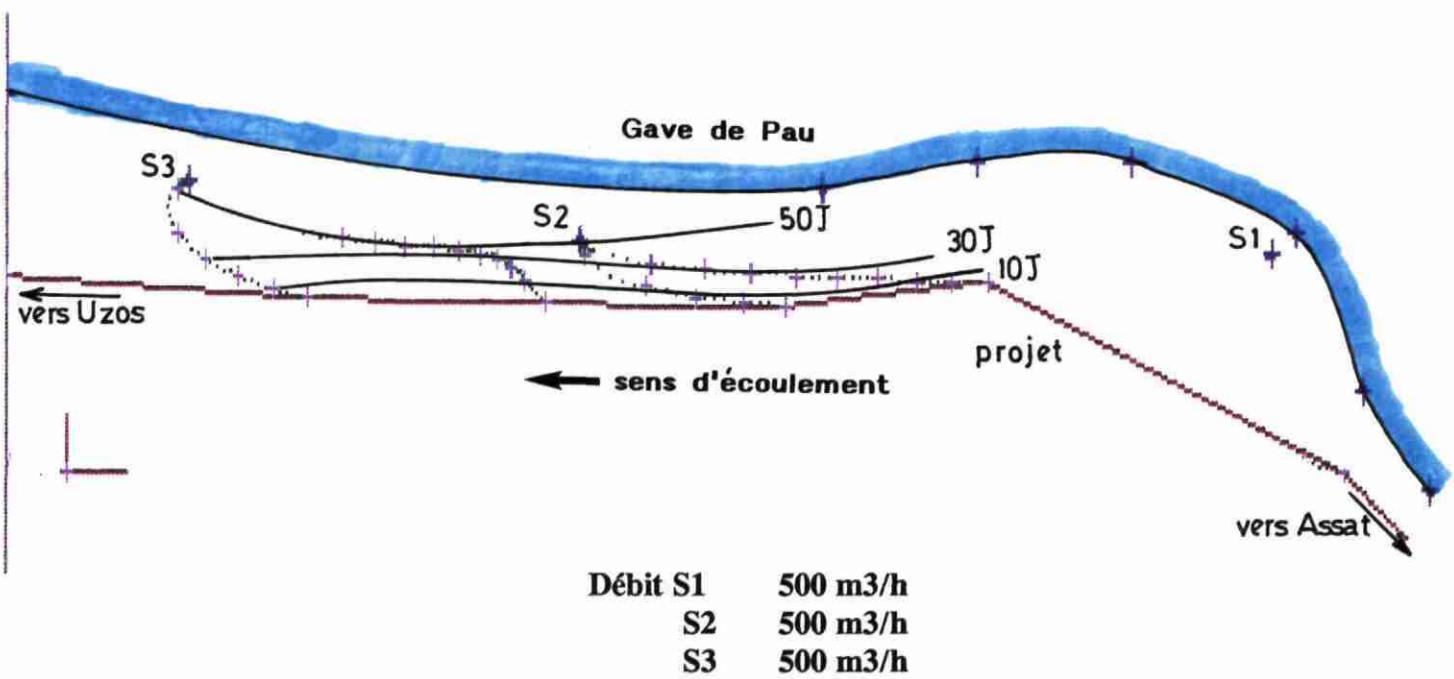
FIGURE 27b
BRGM



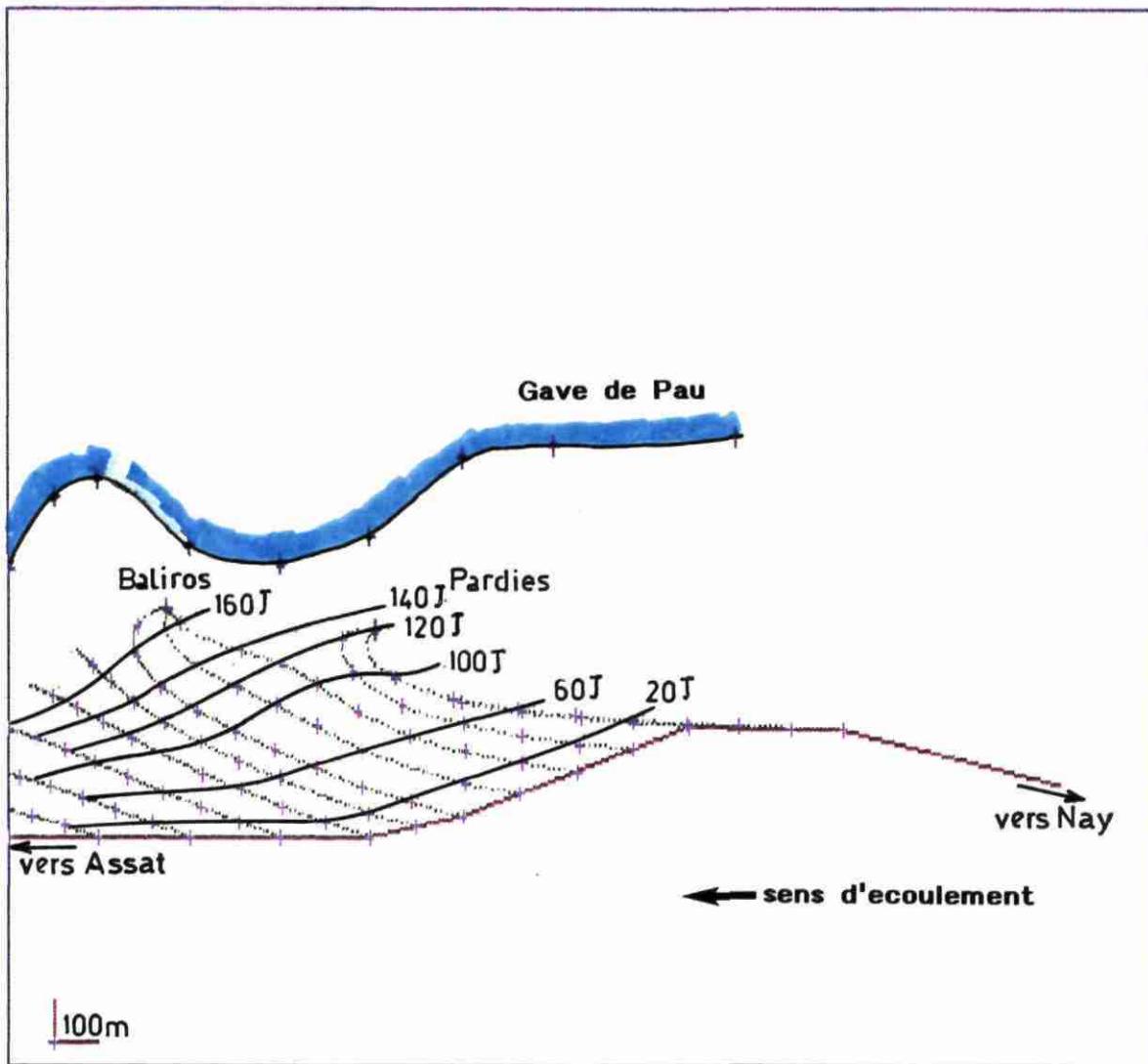
CALCUL DES TEMPS DE TRANSFERT (secteur S1-S3)



CALCUL DES TEMPS DE TRANSFERT (secteur S1-S3)



CALCUL DES TEMPS DE TRANSFERT (secteur Baliros-Pardies)

Débit Baliros 500 m³/hPardies 500 m³/h

TEMPS DE TRANSFERT DE POLLUTION

MAITRE D'OUVRAGE	NOM DU PUITS	DEBIT D'EXPLOITATION EN M3/h	DISTANCE AU PROJET	TEMPS DE TRANSFERT
SYNDICAT GAN JURANCON	P1	0 (50 M3/H SECOURS)	70	28j
"	P2	0 (50 M3/H SECOURS)	60	41j
"	P3	0	50	
"	P4	0 (50 M3/H SECOURS)	85	>50j
"	P5	0 (50 M3/H SECOURS)	100	>50j
"	P6	60	230	56j
"	P7	0	255	
"	P8	90	160	>50j
"	P9	50	260	>50j
"	P10	50	210	>50j
"	P11	110	220	>50j
"	P12	180 à 300	290	>50j
"	P13	110	80	36j
"	P14	190	50	6j
"	S1	500 PREVISION DDAF	230	>50j
"	S2	500 PREVISION DDAF	115	41j
"	S3	500 PREVISION DDAF	310	50j
VILLE DE PAU	UZOS	300 à 500	220	12j
"	S803	250	150	>50j
SYNDICAT NORD EST DE PAU	BALIROS	500 PREVISION DDAF	540	>50j
"	PARDIES	500 PREVISION DDAF	425	>50j

11. PROPOSITION TECHNIQUE DE PROTECTION DES CAPTAGES DE LA VALLEE DU GAVE DE PAU

11.1. CONTEXTE

L'étude a montré que l'épaisseur du recouvrement inférieur à 0,70 m et de perméabilité $3 \cdot 10^{-3}$ m/s assure une protection négligeable de la nappe. Pour une vitesse d'infiltration de l'ordre de 8 cm/h, le temps de pénétration correspondant à un polluant miscible serait au maximum de 6 h.

Au niveau des interventions, on peut espérer avoir un délai suffisant pour récupérer le polluant en surface par décapage ou curage si la nature du produit (densité viscosité) le permet. En moyenne, la rétention capillaire est de 40 % pour des limons. Mais en aucun cas on ne peut compter sur cette protection naturelle pour préserver la nappe sous-jacente d'une pollution.

L'aquifère de la plaine du gave de Pau est classé en très haute vulnérabilité.

► Pollution chronique

Les éléments susceptibles de produire une pollution chronique sont le plomb, le zinc, le cadmium et les sels de chlorure de sodium et de chlorure de potassium.

Cette pollution ne pourra être évaluée que lorsqu'on connaîtra l'emplacement exact et les superficies des chaussées drainées, dans chacune des zones d'influence des captages.

► Pollution accidentelle

Le trafic journalier inférieur à 6 000 véhicules/jour placerait cette section routière dans la classe des faibles risques de pollution accidentelle (< 15 000 véhicules).

Statistiquement, les produits chimiques susceptibles d'entraîner une pollution accidentelle sont pour 40 % des cas des hydrocarbures (cf. statistiques nationales en annexe).

Certains d'entre eux sont plus visqueux et moins denses que l'eau, leur vitesse de pénétration et de circulation dans la nappe est donc plus lente. Mais dans le cas présent nous devons prévoir le risque maximum et en l'occurrence imaginer l'infiltration et le transfert d'un polluant miscible. C'est pourquoi les calculs ont été faits dans le cas d'un traceur parfait.

► Transfert de pollution

Le calcul des directions et des temps de transfert de pollution intervenant sur la déviation a permis de définir avec une bonne précision les cônes d'influence et d'appel des ouvrages, et donc les tronçons de voies routières concernés, les limites restant à préciser sur des cartes plus précises (à l'échelle cadastrale).

Nous sommes en présence d'une nappe très transmissive (vitesse de 1 à 3 m/j) et plusieurs tronçons sont à moins de 30 h de transfert.

11.2. PRINCIPE DE LA PROTECTION DES OUVRAGES

Nous avons défini 4 classes de risques correspondant au temps de transfert de pollution entre la route et l'ouvrage :

A+	temps de transfert	inférieur à 10 jours
A		compris entre 10 et 30 jours
B		compris entre 30 et 50 jours
C		supérieur à 50 jours

Les ouvrages dont le cône d'appel n'interfère pas avec la route sont jugés très peu vulnérables et ne nécessitent pas de protection particulière.

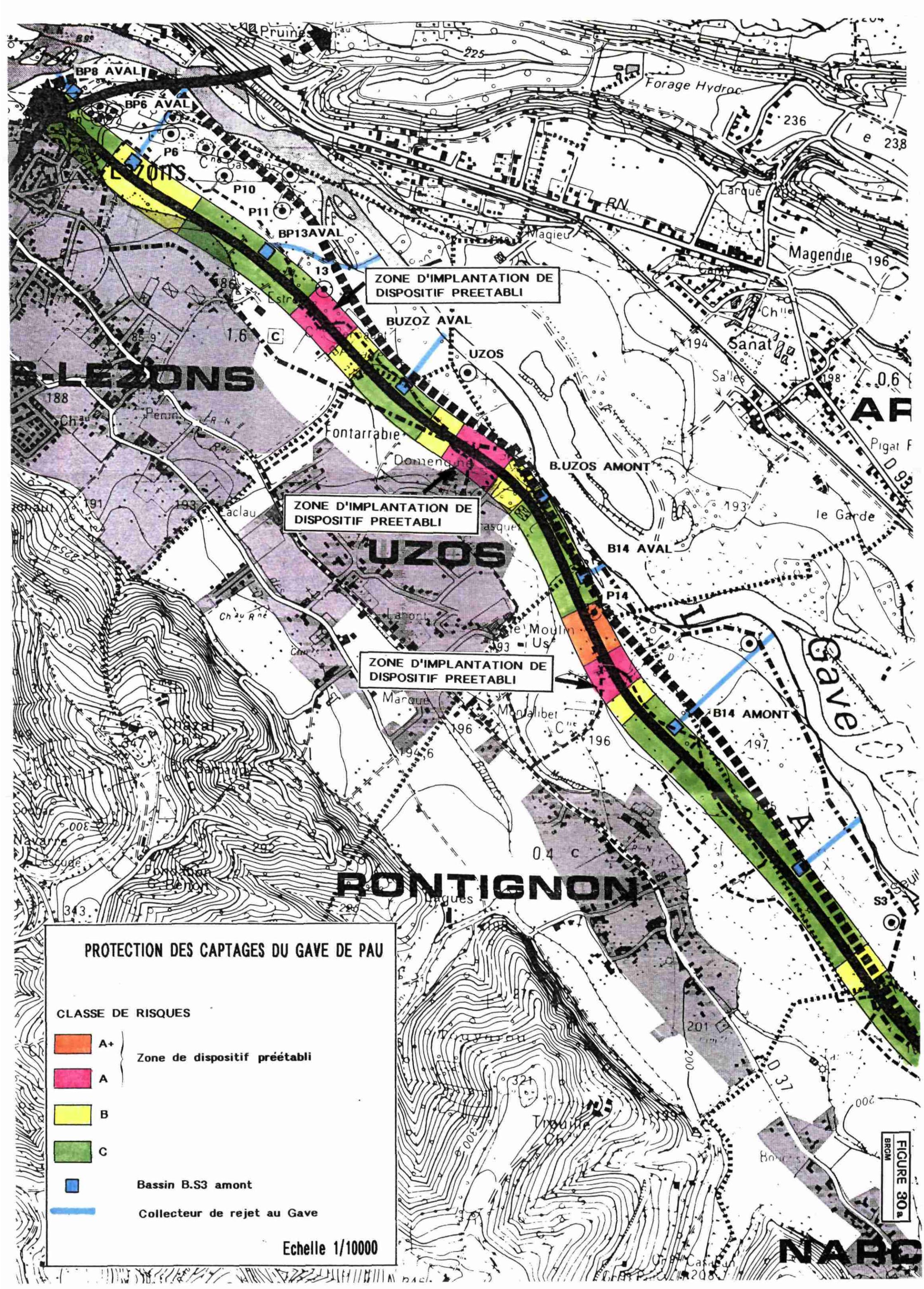
Pour chaque ouvrage, nous avons reporté dans un tableau la distance au projet, le débit d'exploitation (prévu ou prévisible), le temps de transfert de pollution : cela a permis d'effectuer une classification en terme de vulnérabilité globale et de définir pour chaque classe de risques le linéaire correspondant. Le report des tronçons des différents risques a été réalisé au 1/10 000 (figures 30 a, b, c et d) et sur le tableau de la figure 30 e. Le secteur de Baliros-Nay ne présente pas de risques particuliers vis-à-vis des pollutions.

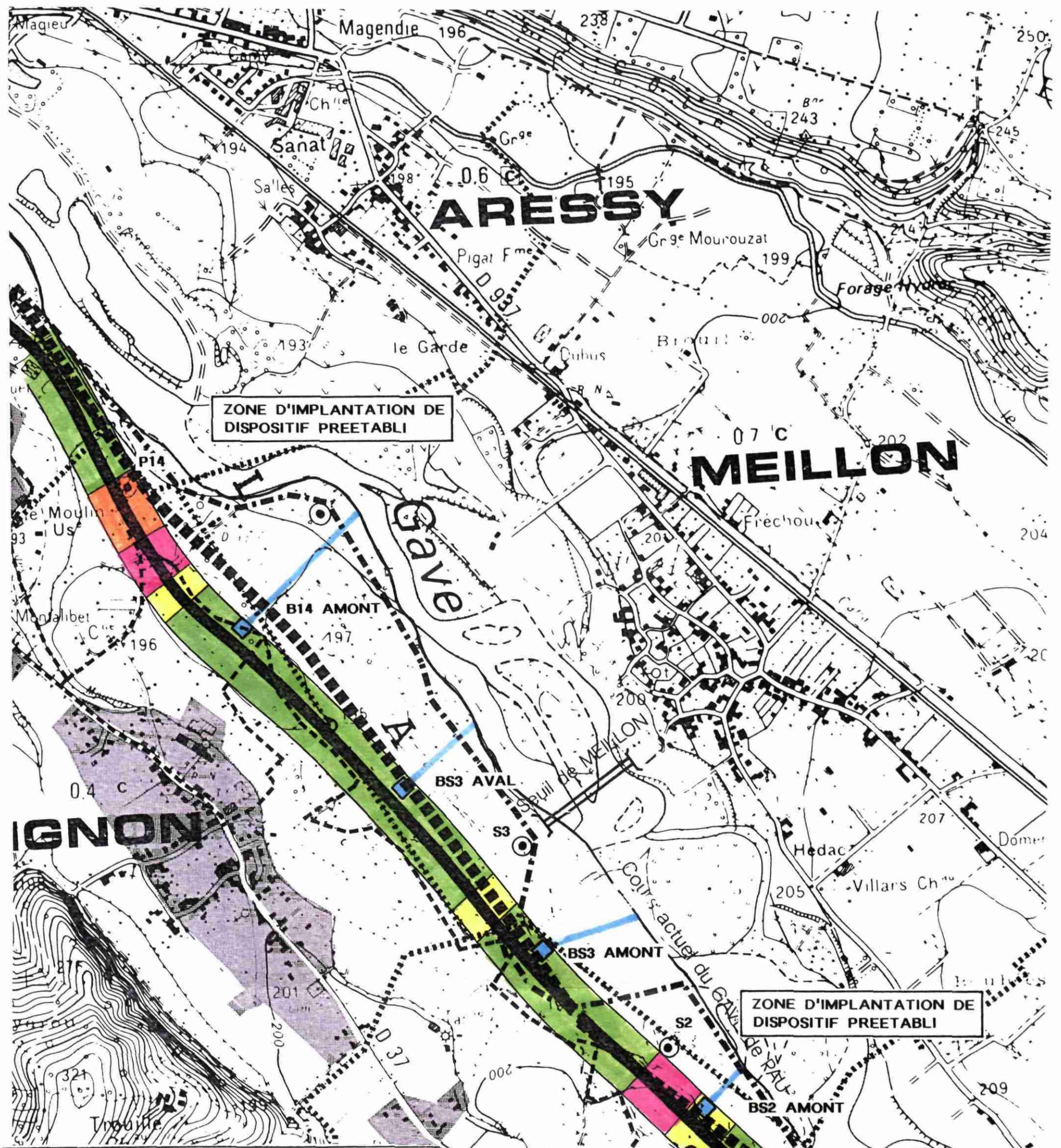
11.3. NATURE DE LA PROTECTION

Pour chaque niveau de risque, nous avons indiqué la nature des protections à mettre en place. Nous avons considéré globalement qu'en deçà de 30 jours il n'était pas possible d'intervenir sur la nappe par la mise en place de forage ou de barrière hydraulique, et qu'il fallait par conséquent non seulement prévoir une protection maximale mais aussi des dispositifs de décontamination pré-établis.

Pour chaque classe de risques, nous avons dressé une liste des moyens de protection à mettre en oeuvre (figures 31 a et b).

Il ne faut pas oublier qu'en complément de ces précautions des méthodes d'intervention existent pour des produits légers (super ou le kérosène) tels que le Venting ou le Stripping. Les produits lourds, au contraire, peuvent nécessiter des méthodes de biodégradation.



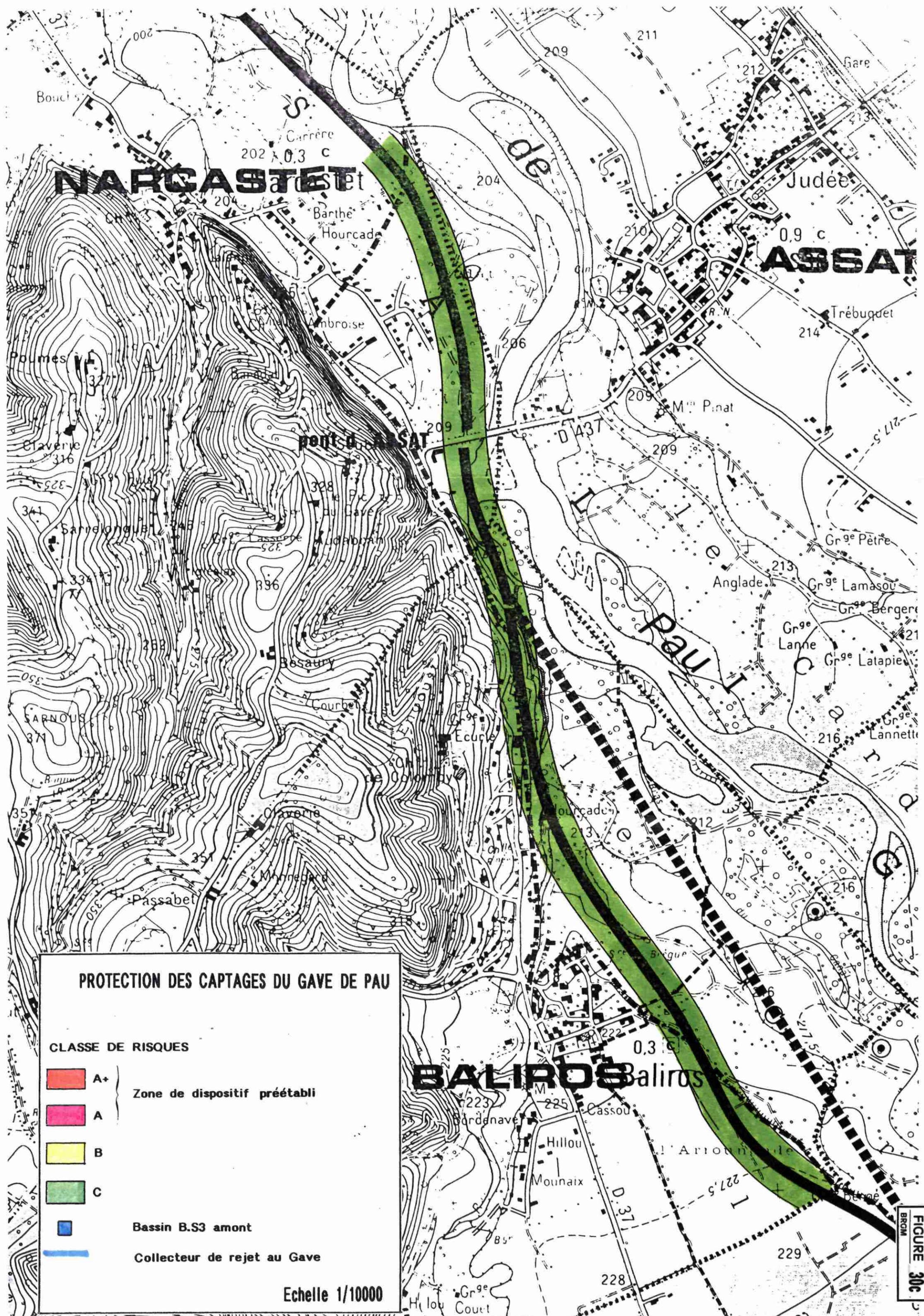


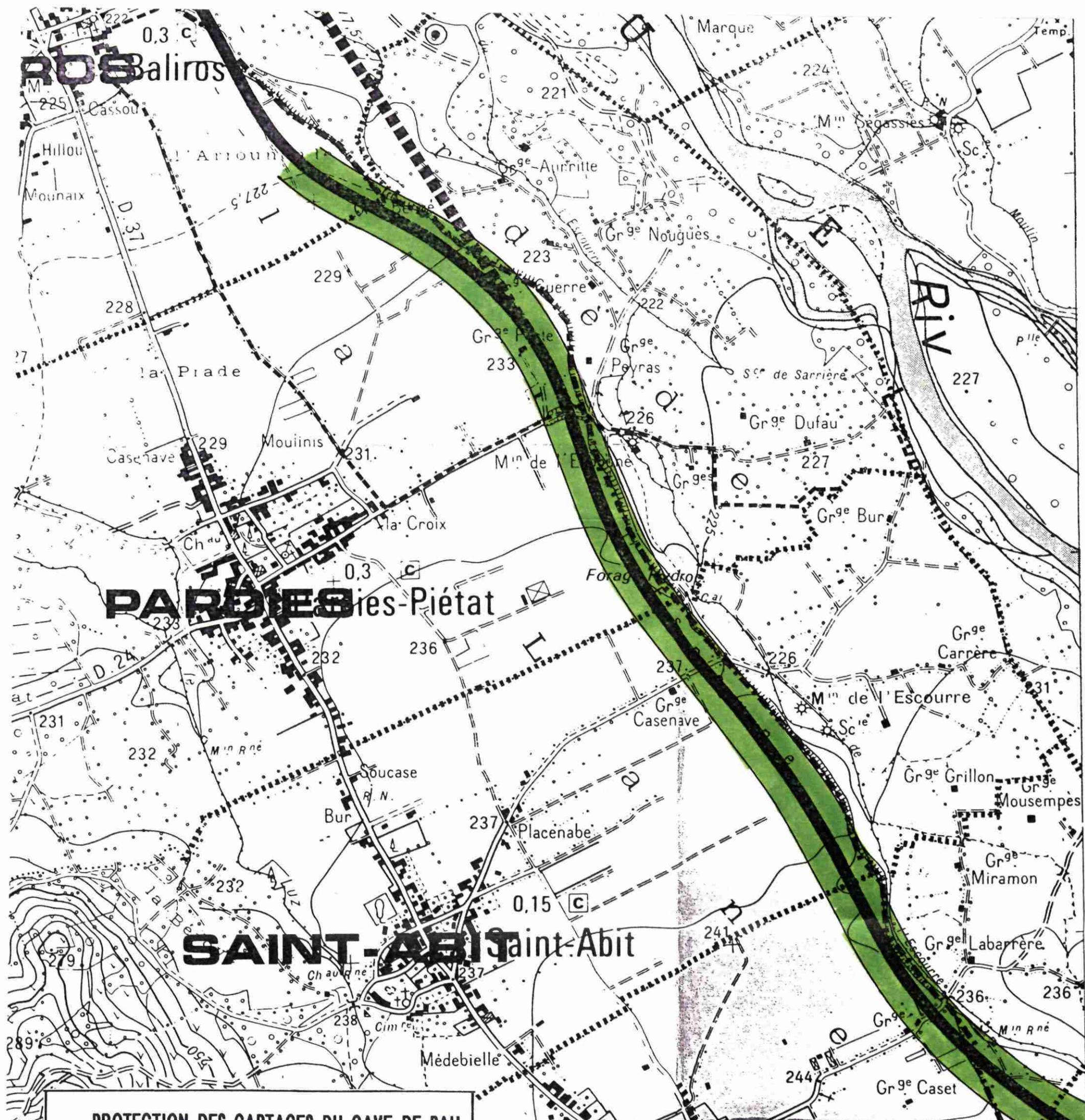
PROTECTION DES CAPTAGES DU GAVE DE PAU

CLASSE DE RISQUES

- The figure is a map of the Gave de Pau catchment area. It features a legend on the left with four colored squares and labels A+, A, B, and C. A large bracket groups the first three zones (A+, A, B) under the heading 'Zone de dispositif préétabli'. The fourth zone, C, is shown separately. Below the map, two specific locations are marked: 'Bassin B.S3 amont' with a blue square icon, and 'Collecteur de rejet au Gave' with a blue line icon.

Echelle 1/10000





PROTECTION DES CAPTAGES DU GAVE DE PAU

CLASSE DE RISQUES

- | | |
|---|-----------------------------|
| ■ | A+ |
| ■ | A |
| ■ | B |
| ■ | C |
| ■ | Bassin B.S3 amont |
| ■ | Collecteur de rejet au Gave |

Echelle 1/10000

Fig.30e VULNERABILITE GLOBALE DES LINEAIRES ROUTIERS A RISQUES

MAITRE D'ŒUVRE	NOM DU PUITS	DEBIT D'EXPLOITATION EN M ³ /h	DISTANCE AU PROJET	TEMPS DE TRANSFERT	VUNERABILITE GLOBALE	LINEAIRE A+	AUX RISQUES		
							A	B	C
SYNDICAT GAN JURANCON	P1	0 (50 M3/H SECOURS)	70	28j	++				
	P2	0 (50 M3/H SECOURS)	60	41j	++				
	P3	0	50		++				
	P4	0 (50 M3/H SECOURS)	85	>50j	++				
	F5	0 (50 M3/H SECOURS)	100	>50j	++				
	P6	60	230	56j	+				
	P7	0	255						
	F8	90	160	>50j	o				
	P9	50	260	>50j	o				
	P10	50	210	>50j	o				
	P11	110	220	>50j	o				
	P12	180 à 300	290	>50j	o				
	P13	110	80	36j	++				
	P14	190	50	6j	+++				
	S1	500 PREVISION DDAF	230	>50j	o				
	S2	500 PREVISION DDAF	115	41j	++				
	S3	500 PREVISION DDAF	310	50j	+				
VILLE DE PAU	UZOS	300 à 500	220	12j	++				
	S803	250	150	>50j	+				
SYNDICAT NORD EST DE PAU	BAIROS	500 PREVISION DDAF	540	>50j	o				
	PARDIES	500 PREVISION DDAF	425	>50j	o				

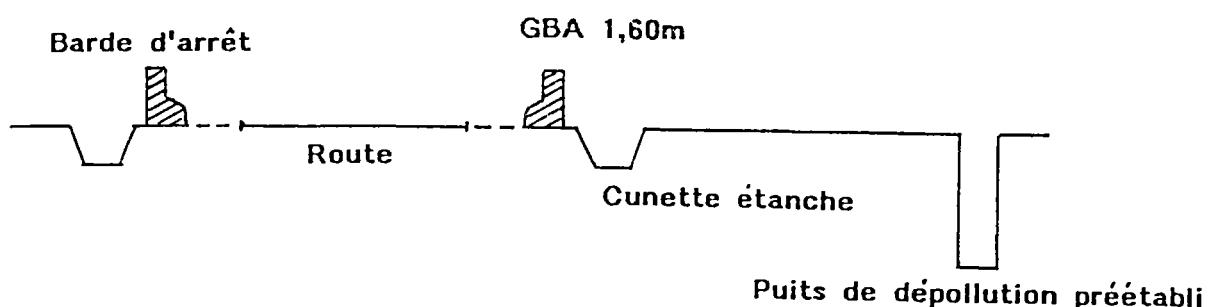
o Puits protégé par les voisins

* Le projet routier est situé en zone C

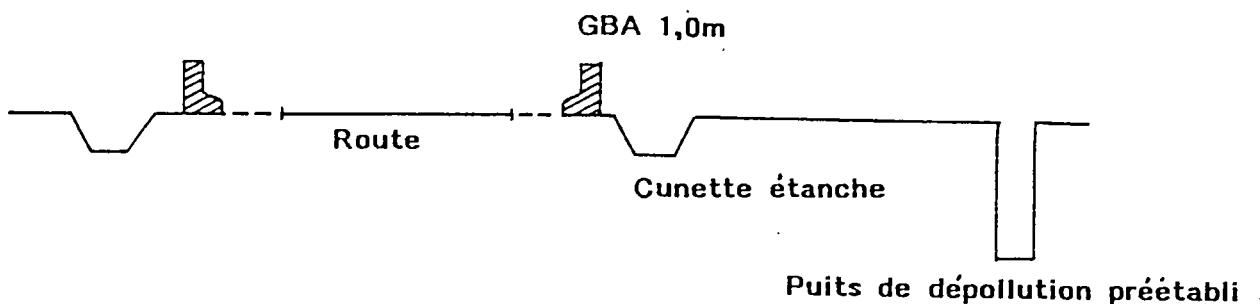
++ Très supérieure

SCHEMA DES TYPES DE PROTECTION

Classe A+



Classe A



Classe B

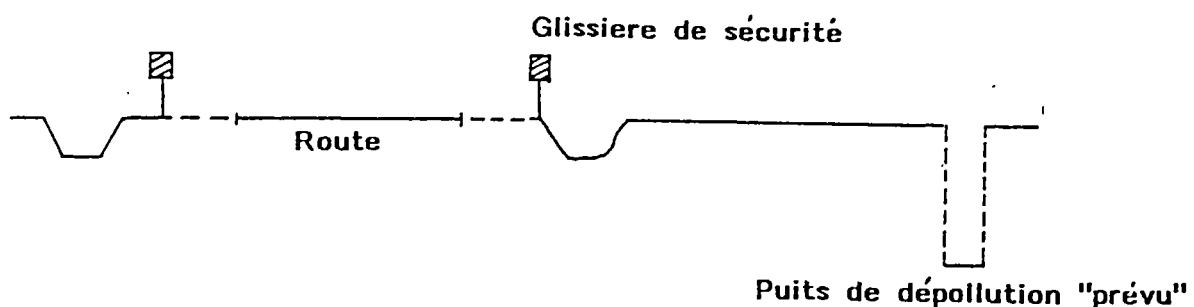


Figure 31 b

Moyens de protection en fonction du degré de vulnérabilité

Nature des protections	Niveau de vulnérabilité			
	A+	A	B	C
GBA 1,60 m	X			
GBA 1 m		X		
Glissières de sécurité			X	
Fossés naturels enherbés				X
Fossés argile compactée				X
Cunettes béton étanches	X	X		
Bassins filtrants				X
Bassins tampon béton 50 m ³ vannes automatiques	X	X		
Télésurveillance	X			
Collecteur étanche vers gave	X	X		
Fossé argile compactée vers gave			X	
Puits de dépollution pré-établi	X	X		
Puits de dépollution prévu			X	
Vannes de cloisonnement dans les fossés				X
Plan d'intervention	X	X	X	
Exercices d'alerte	X	X		X

12. EVALUATION DES COUTS

Sur la base des dispositions préconisées ci-dessus, une évaluation sommaire des coûts a été effectuée. Il sera indispensable d'affiner cette première estimation en fonction des caractéristiques précises des ouvrages et des quantités réelles définies lors de l'établissement de l'avant-projet.

<u>Libellé</u>	<u>Qté</u>	<u>P.U.</u>	<u>Total HT</u>
GBA hauteur 1,60 m coulée en place zone A+	350 m	1 200	420 000 F
GBA hauteur 0,80 m préfabriquée zone A	1 440 m	590	849 600 F
Glissière GS4 zone B zone C	1 800 m 7 800 m	150	270 000 F p. m.
Fossé prof. 0,50 m avec aménée et mise en oeuvre d'argile zone B zone C	1 800 m 7 800 m	150 150	270 000 F p. m.
Fossé prof. 0,50 m bétonné zone A+ zone A	350 m 1 440 m	580 580	203 000 F 835 000 F
Bassin filtrant			p. m.
Bassin tampon avec bassin en béton 50 m ³ regard double et vanne	10 u	110 000	1 100 000 F
Vanne de cloisonnement dans fossé (clapet à actionner manuellement)	40 u	4 500	180 000 F
Collecteur ϕ 500 mm dans tranchée prof. 1,50 m	2 820 m	560	1 579 200 F
Installation de chantier	1 u	300 000	300 000 F
Puits de dépollution pré-établi forage ϕ 400 mm équipé sur 20 m en ϕ 250 mm + nettoyage + étude 3 puits par ouvrage (Uzos, P13, P14, S2)	12 u	42 000	504 000 F
Télésurveillance			p. m.
Plan d'intervention			p. m.
Exercice d'alerte			p. m.
Fonctionnement, 2 pompes de contrôle de 12 h par an		150 000	p. m.
Remplacement d'un forage existant hors conduite		1 000 000	p. m.
TOTAL ESTIMATION HT			6 510 800 F

13. COMMENTAIRES ET CONCLUSION

Le projet routier entre Pau et Nay devra posséder des protections vis-à-vis des captages d'eau potable situés dans la plaine du gave de Pau.

On notera que le tracé existant est en dehors des cônes d'appel à 50 jours correspondant aux puits actuels (décembre 92) en exploitation et dans ces conditions il pourrait être classé en zone C.

Le schéma de protection élaboré ci-avant à partir des données existantes devra être affiné dans l'avant-projet détaillé. Pour cela nous préconisons la mise en oeuvre des mesures suivantes :

- éléments de climatologie permettant de calculer les débits à évacuer sur la chaussée imperméable et définissant ainsi la dimension des bassins de retenue,
- éléments d'hydrogéologie :
 - . calcul des débits transitant à partir du gave, par réalisation d'essais de pompage sur l'un des puits existants, avec implantation de piézomètres entre celui-ci et le gave,
 - . traçage au iodure de sodium, permettant de calculer la vitesse cinématique et la dispersivité, nécessaire aux modélisations de transfert de polluants.

L'acquisition de ces données en complément de celles existantes pourra permettre de préciser à l'échelle cadastrale l'ensemble des éléments de protection énoncés.

Il est évident que ce rapport présente les solutions de protection pour les captages en place ; il faut garder à l'esprit que d'autres solutions peuvent être envisagées telles que le déplacement de la voie routière, ou même celui des captages les plus sensibles.

Le calcul des coûts des aménagements de protection a été estimé, permettant d'évaluer une enveloppe financière qui devra être affinée lors des phases ultérieures.

L'étude d'impact partielle de la RD 37 montre que la nappe aquifère du gave de Pau est très vulnérable et que les captages d'eau potable alimentant une population importante devront être protégés pour certains de tout risque de contamination.

A N N E X E 1

Méthode et calcul des isochrones et cônes d'appel

Méthode de Wyssling

Les données utilisées sont les suivantes (fig. 26) :

b = épaisseur de l'aquifère en m
 K = perméabilité en m/s
 i = gradient
 ω = porosité efficace
 Q = débit du puits m³/s

Dans un premier temps on détermine la zone d'appel par le calcul. Dans une nappe libre, si B est la largeur du front d'appel :

on a :

$$Q = KB bi \quad B = \frac{Q}{K bi} \text{ en mètres}$$

Le rayon d'appel :

$$x_0 = \frac{Q}{2\pi K bi}$$

La largeur du front d'appel à hauteur du captage

$$B' = \frac{B}{2} = \frac{Q}{2 K bi}$$

D'autre part, la vitesse effective U est égale à :

$$U = \frac{Ki}{\omega}$$

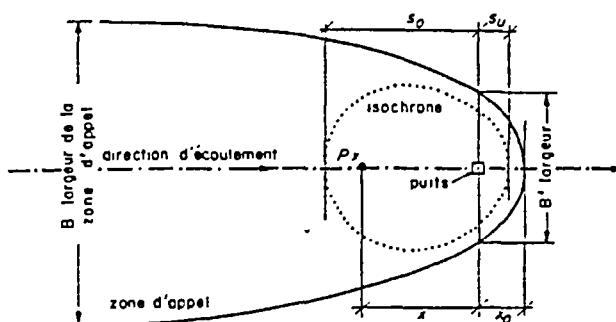


Fig. 26. — Détermination des isochrones
(méthode de Wyssling).

Une fois déterminée la zone d'appel, on cherche sur la direction d'écoulement la distance correspondant à un temps de transfert souhaité, par exemple 50 jours, c'est-à-dire l'isochrone 50 jours. Cette distance est calculée par les formules suivantes :

$$S_0 \text{ ou } S_U = \frac{\pm l + l'(l + 8x_0)}{2} \quad (1)$$

S₀ : distance en amont du captage depuis le puits jusqu'à la distance correspondant au temps t souhaité en m.

S_U : distance en aval du captage, sur l'axe d'écoulement depuis le puits jusqu'à la distance correspondant au temps t souhaité.

$$l := U \times t$$

Cette formule donne une valeur approchée de S₀ et S_U.

Cette méthode est simple à utiliser. Elle demande un pompage d'essai et les données exposées précédemment. Elle suppose le milieu homogène.

	k(m/s)	b en m	gradient	w	q	B	xa	b'	u	t	l	so	su
p6	0.005	7	0.006	0.2	60	79.37	12.64	39.68	0.00015	4320000	648	672.36	24.36
p8	0.005	10	0.002	0.2	90	250.00	39.81	125.00	0.00005	4320000	216	277.89	61.89
p9	0.005	13	0.002	0.2	50	106.84	17.01	53.42	0.00005	4320000	216	245.89	29.89
p10	0.005	14	0.002	0.2	50	99.21	15.80	49.60	0.00005	4320000	216	243.97	27.97
p11	0.005	15	0.002	0.2	110	203.70	32.44	101.85	0.00005	4320000	216	268.24	52.24
p12	0.005	13.5	0.002	0.2	300	617.28	98.29	308.64	0.00005	4320000	216	340.65	124.65
p13	0.0013	15	0.008	0.2	110	195.87	31.19	97.93	0.000052	4320000	224.64	275.50	50.86
p14	0.003	12.5	0.006	0.2	190	234.57	37.35	117.28	0.00009	4320000	388.8	452.93	64.13
uzos	0.0035	14.4	0.006	0.2	500	459.29	73.14	229.64	0.000105	4320000	453.6	570.00	116.40
s2	0.002	25	0.005	0.2	500	555.56	88.46	277.78	0.00005	4320000	216	331.34	115.34
s3	0.002	25	0.005	0.2	500	555.56	88.46	277.78	0.00005	4320000	216	331.34	115.34
baliros	0.0035	24	0.005	0.2	500	330.69	52.66	165.34	0.0000875	4320000	378	463.83	85.83
pardies	0.0035	25	0.005	0.2	500	317.46	50.55	158.73	0.0000875	4320000	378	460.91	82.91
s1	0.002	25	0.005	0.2	500	555.56	88.46	277.78	0.00005	4320000	216	331.34	115.34
803	0.003	15	0.006	0.2	250	257.20	40.96	128.60	0.00009	2592000	233.28	297.51	64.23

	k(m/s)	b en m	gradient	w	q	B	xo	b'	u	t	l	so	su
p6	0.005	7	0.006	0.2	60	79.37	12.64	39.68	0.00015	2592000	388.8	412.62	23.82
p8	0.005	10	0.002	0.2	90	250.00	39.81	125.00	0.00005	2592000	129.6	185.29	55.69
p9	0.005	13	0.002	0.2	50	106.84	17.01	53.42	0.00005	2592000	129.6	157.58	27.98
p10	0.005	14	0.002	0.2	50	99.21	15.80	49.60	0.00005	2592000	129.6	155.87	26.27
p11	0.005	15	0.002	0.2	110	203.70	32.44	101.85	0.00005	2592000	129.6	177.08	47.48
p12	0.005	13.5	0.002	0.2	300	617.28	98.29	308.64	0.00005	2592000	129.6	237.07	107.47
p13	0.0013	15	0.008	0.2	110	195.87	31.19	97.93	0.000052	2592000	134.784	181.19	46.40
p14	0.003	12.5	0.006	0.2	190	234.57	37.35	117.28	0.00009	2592000	233.28	292.80	59.52
uzos	0.0035	14.4	0.006	0.2	500	459.29	73.14	229.64	0.000105	2592000	272.16	377.59	105.43
s2	0.002	25	0.005	0.2	500	555.56	88.46	277.78	0.00005	2592000	129.6	229.51	99.91
s3	0.002	25	0.005	0.2	500	555.56	88.46	277.78	0.00005	2592000	129.6	229.51	99.91
baliros	0.0035	24	0.005	0.2	500	330.69	52.66	165.34	0.0000875	2592000	226.8	305.09	78.29
pardies	0.0035	25	0.005	0.2	500	317.46	50.55	158.73	0.0000875	2592000	226.8	302.58	75.78
s1	0.002	25	0.005	0.2	500	555.56	88.46	277.78	0.00005	2592000	129.6	229.51	99.91
803	0.003	15	0.006	0.2	250	257.20	40.96	128.60	0.00009	2592000	233.28	297.51	64.23

	k(m/s)	b en m	gradient	w	q	B	x0	b'	u	t	l	so	su
p6	0.005	7	0.006	0.2	60	79.37	12.64	39.68	0.00015	864000	129.6	151.26	21.66
p8	0.005	10	0.002	0.2	90	250.00	39.81	125.00	0.00005	864000	43.2	84.10	40.90
p9	0.005	13	0.002	0.2	50	106.84	17.01	53.42	0.00005	864000	43.2	65.60	22.40
p10	0.005	14	0.002	0.2	50	99.21	15.80	49.60	0.00005	864000	43.2	64.40	21.20
p11	0.005	15	0.002	0.2	110	203.70	32.44	101.85	0.00005	864000	43.2	78.78	35.58
p12	0.005	13.5	0.002	0.2	300	617.28	98.29	308.64	0.00005	864000	43.2	116.25	73.05
p13	0.0013	15	0.008	0.2	110	195.87	31.19	97.93	0.000052	864000	44.928	79.97	35.04
p14	0.003	12.5	0.006	0.2	190	234.57	37.35	117.28	0.00009	864000	77.76	124.44	46.68
uzos	0.0035	14.4	0.006	0.2	500	459.29	73.14	229.64	0.000105	864000	90.72	169.16	78.44
s2	0.002	25	0.005	0.2	500	555.56	88.46	277.78	0.00005	864000	43.2	111.65	68.45
s3	0.002	25	0.005	0.2	500	555.56	88.46	277.78	0.00005	864000	43.2	111.65	68.45
baliros	0.0035	24	0.005	0.2	500	330.69	52.66	165.34	0.0000875	864000	75.6	134.71	59.11
pardies	0.0035	25	0.005	0.2	500	317.46	50.55	158.73	0.0000875	864000	75.6	133.05	57.45
s1	0.002	25	0.005	0.2	500	555.56	88.46	277.78	0.00005	864000	43.2	111.65	68.45
803	0.003	15	0.006	0.2	250	257.20	40.96	128.60	0.00009	864000	77.76	127.66	49.90

	k(m/s)	b en m	gradient	w	q	B	xo	b'	u	t	l	so	su
p1-p5	0.005	10	0.008	0.2	200	138.89	22.12	69.44	0.0002	864000	172.8	209.32	36.52
p1-p5	0.005	10	0.008	0.2	200	138.89	22.12	69.44	0.0002	1728000	345.6	385.28	39.68
p1-p5	0.005	10	0.008	0.2	200	138.89	22.12	69.44	0.0002	2592000	518.4	559.39	40.99
p1-p5	0.005	10	0.008	0.2	200	138.89	22.12	69.44	0.0002	4320000	864	906.17	42.17
p1-p5	0.005	10	0.006	0.2	200	185.19	29.49	92.59	0.00015	864000	129.6	173.62	44.02
p1-p5	0.005	10	0.006	0.2	200	185.19	29.49	92.59	0.00015	1728000	259.2	308.72	49.52
p1-p5	0.005	10	0.006	0.2	200	185.19	29.49	92.59	0.00015	2592000	388.8	440.82	52.02
p1-p5	0.005	10	0.006	0.2	200	185.19	29.49	92.59	0.00015	4320000	648	702.41	54.41

A N N E X E 2

Vulnérabilité de la variante

Vulnérabilité de la variante

Le tableau ci-joint compare les niveaux de vulnérabilité des ouvrages de captage en fonction des 2 tracés de déviation (départements et élus).

Il est clair que le projet de variante est beaucoup plus dangereux que le tracé officiel d'une part car dans la plupart des cas le tracé passe plus près – voire très près – des captages, avec pour corollaire des temps de transfert beaucoup plus courts, et d'autre part dans plusieurs cas le tracé passe entre le gave et le captage et se trouve ainsi entre la zone d'alimentation de la nappe et le captage.

Comparaison de la vulnérabilité des captages par rapport aux deux projets

Maître d'ouvrage	Nom du puits	Distance par rapport au projet	Distance par rapport à la variante	Position hydraulique	Vulnérabilité variante
Syndicat Gan Jurançon	P 1	70 m	145 m	aval gave	+
	P 2	60	120 +	"	+
	P 3	50	110 +	"	+
	P 4	85	90 =	"	+
	P 5	100	140 +	"	+
	P 6	230	90 -	"	++
	P 7	255	620 -	"	++
	P 8	160	145 -	"	++
	P 9	260	40 --	"	++
	P 10	210	85 --	"	++
	P 11	220	45 --	"	++
	P 12	290	30 --	aval coteau	+
	P 13	80	50 -	"	+
	P 14	50	10 --	aval gave	++
	S 1	230	170 -	"	=
	S 2	115	80 -	"	++
	S 3	310	260 -	"	+
Ville de Pau	Uzos	220	140 -	"	+
	S 803	150	140 -	"	
Syndicat NE de Pau	Baliros	540	400 -	aval coteau	+
	Pardies	425	310 -	"	+

+ supérieure
 - inférieure
 -- très inférieure

+ supérieure
 ++ très supérieure
 = identique

A N N E X E 3

Statistiques nationales

Statistiques accidents

En FRANCE, on dénombre environ 150 accidents par an avec des épandages de matières dangereuses pour 250 à 300 accidents impliquant surtout les transports en citerne. 80 % des véhicules accidentés sont des camions-citernes.

Le nombre de cas de pollution de cours d'eau est assez stable et voisin de 15 (données établies par la Commission Interministérielle pour le Transport des Matières Dangereuses).

Sur les autoroutes françaises à fort trafic (plus de 20 000 véhicules par jour), la fréquence des déversements paraît voisine de 1 % / an / km, soit un accident par tronçon de 100 km et par an.

La majorité des accidents affecte les transports d'hydrocarbures (cf tableau ci-après).

		1979	1980	1981	1982	1983	Totaux	%
Classe I	<ul style="list-style-type: none"> • a : substances explosives • b : munitions • c : artifices • d : gaz comprimés, liquéfiés ou dissous <ul style="list-style-type: none"> • en citernes • en bouteilles • autres • e : matières qui, au contact de l'air, dégagent des gaz inflammables 		1	1	1	1	1	0,19
							2	0,38
Classe II	<ul style="list-style-type: none"> • matières sujettes à inflammation spontanée 							
Classe III	<ul style="list-style-type: none"> • a : liquides inflammables <ul style="list-style-type: none"> • hydrocarbures liquides • huiles, huants, ... • autres • b : matières solides inflammables • c : matières comburantes 	80	69	65	48	45	287	66,67
		4	3	2	4	2	15	2,86
		6	10	7	6	7	35	6,67
Classe IV	<ul style="list-style-type: none"> • a : matières toxiques • b : matières radio-actives 	2	1		1	2	6	1,14
		6	4	8	7	6	31	5,90
Classe V	<ul style="list-style-type: none"> • matières corrosives 	1					1	0,19
Classe VI	<ul style="list-style-type: none"> • matières infectées, répugnantes et putrescibles 	17	15	26	11	10	85	16,19
Classe VII	<ul style="list-style-type: none"> • peroxydes organiques 							
Divers		1				2	3	0,57
Nombre d'accidents de type "M"		127	114	114	82	88	525	

Accidents de type "M" par catégorie de matière transportée

Au plan de l'exploitation, il faut rappeler que tous les départements doivent disposer d'un plan d'alerte et d'intervention pour la lutte contre la pollution d'origine accidentelle (Environnement, circulaire du 18 février 1985).

Pollutions chroniques

Tableau comparatif des données de référence

CHARGES PARAMETRE	RÉF. 78 (kg/km)	RÉF. 87 (kg/km)	RÉF. 78 (kg/km)	VALEUR PROPOSÉE (kg/km)
Poussières	400	1 000	220	540
DCO	65	50	90	60
DBO ₅	8	3	5,2	5,4
Plomb	1,8	0,4	0,8	1,0
Zinc	0,70	0,2	0,4	0,4
Hydrocarbures et graisses	4,50	9	2,2	5,8

Risque de pollution des eaux souterraines par les transports routiers

Un examen rapide des cas de pollution accidentelle recensés par le Ministère de l'Environnement, pour la FRANCE, permet de distinguer quatre grands types de polluants :

1. les polluants liquides, minéraux, miscibles à l'eau (exemples : ammoniaque, acide sulfurique, acide nitrique, ...) dont l'infiltration est rapide, quelque soit l'humidité du sol ;
 2. les polluants liquides, organiques, miscibles à l'eau dont l'infiltration est également rapide
exemples :
 - solvants : alkanes, alkènes chlorés, trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, acétone, benzène, ...
 - pesticides : DDT, captanc, ...
 - détergents
 - aromatiques et phénols.
 3. les polluants liquides, organiques, non miscibles à l'eau, dont la vitesse de migration dans le sol va dépendre de la quantité épandue (phase liquide continue dans les pores). Ces polluants peuvent libérer des substances solubles à migration plus rapide
exemples :
 - carburants : gazoil, essence, kérozènes,
 - autres hydrocarbures : fuel, pétrole, bitumes,
 - organochlorés : pyralènes, autres PCB.
 4. les polluants solides, minéraux, solubles relativement facilement maîtrisés en absence de solvants mais pouvant migrer rapidement, au même titre que le type n° 1
exemples :
 - sels : nitrates, sulfates, chlorures, sulfures
 - hydroxydes : soude, ...
 - herbicides.

A N N E X E 4

Informations sur les moyens d'action

Moyens d'action en alerte

Quelques moyens à mettre en oeuvre sur un cas de pollution accidentelle sont ici brièvement indiqués :

1. **barrage à un ruissellement liquide vers une zone d'infiltration de vulnérabilité importante** : à mettre en oeuvre dans les premiers temps de l'alerte ;
2. **pompage direct du polluant en surface, dans les contenants accidentés, sur la chaussée, dans les bassins écrêteurs** : à mettre en oeuvre rapidement, notamment pour éviter des complications liées à la pluie ;
3. **absorption du polluant en surface avec du sable, de la terre, etc. pour limiter l'extension du polluant** : à mettre en oeuvre rapidement pour limiter l'infiltration et éviter après infiltration d'avoir à utiliser des moyens plus lourds et coûteux ;
4. **décapage des formations aquifères sur quelques décimètres** : à réaliser rapidement après l'infiltration du reliquat non pompé ou non absorbé.
Le stockage ou la décontamination est à prévoir ;
5. **fermeture de l'exutoire des bassins écrêteurs en fonction des volumes épandus et de la mise en place du dispositif de pompage** ;
6. **intervention sur les cours d'eau** : récupération de liquides surnageants ;
7. **arrêt des captages** pouvant être atteints avant la fin de la décontamination de façon à limiter l'extension du polluant dans la nappe ;
8. **mise en place de barrières hydrauliques** à la progression du polluant dans la nappe : dans les premières semaines suivant l'accident ;
9. **mise en place de pompage de décontamination** : à réservé pour les cas graves et pour des polluants épandus en grande quantité, dans les premières semaines suivant l'accident.

Cette liste n'est pas exhaustive. En outre, chaque type d'action devra être accompagné d'un inventaire des intervenants possibles (localisation, moyens disponibles).

Comment déterminer les zones où des interventions efficaces seront possibles ? En plus des caractéristiques des terrains traversés, il est nécessaire de disposer de quelques informations complémentaires :

► **Sur les caractéristiques de l'accident :**

La propagation de la pollution dépend de la nature du produit épandu (solubilité, densité, viscosité en particulier) et de la façon dont a lieu l'épandage (en particulier volume épandu et surface d'épandage, c'est-à-dire lame de produit infiltrée).

L'épaisseur de la lame infiltrée est tout à fait fondamentale car elle conditionnera pour une large part la profondeur atteinte par le produit : plus elle sera épaisse, plus l'infiltration sera profonde. Les moyens d'intervention, comme par exemple le colmatage des fuites ou la mise en place de produits absorbants, peuvent contribuer à réduire très notablement les infiltrations.

Il sera donc nécessaire, pour la conduite des études, de définir les circonstances de l'accident de référence (ou des accidents de référence si nécessaire), c'est-à-dire de se donner ces paramètres importants que sont la lame infiltrée et la durée de l'épandage.

► **Sur les moyens d'intervention :**

Ils sont assez nombreux et l'on dispose actuellement de références permettant d'avoir une bonne idée de la gamme des procédés utilisables et de leur efficacité :

- excavation, évacuation ou traitement des terrains,
- air-stripping (injection d'un courant d'air dans le sol ou la nappe pour entraîner le polluant),
- steam-stripping (injection d'un courant de vapeur dans le sol pour entraîner le produit),
- vitrification en place,
- pompage et traitement ou évacuation des eaux d'exhaure,
- dépollution bactériologique in situ.

A N N E X E 5

Documents consultés

1. BRGM – CETE de Bordeaux (1975). Rapport 75 SNG 221 AQI. Matériaux alluvionnaires du département des Pyrénées Atlantiques.
C. FRAMECHON, G. TRUPIN.
2. G. BAUDIN (1979) Ressource en eau de la nappe des alluvions du gave de Pau entre Lestelle Bétharam et Pau. Thèse de 3ème cycle. Univ. Bordeaux III.
3. Etude de la nappe phréatique du gave de Pau. 1982. Institut géodynamique de Bordeaux III.
4. Captage d'eau potable dans la nappe alluviale du gave à Uzos (64). Etude d'impact. Ville de Pau. BRGM. 86 SGN 240 AQI.
5. Syndicat mixte d'alimentation en eau potable du NE de Pau. Champs captants de Baliros, Pardies, Piétat. Rapport hydrogéologique. 1990. P. POUCHAN.
6. SIAEP de la région de Jurançon. Pompage d'essai à Mazeu. C. COTTINET, 1986.
7. Avis provisoire sur la détermination des périmètres de protection des futurs captages d'eau potable entre Meillan et Assat. J.C. BERRE, 1991.
8. Etude hydrogéologique des possibilités d'exploitation de la nappe alluviale du gave. G. BAUDIN, A. CAZAL, P. POUCHAN, 1977.
9. Enquête sur le niveau de la nappe phréatique du gave de Pau de Mazères à Rontignon. DDASS.
10. Plaine alluviale du gave de Pau. Etude géophysique. BIG, 1975.
11. SIAEP de Gan Jurançon. Rapport hydrogéologique des périmètres de protection du puits P 13. P. ROUCHAN, 1989.
12. Définition des périmètres de protection autour des ouvrages de captage d'eau envisagés par la Ville de Pau à Rontignon et Meillan (64). C. MONDEILH, 1985.
13. Rapport d'expertise relatif à l'établissement des périmètres de protection pour le forage P 14, commune de Rontignon. G. LACAZEDIEU, 1989.
14. Syndicat mixte d'AEP du NE de Pau. Périmètres de protection réglementaires de Baliros, Pardies et Piétat. P. POUCHAN, 1987.
15. SIAEP de Jurançon. Essai du P 14. D. COTTINET, 1988.
16. SIAEP du NE de Pau. Champ captant de Bordes, Baliros, Pardies, Piétat. Institut de géodynamique Bordeaux III, 1985.