

document public



mission de service public "eaux souterraines"

synthèse des travaux effectués en 1985

B. R. G. M.
31. JUL. 1986
BIBLIOTHEQUE

A : EAU SOUTERRAINE - HYDROGEOLOGIE

BOURGUET M, LE LEUCH M
ENSA RENNES

Rôle des sols dans le fonctionnement hydrodynamique d'un bassin versant
élémentaire schisteux en Bretagne
Traçage naturel de l'eau par l'oxygène 18

SOL, BASSIN VERSANT, HYDROGEOLOGIE, OXYGENE, TRACEUR, PEDOLOGIE,
PRECIPITATION ATMOSPHERIQUE, INFILTRATION, (CIRCULATION)
BRE, 35, NOUVOITOU

COTE:SN B 10733 , Type doc:TH Diffusion:1 Thème:A
Date publ:78/10/ , Langue:FR , Pages:139
lab. rech. de la Chaire des Sciences du Sol SDS 157
fig., tabl., bibliogr.

Les auteurs ont principalement utilisé le traçage naturel de l'eau par l'oxygène 18 (accessoirement par le tritium). Les variations d'humidité volumique et de potentiel matriciel ont été suivies respectivement à la sonde à neutrons et aux tensiomètres. La campagne de mesures a été effectuée d'octobre 1978 à mai 1979 pour les précipitations et de février 1979 à avril 1979 en ce qui concerne l'eau du sol.

document public



mission de service public "eaux souterraines"
synthèse des travaux effectués en 1985

Ph. Roussel

juin 1986
86 SGN 250 EAU

RESUME

Le compte-rendu annuel des travaux réalisés en 1985 par le Service géologique national, au titre de la Mission de Service public dans le domaine des eaux souterraines, analyse simultanément les activités ressortant aux différents programmes dont la tutelle est assurée par les Ministères de l'Industrie et de l'Environnement. Par rapport aux années précédentes, on constate une certaine diminution des actions traditionnelles consacrées au recueil et au stockage des données, et à l'inventaire des ressources en eau souterraine, ce dernier thème étant limité à l'évaluation exacte du potentiel des ressources susceptibles de se substituer à celles dont l'exploitation actuelle pose des problèmes quantitatifs ou qualitatifs. Inversement les travaux consacrés à l'identification de pollutions (nitrates en premier lieu, mais également micropolluants organiques ou métalliques), au comportement de ces polluants dans divers contextes hydrogéologiques, marquent un développement important, et qui devrait se poursuivre les années suivantes, compte-tenu de la nature des problèmes posés aux responsables de l'aménagement des ressources en eau. Enfin, l'analyse détaillée des activités de service public met en évidence l'apparition fréquente d'opérations à caractère méthodologique et/ou expérimental, qui marquent l'adaptation à la résolution de problèmes pratiques, des technologies ou outils (informatiques entre autres) mis au point dans le cadre des actions de recherche scientifique.

* *

*

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
ANALYSE DES RESULTATS	3
Chapitre I - Bassin ADOUR-GARONNE (tableau I)	5
1.1 - Recueil et stockage de données	7
1.2 - Evaluation de la ressource	11
1.3 - Prévention des pollutions	14
1.4 - Thermalisme	16
Chapitre II - Bassin ARTOIS-PICARDIE (tableau II)	17
2.1 - Recueil et stockage des données	19
2.3 - Prévention des pollutions	22
2.4 - Aide à la gestion	31
Chapitre III - Bassin LOIRE-BRETAGNE (tableau III)	33
3.1 - Recueil et stockage des données	35
3.2 - Evaluation des ressources hydrauliques	37
3.3 - Prévention des pollutions	48
3.4 - Aide à la gestion	49
3.5 - Thermalisme	49
Chapitre IV - Bassin RHIN-MEUSE (tableau IV)	51
4.1 - Recueil et stockage des données	53
4.3 - Prévention des pollutions	57
4.4 - Aide à la gestion	59
Chapitre V - Bassin RHONE-MEDITERRANEE-CORSE (tableau V)	63
5.1 - Recueil et stockage de données	65
5.2 - Evaluation de la ressource	70
5.3 - Prévention des pollutions	75
5.4 - Aide à la gestion	78
5.5 - Thermalisme	88

Chapitre VI - Bassin SEINE-NORMANDIE (tableau VI)	91
6.1 - Recueil et stockage des données	93
6.2 - Evaluation de la ressource	100
6.3 - Prévention des pollutions	102
6.4 - Aide à la gestion	113
Chapitre VII - Départements et Territoires d'Outre-Mer	117
7.1 - Réunion	117
7.2 - Antilles	118
Chapitre VIII - Département de l'EAU (SGN Orléans)	119
8.1 - Programme du Ministère chargé de l'Industrie	121
8.2 - Programme du Ministère chargé de l'Environnement	122
Chapitre IX - Analyse thématique des activités de Service Public (tableau IX)	135
9.1 - Recueil et stockage de données	138
9.2 - Evaluation de la ressource	141
9.3 - Prévention des pollutions	144
9.4 - Aide à la gestion	148
CONCLUSION	151
ANNEXE - Liste des rapports relatifs à la mission de Service public diffusés, en 1985	155

LISTE DES FIGURES

Figure 1 -	Extrait du fichier informatisé des captages AEP dans le département de Haute-Garonne	10
Figure 2 -	Exemple d'interprétation d'une chronique piézométrique (région Nord-Pas de Calais)	21
Figure 3 -	Répartition de la teneur en nitrates aux limites de captivité de la nappe de la craie du Nord de la France	28
Figure 4 -	Exemple de sortie du fichier informatisé des captages de la région Nord-Pas de Calais	30
Figure 5 -	L'eau souterraine en Bretagne. Répartition de la productivité par mètre foré	38
ETUDE DES RESSOURCES DU MILIEU FISSURE DU MASSIF CENTRAL (Limousin)		
Figure 6 -	Classification des bassins selon les coefficients de tarissement	46
Figure 7 -	Exemple d'étude du tarissement	47
Figure 8 -	Exploitation de la banque de données de la nappe d'Alsace. Deux exemples de pages MINITEL.	55
Figure 9 -	Carte de situation de la nappe de la molasse miocène dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse	69
Figure 10 -	Isobathes du toit miocène	74
SYNTHESE DE BASSIN RHONE-MEDITERRANEE-CORSE		
Figure 10 -	Chronologie de réalisation	79
Figure 11 -	Exemple de fiche cartographique	80
Figure 12 -	Exemple de fiche bibliographique	81
Figure 13 -	Exemple de fiche bilan	82
Figure 14 -	Réseau piézométrique Seine-Normandie. Nombre de stations de mesure	94

NAPPE DE LA BRIE, région de Nangis (Ile-de-France)

Figure 15 -	Evolution des teneurs en nitrates	104
Figure 16 -	Simulation des niveaux du piézomètre de Tribouveau	105
Figure 17 -	Simulation des concentrations en nitrates à Chateaubleau	105

CARTOGRAPHIE AUTOMATIQUE DE LA TENEUR EN NITRATES DE LA NAPPE DE LA CRAIE DANS LE DEPARTEMENT DE L' AISNE

Figure 18 -	Ecarts-type de krigeage au NO_3	108
Figure 19 -	Teneurs en nitrates en 1982	109
Figure 20 -	Variations des teneurs en nitrate (1972-1982)	110
Figure 21 -	Nappe de la craie en Champagne. Exemple des profils des teneurs en nitrates dans la zone non saturée	112
Figure 22 -	Pilote de dénitrification de Messac. Comparaison des teneurs en nitrates au forage central et dans la nappe	124
Figure 23 -	Modèle BICHE. Principe des fonctionnements chimiques	127
Figure 24 -	Modèle BICHE. Applications du modèle aux sources de la Voulzie (bassin de Provins)	128

INTRODUCTION

Ce rapport rend compte des activités intéressant les eaux souterraines, effectuées dans le cadre de la mission de Service public du Service Géologique National. Exercée traditionnellement par l'intermédiaire des subventions attribuées au BRGM par le Ministère chargé de l'Industrie, cette mission est complétée depuis 1983 par un contrat spécifique mis en oeuvre par le Ministère chargé de l'Environnement, et consacré à la protection des eaux souterraines. Les diverses opérations engagées sous cette double tutelle bénéficient au cas par cas de fonds de concours d'origines diverses et ont, pour la plupart, été réalisées dans un cadre régional, même si elles ont nécessité souvent l'intervention de spécialistes du centre scientifique et technique du BRGM à Orléans.

L'ensemble des travaux réalisés en 1985 est analysé dans les huit (8) premiers chapitres du rapport. Pour les opérations régionales, on a conservé le découpage par grand bassin hydrologique qui correspond de plus en plus aux unités de gestion de la ressource en eau, et est donc a priori bien adapté à la description **d'actions de Service public**. Les études réalisées à l'échelon central du Département EAU du Service Géologique National, ont été isolées dans la mesure où il s'agissait le plus souvent d'études présentant un caractère méthodologique ou expérimental. L'analyse des résultats obtenus est effectuée de façon sommaire dès lors qu'il s'agit d'une opération de routine (en particulier en matière de recueil et de stockage de données), ou ne mettant pas en oeuvre des techniques nouvelles. Au contraire, cette analyse s'efforce d'être plus complète, tant au niveau des objectifs qu'à celui des résultats, lorsque la nature de l'étude, les méthodes et outils techniques employés, présentent un intérêt pour la solution de problèmes liés à l'exploitation, l'aménagement ou la sauvegarde de la qualité de la ressource en eau. Ces opérations, qui constituent dans la pratique un relais entre les travaux de recherche fondamentale, et ceux relevant d'une utilisation et d'une gestion journalière des eaux souterraines, nous ont paru mériter un développement plus important, parce qu'elles présentent un aspect nouveau de la mission de service public, aspect qui mériterait d'être plus largement pris en compte dans les programmes des prochaines années.

Le dernier chapitre propose une synthèse des résultats obtenus selon un découpage technique qui correspond aux objectifs assignés au BRGM en matière de service public par les autorités de tutelle. On s'est efforcé ici de mettre en évidence les évolutions de ces dernières années et les différentes actions qui mériteraient d'être approfondies, compte-tenu des besoins des utilisateurs, et des moyens techniques et méthodes actuellement disponibles, ou adaptables aux problèmes concernant l'aménagement des eaux souterraines.

* *

*

Au cours de l'année 1985, 86 opérations ont été entreprises au titre de l'un ou l'autre des programmes de Service public (Industrie et Environnement), ce qui marque une diminution par rapport à l'année précédente (95) ; la somme consacrée en moyenne à chacune d'entre elles (environ 300 000 F tous financements confondus, en augmentation de 20 % par rapport à 1984) marque la complexité croissante des sujets traités.

Chaque opération est analysée sommairement au niveau de ses résultats ou de son programme lorsque son exécution est encore en cours au début de l'année 1986, ce qui est le cas d'un certain nombre de celles financées par le Ministère de l'Environnement dont les crédits ne sont disponibles qu'au deuxième semestre de l'année en cours.

Les tableaux, figurant en tête de chacun des chapitres consacrés aux 6 grands bassins hydrologiques, précisent les principaux éléments financiers à ces opérations selon la légende suivante :

- **colonne 1** Thème général
- **colonne 2** Intitulé des travaux ou de l'étude
- **colonne 3** Montant des crédits de service public en provenance du Ministère de l'Industrie
- **colonne 4** Montant des crédits de service public en provenance du Ministère de l'Environnement
- **colonne 5** montant des fonds de concours (origines diverses)
- **colonne 6** total financement
- **colonne 7** observations (origine des fonds de concours)

NOTA. Les chiffres placés entre parenthèses indiquent un financement acquis, mais disponible seulement à la fin de l'année 1985, ou d'une origine autre que le Service public (mission de recherche par exemple). Ils ne sont pas alors pris en compte dans les différents récapitulatifs apparaissant au titre du bilan de la mission de Service public en 1985.

ANALYSE DES RESULTATS

Chapitre I

BASSIN ADOUR-GARONNE

Thème	Intitulé	MIR	M.ENV	FC	Total	Observations	
I	<u>Recueil et stockage de données</u>	Contrôle piézométrique nappes éocène et oligocène Gironde	330		300	630	FC = Dpt 33
		Contrôle chimie nappe oligocène Gironde	100		100	200	FC = Dpt 33
		Contrôle piézométrique nappes profondes Lot-et-Garonne	50			50	
		Contrôle piézométrique nappe inframolassique, région MPY-AQI	150			150	Collaboration SNEA
		Banque de bassin Adour-Garonne		510		510	
II	<u>Evaluation de la ressource</u>	Hydrogéologie formations de socle	150			150	Réalisation conjointe avec région Limousin Financement assuré en 1983-1984 FC Agence de bassin
		Etude des karsts pyrénéens	p.m.				
		Etude de la nappe miocène en Gascogne	150	210	150	510	
III	<u>Prévention des pollutions</u>	Pollution nitratée en nappe alluviale (site de Montech)		150	100	250	FC Agence de bassin Collaboration SRAE FC ville de Périgueux p.m. : étude commencée fin 1985
		Protection sources de Périgueux		85	85	170	
		Etude migration micropolluants en nappe alluviale (site de Nolet)		(450)			
V	<u>Thermalisme</u>	Fichier sources et indices dpt Hautes-Pyrénées	120			120	
	<u>Récapitulatif</u>	I. Recueil et stockage de données	630	510	400	1 540	
		II. Evaluation de la ressource	300	210	150	660	
		III. Prévention des pollutions		235	185	420	
		V. Thermalisme	120			120	
			1 050	955	735	2 740	

Tableau I - Bassin Adour-Garonne

1.1 - RECUEIL ET STOCKAGE DES DONNEES

1.1.1 - Gestion des nappes profondes en Gironde

On rappelle que les observations concernent les nappes éocènes (piézométrie) et oligocène (piézométrie + qualité) où tout prélèvement est contrôlé par l'intermédiaire du décret-loi de 1935. Ces nappes fournissent respectivement 140 et 125 000 m³/j, dont 80 % sont destinés à la Communauté urbaine de Bordeaux.

Les ouvrages autorisés qui exploitent en deux aquifères sont au nombre de 146 pour la première et 88 pour la seconde ; mais il existe plus de 200 ouvrages réalisés avant 1959 (date de mise en application du décret de 1935) et plusieurs centaines de moins de 60 m utilisés à des fins privées ou publiques.

Le dispositif de mesures couvre également les nappes superficielles et les nappes très profondes, mais la densité des points de contrôle sélectionnés est beaucoup plus faible. On dénombre au total 19 enregistreurs permanents et 43 piézomètres pour lesquels des mesures ponctuelles périodiques sont effectuées.

L'évolution piézométrique des nappes contrôlées est :

- très marquée dans les calcaires de l'Oligocène où l'on note des baisses d'environ 15 m depuis 1975 dans les zones les plus sollicitées (Léognan, Pessac, Saucats),
- marquée de 1960 à 1976 dans les sables éocènes, les baisses de niveau variant entre 4 et 12 m,
- depuis 1982, on note une stabilisation ou une remontée très lente des niveaux, consécutive à une légère diminution des prélèvements,
- lente et continue dans les aquifères du Crétacé qui sont sollicités pour la géothermie.

La surveillance de la qualité chimique des eaux s'est intensifiée ces dernières années par :

- la mise en place d'un réseau de contrôle qualitatif de la nappe oligocène,
- un recueil des données focalisé sur les zones vulnérables des sables éocènes, (Nord-Médoc), voisinage de l'estuaire, bassin d'Arcachon, dépression de Bordeaux)..

La mise en oeuvre de mesures isotopiques du soufre, de l'azote et du tritium, permet de mieux cerner la nature et l'origine de certains paramètres et de mettre notamment en évidence les communications entre les eaux de surface et la nappe oligocène. Ces mesures doivent servir de guide pour les futures demandes d'autorisation et de prévention en cas de pollution latente constatée.

1.1.2 - Mise en place d'un réseau de contrôle piézométrique des nappes profondes du Lot-et-Garonne

Le sous-sol du Lot-et-Garonne renferme entre 250 et 600 m de profondeur plusieurs réservoirs aquifères captés essentiellement pour l'alimentation en eau potable, mais aussi pour les besoins industriels (sables éocènes, calcaires crétacés et jurassiques). Il s'agit la plupart du temps de nappes captives où les prélèvements des 15 ouvrages les plus profonds étaient estimés à 8 M.m³ en 1982, avec une pointe journalière de l'ordre de 40 000 m³ pendant les mois d'été.

Les points d'observations sont très peu nombreux sur ces nappes et les évolutions de niveaux très mal connues : l'influence des prélèvements actuels en particulier n'est pas identifiée et conduit à des erreurs de prévisions dans l'implantation de nouveaux ouvrages : par exemple, dans certains secteurs, niveaux d'eau rencontrés 20 m plus bas que prévu à partir de la carte piézométrique générale.

Il est donc proposé à partir des ouvrages d'exploitation actuels, la mise en place d'un réseau de contrôle des niveaux, des prélèvements et de l'évolution chimique des eaux (notamment en ce qui concerne la teneur en fer), réseau qui doit commencer à fonctionner en 1986, compte-tenu de l'accord et de la participation des collectivités départementales concernées.

1.1.3 - Contrôle de la nappe inframolassique dans les régions Midi-Pyrénées et Aquitaine

La nappe inframolassique qui intéresse la partie sud-orientale du Bassin aquitain fait depuis 1968 l'objet d'un suivi piézométrique et d'une actualisation des connaissances. Cette nappe offre en effet des ressources importantes (eau potable,

thermale, agricole, géothermale, stockage souterrain de gaz) : l'utilisation de cet aquifère s'accroît régulièrement, notamment par la mise en service en 1985 des forages d'eau d'Angaïs dans le département des Pyrénées Atlantiques.

La surveillance actuelle s'effectue sur une dizaine d'ouvrages, mais 3 d'entre eux (Espechède 1, Serrac 1, Ponson-Dessus 1) devraient faire l'objet d'un nettoyage ou d'une remise en état. Aucune variation notable de la nappe n'a été observée en 1985 par rapport aux fluctuations mesurées antérieurement.

Le réseau piézométrique devrait être renforcé dans certains secteurs sensibles notamment par interprétation des données fournies par les ouvrages d'exploitation.

Au titre des mêmes programmes, la synthèse des informations fournies par tous ces ouvrages d'exploitation a été poursuivie pour compléter nos connaissances sur la nappe inframolassique. En 1985, l'extension occidentale des faciès détritiques a pu ainsi être déterminée.

1.1.4 - Base de données Qualité Adour-Garonne

Dans le cadre de la constitution de la banque de l'eau à l'échelon du Bassin (décret du 8 mai 1986) dont est chargée l'Agence Adour-Garonne, il avait été convenu que le BRGM se chargerait des fichiers informatisés regroupant les données disponibles sur la qualité chimique des eaux souterraines. L'essentiel de ces fichiers doit être constitué par les analyses effectuées par les services du Ministère de la Santé au titre du contrôle sanitaire, analyses qui auraient été informatisées dans un premier temps par les services techniques de l'Agence, les fichiers ainsi constitués étant ensuite complétés par les soins du BRGM par des analyses d'origine diverse (distributeurs, bureaux d'études, BRGM...).

Le programme initialement prévu n'a pas, en raison de diverses difficultés, été complètement mis en oeuvre et les tâches assignées au BRGM ont été reconsidérées pour tenir compte de l'évolution qui a eu lieu, tant au niveau des engagements, qu'au niveau de l'évaluation des besoins. C'est ainsi que priorité a été accordée à la constitution de fichiers départementaux d'identification des captages d'eau potable, fichiers qui permettent ensuite une saisie correcte des analyses. Ces travaux réalisés avec le concours des services départementaux du Ministère de la Santé (Hygiène du milieu), ont concerné en 1985 les départements de la Lozère, de la Dordogne, de la Haute-Garonne et des Landes.

C3118101	LE FAUGA	LE FAUGA	LES VIGIES	PUITS	1009-7-224	GNE 03	3	515,44	123,82	182,6
C3129101	LEGIEVIN	LEGIEVIN	CHATEAU D'EAU	PUITS	983-6-134	GNE 01	3	509,59	145,91	195
C3129102	LEGIEVIN	LEGIEVIN	CHATEAU D'EAU	PUITS	983-6-104	GNE 01	3	509,54	145,83	195
C3129103	LEGIEVIN	LEGIEVIN	BOULEVARD DES PYRENEES	PUITS	983-6		3			
C3129601	LESTELLE DE ST MARTORY	LESTELLE DE ST MARTORY	BARRETS	PUITS	1055-3-31	NPY AA	3	484,46	91,60	294
C3130601	LOURDE	LOURDE	LE ROCHER (LA VIERGE)	SOURCE	1072-4-1	NPY KF	3	463,18	77,65	620
C3132001	MARQUEF AVE	MARQUEF AVE	CANAQUERO	PUITS	1034-2-115	GNE 03	3	510,53	114,62	205,5
C3132401	MARTRES TOLOSANES	MARTRES TOLOSANE	SAINT VIDIAN	SOURCE	1055-4-69	GNE 02	3	491,70	99,53	256
C3132402	MARTRES TOLOSANES	MARTRES TOLOSANE	LE MATET	PUITS	1033-8-129	GNE 03	3	491,85	101,12	266
C3132403	MARTRES TOLOSANES	MARTRES TOLOSANE	LE CHATEAU (RESERVOIR)	PUITS	1055-4-94	GNE 03	3	492,28	100,32	263
C3133401	MAUZAC	MAUZAC	CAMPS GROS	PUITS	1034-3-98	GNE 02	3	515,01	120,30	186
C3133501	MAYREGNE	MAYREGNE	LA LOUDERE	SOURCE	1072-7-13	PYA SS	3	453,29	64,58	1500
C3133502	MAYREGNE	MAYREGNE	TUPS	SOURCE	1072-7	PYA SS	3	453,42	62,91	1410
C3133503	MAYREGNE	MAYREGNE	LABAT DEL SARTE	SOURCE	1072-7	PYA SS	3	453,38	63,20	1450
C3133601	MAZERES SUR SALAT	MAZERES SUR SALAT	ARROQUERES	PUITS	1055-3-114	NPY BC	3	489,52	94,03	276
C3133701	MELLES	MELLES	RIBES	SOURCE	1073-5	(PYA SS)	3	(471,03)	(64,65)	(845)
C3133702	MELLES	MELLES	LABACH	SOURCE	1073-5	(PYA SS)	3	(474,11)	(64,34)	(1100)
C3133703	MELLES	MELLES	CAZAUX	SOURCE	1073-5	(PYA SS)	3	(472,13)	(64,73)	(795)
C3133704	MELLES	MELLES	RIVES	SOURCE	1073-5	PYA SS	3	472,46	64,93	830
C3133705	MELLES	MELLES	LA GUADE	SOURCE	1073-5	(PYA SS)	3	(472,07)	(65,37)	(1110)
C3134101	MERVILLE	MERVILLE	TUCOL	PUITS	983-3-146	GNE 01	3	514,87	157,11	175
C3134201	MILHAS	MILHAS	LAQUECH (COUBLANC)	SOURCE	1073-2-54	NPY SS	3	475,24	76,43	790
C3134202	MILHAS	MILHAS	CAMPS	SOURCE	1073-2	(NPY SS)	3	(475,48)	(78,68)	(550)
C3134203	MILHAS	MILHAS	MOURERE ROUGE	SOURCE	1073-2	(NPY SS)	3	(476,30)	(77,36)	(580)
C3134204	MILHAS	MILHAS	COURRIEL	SOURCE	1073-2	(NPY SS)	3	(476,88)	(77,17)	(660)
C3134401	MIRAMONT DE COMINGES	MIRAMONT DE COMINGES	MOURAGNON	PUITS	1055-5-97	NPY AA	3	471,03	89,36	354
C3134801	MONCALP	MONCALP	FONT LUBIAN	SOURCE	1072-4	(NPY KG)	3	(466,00)	(76,53)	(730)
C3136001	MONTAUBAN DE LUCHON	MONTAUBAN DE LUCHON	ROUTE FORESTIERE DE HERRAN	SOURCE	1084-4-3	PYA SS	3	460,50	55,93	1400
C3139401	MOUSTAJON	MOUSTAJON	BOIS DES CASSES	SOURCE	1084-3-44	(PYA SS)	3	(457,18)	(59,11)	(1030)
C3139501	MURET	MURET	LA MAVERRE	PR RIVIERE	1009-7	GARONNE	3	(518,27)	(128,06)	(156)
C3139901	NOE	NOE	LA BOURDASSE	PUITS/R	1034-3-99	GNE 03	3	513,35	118,08	195
C3139902	NOE	NOE	PONT D 28	PR RIVIERE	1034-3	GARONNE	3			
C3140301	ONDES	ONDES	LES MONGAS	PUITS	956-7-219	GNE 03	3	517,36	164,88	105
C3140401	OO	OO	PONT D'ASTAU	SOURCE	1084-2	(PYA SS)	3	(449,67)	(53,71)	(1100)
C3140402	OO	OO	CASCADE DE LA MADELEINE	SOURCE	1084-2	(PYA KC)	3	(449,35)	(52,58)	(1150)
C3140501	ORE	ORE	CARRERE (LA CAMERE)	PUITS	1072-4-24	NPY AA	3	462,56	76,20	455
C3140502	ORE	ORE	SERELLE	SOURCE	1072-4	(NPY KG)	3	(462,89)	(76,44)	(510)
C3142001	PINSAGUEL	PINSAGUEL	JORDANIS (NOUVEAU PUIITS ?)	PUITS	1009-4-368	GNE 04	3	524,49	133,85	150
C3150501	PLAGIE	SAINT MICHEL	TRES PEYROS	SOURCE/2	1053-4-93	NPY K1	3	495,84	94,90	450
C3142601	POINTIS DE RIVIERE	POINTIS DE RIVIERE	CAMPAQUAN	PUITS	1054-7-5	NPY AA	3	459,73	89,13	400
C3143101	PORTET D'ASPET	PORTET D'ASPET	JACOUAOU	SOURCE	1073-2-49	NPY K1	3	478,62	72,07	990
C3143102	PORTET D'ASPET	PORTET D'ASPET	BACH	SOURCE	1073-2	(NPY KF)	3	(477,76)	(72,61)	(895)
C3124202	PORTET DE LUCHON	JURVILLE	BOIS GRAND	SOURCE	1084-2	(PYA SS)	3	(448,28)	(59,25)	(1400)
C3143401	POUBEAU	POUBEAU	BERNET	SOURCE	1084-2-15	PYA SS	3	449,68	59,60	1480
C3144701	RAZECHEILLE	RAZECHEILLE	ESCARBIROS	SOURCE	1073-2-50	NPY SS	3	475,30	75,82	900
C3144702	RAZECHEILLE	RAZECHEILLE	LE THOU	SOURCE	1073-2-51	NPY SS	3	475,22	74,78	830
C3144703	RAZECHEILLE	RAZECHEILLE	TESTE RONDE	SOURCE	1073-2-52	NPY SS	3	475,44	73,96	690
C3144704	RAZECHEILLE	RAZECHEILLE	CAP DEL MAIL	SOURCE	1073-1	NPY SS	3			
C3145701	ROQUEFORT SUR GARONNE	ROQUEFORT SUR GARONNE	LA TUILERIE	PUITS/2	1055-3-64	NPY KK	3	489,33	95,60	270
C3146501	SACOURVILLE	SACOURVILLE	COURRACEU	SOURCE	1084-3	PYA SS	3			
C3106302	SAINTE AVENTIN	BENQUE DESSOUS ET DESSUS	SASPLIGNE	SOURCE	1084-3	(PYA SS)	3	(454,38)	(57,99)	(950)
C3147001	SAINTE AVENTIN	SAINTE AVENTIN	SATELJO	SOURCE	1084-3-35	PYA SS	3	454,64	55,30	1250
C3147002	SAINTE AVENTIN	SAINTE AVENTIN	CAP BLANC	SOURCE	1084-3	(PYA SS)	3	(453,07)	(59,40)	(1245)
C3148301	SAINTE GAUDENS	SAINTE GAUDENS	ESTOURFILHIE	PUITS/2	1054-8-73	NPY AA	3	467,94	89,74	363

Figure 1 - Extraits du fichier des captages AEP du département de Haute-Garonne
(extrait du rapport 86 SGN 049 MPY)

Chaque fichier regroupe pour tout captage les données concernant la commune d'implantation, la commune ou le syndicat desservi, le nom et la nature du point d'eau, l'indice national BRGM, l'identification de la nappe captée, la zone et les coordonnées Lambert et l'altitude : on trouvera ci-contre (fig.1) un extrait du listing correspondant au fichier du département de Haute-Garonne.

Les fichiers ainsi constitués ont été informatisés localement sur matériel APPLE, logiciel MULTIPLAN (Microsoft), puis transférés sur matériel VAX à Orléans en vue de leur insertion dans le fichier national de la qualité chimique des eaux souterraines, fichier qui doit servir de support à l'Observatoire de la qualité mis en oeuvre par le Ministère de l'Environnement et dont le gestionnaire sera le BRGM. Par ailleurs, ce transfert sur site central permet à ces fichiers d'être consultables et transférables sur d'autres équipements informatiques accédant au réseau TRANSPAC, ou sur supports spécifiques pour les équipements particuliers n'accédant pas à TRANSPAC.

En 1986, les fichiers correspondant aux départements de l'Ariège, de la Corrèze, de la Charente Maritime seront réalisés de la même manière, l'opération devant ensuite être poursuivie sur financements conjoints Agence Adour-Garonne, et Ministère de l'Environnement.

1.2 - EVALUATION DE LA RESSOURCE

1.2.1 - Etude des potentialités aquifères des formations anciennes du Massif Central

L'essentiel des travaux ayant été réalisé dans des secteurs ressortant au bassin Loire-Bretagne, on trouvera le compte-rendu de cette opération au chapitre III.2.5

1.2.2 - Etude des karsts pyrénéens

Cette étude préliminaire relayée par le biais d'une thèse de 3ème cycle a permis une première évaluation des potentiels en eau du karst pyrénéen entre les vallées de la Garonne et de la Neste. Deux approches ont été menées simultanément : une étude

de l'hydrodynamique et de la géochimie a permis de caractériser le fonctionnement de 14 systèmes considérés comme représentatifs. Par ailleurs, l'inventaire de l'ensemble des zones karstiques et de leur potentiel en eau a été approché par confrontation entre les données géologiques et hydrogéologiques. Ce potentiel est globalement important, mais son exploitation est conditionnée par la localisation des besoins, l'accessibilité des ressources, et le degré de connaissances acquis sur les zones karstiques, une première évaluation pouvant être tentée par référence aux 14 systèmes étudiés dans le cadre de cette thèse.

En fonction de la localisation des besoins, les utilisations possibles sont différentes selon l'altitude :

- en position de piémont, les réservoirs peuvent être exploités par forages profonds (Lavelanet, 500 m), et la plupart des zones urbaines pourraient envisager des solutions équivalentes pour des usages divers (industries, géothermie...),
- en moyenne montagne comportant essentiellement les massifs nord-pyrénéens, l'utilisation actuelle est le captage de grosses sources, et il existe des possibilités de développement en ce domaine,
- en haute montagne, seules les stations de sport d'hiver sont susceptibles d'utiliser les sources existantes.

Le rapport présente également une synthèse globale de toute la documentation existante sur le sujet dans la région et une esquisse de l'évaluation des réserves en eau qui met notamment en évidence les zones connues, et celles où des études complémentaires seraient nécessaires si on veut les utiliser.

1.2.3 - Etude de la nappe du Miocène dans les Landes de Gascogne

La nappe du Miocène contribue à l'alimentation en eau potable des départements de la Gironde et des Landes. Elle est en outre de plus en plus sollicitée pour l'irrigation des grandes exploitations agricoles qui se développent dans le massif forestier landais, avec comme conséquence des problèmes de déséquilibres locaux entre la demande

et la ressource. Par ailleurs, la nappe du Miocène ne fait pas actuellement l'objet d'une surveillance satisfaisante, et les informations dont on disposait étaient relativement anciennes.

Dans ces conditions, une étude synthétique de toutes les données disponibles a été réalisée avec, ponctuellement, la recherche d'informations sur le terrain, quand cela apparaissait nécessaire. Ont été réalisés en particulier :

- un inventaire des points d'eau,
- une étude de la piézométrie et de son évolution,
- un recensement des prélèvements en fonction des usages (AEP, industriels, agricoles),
- une étude des problèmes de qualité chimique de la nappe, à partir des informations fournies par les analyses issues du contrôle sanitaire, et celles disponibles dans les archives BRGM,
- un bilan d'utilisation de la nappe du Miocène.

On constate, dans les secteurs à forte utilisation (est et sud des Landes, sud de Bordeaux), un abaissement important des niveaux (jusqu'à 20 m), ces baisses pouvant entraîner une diminution notable (20 à 50 m³/h) de la productivité des captages dans les zones où l'épaisseur de la nappe est faible. Le secteur le plus sensible est celui de l'agglomération de Mont-de-Marsan.

Les problèmes liés à l'évolution de la qualité ne paraissent pas pour le moment prédominants. Il serait cependant nécessaire de suivre les teneurs en nitrate dans certains secteurs (Mont-de-Marsan) ou des communications rapides avec les nappes superficielles sont possibles. Les problèmes de fortes teneurs en fer (NW) ne peuvent être traités que par mise en place de stations de traitement.

Une identification des ouvrages susceptibles de participer à la surveillance des nappes a été faite. Par ailleurs, dans le secteur de Mont-de-Marsan qui apparaît le plus menacé, un modèle de gestion va être mis en oeuvre à partir de 1986.

1.3 - PREVENTION DES POLLUTIONS

1.3.1 - Etude de la pollution par nitrates dans une nappe alluviale (site de Montech)

Il s'agissait d'une opération à caractère expérimental destinée à étudier la protection des ouvrages de captage en nappe alluviale, en fonction de l'évolution de la teneur en nitrates. Le secteur d'étude retenu fait partie de la nappe alluviale de la Garonne. L'année 1984 avait été consacrée essentiellement au recueil des données destinées à mettre en oeuvre un modèle de simulation susceptible de restituer le comportement des nitrates en fonction des caractéristiques hydrauliques de la nappe. 2 piézomètres avaient donc été installés, et des enquêtes sur l'occupation des sols et la fertilisation réalisées : fertilisants épandus, localisation des épandages, quantités, périodes et volumes d'irrigation. Par ailleurs, un préleveur automatique placé sur le captage de Montech mesurait l'évolution de la concentration en nitrate.

La modélisation du système réalisée en 1985 faisait intervenir les entrées : pluie efficace mesurée à partir des précipitations constatées au pluviomètre de la pisciculture de Montech, et prélèvements pour irrigation, utilisée soit directement soit par l'intermédiaire du ruisseau de drainage ; les "sorties" étant constituées par le captage AEP de Montech, et le ruisseau qui collecte les eaux de surface.

Après réalisation du modèle (modèle BICHE, § 8.3.3.), il apparaît que les variations de niveau dans les piézomètres ont été correctement simulées et la plupart des fluctuations du niveau de la nappe représentées avec des amplitudes correctes et aux moments réels. Plusieurs calages ont donné des résultats satisfaisants à partir de données et de résultats hydrologiques variables : ainsi des résultats identiques sont obtenus pour des ruissellements et des percolations différents selon les coefficients d'emmagasinement calculés.

La restitution de l'évolution des concentrations en nitrate dans le puits de Montech est peu satisfaisante malgré de nombreux essais. Plusieurs causes peuvent expliquer cet échec :

- la représentativité de la série à modéliser est discutable : les données ne concernent qu'une très courte période (1 an), alors que le phénomène observé dépend également des caractéristiques des années précédentes,

- l'enquête auprès des agriculteurs n'a donné que des résultats succincts,
- des comportements différents, en ce qui concerne les variations dans le temps des teneurs en nitrate, caractérisent les 6 puits du site, alors que l'environnement y est identique (pluies, bilans agricoles...),
- les écarts de teneurs importants observés sur le captage de Montech tendent à indiquer qu'à un apport en nitrates d'origine agricole se superpose un flux d'origine différente (pollution de type domestique).

Ceci confirme que la modélisation de l'évolution des nitrates en nappe ne peut se faire que sous réserve d'une bonne connaissance du contexte hydrogéologique et mise à disposition d'un historique de données suffisant.

1.3.2 - Protection des sources alimentant la ville de Périgueux

L'alimentation en eau potable de la ville de Périgueux provient du captage des sources de l'Abîme et du Cluzeau, au lieu-dit du Toulon, à la périphérie Nord-Ouest de la ville. L'eau provient de fissures et de cavernes formant un réseau karstique où elle circule après s'être infiltrée par un ensemble de failles et de fractures. Au total, ces sources, dont l'eau est traitée, alimentent 40 000 personnes, et il importait de connaître l'origine et le cheminement des eaux, afin de les protéger contre une pollution éventuelle. Compte-tenu du caractère expérimental de la démarche technique mis en oeuvre, le Ministère de l'Environnement a participé au financement de cette opération dans le cadre de ses interventions régionales.

Les travaux effectués ont été les suivants :

- étude historique de l'exploitation ; géologie (stratigraphie structurale et géomorphologie), hydroclimatologie à partir du dépouillement de la bibliographie disponible, et des travaux récents effectués dans le cadre des levés de la carte géologique au 1/50 000 ;
- étude hydrogéologique : reconnaissances de terrain dans la zone d'alimentation présumée des sources ; réalisation d'une esquisse piézométrique en étiage et comparaison de cette piézométrie avec des mesures anciennes : les mesures de terrain n'ont porté que sur l'environnement immédiat des sources ;

- exploitation des mesures de débit effectuées par le SRAE Aquitaine pour l'estimation du bassin d'alimentation des sources et jaugeages complémentaires sur émergences annexes.

La synthèse des données ainsi collationnées indique un bassin versant d'environ 100 à 150 km². Pour préciser ces limites, 2 forages ont été réalisés dans la ville même de Périgueux, l'un à proximité immédiate des sources (55 m de profondeur), l'autre à environ 1 km (42 m) : ces forages ont permis de préciser les coupes géologiques. Des injections de fluorescéine ont été faites à partir du forage amont, et ont fourni les vitesses apparentes de transfert de polluants (30 à 35 m/h). Toute la zone de l'agglomération de Périgueux est donc particulièrement vulnérable et les pollutions transitent rapidement vers les sources du Toulon : exemple, un polluant soluble infiltré au niveau de la voirie périphérique mettrait 3 à 5 h pour atteindre la source, et 70 h si il provenait du centre de la ville.

1.3.3 - Etude du comportement des polluants d'origine agricole en zone alluviale.

Site de Nolet

Il s'agit d'une part, de comparer les conséquences au niveau de la pollution par nitrate des techniques de fertilisation classiques, et de procédés originaux (épandage au goutte à goutte), d'autre part d'étudier le comportement des insecticides et fongicides dans un contexte de nappe alluviale. L'ensemble de l'opération doit déboucher sur une identification des mesures à mettre en oeuvre pour limiter les différentes contaminations constatées au niveau d'une nappe alluviale promise à des pratiques culturales intensives.

L'étude est citée pour mémoire parce qu'elle a débuté seulement à la fin de l'année 1985, par l'équipement du site de Nolet dans la vallée de la Garonne.

1.5 - THERMALISME

Fichiers des stations thermales en région Midi-Pyrénées

Dans le cadre de l'actualisation du fichier informatisé regroupant l'ensemble des données disponibles sur les sources thermales et minérales, et les indices thermaux mis en évidence au cours d'études diverses, l'effort a porté en 1985 sur le département des Hautes-Pyrénées qui est le principal département thermal de la région, avec 20 stations dont 8 en activité. Les données disponibles ont été rentrées en mémoire, et le rapport 85 SGN 596 MPY regroupe les fiches sur les stations et les indices du département.

Chapitre II

BASSIN ARTOIS-PICARDIE

Thème	Intitulé	M.I.	M.ENV.	FC	Total	Observations	
I	<u>Recueil et stockage de données</u>	Réseau piézométrique Picardie	90		100	190	Inclus dans réseau Seine Normandie Participation SIDEN
		Réseau piézométrique Nord - Pas de Calais	300		223	523	
		Réseau qualité Nord - Pas de Calais	95			95	
		Contrôle des zones industrielles Picardie	120			120	
		Remontée des nappes dans le bassin minier	150			150	
III	<u>Prévision des pollutions</u>	Pollution par nitrates. Rôle des vallées sèches . Picardie	100	210		310	Crédits recherche du Min.Industrie FC : Agence de l'Eau Seine Service Navigation FC Agence de l'Eau
		Relations nappe/rivière. Cas de la Deule. Nord - Pas de Calais	110	150	215	475	
		Cartographie qualité eaux souterraines. Nord-Pas de Calais		175	175	350	
		Zones sensibles à l'épandage d'engrais Picardie	50			50	
		Dénitrification naturelle, nappe de la craie		410		410	
IV	<u>Aide à la gestion</u>	Fichier technico-administratif, captages région Nord-Pas de Calais		280		280	Réalisation sur 2 ans
	<u>Récapitulatif</u>	Recueil et stockage de données	755		323	1078	
		prévention des pollutions	260	945	390	1595	
		Aide à la gestion		280		280	
			1015	1225	713	2953	

Tableau II - Bassin Artois - Picardie

2.1 - RECUEIL ET STOCKAGE DE DONNEES

2.1.2 - Réseau piézométrique Picardie

Ce réseau comporte une soixantaine (60) d'ouvrages dont une quinzaine (15) concernent plus spécialement le bassin Artois-Picardie, les autres étant intégrés dans le réseau dit "Seine Normandie", et faisant donc l'objet à ce titre de la diffusion de fascicules départementaux (Oise et Aisne) regroupant les données à l'état brut et sous forme graphique : les derniers fascicules parus concernent les observations des années 1983-1984.

L'ensemble des données concernant la Picardie fait l'objet d'un stockage informatique. La poursuite en 1985 dans la région d'une période de pluies efficaces excédentaires provoque le maintien sur la quasi-totalité des ouvrages observés de niveaux piézométriques dits de "hautes eaux".

2.1.2 - Réseau qualité Nord - Pas de Calais

Ainsi qu'il avait été indiqué dans le rapport précédent, 35 ouvrages représentatifs de l'environnement hydrogéologique régional avaient été sélectionnés en 1984 pour constituer l'amorce d'un réseau de suivi de l'évolution générale des eaux souterraines dans la région, indépendamment des pollutions locales liées précisément à un aménagement ou un établissement spécifique. Ces points répartis de façon homogène sur l'ensemble de la région, concernent tant l'aquifère de la craie séno-turonienne (31 points) que celui du calcaire carbonifère.

En 1985, on a procédé à la collecte de l'ensemble des analyses fiables disponibles sur ces 35 ouvrages, ce qui correspond à environ 15 années de mesures. Une synthèse des données ainsi collectées permettra de bien caractériser les paramètres physico-chimiques des eaux captées au point considéré, et de mesurer les premières évolutions significatives constatées. Le rapport correspondant à cette opération sera diffusé au printemps 1986.

2.1.3 - Réseau piézométrique Nord - Pas de Calais

On rappelle que depuis 20 ans le BRGM centralise les données piézométriques fournies par environ 500 ouvrages répartis régulièrement dans la région. Sur ces 500 ouvrages, 240 sont surveillés directement par le BRGM, les autres par divers exploitants (SNCF, SEN, sociétés fermières, industriels...). Compte-tenu de la diminution des fonds de concours affectés à cette opération, actuellement seul le département du Pas de Calais participe à son financement, les travaux 1985 se sont bornés à une collecte et une critique des informations, sans entrée sur support informatique comme cela s'est fait jusqu'alors. Au 31 décembre 1984, il existait 400 000 données piézométriques informatisées concernant la région Nord - Pas de Calais.

Afin de valoriser les données ainsi disponibles, le Service géologique régional Nord - Pas de Calais élabore à partir de chroniques représentatives un fascicule destiné à mieux faire comprendre aux divers décideurs ou aménageurs la variété et l'importance des informations qui peuvent être déduites de ces relevés piézométriques dès lors qu'on dispose de chroniques fiables et suffisamment longues. A titre d'exemple, on trouvera sur la figure 2 ci-contre l'évolution d'un piézomètre dans la nappe du calcaire carbonifère, piézomètre situé en zone industrielle. L'étude détaillée de l'évolution piézométrique, outre les évolutions générales : baisse régulière liée à l'augmentation des prélèvements industriels jusqu'en 1975, puis stabilisation ensuite due à l'évolution des techniques et à la diminution de l'activité industrielle, visualise également des phénomènes naturels (pertes de l'Escaut rechargeant la nappe) ou des épiphénomènes périodiques ou accidentels d'origine naturelle ou liés à l'activité humaine.

2.1.4 - Surveillance de la qualité chimique des eaux souterraines autour des zones industrielles et urbaines de Picardie

Comme chaque année, deux campagnes de prélèvements ont été effectuées sur 35 points répartis en 8 zones industrielles (25 captages) et une dizaine de points isolés. Les différentes analyses effectuées depuis 1974 ont permis de circonscrire les zones de pollutions superficielles liées à des activités industrielles spécifiques ou à un contexte urbain mal assaini. Les analyses qui portent sur les éléments majeurs, 14 éléments en traces, et certains paramètres caractéristiques (oxydabilité CO, phénols, détergents,

PIEZOMETRIE 1900 - 1983

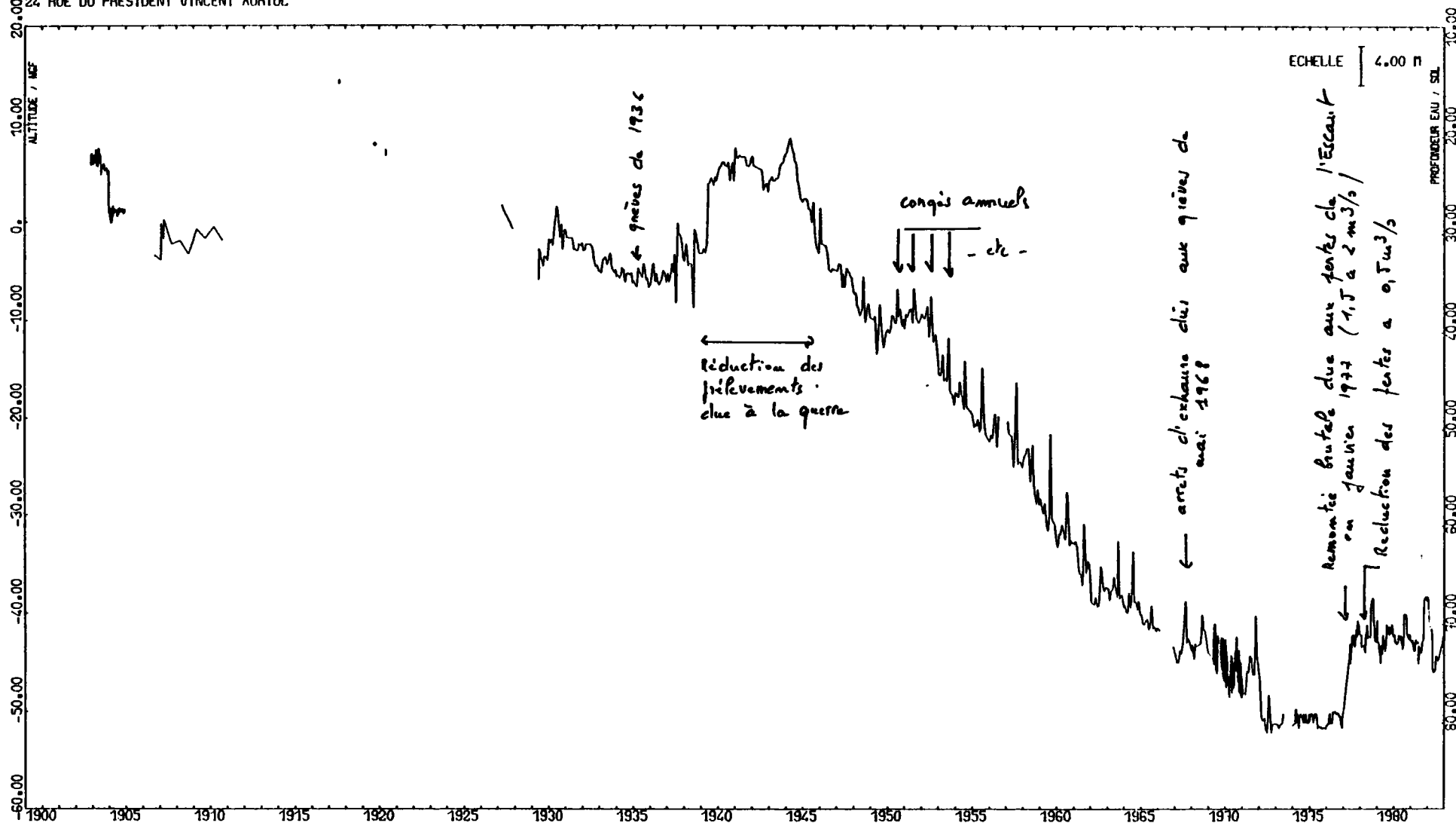
SGR/NPC

INDICE B.R.G.M. 0014-4C-0054

59 ROUBAIX

DESIGNATION F1 0001

24 RUE DU PRESIDENT VINCENT AURIOL



NAPPE FLA/05.....-OC NAPPE DU CALCAIRE CARBONIFERE
 RESEAU R2 PROFONDEUR OUVRAGE 95.00
 COTE DU REPERE PIEZOMETRIQUE 23.80
 COTE DU SOL 28.80

Figure 2 - Exemple d'interprétation d'une chronique piézométrique (d'après J. RICOUR, SGR/NPC)

hydrocarbures) permettent sur 10 ans de constater des évolutions lentes (positives ou négatives) sur certains ouvrages. On note aussi l'importance de la charge polluante amenée par les industries grosses consommatrices d'eau (conserveries, sucreries) la résorption de la pollution issue du traitement de surface, et le faible apport en nitrate en provenance des zones industrielles surveillées.

Au niveau des captages contrôlés, peu sont exempts de toute influence de l'activité industrielle, mais un très petit nombre (5) offre une eau réellement non potable. Dans leur quasi-totalité, ils satisfont aux besoins industriels.

Enfin, les contaminations constatées sont souvent révélatrices d'activités anciennes aujourd'hui disparues, et ont de ce fait une action rémanente difficile à maîtriser. On peut néanmoins prévoir une décontamination naturelle lente et progressive. A ce titre, on peut considérer que les mesures de sécurité prises par les industriels à la demande des services du Ministère de l'Industrie, commencent à avoir des effets.

Des nouvelles campagnes de prélèvement sont prévues en 1986 : leurs résultats figureront au titre du compte-rendu de l'année correspondante.

2.3 - PREVENTION DES POLLUTIONS

2.3.1 - Rôle joué par les vallées sèches dans la répartition des teneurs en nitrates en zone d'aquifères crayeux (application à la Picardie)

Des études antérieures (rapport 85 SGN 328 EAU) ayant porté sur les modalités d'augmentation de la concentration en nitrates au travers de l'identification et de la mesure des transferts de polluants dans la zone non saturée, il a paru nécessaire de déterminer dans quelle mesure l'infiltration en fond de vallée sèche d'eaux de ruissellement pouvait participer à l'augmentation des teneurs.

En effet à l'occasion de l'implantation de nouveaux ouvrages, des teneurs en nitrate anormalement élevées ont été décelées dans la nappe, alors que l'environnement, essentiellement agricole, ne présentait pas de risques importants.

Après enquête, il est apparu que ces zones situées dans des vallées sèches, étaient sujettes à des accumulations temporaires d'eau dues au ruissellement lié aux fortes averses. On pouvait donc penser que l'enrichissement local en nitrates était provoqué directement par lessivage des terres par ces eaux de ruissellement, ou par effet de "chasse" des nitrates présents dans la zone non saturée.

Pour vérifier cette hypothèse, deux vallées situées dans l'Oise (sites de Plainval et Maignelay-Montigny) ont été étudiées par piézomètres répartis autour des zones d'accumulation et d'infiltration des eaux de ruissellement préalablement identifiées et délimitées. L'étude des profils nitrate, de la piézométrie, et de la concentration en nitrate dans les eaux du piézomètre et des ouvrages proches, montre qu'à l'aplomb des zones ainsi repérées on constate une augmentation marquée de la concentration en nitrate ainsi que dans une moindre mesure en chlorures et en sulfates. Dans les deux cas, en effet, les teneurs ont pratiquement doublé par rapport à celles du bassin versant telles qu'elles peuvent être déduites de la moyenne des ouvrages, et du bilan d'azote calculé à l'échelle de ce bassin.

Dans le détail, il apparaît que les modifications de concentration, surtout en ce qui concerne les nitrates, peuvent être très importantes et rapides : sur une distance de 100 m à peine, les valeurs peuvent en effet passer de 25 à 50 mg/l et plus. Cette hétérogénéité montre bien le caractère local et artificiel de cette contamination liée essentiellement aux activités humaines, localement accentuée par le ruissellement des eaux pluviales et leur infiltration préférentielle dans certains points bas.

La connaissance de l'hétérogénéité de la répartition des nitrates dans la nappe, et des facteurs qui la régissent, apparaît donc comme un préalable dans la recherche de sites utilisables pour l'implantation de nouveaux captages d'eau potable. En particulier si, pour des raisons économiques, on doit tenir compte du fait que la productivité d'un ouvrage est meilleure dans les vallées sèches, on évitera la réalisation d'ouvrages dans l'axe même de la vallée et surtout à proximité des zones d'accumulation d'eaux de ruissellement. Une enquête approfondie auprès des exploitants agricoles permet très généralement de délimiter de telles zones.

D'une manière générale, un bilan simple des apports d'azote possibles sur l'ensemble du bassin versant en fonction de l'occupation du sol permet de préciser la fourchette des concentrations moyennes prévisibles dans la nappe, et de déceler à partir des ouvrages existants les anomalies liées à un aménagement ou à une situation hydrologique particulière.

2.3.2 - Etude des relations nappe-rivière : colmatage et "effet filtre". Cas de la Deule. Région Nord - Pas de Calais

La dépendance des aquifères alluviaux vis à vis des eaux de surface est importante et a conduit certains auteurs à préciser les risques de remobilisation de certains micropolluants (métaux lourds, hydrocarbures, pesticides notamment) du fait des variations des conditions d'oxydo-réduction entre la limite hydraulique sollicitée et les ouvrages de prélèvement. En effet le développement d'une frange, plus ou moins colmatée, et "réductrice" dans la berge du cours d'eau, peut être à l'origine de la remobilisation de certains micropolluants piégés au sein de l'aquifère dans des conditions normales d'oxydo-réduction.

Le site du champ captant des Ansereuilles, au sud de l'agglomération lilloise, assurant pour partie sa desserte en eau, a été retenu pour étudier ces phénomènes compte-tenu d'un environnement a priori sensible : nappe libre puis captive du complexe alluvions-craie, alimentée par la Deule canalisée, réceptacle pendant des années de nombreux rejets industriels et susceptible donc de transporter de nombreux micropolluants en particulier des métaux lourds.

Les travaux qui ont débuté en 1985 et se poursuivront en 1986 associent le BRGM, le Service des voies navigables et la Société des eaux du Nord. Les résultats ponctuels obtenus sont intégrés dans le cadre d'une étude générale menée par le BRGM, sur le rôle de filtre joué par la frange colmatée des aquifères alluviaux. Sur le site des Ansereuilles, les opérations suivantes ont été réalisées :

- prélèvements de vase et de sédiments disposés sur fonds de la Deule, des analyses étant effectuées sur l'eau extraite des vases superficielles, et sur les sédiments prélevés par carottage,

- réalisation de 3 piézomètres dans la frange colmatée et à l'aplomb de la Deule : des prélèvements d'eau servent à caractériser chimiquement les eaux de la Deule (matières en suspension et eau) et celles du complexe alluvial et de la craie ;
- des extractions sélectives de vase sont faites pour apprécier les conditions éventuelles de relargage des polluants, avec une étude des familles bactériennes contenues dans les vases superficielles et une granulométrie des sédiments prélevés,
- un traitement mathématique et statistique des analyses de la nappe de la craie, déjà disponibles sur le champ captant des Ansereuilles, afin de déceler d'éventuelles provinces physico-chimiques différentes.

Les résultats obtenus à la fin de l'année 1985 ne sont que partiels. Ils ont permis néanmoins de caractériser le faciès réducteur qui se développe le long de la Deule, d'approcher le potentiel d'oxydo-réduction au niveau de l'aquifère exploité par le champ captant, et de définir deux provinces géochimiques différentes au niveau de ce champ captant. Les analyses réalisées au niveau des vases et des sédiments font apparaître des profils de concentration décroissante avec la profondeur pour certains métaux lourds (surtout Zn, Pb, Cd, As) un seul profil mettant en évidence une reconcentration en profondeur.

Toutes ces données partielles doivent être complétées et replacées dans le contexte hydrogéologique local marqué par une alimentation de la nappe de la craie par la Deule successivement par l'intermédiaire des vases et sédiments tapissant le fond de la rivière, et du complexe alluvial semi-perméable. Compte-tenu de ce contexte, l'objectif est de mesurer les risques de contamination de la nappe de la craie, et corrélativement d'inscrire les résultats obtenus dans l'étude des relations nappe-rivière en matière de protection contre les pollutions chroniques ou accidentelles en provenance des eaux de surface.

2.3.3 - Cartographie de la qualité des eaux souterraines en région Nord-Pas de Calais

Cette opération dont la réalisation s'effectuera principalement en 1986, vise à cartographier l'évolution des concentrations des principaux paramètres (essentiellement les ions chlorure, sulfate, nitrate), sur l'ensemble des eaux souterraines de la région Nord - Pas de Calais. Il s'agit d'utiliser les données d'analyses (principalement celles provenant du

contrôle sanitaire effectué par les services du Ministère de la Santé) pour établir des cartes de l'état de la ressource à 3 époques différentes : en principe 1975-1976, 1979-1980 et 1983-1984. L'ensemble des analyses étant stocké sur système informatique, ces cartes seront établies pour chaque élément à partir des moyennes calculées sur l'ensemble des analyses disponibles pour la période considérée. Les logiciels utilisés pour cette cartographie seront INTERGRAPH et UNIRAS implantés sur matériel VAX au Centre scientifique du BRGM à Orléans :

- INTERGRAPH est un logiciel de cartographie automatique fonctionnant en mode conversationnel qui permet donc de visualiser immédiatement les courbes calculées et les modifications qu'on apporte à ces courbes en fonction du contexte hydrogéologique local.
- UNIRAS (UNiversal RASter System) est un ensemble de logiciels de représentations graphiques qui permet la mise en oeuvre de 3 techniques d'interpolation, techniques nécessaires à la construction de représentations continue à partir de valeurs ponctuelles.

Ces techniques qui visent à obtenir une participation équilibrée de toutes les valeurs à prendre en considération pour calculer une concentration dans une zone (maille) dépourvue d'ouvrages de référence, utilisent :

- la double interpolation linéaire qui divise l'espace en 4 quadrants dans chacun desquels la recherche des points à prendre en considération est réalisée en faisant croître le rayon de recherche,
- l'interpolation quadratique qui assure un certain lissage des valeurs calculées par le biais des interpolations linéaires,
- la pondération par l'inverse de la distance utilisée seulement lorsque la densité des points dans un secteur donné est faible.

Les logiciels obtenus permettent la production de courbes chronochromatiques avec adjonction d'une teinte dans l'espace intercourbe. Des films seront produit directement pour une édition en couleur d'une carte. Celle-ci sera accompagnée, pour un certain nombre d'ouvrages représentatifs, par des courbes retraçant l'évolution des concentrations des principaux paramètres sur la totalité de la période prise en compte (1975-1984).

2.3.4 - Détermination des zones sensibles à l'épandage des engrais en Picardie

Il s'agit ici d'un travail expérimental n'ayant pas encore fait l'objet d'une synthèse diffusable. Dans une zone test (vallée de l'Arre, dans l'Oise), 4 documents cartographiques ont été établis :

- carte des formations superficielles en distinguant selon leur épaisseur et leur nature pour mesurer le degré de protection de la nappe phréatique.
- carte de profondeur de la nappe par rapport au sol,
- carte d'occupation du sol en mettant en évidence les zones boisées, les zones d'accumulation d'eau de ruissellement, etc...

Le croisement de ces 3 premières cartes fournit un document de synthèse qui permet de cartographier la région étudiée en fonction du risque de pollution par nitrate, cette zonation étant calée en prenant en compte les résultats des analyses chimiques effectuées sur les différents ouvrages de captage existant dans la région. Ainsi certains secteurs qui apparaissent comme recélant une nappe à faible profondeur, des cultures intensives très développées, un faible drainage (pas ou peu de vallées humides) sont à déconseiller pour l'implantation de nouveaux ouvrages destinés à l'alimentation en eau potable. Le contraste de zonation qui est ainsi déterminé est parfois moins évident. Il permet néanmoins de compléter les paramètres à prendre en compte lors d'une recherche de site, les autres éléments utilisables étant la productivité d'autant plus forte qu'on se rapproche des axes de drainage des eaux (vallées) et la distance au lieu de distribution.

2.3.5 - Dénitrification naturelle dans la nappe de la craie du Nord de la France

Les conditions géologiques, telles qu'elles se présentent dans le nord de la France, font qu'il existe un certain nombre de secteurs où la nappe de la craie passe de l'état libre à l'état captif sous recouvrement tertiaire. D'une manière générale, la nappe libre de la craie qui alimente en grande partie la nappe captive, se caractérise par des teneurs élevées en nitrate (souvent supérieures à 50 mg/l). Dès que l'aquifère devient captif, les concentrations chutent rapidement à des concentrations inférieures à 5 mg/l, voire proche de 0. Compte-tenu de la piézométrie qui définit les sens d'écoulement de l'eau, des importants débits exploités et du tritium détecté sur l'eau de ces ouvrages à faible teneur en nitrates, il ne fait aucun doute que ces eaux sont récentes et proviennent de la nappe libre.

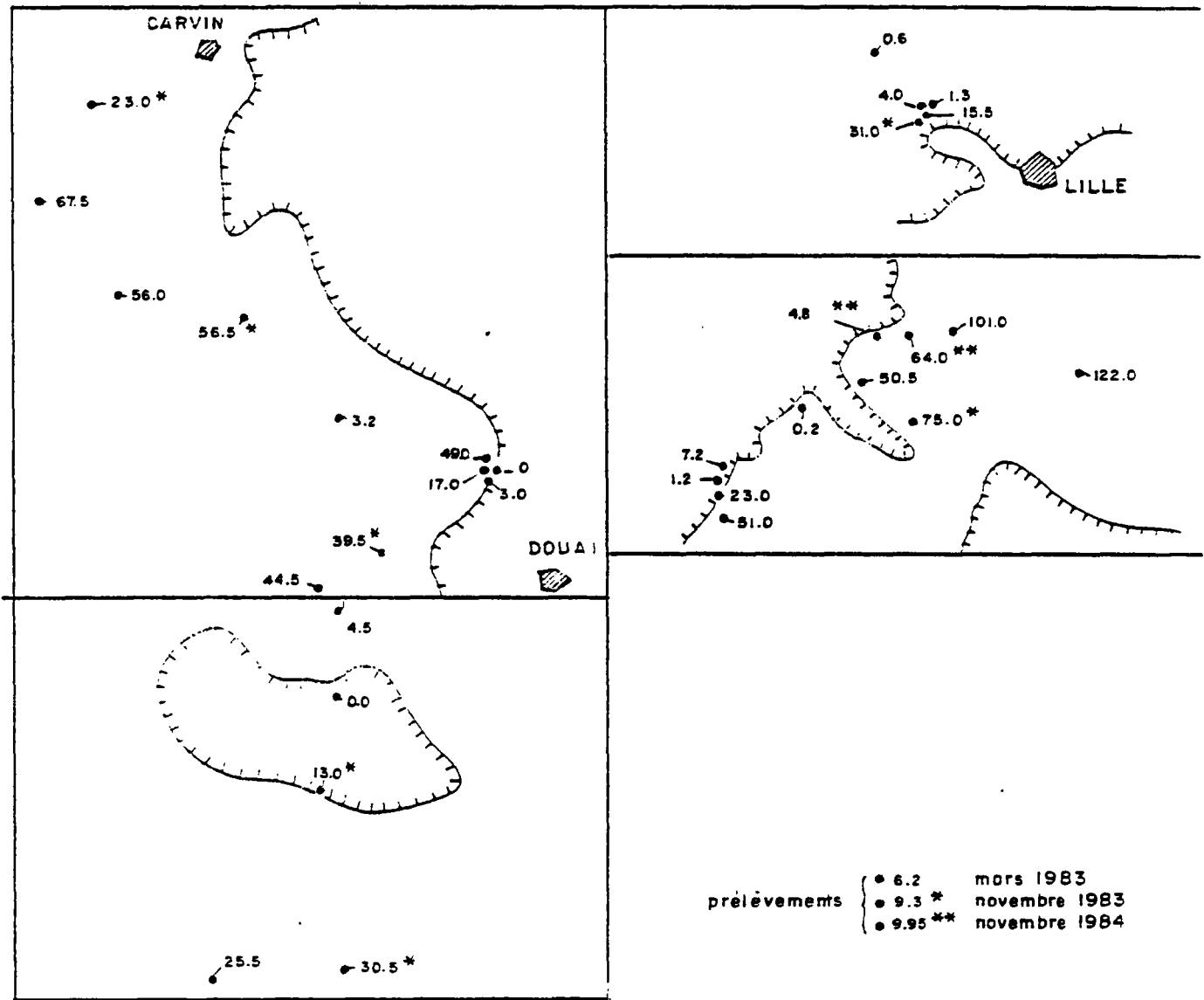


Figure 3 - Répartition des teneurs en nitrates (mg/l de NO₃) aux limites de captivités de la nappe de la craie (région Nord - Pas de Calais) (extrait du rapport NT 85/18 SGN/EAU)

Trois campagnes de prélèvement ont été programmées sur des secteurs caractéristiques entre Douai et Lille (fig.3) pour rechercher les causes de ces diminutions : une première campagne (novembre 1983) cherchait à mettre en évidence un excès d'azote dissous sur les échantillons où était suspectée une dénitrification ; les autres en mars et novembre 1984 en abandonnant la mesure de l'azote dissous celle-ci n'ayant donné aucun résultat significatif, mais en prenant en compte les sulfates (possibilités de dénitrification selon un mécanisme autotrophe), le fer total, le fer minéral, le fer ferreux pour des raisons d'implication dans le phénomène de dénitrification chimique, l'oxydabilité du $K Mn O_4$ en tant qu'indicateur de matière organique dissoute, le carbone organique étant nécessaire pour une dénitrification de type hétérotrophique.

L'interprétation des résultats montre que de brusques diminutions de concentration s'effectuent sur de très courtes distances, si les ouvrages sont situés à proximité de la limite de captivité. Ainsi sur une distance de 600 m, on a observé sur 2 points reliés hydrodynamiquement entre eux, une chute de 60 mg/l. Le caractère réducteur de l'aquifère donnerait naissance à des phénomènes de dénitrification, très certainement d'origine bactérienne, au niveau de la nappe captive. Les teneurs en oxygène dissous mesurées correspondent à une saturation le plus souvent inférieure à 20 %. D'autre part, les mesures de isotopiques effectuées sur l'azote nitrique confirment cette hypothèse de dénitrification.

En nappe libre, les rapports isotopiques sont compris dans leur grande majorité entre + 5 et + 10 ‰ indiquant comme origine un mélange entre des nitrates provenant de l'usage des fertilisants minéraux azotés et des nitrates provenant des rejets organiques. Pour les points d'eau à proximité de la limite de captivité et pour lesquels on note une diminution de nitrates, les isotopiques s'élèvent à des valeurs comprises entre + 11 et + 30 ‰, valeurs caractéristiques d'un phénomène de dénitrification.

Les différentes mesures effectuées sur les échantillons n'ont pas permis de préciser les causes de dénitrification. Il peut s'agir d'un phénomène purement chimique, ou au contraire biologique faisant intervenir soit des bactéries du soufre (sulfures oxydés en sulfates par l'oxygène des nitrates), soit des bactéries hétérotrophes oxydant le carbone organique, également à partir de l'oxygène des nitrates. On remarquera qu'on observe pas les mêmes phénomènes de dénitrification dans le cas d'autres aquifères captifs (calcaire

*** FORAGES D'EAU : NORD - PAS DE CALAIS ***

B.R.G.M.

S.G.R. / N.P.C.

----- LOCALISATION -----

Indice national : 0003 SX 0059
 Designation ouvrage : PXI
 No commune : LOOM-PLAGE No Insee : 59 359

Coordonnees Lambert X : 0592.79 m Y : 0366.85 m Z : 0001.83 m
 Bassin versant :

----- DONNEES TECHNIQUES -----

Aquifere : FLA 01 DOL Profondeur finale : 0002.86 m
 Utilisation : EAU-INDUSTRIELLE

Coupe technique	:	de	m	a	m	diam.	mm
(crepines)	:	de	m	a	m	diam.	mm
	:	de	m	a	m	diam.	mm

Piezometrie (O/N) :

Annee mesure : de depart de fin Frequence des mesures :
 Annee de prelevement : Volume preleve : 10+3 m³/an
 Debit specifique (D) ou Transmissivite (T) : = m²/s ou m³/h/a

Hydrochimie (O/N) :

N03	MH4	CL	S04	FE(10-3)	TH	F(10-3)	annee
-----	-----	----	-----	----------	----	---------	-------

----- DONNEES ADMINISTRATIVES -----

Proprietaire :

Exploitant :

Num. etablissement preleveur :

Numero DRIR : Date arrete : / /

Debits autorises au forage	Heure :	m ³ /h
	Jour :	m ³ /j
	Annee :	10+3 m ³ /an
	autre :	

Date abandon : Arrete abandon :

Remarques :

----- GROUPEMENT -----

Groupeement : oui / non

Debits autorises pour le groupeement	Heure :	m ³ /h
	Jour :	m ³ /j
	Annee :	10+3 m ³ /an
	Autre :	

Nombre de forases du groupeement :

Perimetre de protection : oui / non

DUP (Declaration d'utilite publique) : oui / non

References :

Instruction du dossier :

Figure 4 - Exemple de sortie du fichier informatisé des captages de la région Nord - Pas de Calais

de St Ouen en Ile-de-France). Les résultats obtenus dans la craie du Nord peuvent s'expliquer par le fait que les circulations d'eau sont beaucoup plus rapides dans le milieu calcaire fissuré que dans la craie. Le développement d'une flore bactérienne dénitrifiante nécessiterait des temps de contact plus lents avec l'eau, et surtout la présence de nombreux sites de fixation, conditions qui se trouvent a priori mieux réunies dans un milieu poreux tel que la craie du Nord de la France.

Les travaux ultérieurs (1986) porteront sur les sites où on constate des chutes de concentration très rapide, afin de mieux cerner les phénomènes en cause.

2.4 - AIDE A LA GESTION

Fichier informatisé de gestion des forages d'eau dans la région Nord - Pas de Calais

On rappelle qu'il s'agit de mettre en oeuvre un fichier informatisé regroupant l'essentiel des données technico-administratives relatives à l'ensemble des ouvrages de captage de la région Nord - Pas de Calais, soit environ 1300 pour l'AEP, et 1500 pour l'industrie.

Au 31.12.85, l'ensemble des dossiers de forages d'eau déjà enregistrés dans la Banque du sous-sol (BSS) à Orléans a été contrôlé. Le logiciel de saisie, gestion et traitement de la base de données a été implanté au Service régional sur micro-ordinateur.

Le fichier concerne 2 871 ouvrages avec les rubriques suivantes présentées selon l'enchaînement correspondant à la figure 4 constituant un modèle de bordereau. La saisie des données correspondant aux différentes rubriques est en cours d'achèvement au début 1986. Ce bordereau peut être complété par entrées de données manquantes, ou modification du bordereau, au moyen du logiciel de gestion.

Ce fichier devrait être complètement opérationnel en juin 1986. Dès à présent, il est possible d'exploiter la base de données, ainsi créée en effectuant des sélections, tris, éditions de bordereaux complets ou partiels, impression de listes ou de graphiques.

Chapitre III

BASSIN LOIRE - BRETAGNE

Thème	Intitulé	M.I.	M.ENV.	F.C.	Total	Observations
I <u>Recueil et stockage de données</u>	Réseau piézométrique région Centre	50		50	100	
	Réseau piézométrique Poitou - Charentes	190			190	
	Contrôle concentrations nitrates captages AEP, région Centre	190			190	
	Fichier bibliographie hydrogéologie, région Centre		135		135	
II <u>Evaluation des ressources</u>	Ressources aquifères Auvergne	220		50	270	Opération commune avec région MPY FC Plan minier breton
	Etude formations du socle en Limousin	160			160	
	Ressources milieu fissuré Bretagne	250		250	500	
	Ressources milieu fissuré Pays de la Loire	200			200	
	Productivité des forages du socle armoricain en Bretagne	200			200	
III <u>Prévention des pollutions</u>	Qualité des eaux Ouest Beauce	80			80	
IV <u>Aide à la gestion</u>	Actualisation du modèle Cénomaniens de Touraine	30			30	
V <u>Thermalisme</u>	Inventaire des ressources	120		220	340	
<u>Récapitulatif</u>	Recueil et stockage de données	430	135	50	615	
	Evaluation de la ressource	1030		300	1330	
	Prévention des pollutions	80			80	
	Aide à la gestion	30			30	
	Thermalisme	120		220	340	
			1690	135	570	2395

Tableau III - Bassin Loire - Bretagne

3.1 - RECUEIL ET STOCKAGE DE DONNEES

3.1.1 - Réseau piézométrique de la région Centre

38 ouvrages sont suivis en région Centre, essentiellement en Beauce et en Touraine, un certain nombre de ces ouvrages étant intégrés dans le réseau dit "Seine-Normandie", la diffusion de leurs résultats se faisant alors dans le cadre d'un fascicule "Loiret" (cf CR des observations piézométriques dans le bassin Seine-Normandie).

La période de pluviométrie excédentaire, bien marquée au niveau des pluies efficaces se poursuit jusqu'à l'été 1985. Les nappes libres (calcaires de Beauce, sables du Perche, jurassique) régissent plus ou moins vite aux séquences pluviométriques, mais restent donc en situation de hautes eaux sur l'ensemble de la région. A titre indicatif en Beauce, les 2 ouvrages de Cravant et Gidy marquent depuis 1980 des étiages supérieurs de près de 4 m à ceux de la période 1971-1976.

3.1.2 - Réseau piézométrique de la région Poitou-Charentes

Un rapport fait la synthèse des observations réalisées en 1984 et 1985. Constitué en janvier 1984 par 7 ouvrages tous équipés d'un limnigraphe, ce réseau était réduit à 3 unités en décembre 1985 pour des raisons diverses : double emploi avec des ouvrages similaires exploités par EDF (centrale de Civaux) ou les services du Ministère de l'Agriculture, arrêt d'études ponctuelles qui avaient justifié la mise en place d'un appareillage lourd, etc... Une réflexion est en cours pour restructurer en 1986 cette surveillance piézométrique en fonction d'une part des exploitations, et d'autre part des contrôles assurés par divers organismes publics ou para-publics.

Du point de vue résultats les piézomètres en service durant cette période enregistrent les contrastes hydrologiques constatés au niveau des pluies efficaces, avec une "sécheresse" bien marquée pendant l'hiver 1982-1983 qui se manifeste par une recharge faible. Les différents ouvrages réagissent en fonction du contexte hydrogéologique local, et pour certains donnent des indications sur l'origine de l'alimentation de la nappe concernée.

3.1.3 - Evolution des concentrations en nitrate dans la région Centre

Ce contrôle poursuivi depuis plusieurs années s'appuie sur le suivi d'une trentaine de captages AEP considérés comme représentatifs des nappes exploitées dans la région. En 1984 et 1985, 31 ouvrages ont été pris en compte dont 5 intéressaient les nappes du Jurassique, 4 celle de la craie, 1 les sables du Perche, et 21 la nappe de Beauce. Pour chaque ouvrage, on calcule les valeurs maximales et minimales observées (en mg/l de NO_3^-) en reprenant les observations chaque semestre. Les tendances générales constatées marquent l'influence importante du recouvrement superficiel qui peut protéger localement tel ou tel secteur d'une même nappe, ainsi que l'influence des lessivages de fin de printemps accentués par une pluviométrie excédentaire, ce qui pour certains ouvrages peut marquer des variations annuelles de l'ordre de 20 à 30 mg/l. Globalement sur 31 ouvrages seuls 12 d'entre eux ont une teneur moyenne inférieure à la norme de 50 mg/l, des nitrites ayant été également mesurés épisodiquement sur la moitié des captages. La période d'observation est encore trop courte pour qu'on puisse dégager une tendance d'évolution significative, même si les valeurs d'"étiage" marquent une très légère augmentation : il peut s'agir en effet de conséquences secondaires d'une pluviométrie excédentaire depuis plusieurs années.

3.1.4 - Fichier bibliographique relatif aux études hydrogéologiques de la région Centre

Lors de la mise en oeuvre de la procédure relative aux périmètres de protection, la réglementation demande que soit mis à disposition de l'hydrogéologue agréé l'ensemble des informations locales disponibles sur la géologie, l'hydrodynamique, la chimie des eaux, etc... Or ces informations doivent être recherchées dans des documents d'origine diverse et dispersés dans les archives des maîtres d'ouvrage respectifs. C'est pourquoi, à titre démonstratif, un fichier informatisé regroupant les références relatives à l'ensemble des études hydrogéologiques disponibles sur la région Centre, a été réalisé.

Au 31.12.1985, l'ensemble des informations disponibles dans les fichiers bibliographiques du BRGM avait été utilisé : PASCAL-GEODE, rapports inédits relatifs aux études hydrogéologiques effectuées par le BRGM, fichiers des expertises d'hydrogéologue agréé. L'exploitation de ce stock principal représentait déjà environ 2 000 références. Il était en cours de complément au début de 1986 par prise en compte d'autres références dans les archives de l'Agence Loire-Bretagne, et dans celles du SRAE Centre.

Les opérations suivantes sont réalisées pour chaque référence :

- extraction et transformation ou complément de l'indexation pour homogénéisation des références,
- rassemblement et saisie des études non indexées,
- mise en place d'une entrée géographique avec une référence "commune" pour l'ensemble des études, et une indication du "département" pour les études à caractère plus général.

Le fichier ainsi réalisé fera l'objet d'une exploitation démonstrative pour préparer un document synthétique de présentation fournissant un exemple type des informations que l'on peut en obtenir : référence de l'étude, auteur, maître d'ouvrage, mots-clefs, commune(s) intéressée(s), dépositaire de l'étude, etc... A terme, le fichier ainsi réalisé sera disponible sur site informatique central du BRGM, mais transférable sur tout micro-ordinateur utilisant le logiciel de gestion et de traitement de données bibliographiques MIKRODOC, ceci devant faciliter l'interrogation et la mise à jour des différentes références.

3.2 - EVALUATION DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

3.2.1 - Les eaux souterraines en Bretagne

L'eau souterraine a toujours été largement utilisée dans le Massif Armoricaïn par puits ou captages de sources dans la partie superficielle altérée des granites, mais c'est seulement il y a quelques années, par l'intermédiaire des techniques de foration au marteau fond-de-trou que les formations "profondes" (entre 20 et 80 m) plus ou moins fissurées ont été systématiquement prospectées. Les résultats obtenus sont extrêmement divers -souvent quelques mètres cube/heure-, mais parfois plusieurs centaines de mètres cube/jour.

Dans le cadre de la mission de service public, et avec l'aide de l'Etablissement public régional, le Service Géologique Régional Bretagne procède depuis plusieurs années à un archivage systématique des informations disponibles sur ces ouvrages : au 31/12/1985, le fichier ainsi constitué pour la région Bretagne concernait 4 576 ouvrages. A

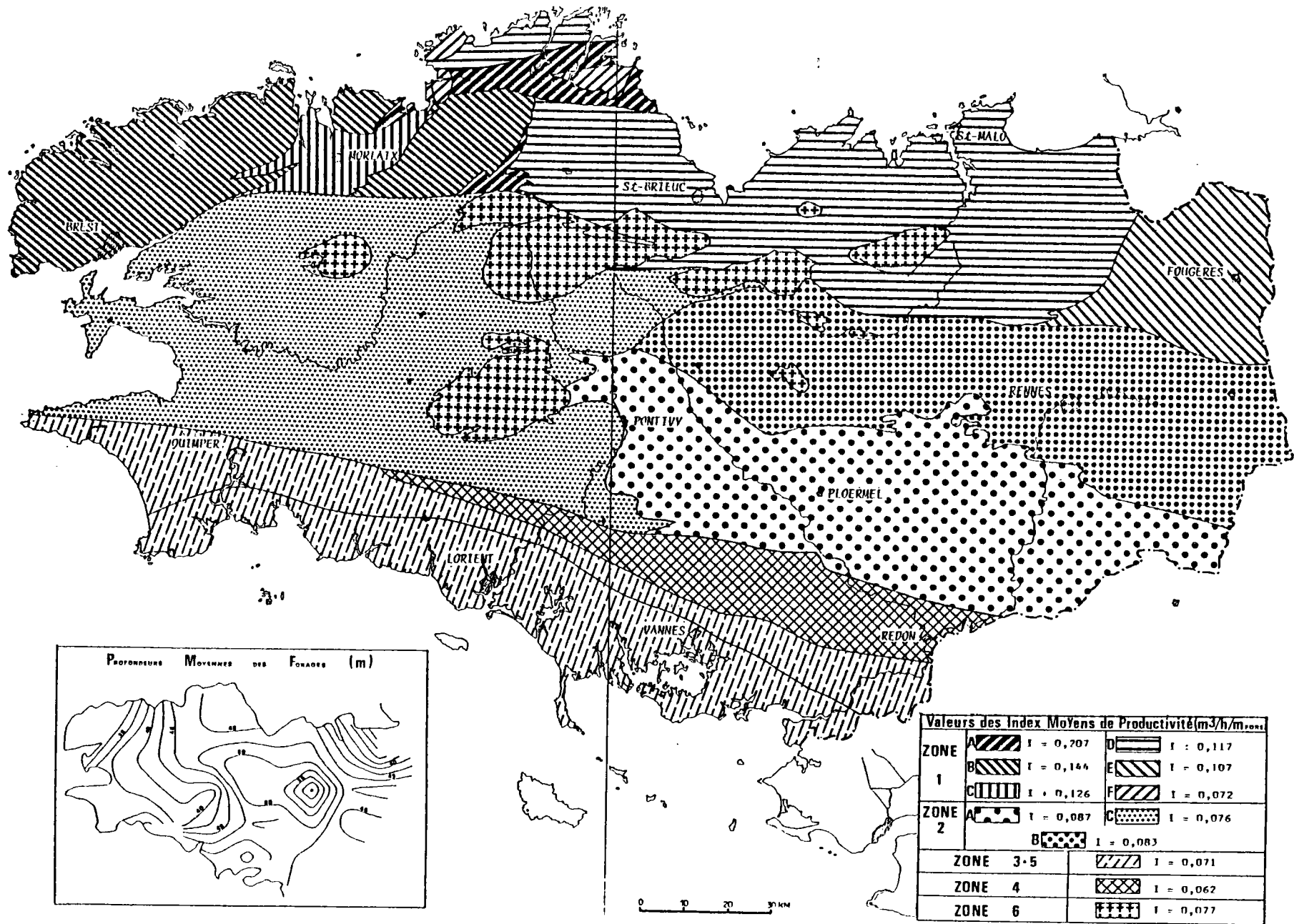


Figure 5 - L'eau souterraine dans le socle de Bretagne. Répartition des productivités par mètre foré

partir des informations disponibles dans ce fichier, et au titre du programme 1985, une **carte de la répartition des productivités par mètre foré a été établie** (fig.5). Elle a été réalisée au vu des renseignements connus (commune d'implantation, profondeur et débit instantané obtenu en fin de foration) en calculant pour chaque ouvrage un index, ou indice de productivité, défini comme le rapport du débit instantané en fin de travaux, à la profondeur du forage. En se basant sur l'histoire tectonique régionale, la Bretagne a été divisée dans un premier temps en 6 grands domaines, eux mêmes subdivisés secondairement en un certain nombre de zones selon, d'une part la période orogénique qui les a affectés ou durant laquelle elles se sont mises en place, d'autre part l'importance des contraintes orogéniques auxquelles elles ont été soumises (intensité orogénique, degré de métamorphisme). On a alors calculé **les index moyens (médians)** de chaque zone, et procédé aux regroupements nécessaires pour ne conserver que des groupes pour lesquels les moyennes et la distribution des valeurs d'index étaient significativement différentes de celles des groupes géographiquement voisins.

Il en résulte un découpage de la Bretagne en 12 zones (fig.5) caractérisées chacune par un indice de productivité médian, c'est-à-dire dépassé par 50 forages sur 100, dans le groupe considéré selon le tableau suivant :

		Inf. à 60%	Médiane	Sup. à 60%	Nb forages concernés
1A	Trégorois, Lannion, Paimpol	0,066	0,207	0,649	175
1B	Léon	0,046	0,144	0,451	793
1C	Région de Morlaix	0,039	0,126	0,410	183
1D	Région de Guingamp St-Brieuc, St-Malo	0,047	0,117	0,289	861
1E	Région de Fougères	0,037	0,107	0,304	135
1F	Paimpol	0,029	0,072	0,182	20
2A	Pontivy, Ploermel Bain de Bretagne	0,033	0,087	0,231	582
2B	Loudéac, Rennes, Vitré	0,031	0,083	0,225	485
2C	Finistère Centre	0,026	0,076	0,223	1 075
3+5	Quimper, Lorient, Vannes	0,026	0,071	0,197	867
4	Granites sud Bretagne	0,023	0,062	0,168	211
6	Granites nord Bretagne	0,029	0,077	0,206	279
	Ensemble Bretagne	0,033	0,096	0,274	4 657

Tableau 1 - Moyennes et intervalles de confiance à 60 % en valeurs naturelles de chaque groupe sur la variable indice de productivité (en m³/h/m foré)

Des contrastes importants apparaissent essentiellement à l'avantage de la Bretagne-Nord : les index extrêmes sont différents d'un facteur 3,3. Par contre, plusieurs groupes sont très voisins, mais les distinctions ont été maintenues pour tenir compte de leurs situations géographiques ou géologiques différentes : les contrastes mêmes statistiquement faibles peuvent indiquer un comportement propre de chaque zone, en ce qui concerne l'exploitabilité des eaux souterraines.

Il faut tenir compte d'une grande variabilité des débits et des indices de productivité au sein de chaque groupe, due à la complexité très grande des phénomènes hydrogéologiques en formation de socle : fissuration, épaisseur de recouvrements, nature des roches. Cette synthèse n'est donc pas un document de terrain utilisable ponctuellement : elle fournit une image d'ensemble de la Bretagne permettant d'apprécier globalement, mais de façon relative, les aptitudes de chaque zone à fournir de l'eau souterraine. En montrant à partir de données concrètes que la distribution géographique des résultats admet une organisation alignée sur des critères géologiques objectifs, elle autorise à envisager une **organisation d'ordre inférieur mieux adaptée aux problèmes locaux**. Cette démarche est en cours notamment dans le département du Finistère où l'étude des mêmes index a été complétée par la prise en compte de la position des forages concernés, par rapport aux linéaments apparaissant par étude photogéologique, ces linéaments étant en général en surface la trace d'une direction de fissuration importante en profondeur. Les premières investigations font apparaître que les débits obtenus sont d'autant meilleurs que les forages sont proches de linéaments orientés selon certaines directions préférentielles liées à l'histoire tectonique locale. Par ailleurs, **la prise en compte du paramètre qualité**, et notamment de la concentration en nitrates, permet de mettre en évidence une autre zonation liée probablement à la présence conjuguée d'une forte fissuration et de sulfures de fer (pyrite), cette présence pouvant probablement expliquer le déclenchement local d'un phénomène de dénitrification naturelle. En théorie on pourrait donc à partir de critères tectoniques, lithologiques et pétrographiques aboutir, à des échelles beaucoup plus opérationnelles (1/50 000), à un découpage en zones a priori favorables à l'obtention d'un débit et d'une qualité donnés, avec une probabilité suffisante pour apprécier zone par zone les couts d'accès à l'eau souterraine en fonction de l'échelle des besoins exprimés. La synthèse des travaux ponctuels effectués ces derniers temps en ce domaine pour des recherches locales devrait rapidement indiquer si cette démarche peut être étendue à tout ou partie des départements bretons.

3.2.2 - Les eaux souterraines du milieu fissuré en région Pays de Loire

On rappelle qu'une démarche identique à celle menée en Bretagne, avait conduit dans un premier temps à un essai d'approche statistique pour définir les productivités des formations anciennes dans la région Pays de Loire (rapport SP 1985).

Le faible (relativement) nombre d'ouvrages pris en compte, l'extrême diversité des contextes hydrogéologiques locaux ont conduit à réorienter cette démarche en cherchant dans certaines zones apparaissant comme plus significatives, à compléter les connaissances sur les caractéristiques des ouvrages et la géologie locales, afin de tenter de mieux apprécier l'importance relative des différents paramètres susceptibles d'influencer la productivité de ces ouvrages.

Les forages connus ont donc été reportés sur les cartes géologiques au 1/50 000 récemment publiées ou existant en maquette pour les départements de Loire-Atlantique et de Maine-et-Loire, afin de préciser le contexte lithologique, structural et tectonique local. Des questionnaires ont été envoyés aux maîtres d'oeuvre des ouvrages afin de collecter le maximum d'informations : profondeur, lithologie, fissuration, venues d'eau à différents niveaux, essais, équipement. Afin de pouvoir faire des tris à partir de différents paramètres un certain nombre de données ont été entrées sur micro-ordinateur : celles-ci concernent plus particulièrement les ouvrages (environ 600) situés sur 4 cartes au 1/50 000 contigues (Nantes, Vallet, St-Philibert de Grandlieu et Clisson).

Dans un premier temps des tableaux de données concernant la géologie, la profondeur totale, et l'index de productivité ont été établis. On doit rechercher des corrélations éventuelles entre ces différents paramètres.

Par ailleurs, deux forages dans le Cambrien à Evron (Mayenne) ont fait l'objet d'investigations particulières en ce qui concerne la chimie (nitrates, sulfates, fer) des profils de température complétant ces recherches.

L'ensemble de ces investigations a pour but d'identifier qualitativement les paramètres pouvant jouer un rôle dans la productivité d'un ouvrage, l'influence de la tectonique étant étudiée préférentiellement en Bretagne.

3.2.3 - Amélioration de la productivité des forages en zone fissurée en Bretagne

Les essais ont concerné essentiellement la mesure des effets du pistonnage qui est l'opération classique d'amélioration du débit d'un ouvrage immédiatement après sa réalisation. L'interprétation des résultats obtenus n'est encore que provisoire, mais permet de fournir dès à présent les indications suivantes :

- l'effet de décolmatage est en principe d'autant plus important que la dépression créée dans l'ouvrage au moment de la remontée est grande. Or on a mis en évidence que cette dépression maximum paraissait atteinte pour des vitesses de remontée du piston relativement lentes (1 à 2 cm/s). Ceci veut dire qu'il est inutile d'employer des machines relativement puissantes et complexes (donc susceptibles de produire un pistonnage rapide) pour assurer une bonne efficacité à cette opération ;
- les mesures (encore à confirmer par des essais plus larges) semblent indiquer qu'au delà de 50 à 100 coups de piston, l'opération n'a plus d'effet sur le développement de l'ouvrage ;
- plus l'ouvrage a été difficile à réaliser techniquement et en particulier dès qu'il a fallu faire appel à un outillage ou à des technologies particulières, plus le gain de développement est faible. En prenant en compte les limites évoquées dans ce qui précède, il apparaît qu'après pistonnage le gain moyen au niveau du débit spécifique (débit instantané / profondeur de l'ouvrage), est en moyenne de 30 à 40 %, même si dans certains cas on est parvenu à un doublement du débit initial : pour le moment, il n'y a pas d'explication précise à ces différences de résultats.

Sous réserve que ces résultats soient vérifiés par des essais plus complets, et par un complément de réflexion sur leur interprétation, on devrait aboutir à terme à une codification des techniques de pistonnage (techniques d'instrumentation, matériel à employer, durée de l'essai, interprétation des résultats...). Ces résultats complètent ceux obtenus dans le cadre de l'étude statistique définie au § 3.2.1, et devraient permettre d'améliorer l'interprétation des résultats des nouveaux forages réalisés dans ces formations fissurées anciennes du Massif Armoricaïn.

3.2.4 - Inventaire et évaluation des ressources en eau souterraine des milieux fissurés volcaniques en Auvergne

Le milieu fissuré volcanique qui constitue une ressource potentielle importante en Auvergne a fait l'objet en 1985 d'études sur un certain nombre de sites représentatifs du contexte hydrogéologique de ces formations, afin d'identifier les niveaux aquifères, et l'importance des circulations.

Le massif du Deves est une chaîne volcanique représentative des plateaux basaltiques du Massif Central. Il est constitué de coulées ou d'empilements de coulées, présentant souvent des prismes bien formés, et reposant sur un substratum cristallophylien ou sédimentaire. Un relief prévolcanique a servi de guide à l'écoulement des coulées. Le plateau reçoit des précipitations importantes (de 900 à 1100 mm), et le calcul de pluviométrie efficace sur les données disponibles fournit une valeur moyenne annuelle de 300 mm, ce qui rapporté au territoire de l'étude (environ 150 km²) permet d'estimer le volume d'eau disponible à 40 Mm³/an. 65 points d'eau ont été inventoriés en particulier les sources utilisées pour l'alimentation en eau potable, ce qui permet d'évaluer les prélèvements annuels à 4,5 Mm³/an. La synthèse des données ainsi recueillies permet de caractériser ainsi les ressources disponibles en milieu volcanique. Sur les plateaux plusieurs niveaux d'eau peuvent être rencontrés correspondant à des surfaces de recouvrement indurées relativement imperméables séparant les coulées ; dans la partie basse du plateau, l'apparition des sources est souvent liée à l'existence de niveaux plus ou moins perméables situés à la base des coulées. Dans les vallons, la topographie prévolcanique favorise la concentration des écoulements souterrains, les résurgences se rencontrant à la base des coulées, le long des joints et des surfaces de recouvrement.

Le plateau d'Arlempdes a fait l'objet d'une reconnaissance préliminaire, qui semble montrer que l'épaisseur mouillée atteint 200 m dans certaines zones, les débits d'exploitation réels ne pouvant être précisés que par études géophysiques et réalisation de forages d'essai.

Enfin l'étude détaillée des **sources situées dans les vallées du Roulon et du Besson**, et dont certaines participent à l'alimentation de la ville du Puy, ont montré que les éergences résultent du recouplement des coulées superposées par un des vallons entaillant le rebord du plateau du Deves, l'aire d'alimentation s'étendant sur une très vaste

surface. L'importance du bassin hydrogéologique, et la longueur du trajet souterrain parcouru par les eaux, la profondeur du niveau aquifère et l'épaisseur des projections volcaniques dans lesquelles filtrent les eaux, contribuent à la régulation des débits, malgré les variations climatiques saisonnières.

Ces différentes études ponctuelles visent à dégager les principales caractéristiques des conditions de gisement et d'exploitation des eaux souterraines dans ces milieux volcaniques. Elles seront poursuivies en 1986 par une approche plus précise des bilans hydrologiques, une méthodologie étant actuellement testée en ce domaine dans le cadre du programme pluridisciplinaire RIVAGE mené en collaboration avec des organismes universitaires et techniques régionaux.

3.2.5 - Etude des ressources aquifères souterraines du Massif Central (Limousin)

Par analogie avec ce qui avait été fait dans le Massif Armoricaïn, il a été décidé en 1985 de préciser les possibilités offertes par les milieux fissurés dans une zone géographique correspondant grossièrement à la moitié ouest du Massif Central. Contrairement à la Bretagne, on ne pouvait ici partir des données brutes offertes par les sondages, ceux-ci étant à l'heure actuelle extrêmement peu nombreux. Il n'était donc pas possible de procéder à une approche statistique du problème, et dans le cadre d'un travail de thèse on a préféré débiter par une approche plus globale et méthodologique visant à établir une typologie sommaire des différents bassins versants en espérant en déduire les zones à priori les plus favorables à l'implantation de forages de recherche. Le secteur d'étude comprend schématiquement l'ensemble de la région Limousin, et la partie "socle" du département de l'Aveyron, en région Midi-Pyrénées. Dans ces régions, l'utilisation des eaux souterraines pourrait constituer une solution commode pour l'alimentation en eau des petites collectivités isolées.

L'objectif est donc par étude des hydrogrammes des cours d'eau, de caractériser chaque bassin versant par son coefficient de tarissement, celui-ci étant représentatif de l'apport souterrain : une classification des bassins versants par coefficient de tarissement, équivaut donc à peu près à une classification de leurs potentialités aquifères. Les valeurs de ces coefficients seront ensuite rapprochées de la géomorphologie de l'importance de l'altération, et confrontées à celles notées lors des travaux divers exécutés dans les bassins correspondants : exhaures de mines, venues d'eau lors d'aménagements intéressant le sous-sol (galeries, tunnels, fouilles...).

En 1985, une étude a été réalisée sur l'ensemble des stations de jaugeage avec l'aide des organismes gestionnaires (SRAE, SHC). Pour chaque station le bassin versant a été reporté sur carte au 1/50 000e, avec toutes les informations géologiques disponibles et on a pu ainsi sélectionner 29 bassins versants représentatifs, reconnus par ailleurs comme prioritaires pour la recherche de ressources de substitution : 18 de ces bassins (Aveyron : 7, Creuse : 6 et Haute-Vienne : 5) ont été retenus pour leur représentativité géographique et géologique, les 11 autres en Corrèze regroupés dans une zone géologiquement homogène (plateau de Millevaches) devant servir à des études plus méthodologiques.

Pour chaque station, les chroniques de débits journaliers ont été étudiées (période moyenne de 14 ans), chaque station ayant été saisie sous forme d'un fichier informatique qui a fait l'objet d'un tracé fourni par le programme GRECO en coordonnées semi-logarithmiques selon l'exemple fourni par les figures 6 et 7.

Malgré les difficultés d'interprétation des droites ainsi obtenues (les hydrogrammes sont perturbés par les pluies), on peut obtenir une première sélection représentée sur la figure 7, en rappelant que le tarissement est rapide (élevé), moins les ressources aquifères sont importantes. Une première caractérisation géographique, et selon la lithologie est ainsi obtenue.

D'autres essais de corrélation avec l'altitude du bassin versant, la densité de drainage, n'ont pas encore donné de résultats très significatifs. Elles seront poursuivies en 1986 en même temps qu'une étude de terrain pour préciser les différents paramètres pris en compte.

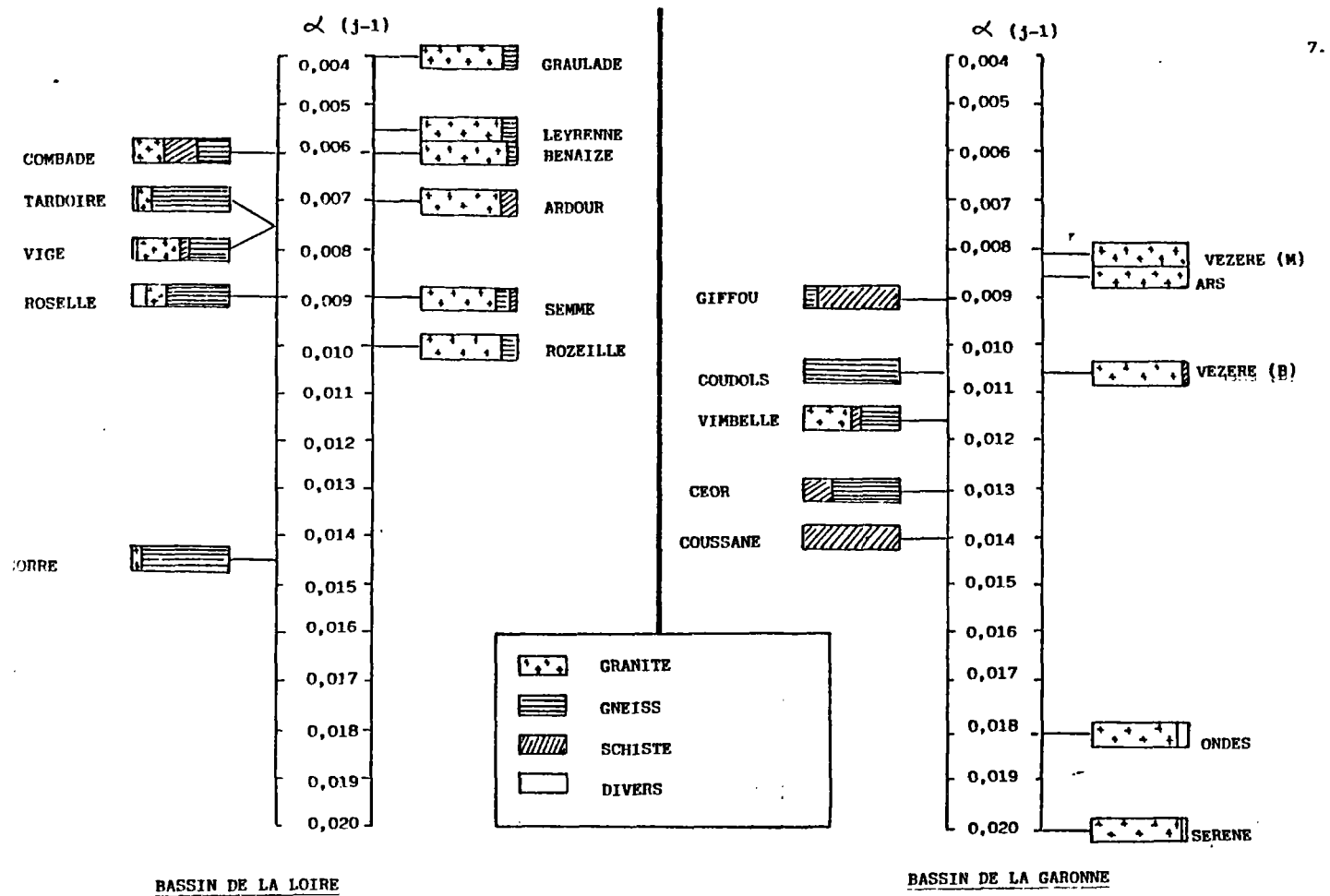


Figure 6 - Etude des ressources du milieu fissuré du Massif Central. Classification des bassins versants selon leur coefficient de tarissement (d'après rapport NT 86 MPY 01)

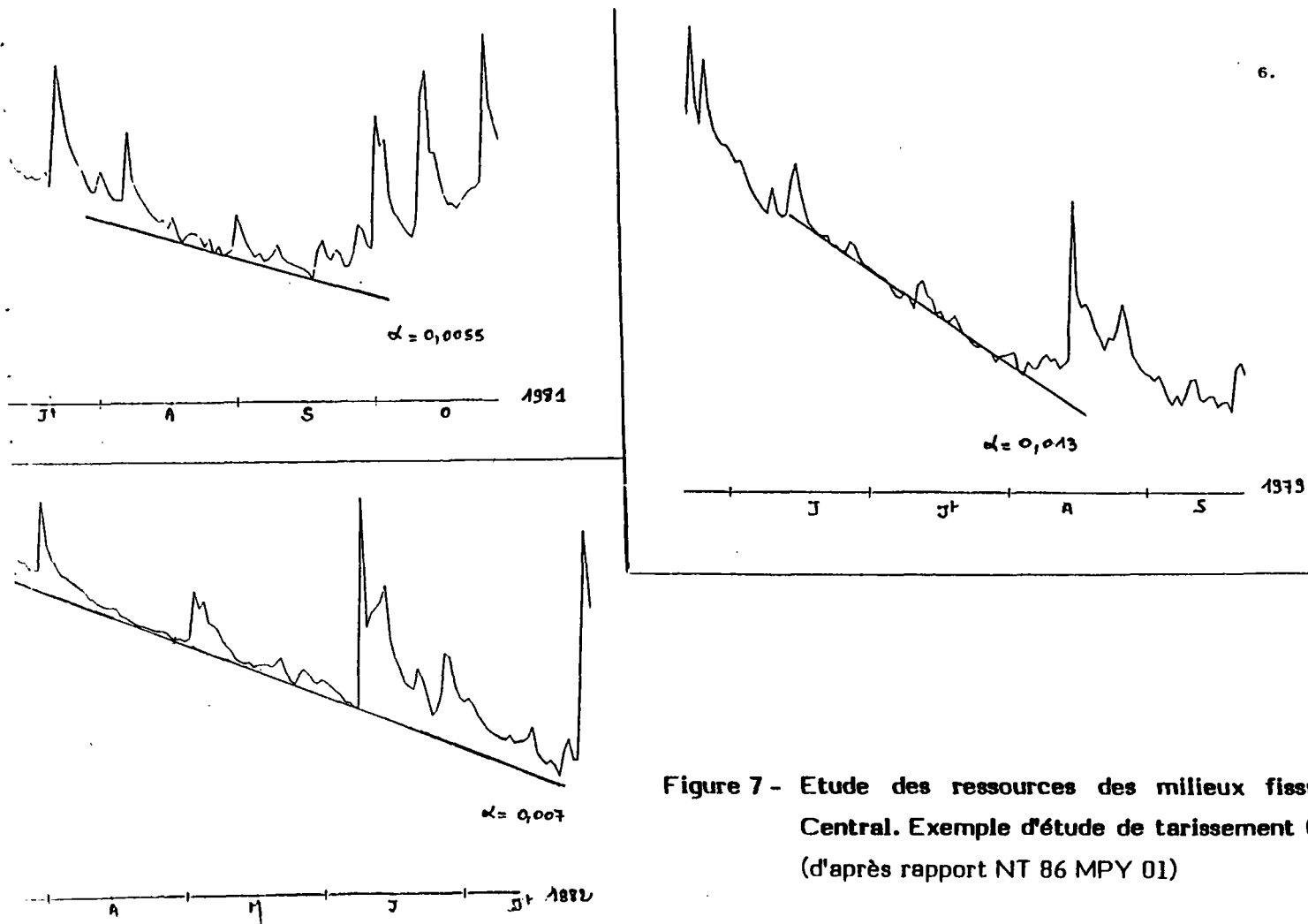


Figure 7 - Etude des ressources des milieux fissurés du Massif Central. Exemple d'étude de tarissement (bassin du Ceor) (d'après rapport NT 86 MPY 01)

En 1986, l'étude hydrologique devrait être affinée par utilisation du programme IDRIC qui doit permettre de restituer l'hydrogramme unitaire, en s'appuyant en particulier sur les étiages exceptionnels de 1985 non perturbés, par des précipitations. Du point de vue structural, on s'efforcera de distinguer les zones en extension ou en compression, des travaux plus ponctuels (pompages d'essai) permettant déjà de rapprocher les éléments théoriques ainsi obtenus des données de terrain.

L'objectif à terme est de réaliser à l'occasion d'une recherche pour l'alimentation en eau d'une collectivité, un test des guides d'implantation ainsi identifiés, et de mesurer la fiabilité des hypothèses qui auront été émises quant à l'importance des débits prélevables.

3.3 - PREVENTION DES POLLUTIONS ET PROTECTION DES CAPTAGES

Qualité des eaux de l'ouest de la Beauce

L'étude menée dans la partie ouest de la Beauce (départements du Loiret et de l'Eure-et-Loire) a pour objet d'inventorier de façon détaillée l'environnement immédiat des captages, présentant de fortes concentrations en nitrates. Dans la plupart des cas, cette forte concentration est liée à des sources de pollution ponctuelles (assainissement, épandages, rejets...) dont l'effet se superpose à celui de la pollution diffuse issue des pratiques agricoles. On procède à l'inventaire de ces éventuelles sources de pollutions ponctuelles afin de voir quelles mesures de sauvegarde peuvent être prises, et le coût de telles mesures. Il s'agit donc de travaux nécessaires à la recherche d'une solution visant à respecter les normes en matière de distribution d'eau potable, en même temps qu'à mesurer l'influence à moyen et long terme de ces pollutions sur la qualité des eaux de la nappe de Beauce dans le secteur considéré.

3.4 - AIDE A LA GESTION

Actualisation et exploitation du modèle de la nappe du Cénomaniens de Touraine

A partir du modèle opérationnel depuis 1983, il était nécessaire de mettre à jour les données de prélèvement, et d'effectuer une simulation tenant compte de ces modifications. La répartition des prélèvements a été faite par maille à partir des informations fournies par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne. En 1983, les prélèvements ont augmenté d'environ 5 % par suite d'une pluviométrie relativement faible. La simulation de la piézométrie de 1984 montre cependant très peu de différences avec celle de 1983.

L'aquifère du Cénomaniens de Touraine est maintenant régi par le décret-loi de 1935, et la mise à jour régulière du modèle de simulation se justifie encore davantage : 3 nouveaux forages à cette nappe ont été réalisés en 1983, mais le caractère trop fragmentaire des essais réalisés peut conduire à un prélèvement supérieur aux potentialités locales, et par voie de conséquence à des modifications piézométriques pouvant induire par mélange de plusieurs niveaux aquifères, une altération de la qualité de l'eau exploitée. Seule l'exploitation du modèle pourra immédiatement identifier de tels désordres.

3.5 - THERMALISME

Après le département de l'Allier réalisé en 1984, le fichier des ressources thermales du département du Puy-de-Dôme a été élaboré en 1985. Les données existantes qui concernaient seulement les sources utilisées ont été complétées par toutes les informations intéressant les indices de résurgences d'eaux thermales et/ou minérales. Au total, environ 100 fiches normalisées ont rédigées. On rappelle que ces fiches, outre les renseignements signalétiques nécessaires à la localisation de la source, et une description technique du captage, regroupent l'ensemble des caractéristiques hydrologiques (débit entre autres) et physico-chimiques des eaux inventoriées.

L'ensemble de ces fiches était en cours de saisie informatique au début de l'année 1986, pendant laquelle le recensement des données concernant les départements du Cantal et de la Haute-Loire doit également être réalisé.

Chapitre IV

BASSIN RHIN - MEUSE

Thème	Intitulé	M.I.	M.ENV.	F.C.	Total	Observations
I	<u>Recueil et stockage de données</u> Surveillance régionale nappe Alsace, Banque de données Actualisation données nappe Alsace Banque de données qualité Lorraine	250	150	210	610	FC = PIREN + Dpt 67
		110			110	
			150		150	
II	<u>Prévention des pollutions</u> Géochimie des eaux de la nappe du Trias en Lorraine Diagnostic forages nappe du Trias en Lorraine	115	100		215	
			200	100	300	
IV	<u>Aide à la gestion</u> Actualisation et gestion, modèle nappe d'Alsace Schéma d'aménagement, vallée de la Meurthe, Lorraine Schéma d'exploitation des ressources gravières (Alsace)	110		100	210	FC + Dpt 68
		100		150	250	FC District de Nancy
		150		350	500	FC = TPF, Région Alsace
	<u>Récapitulatif</u> I. Recueil et stockage de données III. Prévention des pollutions IV. Aide à la gestion	360 115 360	300 300	210 100 600	870 515 860	
		835	600	910	2345	

Tableau IV - Bassin Rhin - Meuse

4.1 - RECUEIL ET STOCKAGE DE DONNEES

4.1.1 - Surveillance de la nappe d'Alsace et gestion de la banque de données

A/ Surveillance de la nappe d'Alsace

Les mesures effectuées en 1983 ayant fait l'objet de documents synthétiques concernant la situation piézométrique, et l'inventaire de la qualité chimique des eaux, en 1985 seules les mesures de niveau ont fait l'objet d'un rapport (85 SGN 348 ALS) qui indique les principales évolutions des nappes pliocènes et rhénanes à partir de 135 points de mesure se répartissant en 29 piézographes et 106 piézomètres relevés hebdomadairement. Après étude détaillée des données climatologiques et hydrologiques de l'année 1984, on peut considérer que pour la première fois depuis 1977, l'hydraulicité a été légèrement inférieure à la normale. Du point de vue piézométrique, cela se traduit par des niveaux globalement proches de la moyenne interannuelle, sans variations exceptionnelles locales des cotes, tant en position de hautes eaux qu'en position d'étiage.

Du point de vue chimique des prélèvements ont été régulièrement effectués sur les 52 ouvrages de référence, mais une synthèse des observations n'est pas prévue dans l'immédiat, les évolutions en ce domaine ne pouvant être appréciées que sur une période suffisamment longue (5 ans). Des études plus détaillées ont été poursuivies dans un cadre contractuel sur des zones sensibles : rejets des MDPAs ou environ d'établissements classés comme la brasserie Kronenbourg : ces contrôles détaillés ont fait l'objet de comptes-rendus annuels.

B/ Banque régionale de données

L'ensemble des données recueillies à l'issue des différentes études et par exploitation des réseaux de surveillance a permis d'alimenter la banque de données régionale des eaux souterraines. Compte-tenu de la complexité et de la diversité des renseignements mis sur support informatique, près de 50 fichiers sont constitués et organisés selon une structure hiérarchique qui facilite leur actualisation, leur maintenance et leur consultation. Au 31.12.1985, les informations contenues dans la banque de bassin qui ont été transférées sur matériel MINI 6, représentaient un volume de près de

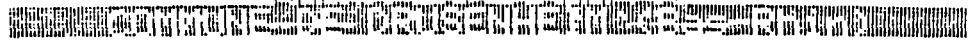
60 millions de chiffres et caractères correspondant à plusieurs millions de mesures réparties sur plus de 8000 points d'observation. En 1985, un effort particulier a été fait pour compléter les données relatives à la qualité chimique des eaux souterraines. Une intervention spécifique du Ministère de l'Environnement a permis un recueil d'analyses antérieures à 1983 et concernant les captages d'eau potable. Ces analyses (environ 300) proviennent du Laboratoire de Mulhouse, se décomposant en 893 analyses concernant 215 sources, et 27 analyses concernant 9 forages dans le département du Bas-Rhin, les chiffres pour le département du Haut-Rhin étant respectivement de 664 analyses pour 264 sources, et 1380 pour 68 forages. Le bilan fait à l'issue de cette opération montre qu'il serait encore nécessaire de saisir environ 1500 analyses correspondant à un certain nombre de lacunes géographiques ou temporelles.

Comme les autres années, ce centre de documentation sur l'aquifère du Rhin a fait l'objet de plus de 500 consultations en 1985. Parallèlement à ces interrogations traditionnelles, il est apparu important d'apporter un nouveau moyen moderne d'accès aux informations, sous forme **d'interrogation par MINITEL** (fig.8). C'est pourquoi une procédure de consultation par système VIDEOTEX est en cours de mise en place : elle permet l'affichage de graphiques d'évolution ou de pages de renseignements concernant la qualité des eaux souterraines, ou le niveau de la nappe par point d'observation ou par commune. Ces données seront extraites des fichiers en fonction de la demande du consultant, l'origine des mesures fournies étant systématiquement mentionnée. Dans tous les cas, la mise à disposition de ces données sera accompagnée d'une mise en garde concernant la fiabilité des mesures ou résultant d'une interprétation erronée : la consultation MINITEL ne s'accompagne pas forcément d'un dialogue avec un technicien qualifié, susceptible de protéger le consultant, éventuellement peu averti, d'une interprétation abusive des chiffres fournis.

Dans un premier temps, l'accès par MINITEL à la banque de données sera réservé aux services intéressés de la région, des départements ou de l'Etat. Il pourrait être élargi ultérieurement à un plus grand nombre d'utilisateurs.

RENSEIGNEMENTS CONTENUS DANS LA

BANQUE DE DONNEES



Carte géologique 1/50000 de BRUMATH

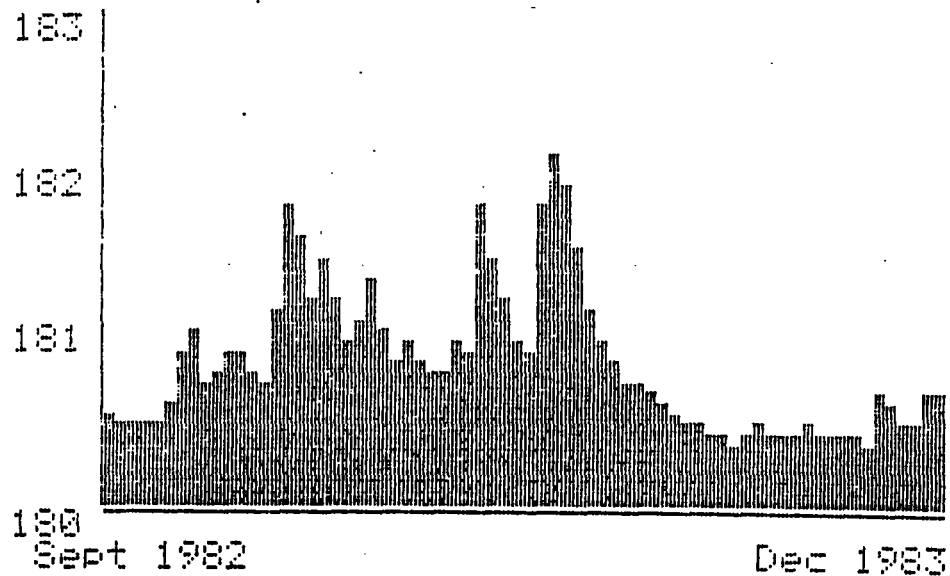
10 rapports techniques.
122 forages & piézomètres.

Profondeur moyenne de la nappe: 3 m
(variations de 1,5 à 4,2 m).

Qualité moyenne des eaux de la nappe:

conductivité	:	650	ms
dureté	:	30	df
nitrate	:	3,5	mg/l
sulfate	:	80	mg/l
chlorure	:	50	mg/l

(mise à jour du 20-06-85)



Mini = 180.41 Moy = 180.90 Max = 182.18

Figure 8 - Exploitation de la banque de données de la nappe d'Alsace
2 exemples de pages MINITEL

4.1.2 - Actualisation des aménagements intéressant les eaux souterraines en Alsace

L'inventaire des points d'eau et de leurs caractéristiques constitue une opération préalable à tout aménagement concernant les eaux souterraines. En zone rurale, on peut considérer que la création de nouveaux ouvrages est assez bien suivie, en particulier par l'intermédiaire des services du Ministère de l'Agriculture. Inversement une actualisation périodique est nécessaire dans les zones industrielles et urbanisées où les interventions d'origine diverse sont difficiles à synthétiser au jour le jour. Depuis 1984, un inventaire qui comporte le recueil de la documentation disponible, l'élaboration des données nécessaires à la constitution de dossier informatisé relatif à tout nouvel ouvrage (caractéristiques techniques, géologiques, hydrogéologiques, hydrodynamiques, chimie des eaux...), est entrepris dans ces secteurs sensibles. Après les zones péri-urbaines de la vallée de l'Ill, les travaux de 1985 ont porté sur l'agglomération strasbourgeoise. L'ensemble des points nouvellement inventoriés a été reporté sur un jeu de cartes au 1/10 000 et au 1/2 000.

4.1.3 - Banque de données concernant les eaux souterraines en Lorraine (fichiers des captages du département des Vosges)

Dans le cadre de la création de la banque de bassin Rhin-Meuse, le BRGM a été chargé par le Ministère de l'Environnement de compléter, notamment par saisie des analyses anciennes, les données déjà disponibles en matière de qualité des eaux souterraines. En 1984, les travaux ont concerné le transfert d'environ 5000 analyses concernant le département de Meurthe-et-Moselle. En 1985, ils ont porté sur le département des Vosges, où à la demande des services du Ministère de la Santé chargés du contrôle sanitaire, il a été décidé de procéder au préalable à un inventaire exhaustif des captages, inventaire devant servir de base à la création d'un fichier informatisé.

Sur la base des documents existant au BRGM (dossiers Code Minier, rapports ERH, cartes au 1/25 000) une vérification sur le terrain a été faite par la DDASS dans le cadre de ses tournées de prélèvements d'eau réalisés pour les contrôles réglementaires.

Les plans actualisés ont été envoyés aux collectivités pour vérification, et les dossiers Code Minier et les cartes au 1/25 000 ont été ainsi actualisées.

Enfin l'ensemble de ces dossiers a été mis sur support informatique et un traitement a été réalisé pour sortir deux tableaux :

- le premier concerne l'identification des points d'eau : nom(s), commune, exploitant, coordonnées Lambert, aquifère capté,
- le second concerne la documentation existante sur ces points d'eau.

1051 dossiers ont été élaborés concernant 135 forages et 916 sources. Un album d'extraits de cartes au 1/25 000 donne l'implantation des captages par collectivité. L'ensemble de fichiers a été transmis à la Banque de bassin. Ils permettront une gestion optimisée des contrôles sanitaires et des analyses d'eau sur le département des Vosges.

4.3 - PREVENTION DES POLLUTIONS

4.3.1 - Géochimie des eaux de la nappe du Trias dans le bassin houiller lorrain

Afin d'identifier d'éventuelles contaminations par micropolluants métalliques ou organiques des eaux de la nappe des grès du Trias inférieur affleurant dans le bassin houiller lorrain, 55 échantillons d'eau avaient été prélevés dans 40 forages en activité, à la fin de l'été 1984. Les analyses effectuées sur ces échantillons ont marqué la présence de micropolluants métalliques (composés de Zn, Hg, Cd, Cr..) dans les eaux de tous les ouvrages situés à proximité immédiate des zones d'activité industrielle ou minière de surface, et des zones d'agriculture intensive.

Un indice de pollution polymétallique a été établi permettant de quantifier la pollution par les métaux et éléments associés. S'il n'apparaît aucune corrélation entre la minéralisation globale des eaux et la pollution polymétallique, il semblerait par contre que celle-ci ne puisse se développer que dans des eaux à pH inférieur à 6,7. La dissémination de ces éléments est directement tributaire de la piézométrie de la nappe des grès qui en 1984-1985 était favorable à une rétention des eaux polluées aux abords immédiats de l'établissement ou aménagement constituant la source de pollution.

Aucun des micropolluants organiques recherchés n'a été identifié à des teneurs mettant en cause la potabilité des eaux.

4.3.2 - Diagnostic de l'état de forages profonds utilisant la nappe des grès du Trias en Lorraine

En 1983-1984, les Ministères chargés de l'Industrie et de l'Agriculture avaient financé une étude relative à l'état du parc de forages profonds utilisant la nappe des grès du Trias en Lorraine. Sur 75 ouvrages inventoriés (tous réalisés avant 1963), il était apparu que 12 méritaient des investigations supplémentaires, afin de préciser leur état.

En 1984-1985, 10 d'entre eux ont donc fait l'objet (à titre expérimental) d'un certain nombre d'expérimentations :

- contrôle de l'état des tubages et de la cimentation (6 ouvrages) par diagraphie sonique et thermo-résistivité du fluide à l'arrêt ou en pompage,
- définition des caractéristiques du réservoir (4 ouvrages) par diagraphie neutron et gamma-gamma, thermorésistivité du fluide, résistivité du fluide, résistivité de l'aquifère, résistivité normale 16"-64", polarisation spontanée.

Ces différentes expérimentations appellent les observations suivantes :

- Les diagraphies températures et résistivité du fluide (à l'arrêt ou en pompage) permettent de déceler à l'intérieur du tubage, une éventuelle détérioration de ce tubage par arrivée d'eau de température et/ou résistivité différente de celle qui se retrouve en moyenne dans le forage. Il s'agit d'une approche qualitative qui permet de déceler la présence de dégradations dans l'ouvrage, mais non leur importance.
- Les enregistrements soniques, effectués à l'aide d'une sonde composée d'un émetteur et de deux récepteurs, nécessitent un traitement informatique complexe. Les logs de temps d'arrivée de l'onde à chaque récepteur sont interprétés pour mesurer l'état de la cimentation. Si celle-ci est bonne, le tubage fait corps avec le terrain, et les ondes reçues (correspondant à la vitesse du son dans le métal soit 5000 m/s environ) sont très amorties. Dans le cas contraire, le tube peut vibrer librement, et la réponse montre alors une forte amplitude.
- Les diagraphies de résistivité 16", et surtout 64", permettent de connaître la résistivité vraie du terrain.

- Les diagraphies neutron-neutron, complétées par un enregistrement gamma-gamma (sonde plaquée contre la paroi et donc non influencée par le diamètre du forage) permettent de mesurer la porosité du terrain encaissant.

L'ensemble des enregistrements a permis, par recoupements d'informations, l'établissement de diagnostics pour la totalité des 10 ouvrages étudiés, et la définition de mesures de sauvegarde pour les ouvrages dont les équipements, en leur état actuel, pouvaient avoir une influence néfaste sur l'exploitation. Ces mêmes enregistrements permettent également une meilleure connaissance des caractéristiques physiques du réservoir sollicité. Les relations réciproques établies entre la porosité totale, les résistivités de l'eau et de la formation, la minéralisation de l'eau, favorisent en effet une meilleure interprétation des mesures géophysiques de surface réalisées par ailleurs.

L'utilisation systématique de tels diagnostics sur le parc d'ouvrages utilisant la nappe des grès vosgiens devrait donc aboutir tant à une amélioration des ouvrages qu'à une exploitation plus rationnelle du réservoir.

4.4 - AIDE A LA GESTION

4.4.1 - Actualisation et gestion du modèle de la nappe d'Alsace

On rappelle que compte-tenu de l'ampleur de la surface à traiter (3000 km²) et de la diversité des problèmes, le domaine d'étude a été scindé en 6 secteurs distincts qui sont du nord au sud : Strasbourg-Lauterbourg, Pliocène de Haguenau, Strasbourg-sud, Mulhouse-Colmar-Sélestat, Bassin potassique, Bâle-Mulhouse. L'ensemble des 6 modèles constitue le modèle hydrodynamique régional de gestion de la nappe phréatique de la plaine d'Alsace, dont les modalités d'utilisation sous la tutelle de la CIENPDA représentant les autorités régionales, sont les suivantes :

- le modèle ayant été financé essentiellement sur fonds publics, l'accès à cet outil (c'est-à-dire l'utilisation des logiciels existants et de l'ensemble des données collectées au fil des ans) est gratuit,

- les utilisateurs ne supportent que les frais de fonctionnement définis selon un barème susceptible d'être actualisé, les coûts étant fonction du nombre de mailles du domaine, du nombre de pas de temps, des conditions aux limites en régime transitoire, et du nombre de simulations,
- en contre partie, les utilisateurs doivent accepter que les données nouvelles acquises au cours de l'opération réalisée pour eux, soient intégrées à l'ensemble des informations, et donc mises à la disposition des futurs utilisateurs.

Au modèle hydrodynamique régional proprement dit, s'ajoutent de nombreux modèles de détail, à mailles plus petites, qui permettent de résoudre les multiples problèmes concernant des secteurs limités de l'aquifère. Le maillage du modèle régional est alors utilisé comme environnement hydrogéologique des modèles de détail.

A l'origine deux techniques ont été mises en oeuvre : les modèles analogiques électriques et les modèles mathématiques. Ces derniers étaient utilisés de préférence pour l'étalonnage en régime permanent, du fait de la grande facilité de modification des données sur support informatique. Compte tenu des progrès de l'informatique, un programme de travaux sur 2 ans (1983-1985) a permis une homogénéisation et une modernisation de l'outil.

L'ensemble des données du modèle hydrodynamique régional et des modèles de détail est sauvegardé dans des fichiers informatiques représentant un volume total de plus de 50 000 enregistrements correspondant à plus de 4,5 millions de caractères. Les logiciels mis au point pour le fonctionnement de ces modèles (bibliothèque VAL) travaillent en mode conversationnel. De nombreux perfectionnements ont été apportés progressivement permettant de travailler dans divers cas de figure : plusieurs tailles de mailles, maillages multicouches ou tridimensionnels, coupe verticale, drainance, échanges entre l'aquifère et le réseau superficiel pour lequel un calcul hydraulique peut être réalisé (modèle intégré eaux souterraines + cours d'eau).

Parallèlement pour résoudre les problèmes liés à la qualité des eaux souterraines, des modèles hydrodispersifs ont été mis au point : un modèle multicouche est actuellement réalisé pour représenter la propagation des chlorures à différentes profondeurs sur une superficie de 200 km².

Enfin un modèle hydrothermique multicouche a été réalisé au droit de l'agglomération de Strasbourg afin de calculer l'évolution future de la température des eaux souterraines, vu la multiplication des doublets de forage pour pompes à chaleur (chauffage surtout, mais aussi climatisation), des rejets thermiques... Ce modèle est lui aussi un outil d'aide à la gestion, des modèles de détail étant en particulier implantés sur son maillage pour évaluer l'impact thermique des nouveaux projets sur les installations existantes.

4.4.2 - Aménagement de la Meurthe. Impact sur le régime de la nappe phréatique

Dans le cadre de la gestion des ressources en eau de la Lorraine, une première étude a concerné l'influence qu'aurait l'aménagement de la Meurthe au nord de l'agglomération nancéenne, sur la nappe alluviale correspondante. Après prise en compte du contexte hydrogéologique, des utilisations actuelles et de la qualité des eaux de la nappe alluviale, il est apparu que le projet d'établissement de barrage entraînerait une baisse généralisée du niveau de la nappe dans certaines zones, au dessous de son niveau d'étiage actuel : ceci mettrait en péril les édifices anciens fondés sur pieux en bois, et diminuerait fortement la productivité des puits actuellement en service. Les aménagements prévus, principalement la mise en place de parois étanches et la réalisation du barrage de Pixerecourt occasionnerait une remontée de la nappe provoquant l'ennoyage des points bas.

Afin de réduire ces effets, il est proposé de maintenir sur certains tronçons de la Meurthe un niveau au moins équivalent au niveau d'étiage actuel et de drainer la nappe à l'arrière des parois étanches, et en pied de versant quand cela est possible. L'étude réalisée reste toutefois très qualitative, des études ponctuelles précises nécessitant l'élaboration de modèles hydrodynamiques, seraient nécessaires dans les secteurs sensibles si l'on veut pouvoir quantifier plus finement les conséquences des aménagements et le dimensionnement de certains dispositifs compensatoires.

4.4.3 - Schéma d'exploitation des ressources de gravières en fonction de leur impact sur les nappes (Alsace)

Divers travaux ont été réalisés sous cette rubrique, dans le cadre de la mise en oeuvre de ZERC pour l'exploitation des alluvions sablo-graveleuses de la plaine d'Alsace où différentes "zones gravierables" sont projetées pour le long terme.

Le groupe de travail mis en place à la DRIR a fait réaliser une synthèse géologique, géotechnique, et hydrogéologique des zones gravierables projetées, où seront orientées les futures exploitations, en précisant par ailleurs les problèmes liés à l'approfondissement des gravières existantes et futures. Ces travaux comprennent la synthèse cartographique au 1/100 000 de l'extension des secteurs exploitables, en particulier dans la zone de Cernay où l'exploitation recoupera sur 1 km de large une pollution essentiellement sulfatée. Cette minéralisation a déjà touché quelques captages industriels et d'eau potable (déclassés de ce fait). Des simulations sur modèle ont donc été mises en oeuvre, afin de vérifier dans quelle mesure la création de gravières risque d'étendre la minéralisation vers le nord en déviant les écoulements naturels de la nappe. Ces simulations, établies à partir d'un modèle hydrodynamique et d'un modèle hydrochimique couplé, ont abouti dans le cas particulier de Cernay à proposer une configuration optimale des gravières, et d'échelonnement dans le temps de l'exploitation.

Les travaux se poursuivent sur les autres projets d'extension ou d'approfondissement : ils concernent la synthèse des données et des problème du sous-sol, les enquêtes sur le terrain pour des études technico-économiques et pour le passage des couches argileuses, etc...

Chapitre V

BASSIN RHONE-MEDITERRANEE-CORSE

Thème	Intitulé	M.I.	M.ENV.	F.C.	Total	Observations				
I	<u>Recueil et stockage de données</u>	Réseau piézométrique région Rhône - Alpes	100		200	300	FC COURLY, DDE 69, SEMALY			
		Contrôle aquifères, région Provence Alpes Côte-d'Azur	150			150				
		Bulletin hydrologique PACA	100			100				
		Réseau piézométrique région Languedoc Roussillon	150			150				
		Surveillance nappes littorales Languedoc Roussillon	100			100				
		Banque de données eau Languedoc Roussillon	100			100				
		Surveillance des nappes Franche-Comté	100		20	120		FC : EPR		
		II	<u>Evaluation de la ressource</u>	Etude de la nappe molasse miocène en région Rhône Alpes	450			420	670	FC Agence de Bassin
				Etude nappe karst Etang de Thau (région LRO)	80	140			220	
Caractéristiques ressources milieux fissurés CORSE	200					200				
Synthèse hydrogéologique plaine de l'Ognon (Franche-Comté)	105			100	55	260	FC contrat de plan Etat - Région			
III	<u>Prévention des pollutions</u>			Carte vulnérabilité aquifères Var		105	105	210	FC EPR Programme sur 1985 et années suivantes	
		Carte vulnérabilité régionale FRC		90	100	190				
		Altération de la qualité des eaux nappes alluviales par fer-manganèse	100	150		250				
IV	<u>Aide à la gestion</u>	Etude protection Val St Nizier (90)		25	25	50	FC Agence de l'Eau FC Agence de l'Eau FC Agence + EPR FC Agence de l'Eau + EPR opération suspendue			
		Synthèses hydrogéologiques régionales								
		. Bourgogne	50	100	100	250				
		. Franche Comté	80	100	88	268				
		. Languedoc Roussillon	150		200	350				
		. Provence Alpes Cote d'Azur	160		420	580				
		Potentialités nappe Vistrenque (LRO)	50	140		190				
		Gestion aquifère pliocène Roussillon	70			70				
		Modèle hydrodynamique Moyenne Durance	100			100				
V	<u>Thermalisme</u>	Fichiers stations et indice thermo-minéraux :								
		. Rhône Alpes	140			140				
		. Provence Côte d'Azur	80			80				
		. Languedoc Roussillon	50			50				
		<u>Récapitulatif</u>	I. Recueil et stockage données	800		220	1020			
II. Evaluation de la ressource	835	240	475	1550						
III. Prévention de la pollution	100	370	230	700						
IV. Aide à la gestion	660	340	808	1808						
V. Thermalisme	270			270						
		2665	950	1733	5348					

Tableau V - Bassin Rhône - Méditerranée - Corse

5.1 - RECUEIL ET STOCKAGE DE DONNEES

5.1.1 - Réseau piézométrique de la région Rhône Alpes

L'essentiel de la surveillance piézométrique dans la région concerne les aquifères participant à l'alimentation de la ville de Lyon, et donc de la nappe alluviale du Rhône. Quelques ouvrages ont par ailleurs été sélectionnés comme témoins de l'évolution des principales nappes de la région : 2 piézomètres dans l'Ain pour contrôler le Jurassique et le Plioquaternaire des Dombes ; 1 en Bresse pour la nappe du Miocène.

Dans la région lyonnaise, 13 ouvrages sont donc équipés de limnigraphes, les résultats obtenus faisant l'objet de compte-rendu réguliers annuels : les rapports 85 AGI 047 RHA et 85 SGN 502 RHA font le bilan de la période 1983-1985. Ces résultats sont confrontés par ailleurs aux données hydrométéorologiques. C'est ainsi qu'en 1983 la pluviométrie surtout caractérisée par un très fort excédent aux mois d'avril et mai (3 fois supérieurs à la moyenne) provoque une crue importante du Rhône à cette époque qui se répercute au niveau de la nappe par des niveaux piézométriques les plus élevés jamais observés.

Ces données brutes sont mises à disposition des services techniques, aménageurs, promoteurs, architectes..., afin de leur permettre une bonne appréciation des fluctuations de la nappe avant tout aménagement ou projet de travaux. Ces données ponctuelles doivent être précisées localement par des relevés plus détaillés sur un plus grand nombre d'ouvrages. Elles permettent néanmoins de faire des prévisions sur les fluctuations probables des nappes en fonction de l'analyse des courbes ajustées des débits et hauteurs du Rhône et de la Saône. Pour tout aménagement intéressant la nappe dans le territoire de la Communauté Urbaine, elles constituent donc un élément à prendre en compte pour la faisabilité de l'aménagement, les techniques à employer et donc pour l'appréciation du coût de ces aménagements.

5.1.2 - Contrôle des aquifères de la région Provence - Alpes - Côte d'Azur

On rappelle que ce contrôle concerne essentiellement la nappe de la Crau où 12 ouvrages piézométriques font l'objet de relevés permettant de suivre les niveaux et les débits aux exutoires.

Sur cette même nappe, le contrôle hydrochimique annuel effectué depuis 1974 a mis en évidence une stabilité, voire une évolution favorable, des concentrations au niveau des éléments majeurs, y compris à l'aval des sources de pollution reconnues. On a donc résolu d'espacer ces contrôles (une fréquence quadriennale ou quinquennale est envisagée) et de focaliser les efforts sur des secteurs particuliers de la nappe ou des éléments chimiques spécifiques.

En 1974, on s'est intéressé aux métaux lourds toxiques (cadmium, plomb, chrome hexavalent, mercure). Les analyses portaient sur 29 échantillons d'eau de nappe, les points de prélèvement étant répartis de façon à peu près régulière sur la zone à surveiller, des échantillons d'eau de surface prélevés dans les canaux d'irrigation susceptibles d'alimenter ou de drainer la nappe ; 3 échantillons de pluie recueillis après les premières précipitations d'automne. Cette répartition permet d'obtenir une image de l'évolution des concentrations dans les eaux, avant, pendant et après leur passage dans l'aquifère, sachant que celui-ci est alimenté pour 1/3 par les pluies, et pour 2/3 par les surplus d'irrigation.

Les résultats montrent qu'à quelques exceptions près les traces ou infratraces de plomb, cadmium ou mercure qu'on détecte dans la nappe ont leur origine dans les eaux de pluie ou d'irrigation qui les alimentent. Aucune teneur inadmissible au regard des normes européennes n'a été décelée dans la nappe, bien que les eaux de pluies "entrantes" présentent parfois des concentrations supérieures à ces normes. Cette "épuration" pourrait être attribuée à une adsorption au niveau de l'aquifère, particulièrement efficace dans les zones de circulation lente, et à une dilution par les surplus d'irrigation.

Le bulletin hydrologique a continué à être publié en 1985 (3 numéros).

5.1.3 - Réseau piézométrique de la région Languedoc - Roussillon

En 1985, les observations ont porté sur :

- 12 piézomètres en Roussillon (région de Perpignan),
- 8 piézomètres sur la nappe de la Vistrenque (région de Nîmes),
- 5 ouvrages sur la nappe plioquaternaire entre Montpellier et Lunet,

- 5 sur les formations calcaires du pli de Montpellier et Gardiole,
- 1 sur le massif de l'Hortus (au nord de Montpellier),
- 14 piézomètres en nappe alluviale du moyen Gardon,
- 11 piézomètres en nappe alluviale du bas Gardon,
soit au total 56 ouvrages.

Globalement on constate que l'étiage de la fin de l'été 1985 est sensiblement équivalent à celui de l'année 1984 et donc encore supérieur aux étiages moyens. Inversement, la faible pluviométrie de la fin de l'année et l'absence de recharge qui en a découlé, conduisent à des niveaux de fin d'année sensiblement inférieurs aux niveaux de l'année précédente à la même époque.

Dans le cadre de l'équipement informatique du Service régional prévu en 1986 (Micral Bull 30), l'exploitation des données piézométriques pourra être fait localement et donc adaptée aux besoins ponctuels des utilisateurs.

5.1.4 - Surveillance de la qualité chimique des eaux souterraines dans la zone littorale du Languedoc-Roussillon

Afin de surveiller le littoral méditerranéen, et notamment de détecter un éventuel déplacement du biseau salé qui pourrait se traduire par une augmentation des teneurs en chlorure des eaux exploitées, 90 ouvrages sollicitant soit la nappe quaternaire ou villafranchienne située entre Montpellier et Aigues-Mortes, soit la nappe captive astienne entre Mèze et l'embouchure de l'Aude, soit enfin l'aquifère pliocène multicouche du Roussillon, font l'objet depuis 1982 de mesures annuelles de résistivité et de chlorure. Les prélèvements sont effectués en période d'étiage, et en Roussillon en début de printemps lorsque théoriquement le réservoir a été rechargé.

Actuellement les mesures n'indiquent pas d'augmentation des teneurs en chlorure et notamment en Roussillon où l'on constate une stabilité (sauf sur 1 ouvrage au niveau de l'unité touristique de Leucate-Barcarès) et une bonne représentativité des ouvrages testés. Pour la nappe astienne, et surtout pour l'aquifère quaternaire et villafranchien, les concentrations mesurées montrent des variations assez disparates qui mettent en cause la représentativité des échantillons : ces variations peuvent être dues à

la dégradation de l'ouvrage, à la fréquence et au débit du pompage. Ces mesures fournissent néanmoins une vue globale des évolutions au niveau des aquifères et doivent donc être poursuivies, la recherche d'ouvrages localement plus représentatifs devant être entreprise en 1986.

5.1.5 - Banque de données Eau en Languedoc - Roussillon

Les crédits disponibles ont été utilisés dans le cadre de la synthèse (§ 5.4.1.) à l'informatisation des prélèvements dans chaque système aquifère, et des données bibliographiques.

5.1.6 - Surveillance des nappes en région Franche - Comté

Au plan piézométrique, il s'agit d'un mini-réseau constitué de 6 ouvrages, dont 5 sont équipés de limnigraphes, qui intéressent le premier plateau du Jura, la plaine de Bresse est, la plaine de Bletterans et l'aquifère du Sundgau. Les observations de 1985 n'appellent aucune remarque particulière compte tenu d'une pluviométrie égale ou supérieure à la moyenne.

En ce qui concerne la surveillance de la qualité des eaux souterraines, l'inventaire ayant abouti en 1984 à la sélection de 19 ouvrages représentatifs dans le département de la Haute-Saône, n'a pas eu de suite immédiate faute d'apport de financement de la part des collectivités locales. En ce qui concerne les nappes alluviales et conformément au programme prévu, un inventaire des ouvrages représentatifs, et des contrôles qui y sont déjà effectués a permis de définir un projet de suivi (désignation des ouvrages, et nature des analyses) susceptible d'assurer un contrôle régulier des eaux exploitées.

5.2 - EVALUATION DE LA RESSOURCE

5.2.1 - Etude de l'aquifère constitué par la molasse miocène dans la région Rhône-Alpes

La figure 9 indique l'extension de l'aquifère de la molasse miocène dans la région de Bresse, des Dombes et du Bas Dauphiné. Cette série molassique contient une nappe relativement bien protégée des pollutions en provenance de la surface ou des eaux superficielles. Déjà exploitée dans le sud du département de la Drôme, elle constitue la seule ressource de substitution importante en cas de défaillance des nappes superficielles, et en particulier alluviales, très fortement sollicitées dans la région. Il était nécessaire de réaliser une synthèse très complète de l'ensemble de ses caractéristiques hydrogéologiques, afin de permettre une gestion rationnelle des ressources disponibles. Un programme d'études pluriannuel a été ainsi défini, financé en 1985 par le Ministère de l'Industrie et l'Agence de bassin Rhône Méditerranée Corse, les collectivités locales (départements) devant assurer leur participation à partir de 1986.

Les travaux 1985 ont porté plus particulièrement sur les points suivants :

a - Résultats d'ordre géologique.

L'objectif était de fournir une synthèse fiable des limites (affleurements, cotes du toit, mur, épaisseur des divers faciès) de la molasse miocène par exploitation des données disponibles issues de la Banque de données du sous sol.

Par l'intermédiaire du logiciel JACARD, l'informatisation des renseignements fournis par les 5000 forages intéressant la région, entreprise depuis 1976, a été poursuivie et a porté en particulier sur les 780 ouvrages intéressant spécialement la molasse. On a ainsi constitué un fichier (fichier JACARD) comprenant des renseignements généraux, des données hydrogéologiques, mais également une coupe géologique qu'il est possible d'exploiter pour établir des documents cartographiques synthétiques. La définition d'une surface (par exemple, celle du toit de la molasse) nécessite la réunion de données diverses :

- cote NGF de détection du premier horizon molassique,
- niveaux des affleurements,
- courbes d'isovaleurs (isohypses) manuelles qu'il faut transformer en un semis de points par digitalisation.

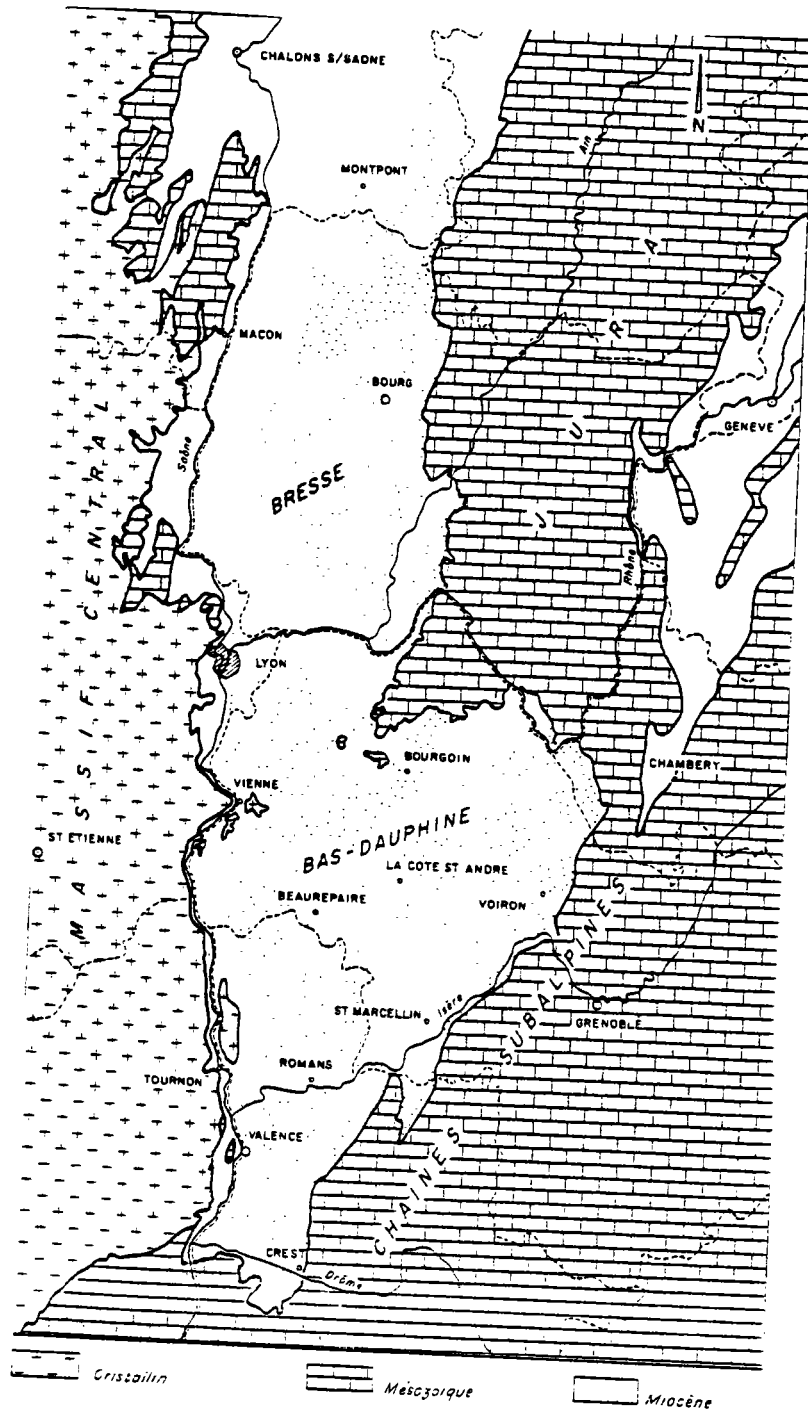


Figure 9 - Etude de la nappe de la molasse miocène.
Carte de situation générale (1/1 000 000)

ISOBATHES DU TOIT MIOCENE

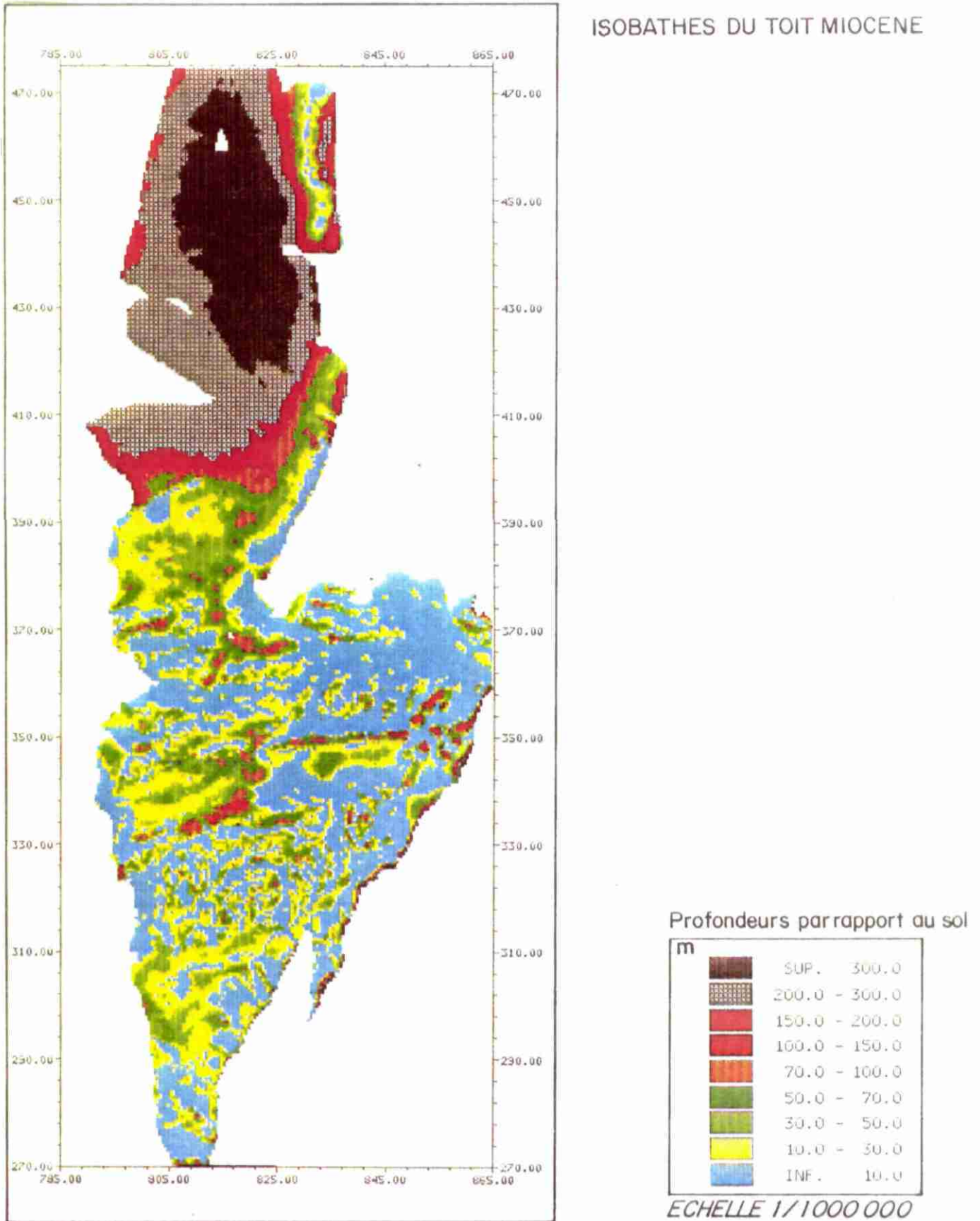


Figure 10 - Isobathes du toit miocène (d'après rapport 86 SGN 016 RHA)

L'ensemble des sous-fichiers ainsi constitués par interrogation et sélection des fichiers JACARD constitue un seul fichier formé dans le cas particulier par un semis d'environ 7700 points définissant tous : la position en X, Y et la cote altimétrique Z du toit de la molasse. C'est ensuite que l'interpolation du semis en un maillage à 500 m (en imposant un rayon d'interpolation à 2,5 ou 4 km), crée une surface du toit que l'on pourra représenter en nuage, et que l'on pourra ensuite combiner avec d'autres surfaces (topographie, mur, piézométrie...). On trouvera sur la figure 10 un exemple de ces restitutions.

Diverses précisions sont encore à apporter à ces images par exploitation de données non encore totalement intégrées dans les fichiers informatisés notamment dans la Bresse et les Dombes.

b - Résultats d'ordre hydrogéologique

Les caractéristiques hydrodynamiques répertoriées ont fait l'objet d'une première organisation, qui est dans son ensemble cohérente avec ce que l'on connaît de la lithologie. Les données quantitatives apparaissent rares.

Une esquisse piézométrique a été établie : elle indique les grandes directions d'écoulement, les zones d'interaction avec les nappes voisines et notamment superficielles, et le rôle joué par les cours d'eau (Rhône, Drôme, Isère).

Les paramètres hydrochimiques ont fait l'objet d'une étude exhaustive et on a pu mettre en évidence une zonation dans l'aquifère : les eaux semblent très minéralisées (chlorurées, sulfatées, sodiques) dans la Bresse et les Dombes, mais les analyses y sont très incomplètes. Dans le Bas Dauphiné, les eaux à caractère bicarbonaté calcique ou sodique présentent une dureté importante, avec localement quelques concentrations élevées et une minéralisation globale qui semble augmenter du nord au sud, tout en restant partout dans les limites assignées par les normes de potabilité.

c - Carte du coût de l'eau

Une première ébauche de cette carte a été tentée à partir de l'élaboration d'une carte du coût d'un forage produisant un débit donné. Cette carte a été fabriquée "à la console" par manipulation d'images numériques donnant successivement dans les 65 000 mailles (500 m de côté) constituant le canevas d'étude de l'aquifère : la surface "frais fixes", puis "coût des stériles", "débits spécifiques", "profondeur de pénétration" (multiplication de l'image précédente par 30 pour un coût d'ouvrage de 30 m³h), "coût de

pénétration" (multiplication de la précédente par prix du mètre foré), et en ajoutant frais fixes et frais variables à cette dernière image, on obtient alors une représentation du coût d'un forage d'exploitation. Cette manipulation de surfaces numériques est rapide puisqu'on peut avoir en mémoire centrale jusqu'à 11 images.

Il s'agit pour le moment surtout d'un essai, trop de données prises en compte n'ayant pas encore été vérifiées, et c'est seulement en fin de travaux que l'outil pourra être considéré comme réellement utilisable.

En 1986, les travaux concerneront surtout le contrôle des données déjà intégrées, un relevé piézométrique et la réalisation d'analyses chimiques dans les zones peu connues, un calcul des pluies efficaces, et une première ébauche du bilan global de la nappe, et par sous-bassins hydrogéologiques, afin d'apprécier les ressources exploitables.

5.2.2 - Etude du bassin jurassique de Montbazin

Le bassin jurassique de Montbazin (karst, étang de Thau) est une unité hydrogéologique constituée par un grand aquifère, libre à l'est dans le bassin de Montbazin Gigean proprement dit, captif à l'ouest entre Sète et la Vallée de l'Hérault. Cette nappe très utilisée (eau potable, eau industrielle, thermalisme, géothermie, pompes à chaleur et aquaculture) est très vulnérable à cause de la proximité de l'étang de Thau, et de l'influence de ses eaux saumâtres. Une première étude a donc été effectuée en 1984 à l'initiative du Ministère de l'Industrie pour faire le point de l'exploitation actuelle et évaluer l'importance de l'évolution de cette exploitation à court terme.

Les travaux ultérieurs devaient définir les prélèvements supplémentaires possibles dans la nappe et les limites au delà desquelles l'exploitation de cette ressource pourra provoquer des effets plus ou moins irréversibles, préjudiciables à l'un ou l'autre des utilisateurs, et en particulier aux exploitations thermales de Balaruc. Compte-tenu de la complexité de l'aquifère, du manque de précision de certaines limites, un suivi piézométrique devait être réalisé pour mieux cerner le mode des réalimentation de la nappe, ainsi qu'un suivi chimique de l'eau au fur et à mesure de son écoulement. Une estimation des relations hydrauliques entre les différents captages, et les émergences naturelles, et la synthèse des différentes données ainsi collectées devait permettre l'élaboration d'un modèle du système aquifère, modélisation en régime transitoire qui constituerait un outil de gestion adaptable à tous les projets d'aménagement.

L'exécution de cette deuxième phase de travaux est suspendue à l'obtention de la participation financière des collectivités locales intéressées.

5.2.3 - Synthèse hydrogéologique de la plaine de l'Ognon (Franche Comté)

Cette opération engagée en 1983 concerne l'ensemble de la nappe alluviale de l'Ognon affluent de la Saône. Elle comportait le recueil des données disponibles à partir des études ponctuelles effectuées depuis plusieurs années et synthétisées sous forme de cartes au 1/50 000 et de tableaux fournissant : l'implantation des ouvrages, l'épaisseur des alluvions sous forme de cartes présentant ainsi l'épaisseur du recouvrement protecteur, les prélèvements effectués, la chimie des eaux, et déterminant ainsi les 6 zones favorables à l'implantation de nouveaux captages. En 1984, tous les secteurs situés en amont de Montbazon avaient été étudiés, 1985 ayant permis l'achèvement du secteur aval. L'ensemble des documents a été diffusé à la fin de l'année.

5.2.4 - Connaissance des ressources des aquifères fissurés de Corse

A partir de l'inventaire du code minier, on a procédé à une analyse des résultats fournis par les forages exécutés en milieu fissuré, la part de ces ouvrages dans le développement de l'alimentation en eau potable devenant prépondérant depuis quelques années. Cette synthèse met en évidence l'intérêt des études photogéologiques et/ou géochimiques préliminaires quant au succès de l'implantation, ces études permettant très généralement de diminuer le coût global d'une opération destinée à couvrir un besoin bien déterminé : en effet l'implantation sans reconnaissance préliminaire conduit sauf cas heureux à multiplier les ouvrages avec des conséquences financières importantes.

Au plan de la qualité chimique de l'eau ainsi utilisée, il apparaît que malgré le faible nombre de données disponibles, les concentrations dans les différents paramètres sensibles sont peu élevés. Les conditions de réalisation des ouvrages (marteau fond-de-trou avec isolation de la partie supérieure souvent insuffisante) peuvent conduire à des contaminations locales à partir de la surface, ou des nappes superficielles.

L'étude de la vulnérabilité des ressources utilisables a concerné en 1985 les ouvrages situés dans les vallées alluvionnaires de la Corse du sud, cette étude étant un préalable à la détermination des périmètres de protection. Ces derniers travaux se poursuivent en 1986.

5.3 - PREVENTION DES POLLUTIONS

5.3.1 - Carte de vulnérabilité aux pollutions des aquifères calcaires du département du Var

L'objectif final de l'opération est de produire un atlas de la vulnérabilité aux pollutions des aquifères du département du Var, à l'échelle du 1/100 000, à partir des documents déjà existants ou en projet (partie NE en 1979 et partie NW en 1984), et de cartes à créer concernant les aquifères calcaires constituant le secteur SW du département. Ces cartes en couleur au format 29,7x42 recensent la vulnérabilité à partir des caractéristiques hydrogéologiques et géologiques, de l'exploitation des ressources aquifères, et enfin des sources de pollution existantes ou potentielles. L'ensemble des minutes a été terminé au début de l'année 1986, les documents accompagnés de leur notice explicative devant être disponibles à la fin de l'année en cours.

5.3.2 - Carte de vulnérabilité régionale en Franche Comté

Entre 1979 et 1984, 18 cartes de vulnérabilité à l'échelle du 1/50 000 ont été réalisées en Franche Comté. Elles concernent les principales régions à forte densité urbaine et/ou industrialisées. Pour faire la synthèse des données ainsi présentées, et cartographier les zones ne justifiant pas l'établissement de cartes à grande échelle, un document au 1/250 000 couvrant l'ensemble de la région Franche-Comté a été réalisé. Ce document composé selon les mêmes principes que les cartes au 1/50 000 présente une carte de vulnérabilité proprement dite, en couleurs, traduisant le degré de protection des réservoirs d'eau souterraine importants, utilisés ou utilisables pour satisfaire les divers besoins en eau, et compte-tenu de la perméabilité des terrains ; il est établi à partir des connaissances géologiques et hydrogéologiques disponibles sur la région.

Deux translucides superposables indiquent :

- l'un les sources de pollutions potentielles ou réelles en surface telles que les principales décharges, les zones industrielles, les axes routiers, les pipe-lines, les gazoducs...
- l'autre les données hydrodynamiques disponibles (direction et vitesse de circulation...), la position des captages publics d'eau potable, en vue de l'appréhension des conséquences d'une éventuelle pollution des eaux souterraines.

Les minutes des différents documents étaient réalisés à la fin de l'année 1985, l'impression du document devant intervenir en 1986.

5.3.3 - Etude du phénomène d'altération de la qualité des eaux souterraines par le fer et le manganèse en nappe alluviale (région Rhône-Alpes)

En nappe alluviale, les nuisances (il ne s'agit pas d'une pollution, puisque les contaminations sont liées aux caractéristiques hydrogéologiques naturelles du site) induites par l'augmentation locale des teneurs en fer et manganèse en nappe alluviale sont importantes. Elles ont un coût économique certain, notamment dans le bassin du Rhône. L'origine de cette augmentation des concentrations en fer et manganèse est mal connue. Elle est très certainement liée d'une part à la lithologie des formations concernées, mais également à des modifications des caractères hydrodynamiques et hydrochimiques locaux du fait de la mise en exploitation de l'aquifère, et/ou d'apports en provenance de la rivière ou de toute autre cause non identifiée. Cette insuffisante connaissance des phénomènes en cause explique qu'on soit à l'heure actuelle encore incapable de proposer des solutions préventives ou curatives adaptées au contexte local, et susceptibles de limiter les investissements engagés pour diminuer les effets de ces contaminations.

Afin d'appréhender les phénomènes en cause, il a été décidé de procéder à une étude préliminaire susceptible d'identifier les paramètres intervenant dans le développement de ces nuisances. Après une étude bibliographique permettant de faire le point des connaissances, l'axe Doubs-Saône-Rhône a été pris comme terrain d'expérimentation. Une fiche de demande de renseignements a été envoyée à tous les exploitants afin qu'ils précisent l'existence, la fréquence et l'importance de la

contamination constatée. Ces renseignements, même sommaires, replacés dans le contexte hydrogéologique local (nappe concernée, importance des prélèvements, nature, densité, équipement des ouvrages, rythme d'exploitation) devraient permettre de définir un certain nombre de cas types sur lesquels des études plus détaillées seront ultérieurement entreprises, pour mesurer l'influence des paramètres en cause et en déduire les moyens d'intervention, en particulier en ce qui concerne l'implantation des ouvrages et les modalités d'exploitation.

L'étude a débuté à la fin de l'année 1985, la fiche de renseignements (75 % de retour environ) n'ayant pas été remplie par les exploitants avant cette date. Ce n'est donc qu'en 1986 qu'on pourra juger si la méthode d'approche employée est susceptible de donner des résultats significatifs.

5.3.4 - Etude de la protection des sources de Val-Saint-Dizier (90)

Comme dans le cas des sources alimentant Périgueux, le Ministère de l'Environnement a participé à l'étude expérimentale destinée, à partir d'un cas particulier, à fournir un modèle pour les dossiers qui doivent être constitués préalablement à l'établissement des périmètres de protection. Cette étude a consisté à :

- préciser les contours du bassin d'alimentation à l'aide de la détermination du débit d'étiage (courbe de décrue) par station de jaugeage (limnigraphe et jaugeages d'étalonnage), du calcul de la pluviométrie efficace, et de l'étude de la structure géologique,
- actualiser le recensement des points de pollution potentielle à l'intérieur et aux abords des contours du bassin d'alimentation, avec recherche de relations hydrodynamiques avec les sources, par traçage, description des lieux et indication des mesures à prendre pour les éliminer,
- contrôler la qualité des eaux brutes suivant le régime hydrologique (moyennes et basses eaux) avec des analyses physico-chimiques de type I et des éléments traces (toxiques et indésirables) et des teneurs en tritium (moyennes et basses eaux),

- examiner les possibilités d'exploitation des captages selon l'état des réserves déterminé par la courbe de décrue et par l'étude des teneurs en tritium.

Compte-tenu de la grande vulnérabilité de l'aquifère due à la faible épaisseur des terres de couverture sur les calcaires, toute pollution se produisant en surface à l'intérieur du bassin d'alimentation (7 km²) se retrouvera après quelques jours dans l'eau des captages du Val de Saint-Dizier. Il importe donc de s'assurer que le traitement bactéricide de l'eau soit efficace et qu'une surveillance des caractéristiques physico-chimiques comprenant le dosage des toxiques et indésirables soit exercée une fois par an sur l'eau des captages en étiage, en sus de la surveillance réduite réalisée actuellement. Par ailleurs, une réglementation a été proposée pour éviter tout accident dû à des activités intervenant dans les limites du bassin d'alimentation.

5.4 - AIDE A LA GESTION

5.4.1 - Synthèses hydrogéologiques du Bassin Rhône - Méditerranée - Corse

On rappelle qu'à l'initiative de l'Agence de bassin Rhône-Méditerranée-Corse, il a été décidé de réaliser à partir de 1983, et sur tout le bassin correspondant, des synthèses hydrogéologiques sous deux aspects : le premier d'ordre quantitatif prend en compte par unité aquifère tous les éléments du bilan hydrologique, le second d'ordre qualitatif établir une photographie de la qualité chimique des eaux souterraines utilisables, en précisant par ailleurs les paramètres qui présentent des concentrations supérieures aux normes et l'extension de ces anomalies.

L'ensemble des études devant être achevé dans le courant de l'année 1986 (fig.10), on présentera ici une synthèse des documents fournis, et un résumé des travaux effectués dans chaque région pour l'année 1985.

	RHA	FRC	LRO	PAC	BOU	CORSE	TOTAL
Nombre de départements concernés par la synthèse	8	4	5	6	2 (21 et 71)	2	28
Superficie							
Nbre de systèmes aquifères	112	57	60	113	47		
Organismes financiers							
- MIR	*	*	*	*	*	non encore mis sur pied	
- EPR	*	*	*	*	*		
- Agence RMC	*	*	*	*	*		
- Agence LB					-		
- Agence AG							
	pour dépt 42 pour dépt 48						
Présentation des résultats							
- quantité référence	JUIN 1982 82 SGN 380 RHA	JUIN 1984 85 AGI 068 FRC	AOUT 1985 85 SGN 349 LRO] EDITION DU RAPPORT PREMIER SEMESTRE 86] EDITION DU RAPPORT PREMIER SEMESTRE 86		
- qualité référence	JUILLET 1984 84 SGN 204 RHA	JUIN 1983 83 SGN 439 FRC	AOUT 1985 85 SGN 349 LRO				

Figure 10 - Chronologie de réalisation des synthèses concernant
le bassin Rhône-Méditerranée-Corse

Fiche cartographique

Alluvions de l'Orb

SYSTEME 336

557 e

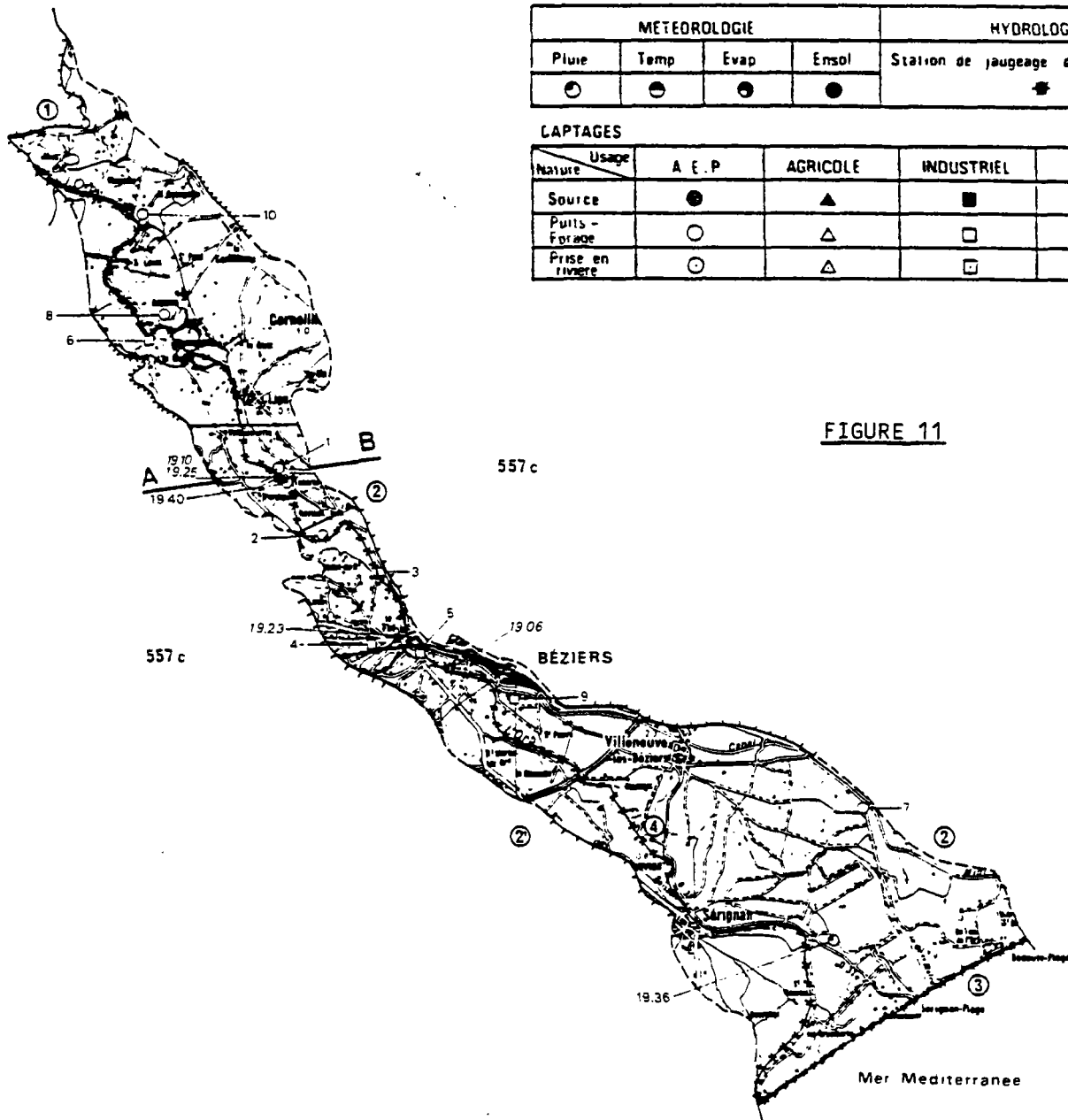


FIGURE 11

STATIONS METEOROLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES

METEOROLOGIE				HYDROLOGIE
Pluie	Temp	Evap	Ensol	Station de jaugeage de cours d'eau
☉	☉	☉	●	⊙

LAPTAGES

Nature	Usage	A E. P.	AGRICOLE	INDUSTRIEL	DIVERS
		●	▲	■	◆
Puits - Forage		○	△	□	◇
Prise en rivière		⊙	△	□	◇

CONDITIONS AUX LIMITES

ETANCHE			⋯⋯⋯
FLUX	PERENNE	continu	—
		discontinu	⋯
	TEMPORAIRE	continu	—
		discontinu	⋯
POTENTIEL	PERENNE	continu	⋯
		discontinu	⋯
	TEMPORAIRE	continu	⋯
		discontinu	⋯
INDETERMINEE			⋯

5.4.1.1. Caractéristiques générales des synthèses

Les objectifs de l'opération visant à mettre au point des documents susceptibles d'orienter les réflexions et décisions en matière d'aménagement des eaux souterraines, il était nécessaire de réaliser :

- le recueil, l'analyse et le tri de l'information hydrogéologique relative à chaque système,
- une méthode cohérente d'évaluation du bilan hydraulique au niveau des mêmes systèmes,
- une présentation de données et des résultats accessible aux non spécialistes.

Ces objectifs ont été atteints en présentant pour chaque région les documents suivants :

- * 3 fiches analytiques (fig.10, 11, 12) permettant le classement et l'évaluation des données factuelles et bibliographiques,
 - la fiche cartographique recense les stations hydrologiques et météorologiques ; elle fournit également les points de prélèvement en les répartissant par usage ;
 - la fiche de prélèvement précise pour chaque point cartographié les différents indices permettant de le replacer dans les divers fichiers finalisés existants, ainsi que les volumes extraits et leur utilisation, répertoriés par captage ou préleveur ;
 - la fiche bibliographique qui a fait l'objet d'une présentation concise tout en gardant les rubriques de base communes à tous les fichiers bibliographiques s'efforce de répondre à deux objectifs : couvrir l'ensemble des thèmes et sous thèmes hydrogéologiques nécessaires à une bonne connaissance qualitative et quantitative de la ressource, et donner une idée du degré d'élaboration du document pour chaque thème et chaque système qu'il mentionne. Il ne s'agit pas ici de porter un jugement de valeur sur le document concerné, mais plutôt d'en préciser la portée.

- * 1 fiche (fig.13) contient les éléments de synthèse relatifs à chaque entité hydrogéologique et permet de faire le point sur ses limites et sa structure, ses caractéristiques hydrogéologiques, son exploitabilité et sa vulnérabilité, la balance

C. EXPLOITATION DU RESERVOIR

FIGURE 13

EXTRACTION : PERMEABILITE : 10^{-2} à 10^{-5} m/s
 PROFONDEUR DE L'EAU : 1 à 4 m
 FLUCTUATION DE LA NAPPE : 2 m

Commentaires :

VULNERABILITE A LA SECHERESSE : sensible

FLUCTUATIONS DES APPORTS AUX LIMITES

Commentaires :

VULNERABILITE A LA POLLUTION : sensible

COUVERTURE : peu épaisse à nulle, sauf en aval de Béziers

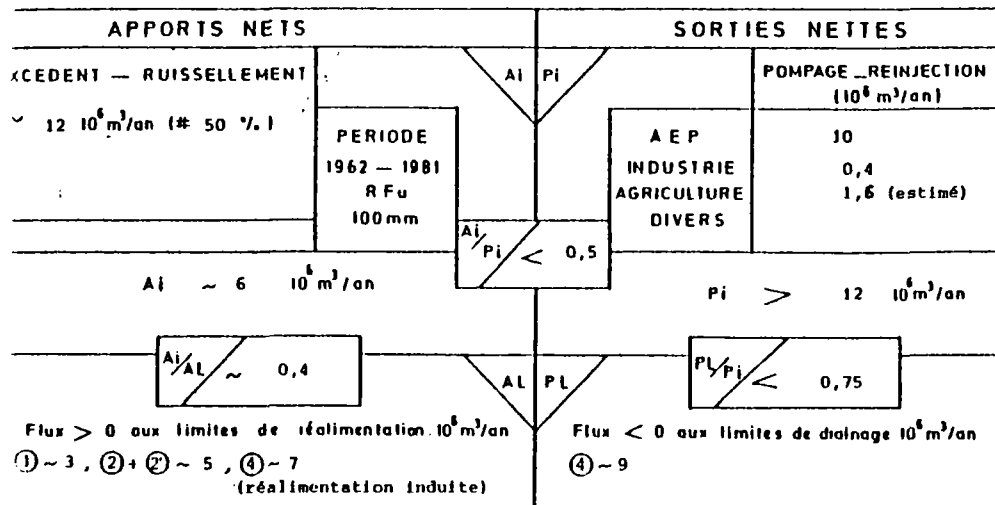
ENVIRONNEMENT : agressif

Commentaires :

POLLUTION : agglomération de Béziers, tourisme sur le littoral

Commentaires :

D. TERMES DU BILAN HYDROGEOLOGIQUE



Commentaires : Aquifère essentiellement exploité pour l'AEP de Béziers ; ressources liées aux écoulements superficiels.

A. DONNEES STRUCTURALES

Alluvions de l'Orb

336

STRUCTURE : simple

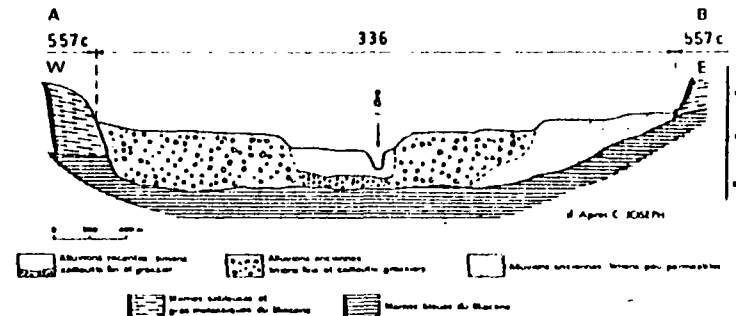
MILIEU : poreux

DESCRIPTION LITHOSTRATIGRAPHIQUE

Alluvions : sables, graviers et galets de la vallée de l'Orb
 Substratum : grès, molasses, marnes et argiles du Tertiaire (557 c)

LIMITES

- 1 - Flux temporaire continu, flux > 0 à partir de 557 e
- 2 et 2' - limites étanches avec zones mal localisées à flux pérenne et à flux temporaire continu, flux ≠ 0 à partir de 557 c
- 3 et 4 - potentiels pérennes continus : mer Méditerranée et Orb



COUPE REPRESENTATIVE

B. CARACTERISTIQUES DU RESERVOIR

S = 90 Km²

QUANTITE

POROSITE : 2 à 10 %

EPAISSEUR MOUILLEE : 0 à 10 m

QUALITE NATURELLE

CHIMIE : eaux bicarbonatées calcaïques, chlorurées sodiques en aval de Villeneuve-lès-Béziers

TEMPERATURE

FIGURE 12

Fiche bibliographique

SYSTEME : 336

DATE-AUTEURS	TITRE	MAITRE D'OUVRAGE REFERENCES	GEO			QUANTITE			QUALITE			VULNERABILITE									
			HDGEO	HDO	DIV	TYP	NATURE														
			G G G	Q O F	0 0 H	0 0 C	0 0 P	0 0 R	0 0 N	0 0 E	0 0 I	G H G	H P Y	P N Y	F C L	S N O	N P L	H A O	A V U	V I C P	I C P
1982 BANGUY L.M.	Impact des gravières sur la nappe alluviale de l'Orb. Recueil et mise au point des données en vue de l'étude de ce problème sur modèle mathématique.	U.S.T.L. D.E.A.	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1982 D.D.A.	L'eau potable dans le département de l'Herault. Rapport d'analyse	Conseil général de l'Herault				3			3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
1982 MARCIAL J.P.	Atlas des eaux souterraines de l'Herault.	Ministère de l'Industrie.	3	3	2	3			3	2	3			3	3				3	3	
1983 ROUQUETTE M.	Caractéristiques physico-chimiques des eaux de distribution du département de l'Herault et comparaison avec les normes de la C.E.E.	Faculté de Médecine de Montpellier. Thèse.							3					3	3	3	3	3			
1984 BANGUY L.M.	Prévision de l'impact des gravières sur les eaux souterraines de la plaine de l'Orb. Etude hydrogéologique préalable à la mise au point de modèles de simulation.	S.R.A.E. U.S.T.L.	3	3	2	1			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

GEO	GG		Gisement du réservoir
	GF		Faciès
QUANTITE	HDGEO	QH	Piezométrie
		QC	Caractéristiques hydrodynamiques
		QA	Débits apportés
HDO	QD	QB	Débits prélevés
		QS	Débits de sources
		QR	Débits de rivières
DIV	QM	QJ	Modèle
		QK	Bilan
		QL	Echanges
QUALITE	TYP	RG	Hydrogéologie
		RH	Hydrologie
NATURE	PO	PA	Pollution
		PB	Bactériologie
		PC	Physique
		PD	Nitrates
		PE	Fer - manganèse
		PF	Chlorures
		PG	Sulfates
		PH	Nitrates - ammoniacaux
		PI	Phénols
		PJ	Hydrocarbures
		PK	Micro-polluants
VUL	VL	VS	Vulnérabilité à la sécheresse
		VP	Vulnérabilité à la pollution
ECO	EC	Economie	

- 1 - Eléments ponctuels
- 2 - Eléments partiels
- 3 - Eléments d'ensemble

entre les apports au système et les sorties. Les paramètres quantifiables figurent dans des fourchettes ou sous forme de valeurs moyennes lorsque celles-ci sont évaluables. D'autres apparemment plus subjectifs, vulnérabilité à la pollution par exemple, résultent néanmoins de l'analyse de critères essentiels préalablement définis notamment pour l'établissement de cartes de vulnérabilité.

- * cette fiche s'accompagne de deux cartes synthétiques régionales au 1/250 000 :
 - la première donne la nature des limites entre systèmes suivant la symbolique établie pour les cartes hydrogéologiques,
 - la deuxième en couleur constitue la photographie de la qualité des eaux souterraines brutes ; elle répartit ces dernières en quelques grandes classes de qualité (bonne, satisfaisante, médiocre, mauvaise), en visualisant les éléments déclassants.

5.4.1.2. Région Rhône Alpes

Rapports totalement réalisés en 1982 et 1984.

5.4.1.3. Région Franche-Comté

Synthèse Qualité réalisée en 1983.

La synthèse Quantité a été achevée en 1985 (rapport 85 AGI 068 FRC). 57 unités aquifères ont été prises en compte, 2000 points de prélèvement inventoriés, et 300 documents bibliographiques analysés.

La synthèse des informations élaborées disponibles au niveau de chaque aquifère montre que l'alimentation en eau de la région se fait dans de bonnes conditions, les ressources existant dans les réservoirs karstiques qui occupent près de 80 % du territoire, étant encore très mal connues et exploitées, compte-tenu des difficultés d'implantation d'ouvrages. Les aquifères alluvionnaires ou de plaine (Bresse), bien que ne représentant que 12 % de la surface, fournissent encore 50 % des prélèvements et pourraient faire l'objet de prélèvements supplémentaires, sous réserve de la mise en place de modèles de gestion. Il s'agit en particulier de la Vôge (confluent Breuchin-Lanterne), du Sundgau (modèle existant à actualiser et recalculer) de la plaine de Bletterans, de certains secteurs alluviaux de l'Ognon, du Rahin et de la Savoureuse, de la nappe alluviale de la Saône à Gray.

5.4.1.4. Région Bourgogne

L'opération a été retardée, car il était prévu à l'origine de traiter l'ensemble de la région, ce qui nécessitait l'intervention des Agences Seine-Normandie et Loire-Bretagne, qui ont différé leur participation. Les travaux n'ont donc commencé qu'en 1985 et concernent la seule partie de la région appartenant au Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, soit environ la moitié des départements de Côte d'Or et Saône et Loire.

Les principaux résultats acquis à la fin de l'année 1985 mettent en évidence les problèmes tant quantitatifs que qualitatifs existant dans la région étudiée.

Du point de vue quantitatif, 12 systèmes sur 48 sont en état critique, c'est-à-dire que le rapport du volume annuel des entrées (A_i) au volume annuel de prélèvements (P_i) est inférieur à 10, les secteurs en surexploitation ($A_i/P_i < 0$) étant situés dans la plaine alluviale entre Chalons-sur-Saône et Mâcon, les autres secteurs sensibles constituant la côte vinicole entre Dijon et Mâcon.

Du point de vue qualitatif, des teneurs anormales sont constatées dans la vallée de la Vingeaune, la plaine inférieure de la Tille et la plaine alluviale entre Dijon et la Saône, mais certaines anomalies apparaissent liées à des pollutions ponctuelles.

Des concentrations anormales en fer et manganèse apparaissent dans une dizaine de captages de la vallée de la Saône, et quelques teneurs excessives en métaux lourds détergents et phénols, sont liées aux zones industrielles, en particulier celle de Dijon-Longvic.

Les documents définitifs seront fournis au premier semestre 1986.

5.4.1.5. Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Les travaux se sont poursuivis tout au long de l'année 1985, sans production de documents intermédiaires, l'ensemble des synthèses devant être diffusé au 1er semestre 1986.

5.4.1.6. Région Languedoc-Roussillon

Les documents correspondant aux deux synthèses ont été diffusés simultanément en 1985 (rapport 85 SGN 349 LRO).

2 cartes en 2 feuilles (nord et sud) présentent, selon le modèle décrit en 4.1.1., la photographie de la qualité des eaux brutes et le découpage en systèmes aquifères.

87 dossiers regroupent les données (fiches) relatives à l'ensemble des 83 systèmes ou domaines aquifères (2 d'entre eux ont été divisés en 2 parties en égard à leur extension). L'analyse bibliographique a porté sur 1021 documents hydrogéologiques, tandis que 2151 points de prélèvements ont été individualisés et reportés sur carte, ainsi que 481 stations pluviométriques et météorologiques, et 258 stations de jaugeage.

L'alimentation en eau potable est assurée à 90 % par de l'eau souterraine, et certains aquifères apparaissent à la limite de la surexploitation (plioquaternaire du Roussillon, sables astiens entre Meze et l'Aude, Vistrenque, et certains aquifères alluviaux de l'Orb, de l'Hérault de la Vidourle qui bénéficient d'une réalimentation induite par les cours d'eau). Inversement certains systèmes restent totalement inexploités.

Du point de vue qualitatif, les eaux souterraines de la région ont une qualité le plus souvent satisfaisante ou acceptable avec des duretés importantes sur de vastes zones, les concentrations en nitrates ne sont importantes et généralisées que sur la nappe de la Vistrenque, et des teneurs importantes en fer sont mesurées dans la nappe captive des sables astiens (région d'Agde) dans les alluvions du Rhône, et dans les formations du Crétacé ou de l'Eocène de l'est du département du Gard.

5.4.1.7. Conclusion

L'achèvement prochain de l'ensemble de ces travaux pose le problème de leur actualisation et de leur utilisation. Pour faciliter la résolution de ces problèmes on notera que le canevas des différentes fiches regroupant la totalité des données recueillies et mises en forme permet une saisie informatique quasi-immédiate, à l'aide de logiciels disponibles sur le marché. C'est ainsi que pour les régions Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur les fiches de prélèvements et bibliographiques ont été réalisées directement à la console. Il serait souhaitable d'effectuer un rattrapage de ce travail sur les autres régions et de prévoir également l'informatisation des fiches bilan.

5.4.2 - Evaluation des possibilités d'exploitation de la nappe de la Vistrenque - Gard

La nappe de la Vistrenque s'étend entre Beaucaire et l'étang de Maugio sur 250 km². Actuellement plus de 1000 ouvrages de prélèvement, dont une cinquantaine pour l'AEP, l'exploitent. Elle est de plus en plus sollicitée pour tous les usages surtout par suite du développement de l'irrigation. Par ailleurs, assez vulnérable, elle présente une évolution préoccupante en matière de concentration en nitrates.

Un programme d'études destiné à mesurer du point de vue quantitatif les possibilités exactes du réservoir face à la multiplication des ouvrages de prélèvement, et à évaluer précisément l'état de la qualité de la nappe en particulier vis-à-vis de la pollution azotée, a été mis en oeuvre.

L'ensemble des données ainsi recueillies devait aboutir à l'élaboration d'un modèle de gestion d'un aquifère qui dès à présent apparait en voie de surexploitation au moins localement et sensible à des pollutions diffuses, les modèles actuellement disponibles permettant de traiter ces problèmes.

Pour des raisons d'ordre administratif et financier, l'étude n'avait pas commencé à la fin de l'année 1985.

5.4.3 - Gestion de l'aquifère pliocène multicouche du Roussillon

On rappellera que l'aquifère pliocène multicouche du Roussillon fait l'objet d'une surveillance piézométrique et d'un contrôle de la qualité chimique des eaux, l'ensemble des données disponibles ayant permis de réaliser en 1982-1983 un modèle multicouche. Cet outil était nécessaire à la gestion d'un aquifère soumis au régime du décret-loi de 1935. Une actualisation du modèle doit être faite régulièrement par intégration des informations usuelles disponibles et en particulier par la prise en compte de nouveaux ouvrages. L'inventaire de ces nouveaux forages (une centaine en moyenne chaque année) n'est cependant que partiel, compte tenu des difficultés liées à l'obtention d'informations complètes sur l'implantation et les caractéristiques techniques et géologiques de ces ouvrages.

L'évaluation des volumes prélevés est rendue difficile par le très grand nombre de captages concernés, mais également l'absence presque générale de compteurs volumétriques totalisateurs. De plus pour une grande partie des ouvrages utilisés pour l'irrigation, une estimation même grossière des prélèvements s'avère irréalisable par méconnaissance du débit des pompes et du fonctionnement de celles-ci.

Au titre de l'actualisation effectuée en 1985, le recueil des informations techniques relatives aux nouveaux ouvrages a permis de déterminer une vingtaine de valeurs supplémentaires de la transmissivité de cet aquifère pliocène, données qui seront intégrées dans le modèle de simulation.

5.4.4 - Modèle hydrodynamique Moyenne Durance

Pour faciliter l'utilisation de l'aquifère alluvial de la Durance, un modèle de simulation a été créé pour le secteur entre Cadarache et Sisteron, ce qui complète les outils identiques réalisés en aval. Ce modèle doit dans un premier temps être utilisé pour apprécier la vulnérabilité des captages à une pollution en provenance de la rivière : la mesure du temps de transferts à partir des paramètres hydrodynamiques fournira une première indication sur les risques encourus par un aquifère qui reçoit la majeure partie de son alimentation de la rivière. Le problème doit être affiné en 1986 grâce à l'opération menée sur financement du Ministère de l'Environnement, et destinée à étudier le comportement des polluants au cours de leur transfert entre la rivière et le captage, et au travers du "filtre" constitué par la berge.

5.5 - THERMALISME

5.5.1. - Inventaire des indices thermaux en région Rhône Alpes

Dans le cadre de l'actualisation du fichier des sources et indices thermominéraux, fichier informatisé et consultable par des organismes de l'état ou les particuliers, les travaux 1984-1985 en région Rhône Alpes ont porté sur :

- les départements alpins de l'Isère, Savoie et Haute-Savoie : les fiches techniques (37) concernent 25 captages autorisés et en exploitation, le reste décrivant soit des sources abandonnées, ou non exploitées pour des raisons diverses soit des

sources non autorisées ; des indices thermominéraux ont été également signalés pour chaque département ; cet inventaire essentiellement bibliographique a pu être constitué grâce à l'exploitation des dossiers disponibles à la Direction régionale de l'Industrie et de la Recherche ;

- le département de la Drôme où 18 fiches ont été constituées par recherche bibliographique, enquête auprès des communes concernées, localisation et analyse sommaire sur le terrain ; actuellement seule une source (Propiac) est exploitée ; les 18 fiches regroupent à la fois les captages connus, les ouvrages abandonnés les sources libres.

5.5.2 - Thermalisme dans la région Provence Alpes Côte-d'Azur

Une synthèse des connaissances sur le thermalisme des Alpes de Haute-Provence a débuté en 1985 dans le cadre d'un travail de thèse. Une analyse de l'ensemble des données disponibles sur les sources et les indices hydrothermaux est en cours. Cette étude sera prolongée ultérieurement sous un aspect plus scientifique, en étudiant les diverses origines possibles du soufre présent dans les eaux étudiées. Ceci suppose des analyses isotopiques, et une réflexion sur la microbiologie des espèces qu'on rencontre dans les diverses sources sulfureuses.

5.5.3 - Inventaire des indices thermaux dans la région Languedoc-Roussillon

En vue de compléter le fichier des eaux thermales, les dossiers concernant le département des Pyrénées Orientales ont été actualisés, complétés ou créés pour toutes les stations en exploitation, données ensuite intégrées au fichier informatisé. L'inventaire et la constitution de fiches pour les indices, et sources non exploitées a débuté en 1985 et se poursuivra en 1986.

Chapitre VI

BASSIN SEINE - NORMANDIE

Thème	Intitulé	M.I.	M.ENV.	F.C.	Total	Observations	
I	<u>Recueil et stockage de données</u>	Réseau piézométrique Seine-Normandie					
		. Région Ile-de-France	250			250	
		. Région Haute-Normandie	75		220	295	FC dpt 76 et 27
		. Région Basse-Normandie	100			100	
		. Région Champagne	230			230	
		Remontée de nappe, région parisienne	100		150	250	FC GEP
		Réseau Qualité Ile-de-France	500		240	740	FC Agence de Bassin
		Réseau Qualité Haute-Normandie	75		350	425	FC Ag. Bassin + dpts 27-76
II	<u>Evaluation de la ressource</u>	Fichiers informatisés analyses chimiques, dpt 76 et 91		200	200	400	FC Agence de Bassin
		Etude des bassins Serein et Armançon (Yonne)	200	100	90	390	FC dpt 89
III	<u>Prévention des pollutions</u>	Productivité profonde nappe de la craie (Champagne)	100		300	400	FC collectivités locales
		Recherche causes pollutions captages Haute-Normandie	100		155	255	FC Agence Bassin + Dpts
IV	<u>Aide à la gestion</u>	Etude environnement captages BNO	50		140	190	FC Agence Bassin
		Modélisation pollution nitrates Brie		280		280	
		Cartographie teneurs nitrates dans 5 dpts du bassin		350		350	
		Migration nitrates zone non saturée nappe craie Champagne	180	95		275	
		Modèle Albien agglom. Paris	150		120	270	FC Agence de Bassin
	<u>Récapitulatif</u>	Carte hydrogéologique Calvados			150	150	Fin opération financée à l'origine sur crédits SP
		Recueil et stockage données	1330	200	1160	2690	
		Evaluation de la ressource	300	100	390	790	
		Prévention des pollutions	330	725	295	1350	
		Aide à la gestion	150		270	420	
			2110	1025	2115	5250	

Tableau VI - Bassin Seine - Normandie

6.1 - RECUEIL ET STOCKAGE DE DONNEES

6.1.1 - Réseau piézométrique du bassin Seine-Normandie

Le réseau piézométrique du Bassin Seine-Normandie a été mis en place en 1967 sur crédits du Ministère chargé de l'Industrie, et renforcé à partir de 1974 grâce à la participation financière de l'Agence de Bassin. En 1983, il comptait 383 stations réparties géographiquement selon la figure 14.

Pour des raisons de coût, l'Agence de bassin n'a pas assuré sa participation à ce réseau en 1984. La reprise de cette participation en 1985 était liée à une restructuration du réseau, visant à alléger les coûts de gestion, tout en conservant une information suffisante pour contribuer à la gestion rationnelle des aquifères surveillés. Dans ces conditions, cette restructuration a été réalisée selon les critères suivants (par ordre de priorité) :

- suppression des points réagissant de façon aberrante ou sans réaction significative,
- tri entre des points situés dans un même contexte hydrogéologique et ayant des réactions similaires sur une assez longue période,
- suppression de points difficilement accessibles et donc pénalisants au niveau des temps de mesure, lorsqu'ils ne sont pas indispensables,
- suppression des points situés dans des aquifères peu étendus,
- optimisation du dépouillement et de l'édition,
- à terme, optimisation de l'acquisition des données.

Après étude et discussions avec les responsables, le nouveau réseau comprend 276 stations selon la répartition définie en figure 14.

Du point de vue fréquence de mesures, il a été décidé d'adopter une périodicité mensuelle dans les aquifères à forte inertie, et hebdomadaire dans ceux à faible inertie. Par ailleurs, 16 limnigraphes (dont 9 en Ile-de-France) équipent certaines stations particulièrement sensibles.

- () avant restructuration (état 1983)
 - après restructuration (état 1985)

REGION	DEPARTEMENT	RESEAU MINISTERE		RESEAU MSSION DELEGUEE					
		Piézomètres	Sources	Piézomètres	Sources				
1 ILE DE FRANCE	Paris	(2)	2	(-)	-	(1)	1	(-)	-
	Hauts-de-Seine	(1)	1	(-)	-	(-)	-	(-)	-
	Seine-Saint-Denis	(-)	1 ?	(-)	-	(1)	1	(-)	-
	Val d'Oise	(6)	5	(-)	-	(2)	2	(-)	-
	Yvelines	(11)	9	(-)	-	(3)	3	(-)	-
	Essonne	(4)	5	(-)	-	(-)	2	(-)	-
	Seine-et-Marne	(30)	26	(-)	-	(9)	7	(-)	-
TOTAL		(54)	49	(0)	0	(16)	16	(0)	0
2 CENTRE	Loiret	(4)	4	(-)	-	(1)	-	(-)	-
	Eure-et-Loir	(-)	-	(-)	-	(2)	2	(-)	-
TOTAL		(4)	4	(0)	0	(3)	2	(-)	-
3 BOURGOGNE	Cote d'Or	(-)	-	(-)	-	(-)	2 ?	(2)	-
	Yonne	(1)	1	(-)	-	(4)	2	(1)	1
TOTAL		(1)	1	(0)	0	(4)	4	(3)	1
4 HAUTE-NORMAN- DIE	Eure	(24)	12	(-)	-	(8)	4	(4)	4
	Seine-Maritime	(40)	23	(-)	-	(2)	3	(7)	-
TOTAL		(64)	35	(0)	0	(10)	7	(11)	4
4 BASSE-NOR- MANDIE	Calvados	(8)	15	(-)	-	(32)	15	(1)	1
						(+ 8 piézo SRAB)			
TOTAL		(8)	15	(0)	0	(32)	15	(1)	1
6 CHAMPAGNE ARDENNE	Aube	(13)	10	(-)	-	(6)	4	(3)	-
	Ardennes	(10)	9	(-)	-	(1)	1	(-)	-
						(+ 1 piézo RM*)			
	Marne	(22)	18	(1)	1	(3)	3	(2)	2
Haute-Marne	(9)	5	(-)	-	(5)	3	(-)	-	
TOTAL		(54)	42	(1)	1	(15)	11	(5)	2
7 PICARDIE	Aisne	(13)	7	(-)	-	(12)	8	(-)	-
	Oise	(14)	10	(-)	-	(19)	10	(4)	2
	Somme	(34)	29	(-)	-	(-)	-	(-)	-
TOTAL		(61)	46	(0)	0	(31)	18	(4)	2
8 LORRAINE	Meuse	(-)	-	(-)	-	(1)	-	(-)	-
		(0)	0	(0)	0	(1)	0	(0)	0
TOTAL GENERAL		(246)	192	(1)	1	(112)	73	(24)	10

Au total les des réseaux confondus 1983
 358 piézomètres
 25 sources

Au total les deux réseaux confondus 1985
 - 265 piézomètres
 - 11 sources

* RM = Rhin-Meuse

Figure 14 - Réseau piézométrique du bassin "Seine-Normandie"
 (d'après rapport NT 85 IDF 015)

A partir de 1986, quelques ouvrages (5) seront équipés de systèmes d'acquisition automatique de données sur le terrain, réalisés par le BRGM. Les matériels testés comprendront dans un premier temps un système de recueil de données (capteurs) et un système d'enregistrement (cassettes susceptibles ensuite d'être directement exploitées sur matériel informatique existant dans les unités régionales ou à Orléans).

Enfin, les systèmes d'édition ont été simplifiés en se limitant à la mise à disposition des graphiques d'évolution sur les dix dernières années, l'ensemble des informations étant sauvegardé sur site informatique.

Dans ces conditions, il n'y a pas eu d'édition systématique des résultats en 1984 et 1985. On se bornera donc ici à citer les régions où une situation particulière a permis d'aller au delà du schéma général évoqué dans ce qui précède.

6.1.2 - Réseau piézométrique de Haute-Normandie. Départements de Seine-Maritime et de l'Eure

Ces deux réseaux bénéficient d'une participation significative des collectivités locales correspondantes, ce qui permet de diffuser chaque année des documents regroupant :

- la liste des ouvrages mesurés (indice, commune, réseau),
- un graphique récapitulatif par ouvrage des fluctuations de la nappe au cours des 10 dernières années,
- une carte au 1/250 000 avec situation des points de mesure.

D'un point de vue technique, on notera que si en fin d'année 1984, les niveaux sont encore au dessus des niveaux moyens constatés depuis le début des mesures, ils leur sont inférieurs en 1985 du fait de la faible pluviométrie de l'automne 1985.

L'historique des mesures étant suffisamment long sur la plupart des ouvrages en plateau, et les collectivités se préoccupant de plus en plus des fluctuations des nappes dans les vallées humides, où les zones inondées peuvent avoir une influence sur la qualité des forages d'eau potable, il avait été décidé d'effectuer à partir de 1985 :

- une réduction notable du nombre de points surveillés en plateau,
- l'introduction de nouveaux forages en vallées qui sont équipés d'appareils à enregistrement permanent.

6.1.3 - Remontée des nappes dans la région parisienne

On rappelle que l'inventaire des constructions susceptibles d'être concernées par cette remontée, avait concerné en particulier l'ouest de Paris intra-muros, et quelques zones test, susceptibles d'aménagements importants (plaine de Valenton). En 1985, en liaison avec l'Inspection générale des carrières, l'effort a porté surtout sur le département des Hauts-de-Seine (92). Par étude des archives des sociétés exploitantes, on a essayé d'apprécier de façon plus synthétique la remontée dans des zones autrefois très exploitées (boucles de la Seine).

6.1.4 - Réseaux qualité dans le bassin Seine-Normandie

Ce chapitre ayant été très développé dans les rapports précédents, on s'y étendra peu cette année, se bornant à traiter les départements ayant fait l'objet d'interprétations en 1985 (Yvelines, Eure et Seine-Maritime). On signalera que le début de réalisation de la banque de données qualité du bassin Seine-Normandie (voir rubrique 6.1.5 de ce chapitre) va conduire à court terme à une réévaluation des objectifs de ces réseaux de plus en plus orientés vers un contrôle des points sensibles, c'est-à-dire des ouvrages ayant présenté à un moment ou à un autre des anomalies de concentrations, ou situés dans un environnement tel qu'on peut craindre l'apparition de pollutions diffuses ou ponctuelles. Il s'agit alors moins de suivre l'évolution de la qualité de la ressource, que d'assurer la maintenance d'un réseau d'alerte adapté aux usages de l'eau prélevée en chaque point, ce réseau étant bien évidemment orienté en fonction de la distribution d'eau potable.

Compte-tenu de cette évolution le rôle de services du Ministère de la Santé, chargés du contrôle sanitaire de l'eau prélevée demeure prépondérant et ils continuent à assurer l'exécution des prélèvements et des analyses, le BRGM pour les départements où il est opérateur, assurant le stockage et l'interprétation des données. Par rapport à l'année précédente, il assure donc en Ile-de-France le recueil et l'exploitation des données concernant les départements des Yvelines (78), de l'Essonne (91) et de la Seine-et-Marne (91). Le réseau du Val d'Oise (95) n'a pas été exploité en 1985, et le stockage des données en Champagne, pour les départements de la Marne (51) et de l'Aube (10) : les interprétations ayant été réalisées en 1985 permettent les observations suivantes :

a - Département de l'Eure (rapport 85 SGN 395 HNO)

L'exploitation concerne les ouvrages utilisant la nappe de la craie, et se fonde sur les résultats :

- des analyses du contrôle sanitaire (type II) effectuées par les services du Ministère de la Santé sur les captages AEP : 619 analyses sur 188 points d'eau,
- les analyses de type I correspondant aux 50 points constituant le réseau "qualité des eaux souterraines" du département,
- des recherches complémentaires effectuées par la DRASS et la DDASS.

On constate alors les phénomènes suivants : la turbidité, cause principale de non potabilité des eaux d'AEP dans le département de l'Eure a été beaucoup moins fréquente en 1984 qu'en 1983, ceci étant à mettre en relation avec la pluviométrie plus faible.

Globalement, les teneurs en nitrate semblent avoir baissé : la teneur médiane de l'ensemble des captages est inférieure de 3 mg/l à celle de l'année précédente. Cette variation est probablement liée à une diminution de la pluviométrie efficace, elle même conséquence de la moindre hydraulicité de l'année 1984. Par ailleurs, il faut noter que les observations faites par les services du Ministère de la Santé sur 5 sites représentatifs du département, montrent que si on constate à certaines périodes de l'année une décroissance des teneurs en nitrate (phénomène dont les causes ne sont pas clairement cernées), jamais on ne mesure une décroissance progressive et permanente de ces mêmes teneurs sur une période de durée significative (3 ans). Il faut donc utiliser les observations de 1984 avec prudence quant à une éventuelle diminution de la pollution diffuse par nitrates.

Enfin sur les captages observés, on constate des dépassements fréquents des normes en ce qui concerne le fer et les matières organiques : au total 76 captages sur 188 (40 %) ont présenté en 1984 du moins une fois dans l'année une analyse non conforme aux normes pour au moins un paramètre.

b - Département de Seine-Maritime (rapport 85 SGN 401 HNO)

Etablie sur les mêmes critères que pour le département de l'Eure, l'exploitation prend en compte 1420 analyses de type II issues du contrôle sanitaire, et 50 analyses de type I réalisées sur le réseau de contrôle (50 points). On constate que 72 captages ont été affectés au moins une fois dans l'année par des concentrations supérieures aux normes européennes (31 pour des valeurs de turbidité > 30 g.m, 8 pour des teneurs en fer > 0,2 mg/l, 8 pour NO₃ > 50 mg/l, 2 pour NO₂ > 0,1 mg/l).

La fréquence des apparitions des phénomènes de turbidité est directement liée aux précipitations interannuelles, et à ce titre 1984 est l'année la plus "favorable" depuis 1979. En ce qui concerne les nitrates, on ne constate aucune évolution notable

depuis 1976, et aucune modification des zonalités géographiques des concentrations (tendance à l'augmentation d'ouest en est). L'apparition de fer est liée le plus souvent aux phénomènes de turbidité. Au total, le contrôle 1984 de la composition chimique des eaux souterraines en Seine-Normandie (7ème année de surveillance) confirme la bonne qualité générale de la nappe de la craie, aucune évolution notable des paramètres mesurés ne s'étant pas manifestée.

c - Département des Yvelines (rapport 85 SGN 210 IDF)

L'exploitation porte sur les résultats obtenus par des prélèvements effectués sur 67 captages, les résultats ayant été intégrés à une base de données implantée sur micro-ordinateur. L'interprétation des résultats a permis :

- de confirmer la nature hydrochimique des différentes nappes du département, des variations apparaissant en relation avec des faciès géologiques particuliers, ou du fait de la vulnérabilité de la nappe,
- d'extraire les points présentant des indices de pollution agricole, domestique ou industrielle par comparaison avec certains critères : normes européennes de potabilité, présence de micropolluants organiques, anomalies de composition par rapport à l'échantillon,
- de suivre l'évolution dans le temps de la minéralisation.

35 points sur 63 présentent des concentrations supérieures aux normes, notamment en ce qui concerne les teneurs en azote. Dans la vallée de la Seine où l'aquifère est constitué par des alluvions sur craie, le pourcentage des points pollués par rapport aux points analysés est supérieur à 60 %. Par ailleurs le dosage de polluants organiques réalisés sur l'eau de 39 ouvrages a été positif dans 32 cas, les teneurs en biocides et plastifiants étant toujours inférieures aux normes CCE. Globalement la minéralisation des eaux souterraines augmente de même que la teneur en azote (0,5 mg/l/an), quelque soit la nappe considérée.

Par ailleurs, depuis 1980, 111 ouvrages ont fait l'objet de prélèvements en vue du dosage des substances indésirables et toxiques. Les niveaux-guide fixés par les directives européennes sont rarement atteints, sauf pour le zinc où l'eau de 23 ouvrages a présenté une concentration supérieure à 100 micro-g/l. Par contre la concentration maximale admissible est dépassée sur 18 ouvrages pour le chrome, le plomb et l'antimoine. Si pour certaines substances comme le mercure, le nickel ou le plomb les pollutions sont sporadiques, il n'en est pas de même pour le chrome qui semble marquer de façon irréversible certains captages, les minéralisations les plus fortes affectant les secteurs fortement industrialisés (Les Mureaux, Limay).

6.1.5 - Base de données qualité du bassin Seine-Normandie

Il est rappelé qu'une banque de données regroupant l'ensemble des informations disponibles sur la ressource en eau doit être créée au niveau de chaque bassin. L'agence de l'Eau Seine-Normandie a en ce qui la concerne, décidé de confier les réalisations des divers éléments de cette banque à des opérateurs spécialisés. Pour sa part, le BRGM a été chargé de réaliser les fichiers informatisés regroupant les analyses relatives à la qualité chimique des eaux souterraines.

Après concertation avec les services compétents du Ministère de la Santé, il a été décidé de réaliser les fichiers relatifs aux départements de l'Essonne (91) et de la Seine-Maritime (76). Les outils utilisés sont ceux mis au point par le BRGM dans le cadre de la mise en place de l' "Observatoire de la qualité des eaux souterraines", observatoire développé à l'initiative du Ministère de l'Environnement et destiné à grouper l'ensemble des données relatives à la qualité de la ressource en eau souterraine. Ces outils permettent l'interrogation sous forme conversationnelle des fichiers ainsi créés pour tout utilisateur disposant d'une liaison TRANSPAC, les fichiers étant installés sur le site central informatique du BRGM à Orléans (matériel VAX). Le logiciel de gestion et d'interrogation (RDB), guide la demande de l'utilisateur à partir de "menus" géographiques, par élément physico-chimique, par aquifère, temporel, par mot-clé du lexique, ce qui permet des interrogations élaborées du type "cas des captages ayant au cours de l'année Y présente une concentration en nitrates supérieure à ..".

Par ailleurs, ces mêmes fichiers peuvent être exploités par la chaîne de traitement FIESTA qui permet des interprétations, statistiques et cartographiques (30 programmes disponibles).

En ce qui concerne les deux départements sélectionnés, les informations utilisées proviennent essentiellement des analyses effectuées par les DDASS dans le cadre du contrôle sanitaire (type II), soit 80 % du total, et de celles existant dans la banque BSS du BRGM : études diverses, réseaux qualité..., et qui sont généralement beaucoup plus complètes. Une part des analyses DDASS (76) était déjà intégrée à BSS.

Au total et après qu'aient été réalisés les interfaces nécessaires à la récupération des analyses déjà informatisées, 1500 analyses concernant l'Essonne et 4500 la Seine-Maritime ont été saisies et stockées, l'historique s'étendant des années 1976 à

1984. Les fichiers ont été opérationnels au début de l'année 1986, et une démonstration des interrogations possibles a été faite à partir des micro-ordinateurs existant à l'Agence (matériel LOGABAX) en janvier 1986.

Le programme de réalisation de cette banque de données, prévoit la création de 3 fichiers départementaux chaque année, ce qui permettrait la mise en service totale de la Banque de données en 1990.

6.2 - EVALUATION DE LA RESSOURCE

6.2.1 - Etude hydrogéologique et structurale des milieux calcaires des bassins du Serein et de l'Armançon (Yonne)

En vue d'identifier les ressources en eau existant en milieu calcaire fissuré, d'évaluer leur exploitabilité, et dans un second temps de préciser les zones les plus favorables à l'implantation d'ouvrages de captage, le BRGM a réalisé l'étude des bassins amont de la Cure du Serein et de l'Armançon dans le département de l'Yonne, soit une superficie de 1800 km².

L'étude a débuté en juillet 1984 et a comporté les opérations suivantes :

- Une étude de télédétection par examen de photographies aériennes et d'images LANDSAT avait pour but la détermination des principales directions morpho-structurales affectant les massifs calcaires. Les informations recueillies ont été digitalisées et ont fait l'objet d'un traitement statistique permettant d'identifier les familles de directions prédominantes.
- Un contrôle sur le terrain de la fracturation, ainsi identifiée a été fait sur un secteur correspondant à peu près au 1/4 de la zone d'étude. Il apparaît que la fréquence des fractures karstifiées par rapport au nombre total de fractures observées varie considérablement selon les faciès, les calcaires massifs présentant de ce point de vue des potentialités plus importantes. Par ailleurs en comparant les observations sur le terrain, et les résultats obtenus par l'étude de télédétection, on retrouve assez bien les "familles", mais les fréquences et les intensités ne sont pas les mêmes.

- Une enquête auprès de 250 communes en collaboration avec la DDA de l'Yonne, afin d'inventorier systématiquement les points d'eau et les phénomènes karstiques.
- Un recueil et une exploitation des informations hydrogéologiques existantes.
- Des mesures piézométriques sur des puits et forages, l'évaluation du débit des sources (109 sources ont été inventoriées, en étudiant leurs relations avec les fractures et la karstification), le prélèvement d'échantillons d'eau dans les secteurs où se posent actuellement des problèmes d'approvisionnement en eau (région de Sacy-Nitry) ou de pollutions des aquifères par des nitrates (région Tonnerre, Massangis) ; 70 communes ont été concernées par ces opérations.

Les premiers résultats synthétiques qu'on peut tirer de l'analyse des informations ainsi recueillies montrent que les zones d'implantation les plus favorables pour de nouveaux ouvrages sont à rechercher à l'intersection des linéaments marquant en surface la fracturation, celle-ci devant ensuite être précisée par géophysique.

Les documents définitifs relatifs à cette opération devraient être disponibles dans le courant de l'année 1986.

6.2.2 - Productivité profonde de la nappe de la craie (Champagne)

Les données recueillies sur les différents forages profonds dans la région rémoise, montrent qu'à la partie supérieure du Turonien existe une strate productive relativement importante. Situé à environ 200 m de profondeur (sous la craie cénomaniennne) ce niveau pourrait constituer une ressource de substitution pour tous les ouvrages exploitant la partie supérieure de la nappe, nappe dont la teneur en nitrates augmente régulièrement. L'intérêt est de pouvoir implanter de nouveaux forages sans modifications du réseau actuel de pompage et de distribution.

Après exécution de tests sur un certain nombre d'ouvrages ayant atteint la nappe turonienne, un forage d'essai a été réalisé à la fin de l'année 1985 à une quinzaine de kilomètres de Reims, à proximité immédiate d'un captage utilisant la nappe cénomaniennne. La reconnaissance a été poursuivie jusqu'à 290 m de profondeur, mais n'a

pas donné de résultats significatifs. Il apparaît donc que le caractère exploitable du contact Turonien-Cénomancien n'est pas généralisé, et que sous réserve d'interprétation plus détaillée des essais -interprétations prévues ultérieurement- l'utilisation de la partie profonde de la nappe de la craie doit être envisagée avec prudence.

6.3 - PREVENTION DES POLLUTIONS

6.3.1 - Recherche des causes des pollutions des forages d'alimentation en eau potable en Haute-Normandie

Cette recherche qui aura concerné une trentaine d'ouvrages sensibles au total (1983-1985), consiste à faire l'inventaire des pollutions mises en évidence par les analyses effectuées sur les réseaux qualité, à cartographier et classer par ordre d'importance les établissements ou aménagements susceptibles de constituer des sources de pollution pour le captage considéré, enfin à analyser les types de pollution rencontrés et leurs caractères généraux. Au titre du programme 1985, 5 captages ont fait l'objet de cet inventaire dans chacun des deux départements de l'Eure et de Seine-Maritime.

Par ailleurs, a également été recherchée l'origine des très fortes concentrations en composés organohalogènes constatées en novembre 1984, et février 1985 par les services de la DDASS sur le captage de St-Marcel dans l'Eure. Une enquête auprès des industriels voisins du point d'eau potable, des prélèvements et analyses sur les ouvrages existants, la mise en place de piézomètres permettant de visualiser l'hydrodynamique locale et d'effectuer des prélèvements supplémentaires, ont permis d'établir l'extension de la zone contaminée, de noter une présence prédominante du trichloréthylène dans les composés polluants, et de noter que les plus forts signes de contamination sont liés à la présence de la zone industrielle. La pollution paraît ancienne dans la mesure où les sociétés industrielles en cause n'employaient plus de trichloréthylène depuis plusieurs années. Des contrôles ultérieurs et l'exécution de nouveaux piézomètres ont permis de proposer des solutions de protection, pour le captage AEP, d'autant que les concentrations mesurées ont sensiblement diminué en fin d'année 1985.

6.3.2 - Etude d'environnement des captages en Basse-Normandie

Sur la base d'une étude préliminaire effectuée en 1983, un relevé systématique des données disponibles sur tous les forages AEP de la Manche a été entrepris à la fin de l'année 1984. On a recherché en particulier tous les éléments susceptibles de constituer un danger pour la qualité des eaux prélevées. Une cinquantaine d'ouvrages ont été inventoriés en 1984-1985, les dossiers ainsi constitués devant servir à l'enquête nécessaire à l'établissement des périmètres de protection. Cette opération a pour maître d'oeuvre l'Agence de bassin Seine-Normandie qui assure l'essentiel de son financement.

6.3.3 - Modélisation des transferts de nitrates dans un aquifère multicouche - Application à la Brie française

La présente étude constitue l'extension à un aquifère multicouche de la méthodologie utilisée pour modéliser l'évolution au cours du temps des concentrations en nitrate des nappes d'eau souterraine (85 SGN 663 EAU).

Le secteur d'étude est représenté par la Brie française constituée par un plateau entre Marne et Seine. Géologiquement, on distingue plusieurs niveaux calcaires (Brie, Champigny, St-Ouen, Lutétien) séparés par des formations semi-perméables (marnes vertes, marnes infraludiennes..). Hydrogéologiquement, l'aquifère principal est constitué par le calcaire de Champigny s.l., qui peut se présenter (sous divers noms) sous forme libre, semi-captive ou captive. Les données chimiques disponibles sur des ouvrages s'adressant à la nappe dans ces diverses situations marquent bien les différences de vulnérabilité (fig. 15).

La simulation des transferts de nitrates a été réalisée à l'aide d'un modèle global à réservoirs, le calage préliminaire des paramètres hydrologiques permettant ensuite celui des paramètres chimiques (fig.17). Pour les données hydrologiques, 3 postes pluviométriques ont été retenus (Voulzie, Paris Montsouris et Orléans) et 2 piézomètres dont l'historique des relevés remonte à 1969. Pour le calage chimique, on a utilisé les 3 piézomètres de Gustin, Chateaubleau et Pecy pour lesquels des données plus ou moins régulières existent depuis 1950 ; les données agricoles nécessaires aux simulations ont été extraites des trois derniers recensements généraux de l'Agriculture, et des fiches de livraisons annuelles d'engrais constituées à partir des statistiques du Syndicat professionnel de l'Industrie agro-alimentaire.

Evolution des teneurs en nitrates

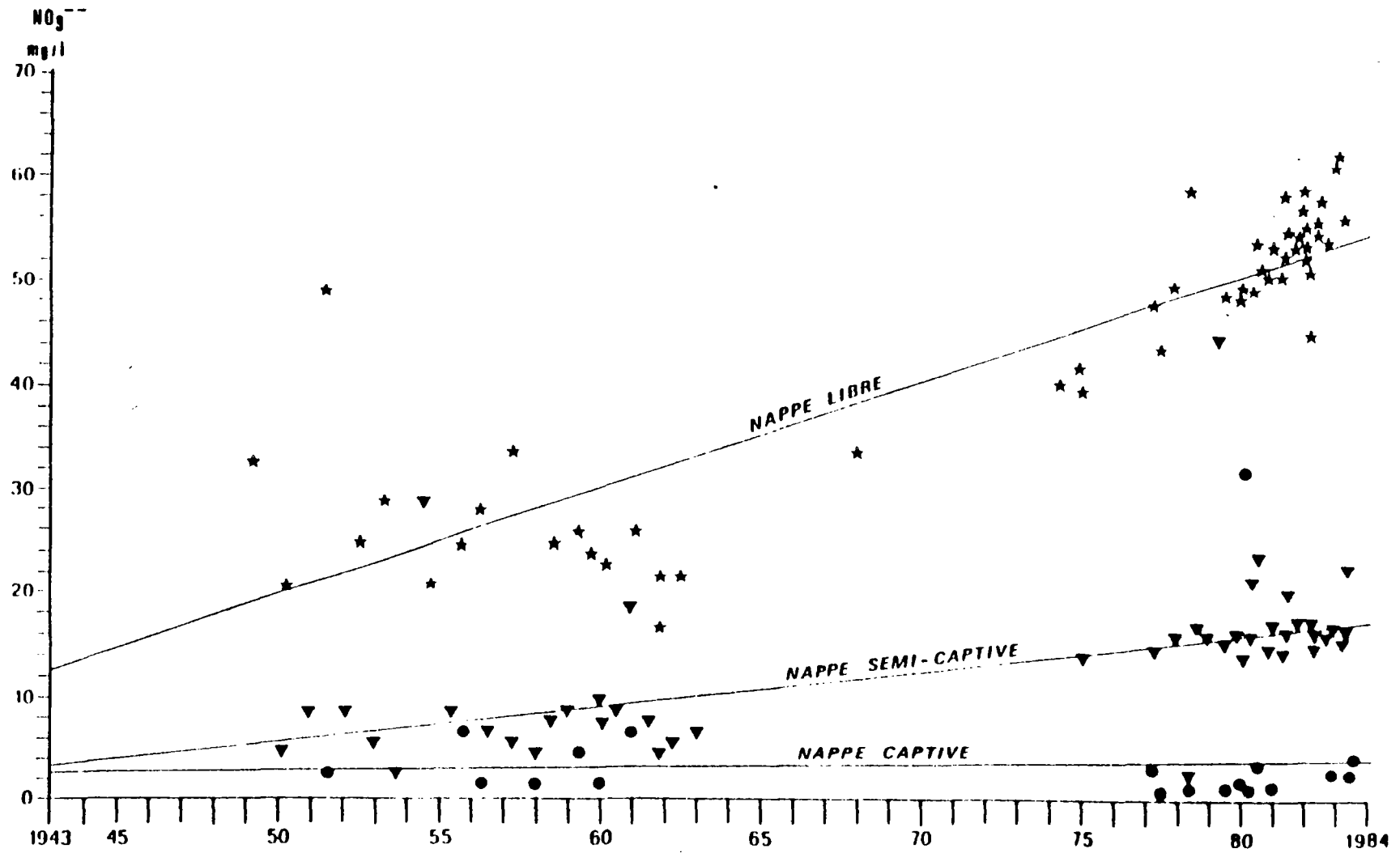


Figure 15 - Nappe de la Brie. Evolution des teneurs en nitrates (d'après rapport 85 SGN 556 IDF)

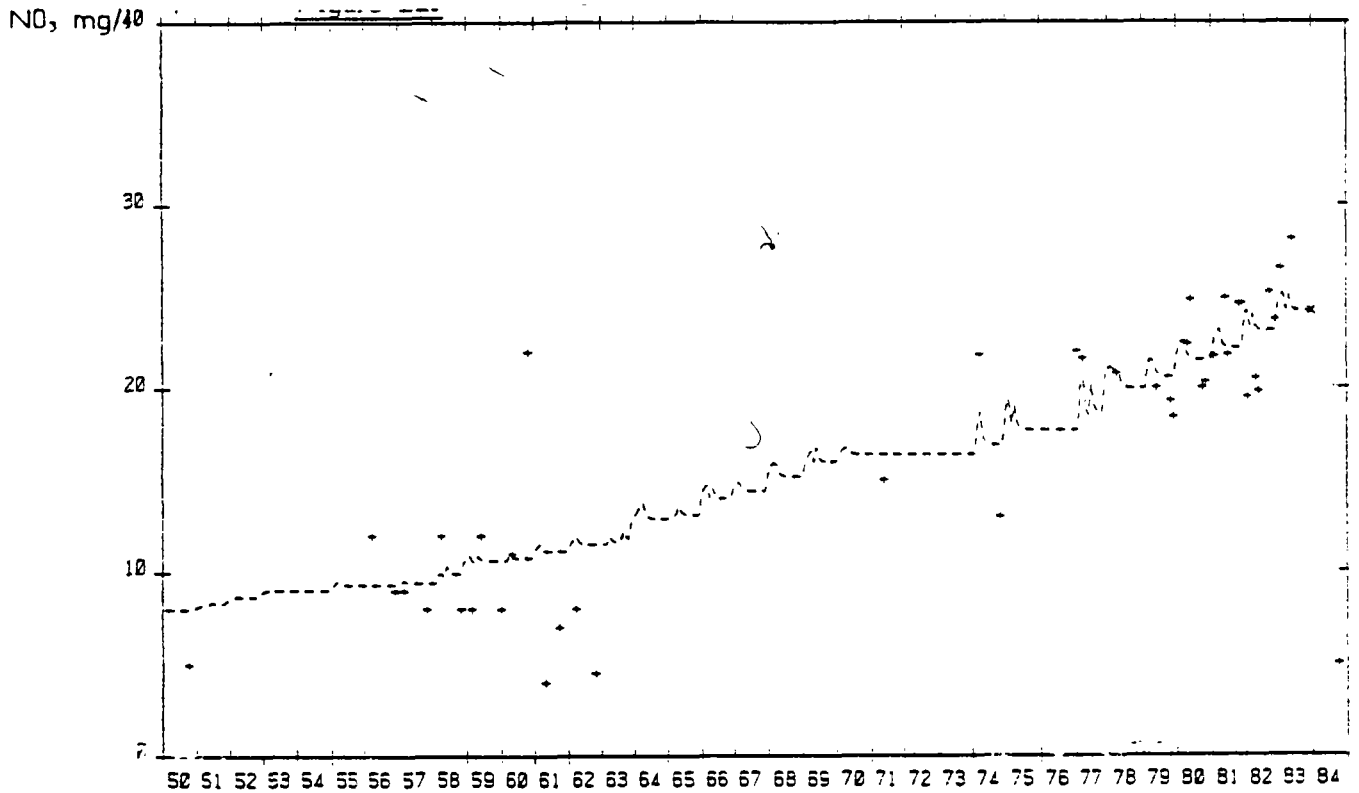


Figure 16 - Simulation réalisée sur le piézomètre de Tribouveau

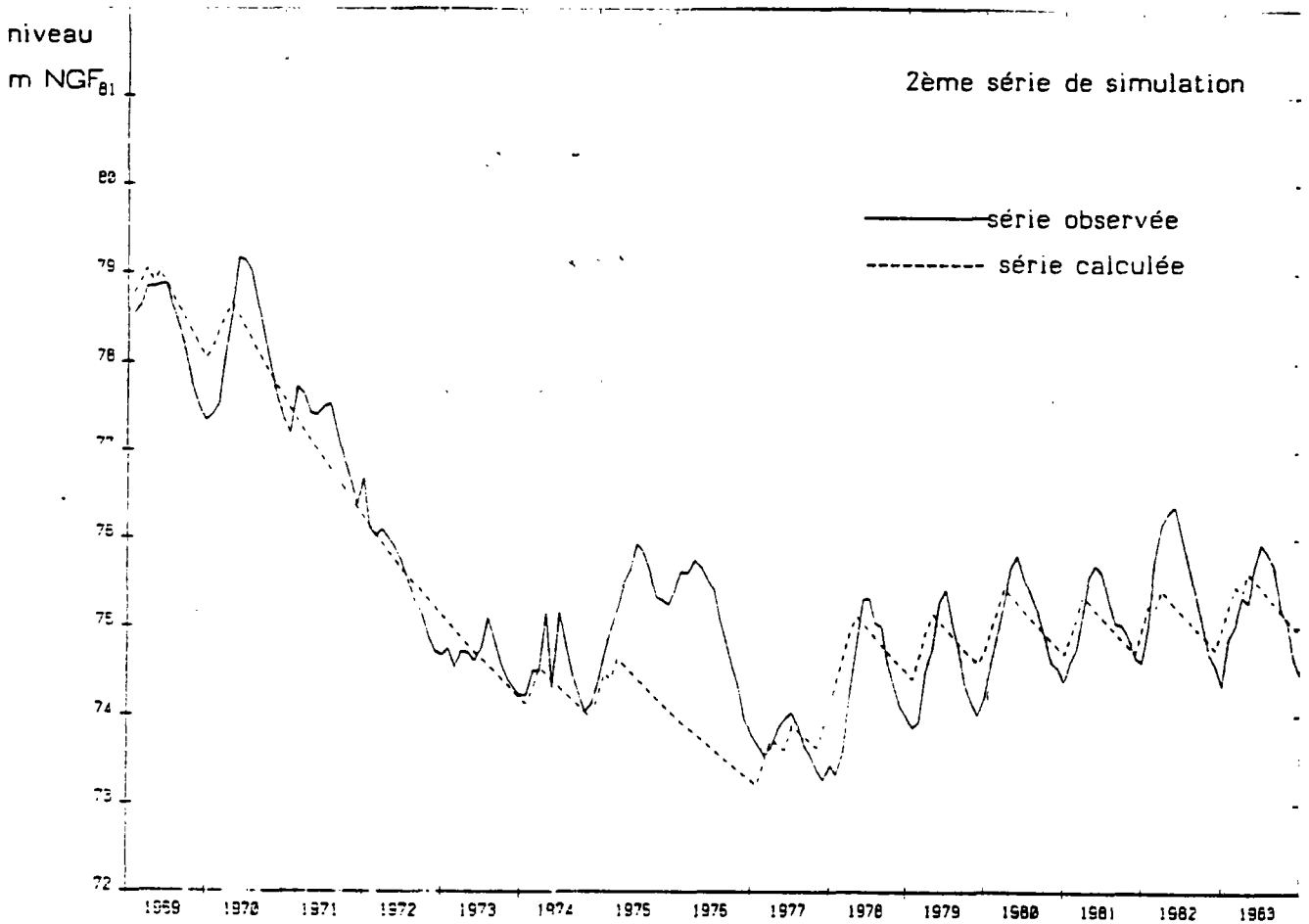


Figure 17 - Simulation des nitrates à Chateaubleau
(d'après rapport 85 SGN 556 IDF)

Le calage hydrologique réalisé au pas de temps mensuel a permis d'obtenir une bonne simulation d'ensemble du comportement des 2 piézomètres. Cependant certaines variations rapides liées à une alimentation particulière n'ont pu être reproduites rigoureusement (fig.16). De même les valeurs obtenues par optimisation de certains paramètres sont différentes de celles classiquement rencontrées. Le calage chimique réalisé au pas de temps mensuel, a permis à partir des paramètres hydrologiques calculés dans un premier temps, de reconstituer l'évolution chimique des concentrations en nitrates au cours des 30 dernières années sur 2 forages situés l'un dans la nappe semi-captive, l'autre dans la nappe libre.

A partir de ces simulations, le modèle a servi à étudier différents scénarios d'évolution de concentration en fonction de 3 hypothèses de variations des excédents (différences entre apports en azote et consommation par les plantes) : stabilité, diminution de moitié, annulation. Les simulations ont été réalisées jusqu'à l'an 2000. Elles montrent une croissance régulière des teneurs en nitrates quelque soit l'hypothèse envisagée. Les valeurs de concentration obtenues à la fin du siècle seraient alors de l'ordre de 90 mg/l dans le cas de la nappe libre et de 40 mg/l pour la nappe semi-captive. Même dans l'hypothèse optimiste (suppression des excédents), on ne constate pas de décroissance des teneurs, ce qui montre la très grande inertie (supérieure à 15 ans) du système hydrogéologique étudié.

Sous réserve de tester la sensibilité des différents paramètres hydrologiques et chimiques employés pour cette simulation, il apparaît que, en première analyse, l'utilisation de la nappe semi-captive seule régulièrement exploitée à l'heure actuelle, doit faire l'objet d'un suivi régulier et d'une protection si on veut maintenir la qualité des eaux prélevées en deçà des normes marquant la limite de potabilité.

6.3.4 - Cartographie de la teneur en nitrates dans des régions représentatives du bassin Seine-Normandie

La cartographie de la teneur en nitrate au niveau d'une nappe présente un certain nombre de difficultés liées à la représentativité des analyses effectuées sur des points d'eau ayant des caractéristiques propres aux analyses le plus souvent non synchrones, effectuées à partir de prélèvements non identiques, etc... Tout tracé de courbe d'isovaleurs peut donc être critiquable. A l'initiative du Ministère de l'Environnement, 5 départements du bassin Seine-Normandie (Seine-Maritime, Calvados,

Meuse, Aisne et Seine-et-Marne) ont été choisis pour tester les différentes méthodes de cartographie automatique dont on dispose actuellement par exploitation de fichiers informatisés regroupant l'ensemble des analyses effectuées sur les régions en question. Ce travail qui sera achevé en 1986, devra également aboutir à une analyse critique des résultats ainsi obtenus. On présente ici rapidement les premiers résultats disponibles sur la nappe de la craie dans le département de l'Aisne.

A partir des données obtenues sur environ 150 ouvrages concernés, on a constitué des fichiers de calcul contenant l'information susceptible d'entrer dans les calculs statistiques ou d'interpolation, et des fichiers habillages (contours des zones géologiques, pédologiques, réseau hydrographique...). Pour 3 périodes arbitrairement choisies, on a alors établi des histogrammes des teneurs en nitrate, et les variogrammes moyens du champ de teneur en nitrate pour la nappe considérée. Ce variogramme a été calculé en utilisant la méthode d'interpolation dite du "**krigeage**" qui est actuellement la plus utilisée pour le traitement de valeurs aléatoires.

En utilisant les différents programmes de cartographie disponibles, on aboutit à des cartes telles que celles présentées dans les figures 18 à 20. On rappelle que ces cartes s'impriment immédiatement en sortie d'ordinateur, des épreuves en couleur pouvant être obtenues de la même manière. Dans la mesure où il est possible de faire varier les rayons d'interpolation en fonction de l'état des connaissances appréciié, et d'introduire des contraintes liées au contexte hydrogéologique, ainsi on a considéré que l'Oise constituait une limite parce qu'il n'y avait pas de liaison hydraulique entre les rives droite et gauche, il est possible d'adapter la cartographie aux informations nouvelles ou aux contraintes apportées par les différents utilisateurs. Par exemple, on a été amené à superposer : le report des teneurs moyennes en nitrate toutes nappes confondues, et la part des terres labourables dans la superficie agricole utilisée (SAU). Le document de base présentant la répartition communale de ce paramètre est issu des derniers RGA. L'objectif visé était de trouver une correspondance, et donc une possible relation de cause à effet, entre les teneurs en nitrate et le degré d'occupation des sols par les cultures annuelles consommatrices d'engrais. Sans qu'il y ait émergence nette de correspondance, on peut toutefois repérer un sous-ensemble important de teneurs inférieures à 25 mg/l au nord-est du département dans une zone où les terres labourables occupent moins de 60 % de la SAU.

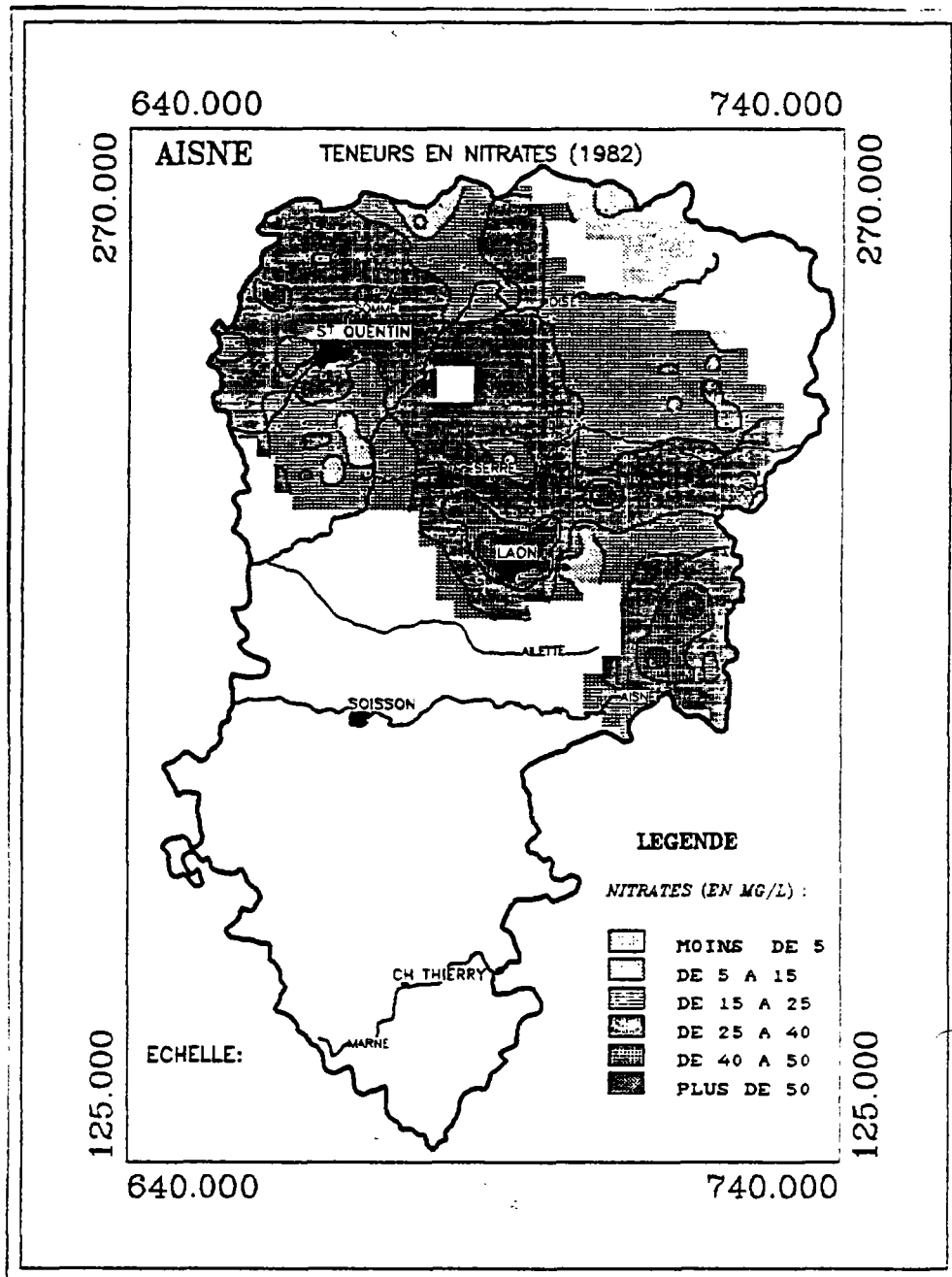


Figure 19 - Cartographie automatique de la teneur en nitrate dans la nappe de la craie de l'Aisne

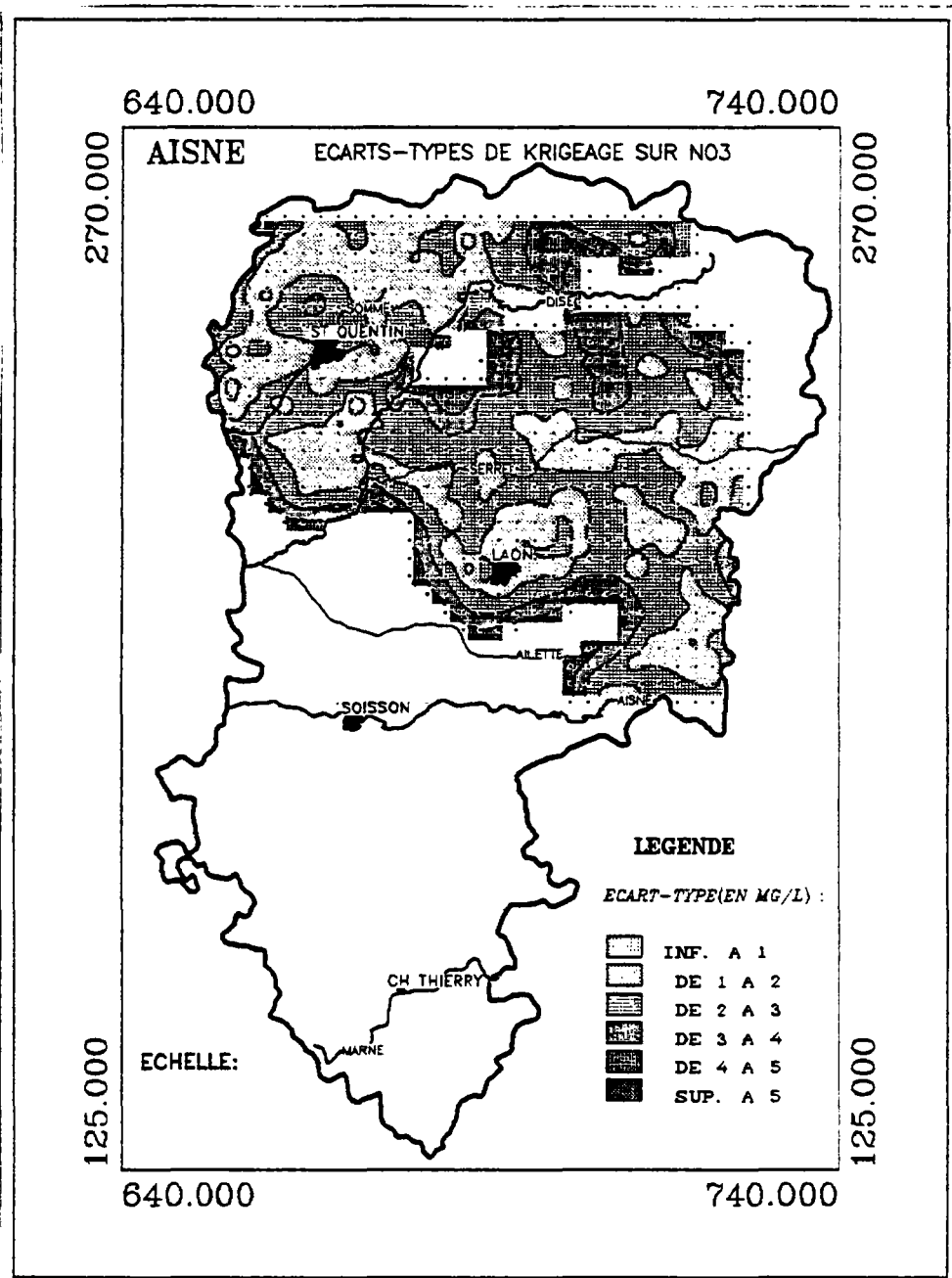


Figure 20 - Cartographie automatique de la teneur en nitrate de la nappe de la craie dans l'Aisne

Ainsi l'automatisation des différentes étapes de l'élaboration d'une carte hydrochimique permet d'obtenir rapidement une série de documents susceptibles de refléter les particularités du phénomène étudié, ces cartes pouvant facilement être remises à jour par intégration des dernières données chimiques disponibles, leur fiabilité s'en trouvant ainsi améliorée. Dans tous les cas, il s'agit de documents de travail adaptés à un besoin particulier, utilisables et exploitables par les techniciens et responsables concernés, mais non d'un document synthétique et définitif qui en ce domaine ne peut être réalisé, certains auteurs considérant qu'en toute rigueur l'établissement de courbes d'isoteneurs en matière de mesure d'une pollution en nitrates est abusive.

6.3.5 - Etude de la migration des nitrates dans la zone non saturée de la craie de Champagne

L'étude recensée ici résulte de l'exploitation de nombreuses mesures effectuées depuis 1979 sur le site expérimental de Conantre, en Champagne. Celui-ci étudie les effets induits par l'épandage en 1979-1980 d'eaux résiduelles d'une sucrerie. Un dispositif de prélèvement d'eau résiduelle a été installé dès 1979 pour suivre l'évolution des concentrations en nitrate au niveau de la zone non saturée.

L'installation de bougies poreuses, et les analyses de l'eau extraite, effectuées annuellement ont permis de suivre l'évolution des profils de teneurs en azote nitrique. Le maxima caractérisant ces profils semblerait se déplacer très lentement parcourant 40 à 60 cm par an (fig.21).

Les caractéristiques hydrogéologiques du site étant parfaitement connues, ainsi que la rotation des cultures et la fertilisation pratiquée depuis 1960, il était possible de caractériser chacun des "pics" de nitrate constatés en zone non saturée. Ainsi le pic situé à 7,50 m en 1979 est relié au déboisement de l'année 1955.

Pour apprécier la représentativité des mesures effectuées à partir d'un seul ouvrage, une série de 12 forages régulièrement espacés a été réalisée sur la même parcelle en 1985, des échantillons de craie ayant été prélevés tous les 50 cm sur les deux forages extrêmes, à 3 m, 5 m, 10 m sur les forages intermédiaires. La comparaison des

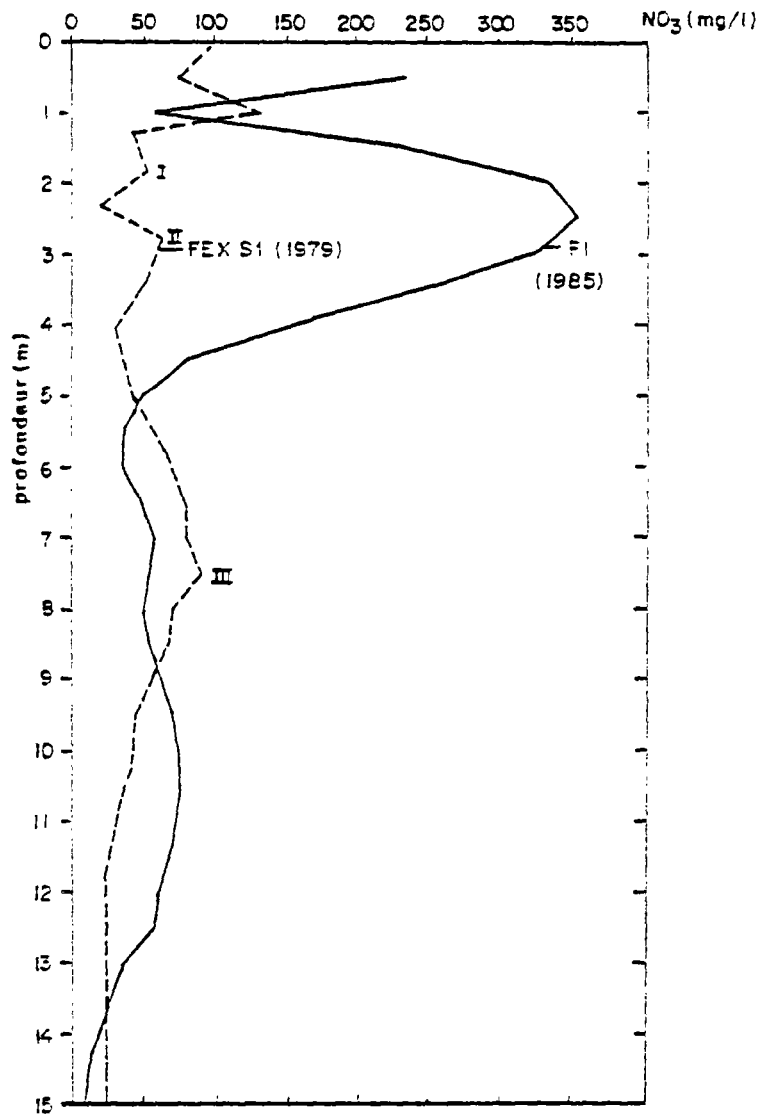


Figure 21 - 2 profils de teneurs en nitrates en zone non saturée obtenus en 1979 et 1985 à partir de carottages. Nappe de la craie en Champagne. Connantre (51) : forages FEX S1 et F1 (d'après rapport 86 SGN 172 EAU)

résultats par l'analyse de l'azote nitrique sur les 30 échantillons ainsi recueillis, montre une bonne concordance horizontale entre les profils établis entre les différents forages.

Les conclusions que l'on peut tirer de ces résultats sont les suivants :

- D'une part, la zone non saturée de la nappe de la craie contient un stock d'azote nitrique en déplacement très lent dont la distribution sur une verticale se caractérise par des maximum liés à certains épisodes culturaux de surface ; cette distribution verticale se retrouve de façon pratiquement identique sur l'ensemble du site étudié comme le montre la série de forages exécutés sur une centaine de mètres (maximums et minimums en phase, amplitude concordante).
- D'autre part, l'épandage d'eaux résiduaires se traduit par un apport considérable d'azote organique dont la minéralisation progressive (sur plus d'une année) en se superposant aux autres sources azotées (engrais non consommé, minéralisation de la matière organique stable du sol, restitution des résidus culturaux) engendre un reliquat potentiellement lessivable, important.

L'amélioration des techniques d'épandage et la réduction de la quantité d'azote organique contenue dans les eaux résiduaires en raison de l'amélioration des procédés d'épuration, ne sera pas encore suffisante pour éviter l'apport supplémentaire d'azote lessivable aux eaux souterraines. Des études doivent être poursuivies en particulier sur les problèmes de minéralisation, sur plusieurs années, de l'azote organique, et sur les potentialités de minéralisation des sols recevant les effluents.

6.4 - AIDE A LA GESTION

6.4.1 - Utilisation de la nappe de l'Albien en Ile-de-France

Des travaux préliminaires avaient recensé les forages existant à la nappe de l'Albien en Ile-de-France et susceptibles (éventuellement après réfection) d'être utilisables pour constituer un réseau de secours pour l'alimentation en eau potable de la région en cas d'accident majeur sur l'ensemble des systèmes de production actuellement en service. La mise en service du réseau de secours suppose des investissements et une maintenance qui a un coût économique important si leur utilisation est prévue seulement en cas de "catastrophe", épisode par définition rare. Dans ces conditions, il a été prévu

d'étudier dans quelles conditions ce réseau pourrait être utilisé également au titre de production d'énergie géothermique, ce qui assurerait l'entretien et la rentabilité des investissements pendant toutes les périodes intermédiaires. Une étude est donc en cours pour vérifier que cette éventuelle utilisation géothermique ne met pas en cause la qualité des eaux qui devront à tout moment pouvoir être, sans modification ou traitement, utilisées pour l'alimentation en eau potable. Les résultats de cette étude devraient être disponibles en 1986

6.4.2 - Carte hydrogéologique du Calvados

Cette opération engagée depuis plusieurs années, et qui n'avait jamais pu déboucher sur l'impression d'un document définitif faute d'un financement des collectivités locales, a été terminée en 1985 par actualisation des documents minutes réalisés au cours des années précédentes. Le document final se présente sous forme d'une carte au 1/100 000, regroupant sur un fond hydrogéologique (géologie, piézométrie, situation des points d'eau) des calques superposables présentant les données chimiques et l'état de la distribution.

Chapitre VII

DEPARTEMENTS ET TERRITOIRES D'OUTRE-MER

7.1 - REUNION

7.1.1 - Edition d'un atlas hydrogéologique de la Réunion

Cette opération financée également par le département constitue la présentation synthétique des connaissances acquises dans le domaine de l'eau depuis une dizaine d'années. L'atlas, dont la publication définitive est prévue pour l'automne 1986, présentera 11 cartes au 1/100 000 sur films transparents regroupant l'ensemble des données disponibles (géologie, émergences, captages, chimie des eaux...), avec classement de ces données en particulier au niveau des débits, de la nature des points d'eau, de leur profondeur, des éléments chimiques... Ces cartes viendront se superposer à 2 images satellite fausse couleur au 1/200 000 correspondant à 2 traitements différents. Le système des planches transparentes a été adopté parce qu'il est susceptible d'une actualisation aisée. Les images satellites permettent, au moyen de traitements appropriés, de présenter l'occupation des sols par la couverture végétale en se calant sur des données agricoles et forestières précises.

7.1.2 - Carte de vulnérabilité des points d'eau servant à l'AEP des communes de l'île de la Réunion

Il s'agit d'une synthèse effectuée à partir :

- de la Banque des données du sous-sol du BRGM,
- des travaux de la DDASS de la Réunion, service Hygiène du Milieu - Réseau d'alimentation en eau potable, rapport déc. 1985,
- des rapports BRGM faisant l'inventaire des puits et points d'eau sensibles à la pollution, en vue de la détermination des périmètres de protection.

Au total 180 points ont été ainsi répertoriés en présentant les informations suivantes : situation géographique, nature (forage, puits, source, prise en ravine), débit ($< 10 \text{ m}^3/\text{h}$, entre 10 et 49 m^3/h , entre 50 et 99 m^3/h , $> 100 \text{ m}^3/\text{h}$), une indication de sa vulnérabilité (forte, moyenne, faible ou indéterminée).

L'annexe 1 regroupe par commune la liste des ouvrages exploités. La carte ainsi réalisée doit permettre d'orienter les actions de prévention et de protection de la ressource en eau exploitée.

7.2 - ANTILLES

7.2.1 - Etude du bassin versant de la rivière Lostau en Basse Terre de Guadeloupe

Cette étude a pour objet de mieux connaître les ressources en eau souterraine disponibles sur le versant peu arrosé de Basse Terre. Au titre des travaux préliminaires effectués en 1985 (concours de la région), une campagne géophysique et l'exécution de 2 forages d'essai et de 2 piézomètres ont permis de tester des secteurs sensibles. D'autre part, 2 stations hydrométriques et 2 pluviographes ont été mis en service pour mieux apprécier le bilan hydraulique du bassin. Les mesures doivent être poursuivies en 1986.

7.2.2 - Carte hydrogéologique de Marie Galante

En vue d'une édition de la carte hydrogéologique à partir des données obtenues par les travaux antérieurs (y compris le modèle de simulation des écoulements), une thèse est en cours pour préparer l'analyse des informations disponibles, et servir de canevas à la future carte hydrogéologique de l'île.

7.2.3 - Surveillance piézométrique en Guadeloupe et en Martinique

La surveillance porte sur les nappes du Lamentin et du Schoelcher en Martinique, sur celles de Grande Terre et de Marie Galante en Guadeloupe. Les relevés ont lieu deux fois par mois. Ils préparent en particulier l'établissement de modèles mathématiques sur les nappes du Lamentin et de la Grande Terre.

Chapitre VIII

Département EAU

Depuis 1984, les activités du département EAU ont été notablement renforcées par l'intermédiaire de conventions signées avec le Ministère de l'Environnement. Dans le cadre d'un programme de protection des ressources en eau souterraine, mis en oeuvre en particulier par le CORPEN (Comité d'orientation pour la réduction des pollutions des eaux par les nitrates et les phosphates), le BRGM s'est vu confier un certain nombre d'études à caractère méthodologique ou expérimental, qui ont été en partie réalisées à Orléans. Parallèlement, les opérations traditionnellement prises en charge sur crédits du Ministère chargé de l'Industrie ont été poursuivies et on peut donc distinguer les activités de service public du Département en fonction de l'origine du financement.

8.1 - PROGRAMME DU MINISTERE CHARGE DE L'INDUSTRIE

8.1.1 - Assistance aux administrations

En 1985, 2 hydrogéologues ont continué à assurer leur mission auprès des délégués de bassin Adour-Garonne et Rhône-Méditerranée-Corse. Outre une assistance directe d'ordre technico-administratif pour tous les problèmes traitant des eaux souterraines, ils assurent en ce domaine, sous l'autorité du délégué de bassin, une mission de coordination, de suivi et donc de rationalisation de toutes les études et travaux impliquant une intervention de l'Etat, et quelque soit l'opérateur chargé de ces études et travaux.

A l'échelon central, la programmation et le suivi des opérations réalisées par le BRGM au titre de sa mission de Service public ont permis l'établissement d'une synthèse générale annuelle (rapport 85 SGN 328 EAU) et une réflexion sur l'orientation à donner aux travaux de service public, compte-tenu de l'intervention de nombreux organismes notamment au niveau du recueil de données intéressant les eaux souterraines, et de la nécessaire complémentarité existant entre activité de recherche et de service public. Cette réflexion s'est déjà traduit au niveau de la programmation et des objectifs à atteindre en 1986.

8.1.2 - Bulletin de situation hydrologique et simulation de basses eaux

Ils ont été publiés comme chaque année en collaboration avec les organismes extérieurs aux 3 périodes représentatives (mars, juin et septembre : bulletins n° 25, 26 et 27). Après les pluviométries, généralement excédentaires de ces dernières années, la situation hydrologique de l'année 1985 a été proche des moyennes de référence, sauf en fin d'année marquée par un automne très peu pluvieux, le déficit constaté dans certaines régions ayant été compensé dès le début de l'année 1986.

8.1.3 - Compte patrimonial des eaux continentales

On rappelle que le rapport 84 SGN 357 EAU avait testé une méthode d'établissement de ces comptes patrimoniaux sur un ensemble de bassins hydrographiques de Basse Normandie, correspondant sensiblement au département du Calvados choisi comme unité de référence. La méthode employée (plan comptable) vise à mettre en correspondance les structures économiques d'utilisation (catégories d'agents différenciées par la comptabilité nationale) en se basant sur une analyse structurale des 2 systèmes (ressource et utilisation) mis en connexion.

Les travaux de 1985 ont concerné l'établissement selon la même méthodologie d'un compte concernant la France entière pour l'année 1981, et limité à l'aspect quantité. Les unités de compte sont constituées par les 6 grands bassins hydrographiques découpant le territoire national. En 1985 ont été réalisés le collationnement des données et l'établissement de documents provisoires faisant la synthèse de ces informations : champs de référence spatiaux, longueurs des cours d'eau, prélèvements en eau en 1981, coefficients hydro-économiques, présentation de tableaux comptables, superficies des 6 bassins, calcul des superficies aquatiques par bassin, calcul des volumes de précipitations pour 1981 et par bassin hydrographique.

8.2 - PROGRAMME DU MINISTERE CHARGE DE L'ENVIRONNEMENT

Dans le cadre d'un programme général consacré à la protection des eaux souterraines et des captages, les travaux du département ont porté sur des activités à caractère méthodologique et expérimental exécutées au titre des conventions 83/43 et 84/13. Il faut noter que certaines opérations exécutées dans le même cadre, mais ayant

une application plus régionale : dénitrification naturelle dans la craie du Nord, prévision des évolutions en nitrates en Brie française, constitution de fichiers informatisés regroupant les données relatives à la qualité chimique des eaux souterraines... ont été décrites dans les chapitres précédents, mais ont nécessité une intervention plus ou moins importante selon les cas du département EAU.

8.2.1 - Procédé de dénitrification des eaux souterraines en vue de leur potabilisation

Une étude financée conjointement par le Ministère chargé de l'Industrie (dotation Recherche du BRGM) par la Commission des Communautés Européennes, et par le Ministère de l'Environnement (convention 13/84) a expérimenté en vraie grandeur un procédé de dénitrification des eaux souterraines entre janvier 1984 et décembre 1985. Le site expérimental équipé à cet effet était situé sur la commune de Messac (département de l'Ille-et-Vilaine). Les travaux ont été menés en collaboration avec le laboratoire de chimie des nuisances et génie de l'environnement de l'École nationale supérieure de chimie de Rennes.

Le principe du procédé repose sur le passage sur des milieux dénitrifiants des eaux brutes pompées dans le forage, puis leur retour via le sol et le sous-sol vers le captage. Il s'établit ainsi un cycle nappe-réacteur-sol-nappe sur lequel on prélève une partie de l'eau. Une dilution par mélange des apports bruts de la nappe et des eaux recyclées après passage sur les milieux dénitrifiants, permet une production d'eau à des teneurs convenant à un usage d'eau potable.

Le système se compose d'un forage central à partir duquel une partie de l'eau pompée (Q_R) est envoyée en distribution (Q_D), l'autre part étant dérivée sur des réacteurs dénitrifiants (Q_R). L'eau issue de ces derniers est infiltrée dans le sous-sol où elle subit un complément d'épuration dans le milieu non saturé avant de rejoindre la nappe et d'être reprise par le forage (Q_P).

Si α correspond à la fraction du débit recyclé :

$$C_D = \alpha C_R + (1 - \alpha) C_N$$

$$\alpha = Q_R / Q_P$$

C_D Concentration en nitrates de l'eau pompée

C_R concentration en nitrates de l'eau réinjectée

C_N concentration en nitrates dans la nappe

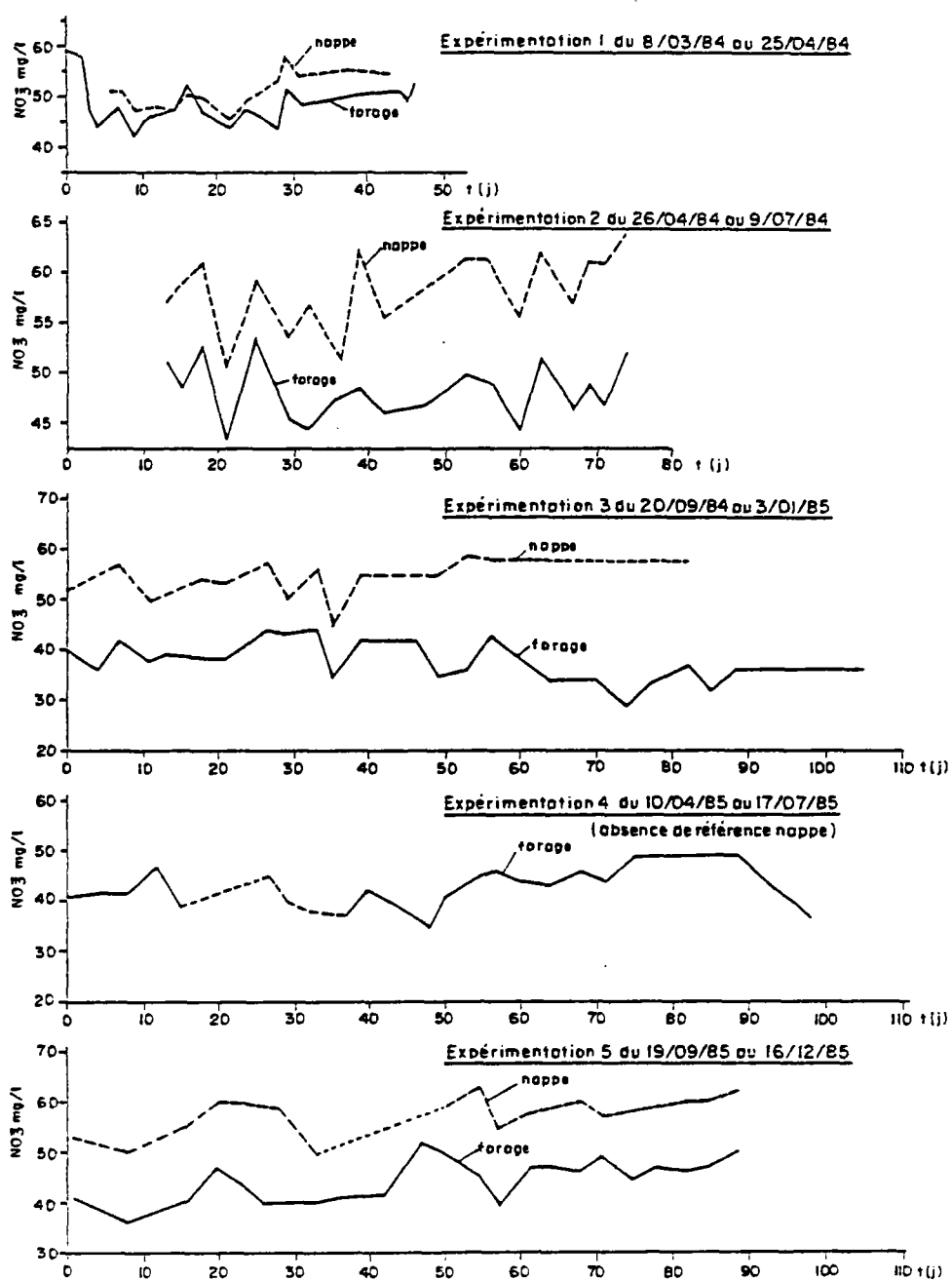


Figure 22 - Pilote de dénitrification de Messac. Comparaison entre la teneur en nitrates au forage central (F_D) et dans la nappe (d'après rapport 86 SGN 091 EAU)

Des essais en laboratoire (1983) avaient montré que le mélange dénitrifiant pouvait être une association de paille broyée finement (substrat carboné) et de sable marin calcaire (maerl) présentant le double avantage de tamponner le pH du milieu et d'offrir par sa structure vacuolaire de nombreux sites de fixation aux bactéries dénitrifiantes. Divers essais ont été réalisés avec un conditionnement de taille variable, et de la cellulose à la place de la paille.

5 séries d'expérimentations ont été mises en oeuvre (fig.22). Les 3 premières expérimentations correspondent en temps cumulé à un fonctionnement de 160 jours. Le débit total pompé a été de 3 m³/h dont 20 à 30 % était dérivé sur 3 réacteurs dénitrifiants. L'eau en sortie des réacteurs était infiltrée dans le sous-sol à proximité du forage. Les deux dernières expérimentations correspondent à un fonctionnement continu de 250 j à un débit de 11 m³/h dont 3 sont dérivés sur les réacteurs. Ce débit pompé correspond au créneau visé par ce procédé de dénitrification, à savoir l'alimentation de collectivités dont les besoins journaliers en eau sont inférieurs à 500 m³. Il s'agit de petites collectivités rurales les plus fréquemment concernées par la pollution par les nitrates, et pour des raisons financières peu justiciables d'usines de traitement des eaux.

A l'exception des 25 premiers jours de fonctionnement pour lesquels la concentration en nitrates était peu différente de celle de la nappe, il a été observé le plus fréquemment des différences de l'ordre de 10 à 15 mg/l pour une concentration en nappe fluctuant entre 50 et 60 mg/l. A la sortie des réacteurs, l'eau partiellement dénitrifiée contient des bactéries, des matières organiques et peu de nitrites. Cette eau impropre à la consommation est infiltrée à travers la zone non saturée pour lui permettre de retrouver des caractères conformes aux normes de potabilité. Ainsi après 410 j de fonctionnement et une quantité infiltrée d'eau dénitrifiée d'environ 20 000 m³, il n'a été observé aucun indice de contamination pour l'eau pompée, dont la qualité physico-chimique et bactériologique est restée identique à celle de la nappe en amont hydraulique du forage.

L'ensemble des résultats obtenus dans le cadre de cette expérimentation fait apparaître la nécessité de tester le procédé en phase semi-industrielle, ce qui est entrepris à partir de mars 1986 sur un site en nappe de craie dans le département de l'Eure. On y étudiera particulièrement la conception technologique des réacteurs, le conditionnement du matériel dénitrifiant, la gestion du procédé afin de démontrer sa fiabilité économique et technique.

8.2.2 - Modélisation globale des transferts de nitrates pour prévoir l'évolution des concentrations dans les eaux souterraines

Le souci de prévoir l'évolution des concentrations en nitrates dans un aquifère vulnérable aux pollutions diffuses, donc essentiellement d'origine agricole, a conduit à la mise au point et au test du modèle BICHE (Bilan CHimique des Eaux) destiné à simuler une concentration en nitrates mesurée au choix dans un cours d'eau ou une source, ou dans un piézomètre d'observation. **Ce modèle est global**, il ne permet donc de calculer la concentration qu'en un point unique à partir des données relatives au bassin versant correspondant, puisque il traite des entrées "globales" sur le bassin pris en compte, et des sorties uniques (débit à l'exutoire ou niveau piézométrique en un point). Ce modèle simule le cycle du transfert des nitrates à partir d'un système de réservoirs en cascade qui sont schématisés dans la figure 23 et qui représentent respectivement :

- les premiers décimètres du sol dans lesquels se produit l'évapotranspiration,
- la zone intermédiaire non saturée qui produit un écoulement rapide,
- la zone aquifère qui produit l'écoulement souterrain.

Le modèle fait intervenir des paramètres de 2 types :

- hydrologiques (capacité des réserves superficielles, temps de tarissement, coefficient sur les pluies...) au nombre de 8,
- chimiques (cinétiques d'échanges dans chaque réservoir, capacité en eau immobile de chaque réservoir, coefficients sur les apports et les besoins) au nombre d'une dizaine.

Le calage se fait en deux étapes :

- en premier lieu des paramètres hydrologiques sur une série d'observations (pas forcément continue) de débits ou de niveaux aquifères : on doit disposer donc de séries de précipitations, d'évapotranspiration potentielle (ETP) et de débits à l'exutoire ou de niveaux piézométriques ;
- en second lieu des paramètres chimiques sur une série d'observations (par forcément continue) de concentrations mesurées dans un débit à l'exutoire ou dans un niveau piézométrique : en sus des séries nécessaires au calage hydrologique on doit disposer de séries d'épandage de nitrate, de besoins en nitrates des plantes (consommations potentielles), de séries de minéralisation du sol et de libération des nitrates par les résidus cultureaux.

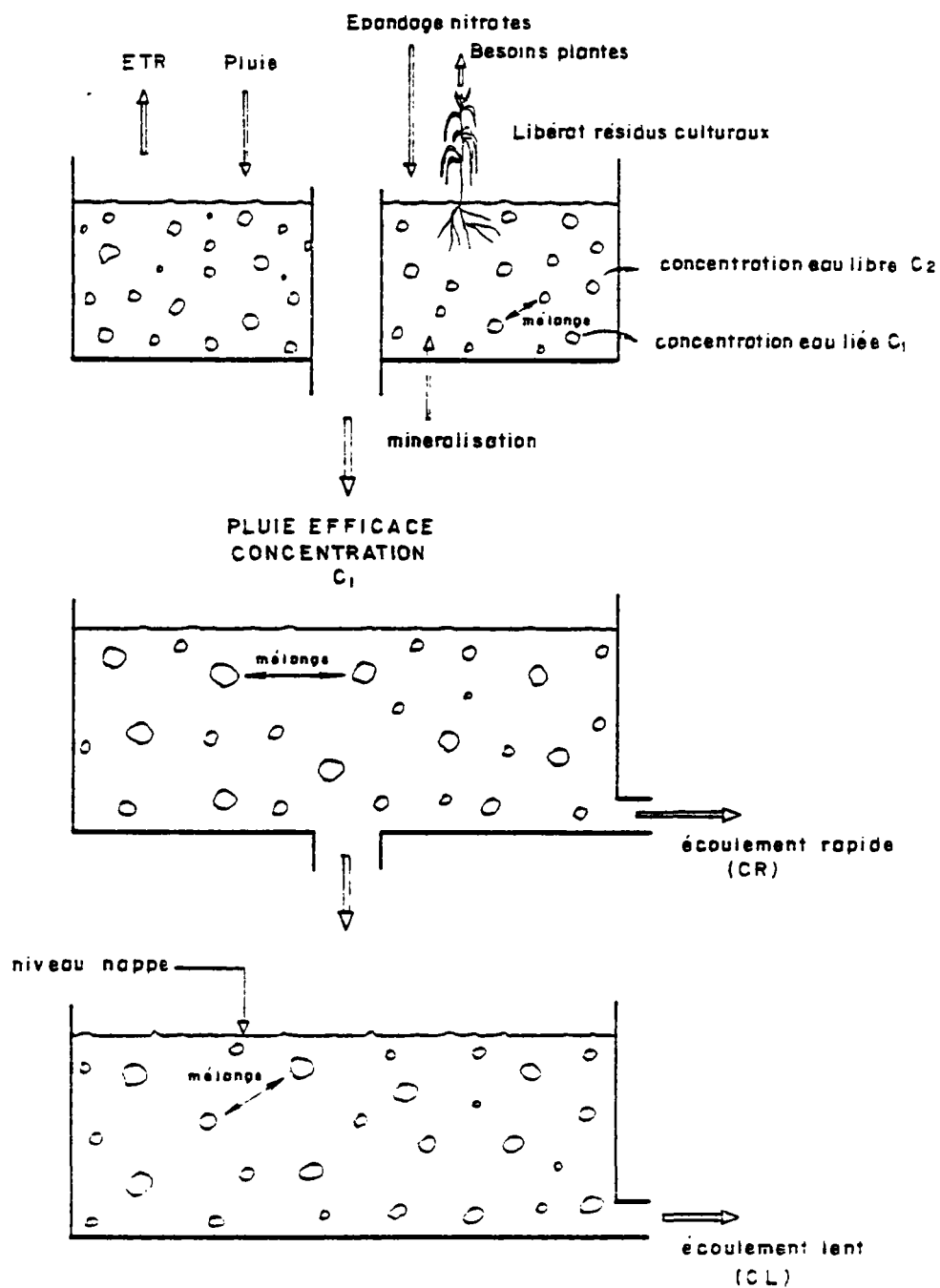


Figure 23 - Modèle BICHE. Principe du fonctionnement chimique
(d'après rapport 85 SGN 663 EAU)

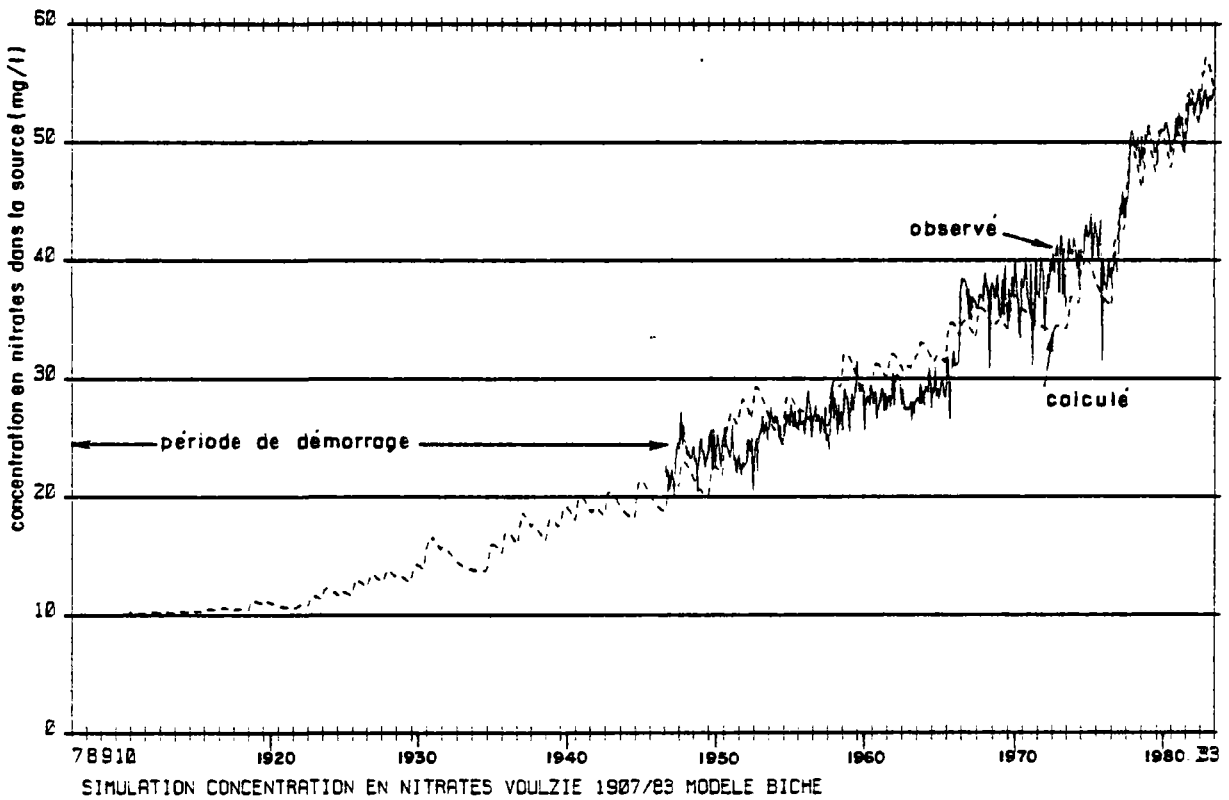
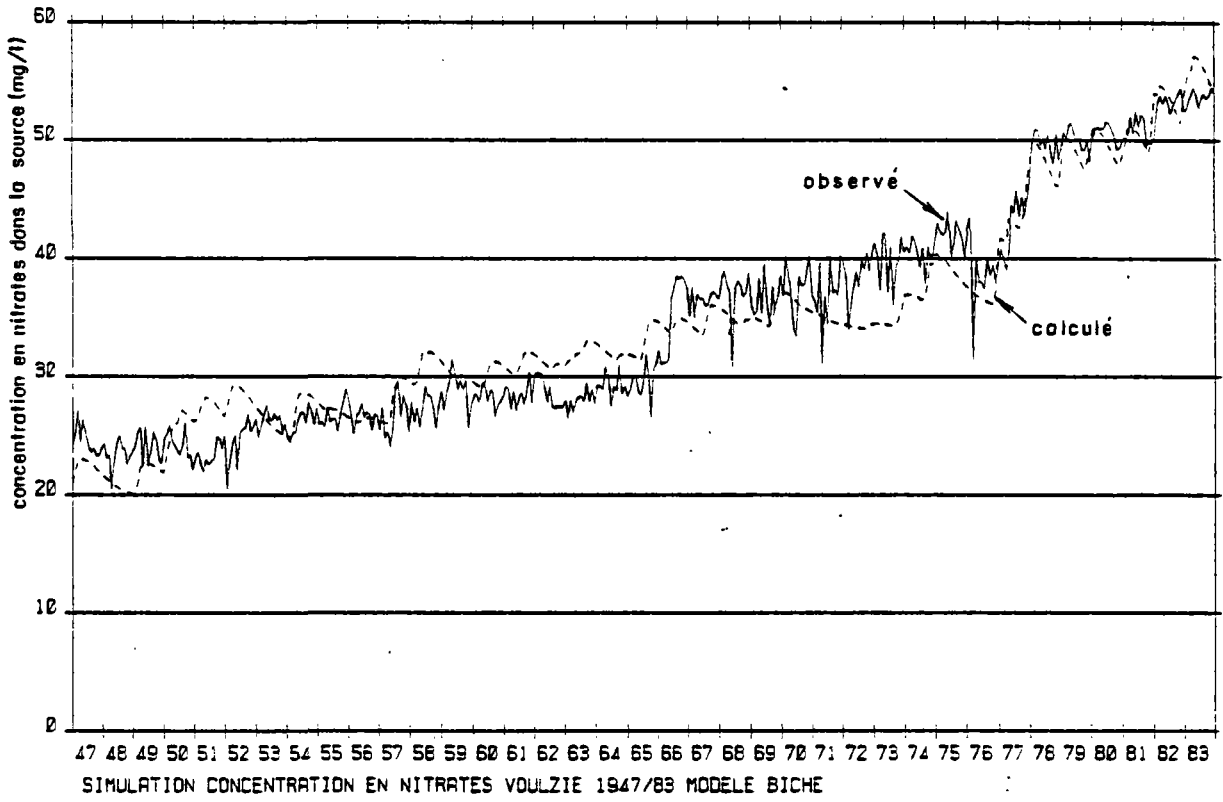


Figure 24 - Exemple d'application du modèle BICHE aux sources de la Voulzie (Provins)
 (d'après rapport 85 SGN 663 EAU)

Après établissement du modèle, celui-ci a été testé sur 3 bassins représentatifs : un système de sources karstiques dans le département de la Meuse (Rembercourt), aux sources de Provins (Seine-et-Marne) et à un captage de Pithiviers en Beauce. La figure 24 fournit les résultats du calage sur la source de la Voulzie (bassin de Provins). Ces tests ont montré qu'il était possible de modéliser les évolutions des concentrations en nitrates dans les sources ou les nappes, à condition de disposer d'historiques de mesures de concentrations pendant une durée suffisamment longue (surtout pour les systèmes à réaction lente) et d'historiques d'occupation des sols et d'épandage. A titre d'exemple, un historique d'au moins 5 à 10 était nécessaire pour le site de Beauce et de plusieurs dizaines d'années pour l'ensemble des sources de Provins. Le modèle peut être utilisé pour des bilans à pas de temps variables (de 1 à 5 jours à l'année), bien que le bilan annuel apparaisse moins fiable du fait de la sous-estimation des précipitations efficaces. Après calage le modèle permet la simulation des conséquences induites par des modifications d'occupation des sols et d'épandage d'engrais.

De plus, il est apparu qu'il était nécessaire de faire à chaque fois que c'était possible, une analyse de sensibilité pour voir l'influence des hypothèses retenues sur l'évolution prévisible des concentrations : en effet, plusieurs calages fournissant des simulations correctes des concentrations observées, peuvent conduire à des prévisions différentes selon les valeurs retenues à l'origine pour les entrées. Une telle analyse de sensibilité, qui pourrait être rendue semi-automatique, permettra d'accroître la fiabilité des simulations réalisées par le modèle BICHE.

8.2.3 - Conception des réseaux de surveillance de la qualité des eaux souterraines

Pour cette étude commencée en 1984 (85 SGN 328 EAU), les travaux de 1985 ont concerné essentiellement deux aspects.

8.2.3.1. Rationalisation d'un réseau de surveillance de la qualité chimique d'une nappe

L'outil statistique apparaît particulièrement intéressant pour cette rationalisation. L'analyse multidimensionnelle (ACP : analyse en composantes principales - CAH : classification automatique hiérarchique) permet de faire apparaître les points au chimisme semblable, ceux-ci étant agglomérés dans les groupes créés par cette analyse.

En complément, l'intérêt de la méthode dite du krigeage est étudié parce qu'elle fait intervenir la notion de proximité géographique entre points, et donc prend en compte la répartition spatiale des teneurs. Les traits structuraux du champ des variables sont abordés par la construction du variogramme qui permet de déceler, pour un paramètre physico-chimique donné, l'influence de sa teneur en un point, sur celle mesurée en un autre point. Pour chaque élément chimique, le variogramme déterminera en particulier la portée qui correspond à la distance au delà de laquelle les variables ne sont plus corrélées entre elles. Par exemple, pour une nappe où les portées moyennes pour chaque élément seraient de l'ordre de 3 ou 4 km, la densité optimale permettant de réaliser une cartographie pour chaque variable serait de l'ordre de 50 km² (une portée de 3 à 4 km correspond à une maille de 6 à 8 km de côté).

8.2.3.2. La fréquence du prélèvements

Une étude méthodologique a été réalisée pour tenter à partir des variations temporelles enregistrées sur le paramètre nitrate, d'optimiser par traitement statistique la fréquence de prélèvement : sur une source drainant un petit bassin versant souterrain de la nappe des calcaires de Brie (nappe superficielle et vulnérable), il a été placé un préleveur automatique réglé sur une fréquence journalière : le prélèvement journalier est constitué de la prise d'échantillons toutes les 6 h. L'expérience a été conduite du 16 février au 21 novembre 1984.

L'étude de la chronique a porté sur les 240 jours durant lesquels se manifeste une tendance décroissante approximativement linéaire, avec des fluctuations brutales de concentration à l'échelle journalière dues très certainement à des épi-phénomènes difficilement identifiables. Le traitement statistique basé sur la méthode de **Lettenmaier** (1976) permet d'établir des courbes donnant la probabilité de détecter la tendance pour un seuil de risque donné.

Le rapport 85 SGN 629 EAU résume les apports des travaux évoqués dans ce qui précède, et rappelle les spécifications générales à suivre pour l'établissement de réseaux dont l'objectif est le contrôle d'une source de pollution.

8.2.4 - Utilisation des traceurs pour définir les périmètres de protection

L'idée prévalant généralement à la définition des périmètres de protection est d'interdire les risques de pollution de la nappe sur l'aire d'alimentation du captage au moins sur une distance telle que le transit des polluants éventuels soit assez long pour que ceux-ci puissent être dégradés par action bactérienne, échanges physico-chimiques ou autres. On cite généralement et de façon assez arbitraire une durée minimale de 10 jours pour ce transfert.

Bien que très critiquable du point de vue théorique, cette méthode reste encore actuellement la seule praticable. Il est donc nécessaire de délimiter des zones pour lesquelles le transit jusqu'au captage reste inférieur à un seuil de quelques jours, zones dont l'aire est délimitée par une courbe isochrone.

Il faut donc déterminer le plus soigneusement possible les isochrones entourant le captage, ainsi que les paramètres dispersifs et éventuellement des coefficients de retard permettant de prendre en compte, quoique souvent de façon très sommaire, certains aspects des échanges.

Un premier rapport d'avancement sur les techniques à utiliser a donc été diffusé à la fin de l'année 1985. Il est conçu sous forme d'un manuel qui comporte :

- un rappel des phénomènes physiques en cause,
- pour différentes configurations d'écoulement autour des captages, un exposé de formules et abaques permettant de délimiter les zones qui n'assurent pas un temps de séjour minimal dans les eaux souterraines, temps jugé nécessaire pour l'auto-épuración vis-à-vis des polluants,
- une présentation de techniques d'interprétation des traçages permettant de déterminer les paramètres essentiels à la délimitation des périmètres.

Ce texte provisoire sera complété en seconde phase d'étude par des exemples pratiques d'utilisation des outils présentés. Le rapport définitif comportera également un volet complémentaire portant sur l'interprétation des traçages comparatifs avec des traceurs fluorescents tels que la rhodamine et les traceurs parfaits.

Les techniques ainsi décrites pourraient être d'un emploi plus simple, si un logiciel conversationnel sur micro-ordinateur était créé, logiciel qui demanderait à l'utilisateur les valeurs des différents paramètres mesurables nécessaires, et procéderait lui-même aux calculs. Ce même logiciel pourrait prendre en compte les effets plus complexes qui ne peuvent être présentés sous forme d'abaques.

8.2.5 - Carte des teneurs en nitrate des nappes phréatique en France

Cette carte à l'échelle du 1/500 000 a pour objectif de dresser sur la base des connaissances actuelles, l'état des concentrations en nitrate dans les eaux souterraines des nappes phréatiques régulièrement exploitées en France. Elle a été obtenue à partir de l'analyse de documents de synthèse établis par les Agences de bassin, les Services régionaux d'aménagement des eaux, certaines DDASS, des travaux universitaires et ceux du BRGM.

Elle prend en compte l'ensemble des aquifères libres continus à superficie supérieure à 100 km², l'absence d'information synthétique, sauf dans une partie de la Bretagne, empêchant le plus souvent de cartographier les zones de socle où les eaux souterraines exploitées dans les arènes et les zones fissurées peuvent être très vulnérables aux pollutions par nitrate. Inversement les nappes profondes plus ou moins captives, et généralement protégées des pollutions en provenance du sol, ne sont pas traitées dans cette synthèse cartographique.

La carte utilise comme fond celle des systèmes aquifères à la même échelle, mais la plupart des informations étant issues de synthèses départementales, certains systèmes peuvent ne pas être cartographiés en totalité. Le choix des classes de concentration est celui des normes européennes pour les eaux de boisson : 25, 50 et 100 mg/l de nitrate.

Cette carte propose une image approchée de la teneur en nitrate des eaux de la première nappe accessible à l'exploitation, mais doit être utilisée avec précaution :

- les données utilisées ne sont pas homogènes, certaines correspondant à des valeurs maximales, d'autres à des moyennes,
- les années de référence s'étalent de 1981 à 1983, les documents synthétiques consultés n'ayant pas été établis aux mêmes dates,

- enfin les documents ou cartes de base n'ont pas tous appliqué les mêmes classes de concentration.

Dans ces conditions, cette représentation ne doit pas être utilisée pour mettre en évidence, par comparaison avec des synthèses ultérieures plus complètes, d'éventuelles modifications régionales. Pour les mêmes raisons, l'estimation de la concentration probable que pourraient présenter les eaux peu profondes d'une zone géographiquement limitée comme la commune ou le canton, doit être pratiquée avec la plus extrême prudence.

Chapitre IX

ANALYSE THEMATIQUE DES ACTIVITES DE SERVICE PUBLIC

Thème	Bassin Adour Garonne			Bassin Artois Picardie			Bassin Loire Bretagne			Bassin Rhin Meuse		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
I <u>Recueil et stockage de données</u> Piézométrie Qualité chimique des eaux Base de données	530 100	510	300 100	540 215	280	323	240 190	135	50	110	250	300 210
II <u>Evaluation de la ressource</u> Ressources milieux fissurés Inventaire ressources régionales Etudes expérimentales pour l'amélioration de l'exploitation des ressources existantes Synthèses régionales par aquifère et bassin hydrogéologique	150 150	210	150				830 200		300			
III <u>Prévention des pollutions</u> Protection des captages Etudes expérimentales relatives à la pollution par nitrates Etudes expérimentales relatives à d'autres pollutions ou au comportement des polluants Cartographie qualité eaux souterraines (NO ₃) Cartographie vulnérabilité ressources aquifères		85 150	85 100	150	620		80				200	100
		(450)		110	150	215				115	100	
					175	175						
IV <u>Aide à la gestion</u> Mise en oeuvre et actualisation de modèles hydrodynamiques et/ou chimiques Schéma d'aménagement ressources en eau Etudes liées à des conflits d'usage Assistance aux administrations	300						30			110		100
										100		150
										150		350
V <u>Thermalisme</u> Fichiers informatisés stations et indices thermaux	120						120		220			
	1350	955	735	1015	1225	713	1690	135	570	835	600	910

colonne 1 : crédits en KF Ministère de l'Industrie
colonne 2 : crédits en KF Ministère de l'Environnement
colonne 3 : fonds de concours en KF (origines diverses)

Tableau IX - BRGM. Activités de Service public eaux souterraines. Récapitulatif 1985 (en milliers de francs)

On trouvera dans le tableau ci-contre une analyse thématique des activités du BRGM réalisées au titre de sa mission de service public dans le domaine des eaux souterraines en distinguant l'origine des financements (Ministère de l'Industrie ou Ministère de l'Environnement) et en faisant apparaître les fonds de concours qui peuvent participer au financement de certaines opérations engagées au titre de cette mission. Comme les années précédentes, on s'est efforcé de regrouper ces activités selon un certain nombre de thèmes, choisis en fonction de ce qui nous a paru marquer les points forts et l'évolution de ces activités de service public.

L'examen global des quatre grandes rubriques retenues marque toujours la primauté au moins relative (environ 30 %) du recueil et du stockage de données, mais également l'équilibre entre les actions en matière d'évaluation de la ressource donc essentiellement sous leur aspect quantitatif, et celles consacrées à la sauvegarde de la qualité de cette ressource. Cet équilibre confirme une tendance ébauchée ces dernières années et qui traduit la prise en compte de problèmes apparus au fur et à mesure que se développe le contrôle chimique des eaux souterraines et l'étude de l'environnement des captages. Le dernier thème consacré à l'aide à la gestion confirme également l'évolution précédente : au titre du service public, et si on exclut l'assistance directe aux responsables de l'état, la mise au point ou le développement d'outils d'aide à la gestion, en particulier sous forme de modèles de simulation et de gestion, continue de décroître régulièrement. On reviendra plus en détail sur ces évolutions dans le cadre de l'analyse thématique détaillée ci-dessous.

9.1 - RECUEIL ET STOCKAGE DE DONNEES

Ce thème ayant été largement traité dans les deux rapports précédents, on évoquera seulement ici les actions sortant des activités traditionnellement réalisées en ce domaine.

9.1.1 - Suivi piézométrique

Des difficultés se sont fait jour pour maintenir à un niveau minimum un réseau de contrôle des principaux aquifères exploités, ou exploitables, même si certains organismes comme l'Agence de bassin Seine-Normandie, sont à nouveau intervenus dans la maintenance de ces réseaux. Les seules collectivités intervenant le font dans un cadre restreint, limité à la surveillance de certaines nappes très exploitées (aquifères alluviaux).

Thème	Bassin Rhône-Méditerranée-Corse			Bassin Seine-Normandie			DOM - TOM			Dpt EAU (SGN)			Total				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1+2+3	
I <u>Recueil et stockage de données</u> Piézométrie Qualité chimique des eaux Base de données	550		220	755		370	150						2875		1263	4138	
	150			575		590	100						1330		690	2020	
	100				200	200	100		100	150			600	1425	510	2535	
													4805	1425	2363	8693	
II <u>Evaluation de la ressource</u> Ressources milieux fissurés Inventaire ressources régionales Etudes expérimentales pour l'amélioration de l'exploitation de ressources existantes Synthèses régionales par aquifère et bassin hydrogéologique	835	240	475	200	100	90	100						980		300	1280	
				100		300							1105	550	715	2450	
	490	340	808							50		50	400		300	700	
													540	340	858	1738	
													3105	890	2173	6168	
III <u>Prévention des pollutions</u> Protection des captages Etudes expérimentales relatives à la pollution par nitrates Etudes expérimentales relatives à d'autres pollutions ou au comportement de polluants Cartographie qualité eaux souterraines (NO ₃) Cartographie vulnérabilité ressources aquifères		25	25	150		295	100		150				330	310	655	1295	
				180	375					(400)*	750	(400)	330	1895	100	2325	
	100	150											325	950	215	1490	
					350								250		775	175	950
		195	205				150		150					150	195	355	700
													1135	4125	1500	6760	
IV <u>Aide à la gestion</u> Mise en oeuvre et actualisation de modèles hydrodynamiques et/ou chimiques Schémas d'aménagement ressources en eau Etudes liées à des conflits d'usage Assistance aux administrations	170			150		120							460		220	680	
														100	150	250	
													150		350	500	
	300									500			1100		720	1100	
													1810		720	2530	
V <u>Thermalisme</u> Fichiers informatisés stations et indices thermaux	270								150				660		220	880	
	2965	950	1733	2110	1025	1965	700		400	850	1550	50	11515	6440	7076	25031	

colonne 1 : crédits en KF Ministère de l'Industrie
colonne 2 : crédits en KF Ministère de l'Environnement
colonne 3 : fonds de concours en KF (origines diverses)

Tableau IX (suite) - BRGM. Activités de Service public eaux souterraines. Récapitulatif 1985 (en milliers de francs)

Du point de vue technique la mise en place de dispositifs de saisie automatique sera effective sur un certain nombre d'ouvrages contrôlés par le BRGM en 1986. Le dispositif MADO (Module d'Acquisition automatique de DONnées) est constitué par un (ou plusieurs) capteurs de pression enregistrant automatiquement sur cassettes les variations de niveau piézométrique, avec une autonomie de 6 mois, à raison d'une mesure par jour. La précision de mesures envisagée est de 1 cm, les cassettes regroupant les données pouvant ensuite être lues et traitées sur micro-ordinateur compatible PC à partir de logiciels en cours d'élaboration, et susceptibles de fournir des traitements statistiques et graphiques, de procéder à la restitution de points...

9.1.2 - Contrôle de la qualité chimique des eaux souterraines

Par rapport aux observations précédentes, on constate une diminution du nombre des réseaux de surveillance spécifiques, ceci étant vrai en particulier dans le bassin Seine-Normandie, au prorata du développement des opérations visant à stocker et traiter des fichiers informatisés regroupant l'ensemble des données disponibles à partir des analyses effectués dans le cadre du contrôle sanitaire, et de la surveillance effectuée par les distributeurs d'eau ou les industriels.

Les réflexions menées sur les contraintes à prendre en compte pour assurer à ce contrôle de la qualité un caractère fiable, montrent que peu de "réseaux" actuels répondent aux critères indispensables en matière de répartition et de représentativité des points de prélèvement, de fréquence et de conditions de prélèvement et de critique des résultats d'analyse. Dans l'immédiat, les besoins semblent surtout concerner la surveillance de sites industriels existants ou anciens, ce qui supposerait un inventaire préliminaire des régions sensibles, et l'exploitation de certaines données ou certaines archives encore considérées dans certains cas comme confidentielles. La mise en place de tels réseaux de surveillance, nécessitant des analyses lourdes (micropolluants, éléments traces, organohalogénés volatils..) suppose également des autorités responsables, un choix de priorités en fonction du caractère plus ou moins sensible du site, et de l'usage qui est fait localement des eaux souterraines.

9.1.3 - Base de données

Il semble que devant l'ampleur des problèmes techniques et financiers liés à la mise en place de banques de données sur l'eau, une certaine répartition des tâches se fasse entre services et organismes compétents. Cette évolution est particulièrement sensible en ce qui concerne le stockage et le traitement des données relatives à la qualité chimique des eaux souterraines.

Dans le cadre de la constitution des banques de bassin (décret du 8.5.1981) chargées de centraliser au niveau des Agences de l'eau et à l'initiative des Délégués de bassin, l'ensemble des informations relatives à la ressource en eau, un accord est intervenu entre le Ministère chargé de la Santé, et celui chargé de l'Environnement (circulaire du 20.12.1985) pour que les analyses issues du contrôle sanitaire soient mises à la disposition de ces Banques de bassin à charge pour elles, en fonction de leurs moyens, de jouer le rôle de "serveurs" des données ainsi stockées. Au 31.12.1985, les banques correspondant aux bassins Artois-Picardie et Rhin-Meuse étaient complètes, celle du bassin Loire-Bretagne devant être achevée en 1987.

Pour sa part le Ministère de l'Environnement a demandé au BRGM d'être le gestionnaire d'un "observatoire de la qualité des eaux souterraines", constitué à partir des fichiers existant dans les banques de bassin, et qui devront alors être homogénéisés pour être exploités de façon identique sur l'ensemble du territoire national : le rôle de l'observatoire sera essentiellement de fournir des informations, et de réaliser des synthèses à l'échelle nationale ou à celle d'entités dépassant le cadre d'une circonscription administrative ou d'un seul bassin. Pour la gestion de cet observatoire, qui sera implanté sur le site informatique d'Orléans, le BRGM a mis au point un logiciel d'interrogation interactif (système RDB) utilisable sur matériel VAX et accessible aux utilisateurs extérieurs par l'intermédiaire de TRANSPAC. 2 fichiers réalisés dans le cadre de la banque de bassin Seine-Normandie sont opérationnels sous cette forme depuis janvier 1986 : départements 76 et 91 (cf § 6.1.5.). Toutes ces données seront également exploitables par une chaîne de traitement permettant des synthèses statistiques, l'élaboration de cartes renseignées (chaîne FIESTA) ou la réalisation de cartes couleurs en isovaleurs, les utilisations de programmes d'interpolation (ex. krigeage) assurant la fiabilité des interprétations proposées. On notera ainsi que le développement de certains programmes dans le cadre des travaux exécutés par le BRGM au titre de sa mission de

recherche scientifique (ex. programme SYNERGIE) permettra de fournir des synthèses croisant automatiquement plusieurs paramètres au niveau d'une même carte : ex concentrations en divers éléments chimiques et paramètres intervenant dans la vulnérabilité d'une nappe.

L'élaboration de fichiers informatisés regroupant les données relatives à un thème (chimie des eaux, piézométrie, utilisation..) suppose que soient constitués des fichiers regroupant les caractéristiques principales des ouvrages et captages, par l'intermédiaire desquels sont recueillis toutes les informations relatives aux eaux souterraines. Ces "fichiers maîtres" sont en cours de réalisation par département au niveau du bassin Adour-Garonne, le BRGM étant l'opérateur de ces travaux qui ont nécessité le croisement de données relevant de nombreux organismes, ceci favorisant ainsi la concertation entre ces mêmes organismes. On signalera dans le même esprit l'opération réalisée par le BRGM au titre de sa mission de service public "Banque de données du sous-sol" et qui consiste à rendre accessible sur MINITEL un fichier signalétique de tous les ouvrages (eau, carrière, gisements...) recensés dans cette banque du sous-sol, les éléments regroupés dans ce fichier signalétique étant en ce qui concerne les points d'eau pratiquement identiques à ceux évoqués plus haut sous la référence de "fichiers maîtres".

Enfin, on signalera que certains travaux de synthèse effectués notamment dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse ont permis la création de fichiers informatisés relatifs notamment à l'inventaire de la bibliographie hydrogéologique disponible sur la région. De même un essai d'informatisation de la fiche faisant le bilan des ressources en eau et de leur utilisation au niveau de chaque aquifère est en cours dans les mêmes régions.

9.2 - EVALUATION DE LA RESSOURCE

Ce thème qui constituait autrefois l'essentiel des activités de service public, recouvre maintenant des opérations situées soit en amont de l'inventaire régional, et très liées aux travaux effectués dans le cadre de la recherche scientifique (études sur le milieu fissuré), soit en aval de ce même inventaire systématique en se présentant comme des synthèses de travaux antérieurs, synthèses destinées à aider à l'utilisation et à la gestion des ressources ainsi étudiées.

9.2.1 - Ressources du milieu fissuré

Ces études, qui jusqu'en 1985 ont surtout concerné le Massif armoricain, sont menées en concertation avec celles effectuées au titre de la mission recherche du BRGM. On rappelle que les travaux de service public ont consisté depuis plusieurs années à collationner et exploiter l'ensemble des données fournies par les milliers de forages exécutés dans les formations anciennes du Massif armoricain depuis une dizaine d'années. L'objectif de cette exploitation statistique était d'identifier les critères d'implantation de nouveaux forages en fonction des données géologiques et structurales afin d'en déduire dans une région donnée le débit susceptible d'être obtenu. Parallèlement et au titre des travaux de recherche un site pilote d'étude des milieux fracturés, a été aménagé à Broualan près de St-Malo, afin de déterminer la structure et les paramètres représentatifs d'un aquifère en milieu fracturé de socle, par interprétation de tests de pompage. Cette interprétation effectuée sur les 13 forages d'observation du site a été réalisée sur ordinateur à l'aide d'un logiciel adapté, logiciel qui permet de calculer les paramètres hydrodynamiques propres à chaque élément sollicité (fractures, couloir d'altération) et de prendre en compte les caractéristiques de l'écoulement dans le milieu fissuré étudié. Ces essais devraient ainsi permettre de mieux préciser le débit réellement exploitable dans un ouvrage réalisé dans ces formations anciennes. Croisés avec les zones de productivité proposées au terme de l'étude statistique des données fournies par les forages déjà réalisés, ils devraient permettre d'améliorer les procédures d'implantation et de réalisation de nouveaux forages. Il y a donc interaction entre les activités de recherche et de service public, d'autant que plus ponctuellement les résultats obtenus à Broualan peuvent servir de guide à l'opération menée dans les mêmes régions pour améliorer les débits exploités sur les ouvrages existants. On signalera aussi que dans divers contextes climatiques des études sont en cours pour apprécier la "recharge" à partir des pluies, susceptible d'intéresser ces ressources des milieux fissurés, cette recharge conditionnant les débits exploitables à long terme. Là encore ces études serviront à valoriser et compléter celles effectuées pour préciser les potentialités des différentes formations du massif armoricain.

L'évaluation des ressources de ces mêmes formations a débuté en 1985 sur le Massif armoricain, mais selon des méthodes plus globales dans la mesure où les forages réalisés sont beaucoup moins nombreux. L'approche est faite par bassin hydrologique, et utilise donc directement les connaissances acquises en matière de fracturation, d'écoulement et de recharge.

9.2.2 - Inventaire des ressources régionales

Ont été regroupées sous ce thème des opérations qui toutes ressortent à l'évaluation de ressources peu ou pas connues, et susceptibles de se substituer à celles actuellement utilisées, dans la mesure où ces dernières sont menacées localement par des phénomènes de surexploitation, ou par des pollutions diffuses ou ponctuelles importantes : c'est le cas de la nappe du Miocène en Gascogne en substitution des formations supérieures oligocène et éocène, de la nappe de la molasse miocène en région Rhône-Alpes, compte-tenu des problèmes posés par l'exploitation intensive des nappes alluviales, enfin des formations karstiques du bassin de l'Yonne.

Ces études régionales utilisent, chaque fois que cela paraît nécessaire, les techniques modernes d'évaluation et de prospection susceptibles de valoriser les informations recueillies par l'analyse bibliographique ou les travaux sur le terrain. C'est ainsi que les outils de l'analyse structurale, et la télédétection ont été utilisés pour identifier les directions, l'intensité et les caractéristiques des formations fissurés dans le karst de l'Yonne. De même la cartographie automatique par exploitation de fichiers informatisés a été systématiquement employée dans l'étude de la molasse en région Rhône-Alpes pour déterminer les limites des différents faciès de ces formations. L'emploi de ces techniques, outre l'intérêt qu'il présente pour la réalisation de l'étude proprement dite, a également pour objectif de tester la fiabilité des résultats présentés par rapport à ceux qui seraient obtenus par les méthodes traditionnelles. C'est surtout sous cet aspect que ces opérations conservent un caractère de service public, les tests ainsi effectués permettant de mesurer le caractère opérationnel, d'outils ou de techniques élaborées dans le cadre des travaux de recherche, ou jusqu'alors utilisés dans un domaine tout autre que celui de la prospection et de l'évaluation des ressources en eau souterraine.

9.2.3 - Etudes expérimentales pour l'amélioration de l'exploitation de ressources existantes

Cette rubrique est créée de façon un peu arbitraire car elle pourrait être éventuellement rattachée à l'une ou l'autre des deux précédentes. Elle a été isolée car elle concerne surtout des travaux de terrain : intervention sur des forages en formation de socle pour tester les possibilités d'amélioration de débit, prospection des formations profondes de la craie à la recherche d'une extension de la fracturation au delà des zones proches du sol. C'est leur caractère expérimental qui leur confère un aspect de service public, même si en cas de succès l'utilisation de l'ouvrage ainsi réalisé ou amélioré bénéficie à la collectivité concernée.

9.2.4 - Synthèses régionales

Il s'agit ici des synthèses effectuées dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse, et décrites au § 5.4.1. L'ensemble des travaux sur le bassin sera achevé au premier semestre de l'année 1986. On aura noté une évolution entre les documents sortis au début de cette opération (synthèse quantité Rhône-Alpes, 1982) et les derniers présentés, dans le souci de faciliter au maximum l'actualisation des données présentées, en particulier par l'informatisation de certaines d'entre elles. Des opérations identiques sont envisagées dans la région Midi-Pyrénées, le découpage détaillé des unités aquifères à partir du canevas général existant au 1/1 500 000, devant intervenir en 1986. Signalons également que le BRGM envisage de digitaliser ce fonds général au 1/500 000, afin de disposer automatiquement sur toute la France d'un fonds de carte recensant en plus d'une topographie adaptée à l'échelle, le tracé des systèmes aquifères sur l'ensemble du territoire national.

On signalera également dans cette rubrique les travaux de comptabilité patrimoniale de l'eau effectuée par **J. Margat** pour l'année 1985 et sur l'ensemble de la France, et selon une méthode mise au point en 1984-1985 sur le département du Calvados (rapport SP 1984 n° 85 SGN 328 EAU).

9.3 - PREVENTION DES POLLUTIONS

L'examen du tableau général met ici en évidence l'action prédominante du Ministère chargé de l'Environnement par l'intermédiaire du Programme annuel de protection des eaux souterraines, programme qui comprend un volet d'études d'ordre méthodologique ou expérimental, financé en totalité par le Ministère, et un volet d'études plus finalisées et régionales et pour lesquelles une participation des maîtres d'ouvrage est indispensable.

9.3.1 - Protection des captages

Il s'agit ici d'opérations très finalisées qui sont pratiquement des études préparatoires à la détermination des périmètres de protection. L'intervention de l'Etat se justifie par le caractère complexe de ces études (il s'agit le plus souvent de zones

karstiques : Périgueux, formations crayeuses de Normandie) et de l'importance des populations concernées. On peut espérer par le biais de ces études, contribuer à améliorer ou évaluer l'efficacité des techniques de détermination des périmètres de protection en domaine fissuré, mais les problèmes apparaissent complexes et le plus souvent propres à chaque site.

9.3.2 - Etudes spécifiques relatives à la pollution par nitrates

La plupart de ces études sont effectuées à l'initiative du CORPEN, comité commun aux Ministères de l'Agriculture et de l'Environnement, et chargé d'orienter l'ensemble des recherches effectuées sur la pollution par nitrate.

Les études concernent en premier lieu les phénomènes de dénitrification soit naturelle soit provoquée par voie biologique. Dans ce dernier cas, le pilote de dénitrification de Messac a été financé conjointement au titre du Service public et de la mission Recherche scientifique. Le procédé entre dans sa phase semi-industrielle en 1986 par la mise en place d'une unité sur un captage utilisant la nappe de la craie dans l'Eure, et donc dans un contexte hydrogéologique différent de celui de Messac. Techniquement et économiquement, le procédé semble adapté aux unités de distribution en milieu rural, dont la production journalière est inférieure à 500 m³.

Les autres études concernent essentiellement l'identification des phénomènes pouvant influencer la répartition des concentrations en nitrate au niveau d'une nappe phréatique : rôle du réseau hydrographique, de la répartition et du stockage des eaux ruisselées (Picardie), influence de la zone non saturée et vitesse de transmission des surplus de nitrate au travers de cette zone non saturée en fonction de la lithologie locale (Champagne), enfin influence des conditions et techniques d'épandage des engrais dans le contexte particulier d'une nappe alluviale (vallée de la Garonne).

Par ailleurs un effort particulier a été fait sur des essais de prévision de l'évolution des teneurs, en testant un modèle de simulation (BICHE : bilan chimique des eaux). Ce modèle de type déterministe fonctionne sous forme de boîte noire entre des "entrées" (essentiellement des pluies efficaces et une chronique d'épandage d'engrais) et des sorties constituées par une variation de débit ou de niveau et l'évolution de la

concentration en nitrate sur un ouvrage représentatif du bassin étudié. Ce modèle a déjà été testé sur 4 sites sur lesquels les données nécessaires présentaient une chronique d'évolution suffisante.

Inversement, dans le cas où les données disponibles étaient faibles (Montech dans la vallée de la Garonne), la simulation a été un échec. Des travaux ultérieurs vont donc tester la sensibilité du modèle, l'objectif étant de définir les contraintes d'utilisation, et d'améliorer les scénarios de prévision. A terme, on peut espérer utiliser ce modèle sous forme d'un logiciel en place sur micro-ordinateur et fonctionnant en conversationnel, ce qui permettrait une utilisation adaptée aux très nombreux besoins techniques et économiques qui sont liés au respect des normes européennes en matière de distribution d'eau potable.

9.3.3 - Etudes expérimentales relatives à des pollutions autres que nitrates

Les contrôles plus complets effectués dans certaines zones à environnement sensible, ou dans des nappes très vulnérables ont mis en évidence des risques de pollution concernant essentiellement les métaux lourds et les produits organohalogenés volatils. Au stade actuel des connaissances, il importe de connaître le comportement de ces produits en zone non saturée et en nappe, en particulier l'évolution de leur composition au cours des transferts entre la source de pollution et la nappe, et la faculté qu'ont (ou n'ont pas) les terrains traversés à fixer ces produits classés dans la nomenclature comme indésirables ou toxiques.

Les problèmes particuliers abordés en 1985 concernent en premier lieu le rôle joué par les berges d'une rivière en tant que barrière vis à vis de pollutions superficielles transitant par une rivière, en rappelant que l'alimentation de la nappe alluviale correspondante provient en quasi-totalité de la rivière. Les travaux réalisés sur la vallée de la Deule dans la région Nord - Pas de Calais, s'appuient par ailleurs sur une action plus méthodologique exercée dans la région lyonnaise et mesurant au moyen de traceurs le transit de produits polluants sur divers sites de la vallée du Rhône en amont de Lyon. Les résultats de cet ensemble de travaux ne seront connus qu'en 1986.

Des études à intérêt plus régional ont été réalisées sur la nappe du Trias en Lorraine pour en définir les caractéristiques chimiques précises et surtout dans les nappes alluviales du bassin Saône-Rhône où une augmentation des concentrations en fer et

manganèse est constatée sur la plupart des champs captants. Dans ce dernier cas, il ne s'agit pas d'une pollution, mais plus probablement de l'influence combinée de paramètres relatifs au contexte lithologique, aux conditions de circulation des eaux, à l'exploitation de la nappe. Dans un premier temps, on a cherché à identifier ces différents paramètres par une étude analytique des différents sites, mais le problème apparaît comme particulièrement complexe, et un choix devra être fait entre une étude plus détaillée d'un site pour tenter de comprendre les phénomènes en cause, ou une poursuite de l'étude analytique générale dont l'objectif est de mettre en évidence un certain nombre de cas type qui seraient ensuite étudiés plus en détail.

9.3.4 - Cartographie de la qualité des eaux souterraines

En matière de cartographie de la qualité chimique des eaux souterraines, on peut faire état de la production de cartes très synthétiques à diffusion large, et parallèlement de documents de travail élaborés à partir de techniques informatiques modernes, et destinés en priorité aux seuls utilisateurs susceptibles d'intervenir directement dans la conception et l'interprétation de tels documents.

La carte des teneurs en nitrate des nappes phréatiques de la France à l'échelle du 1/500 000 ressort du premier type. Etablie manuellement par synthèse de travaux d'origine diverse et donc non parfaitement cohérents entre eux, elle fournit une image approchée des concentrations en nitrate de la première nappe rencontrée sous le sol. Faute d'informations utilisables dans certaines régions, elle présente de nombreux blancs et à ce titre mériterait une actualisation périodique. Il s'agit d'un document grand public, qui ne peut servir pour la gestion locale de la ressource, et est destiné à attirer l'attention des responsables sur l'importance régionale d'un problème sensible à des degrés divers sur toute l'étendue du territoire national.

Les travaux réalisés à titre expérimental pour apprécier la teneur en nitrate dans 5 départements du bassin Seine-Normandie ont un tout autre objectif : élaborés en utilisant toutes les techniques informatiques d'exploitation directe de fichiers de données, les documents produits permettent par croisement de plusieurs paramètres, modification des classes, superposition de plusieurs phénomènes, d'obtenir immédiatement un jeu de cartes prenant en compte diverses hypothèses, ou traduisant divers scénarios d'évolution, ce qui permet à chaque utilisateur compétent de disposer d'un document de travail

utilisant les données dont il dispose et répondant à ses besoins spécifiques. La contrepartie est qu'il ne peut alors s'agir que de "cartes" provisoires constituant une aide à la prise de décision, mais non d'un document parfaitement scientifique et de synthèse. La production de telles cartes est donc dans la pratique réservée aux usagers ayant exprimé un besoin précis. Le développement de toutes les techniques de cartographie assistée par ordinateur, et par exemple au BRGM par l'intermédiaire des programmes SYMPA (Saisie, interpolation, modélisation, présentation automatique) et SYNERGIE, permet d'envisager d'autres applications à la cartographie de la qualité des eaux souterraines.

9.3.5 - Cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines

L'année 1985 confirme l'évolution constatée précédemment et qui va vers une diminution des activités de ce type : seule la carte au 1/250 000 de la région Franche-Comté a été achevée. Le problème posé par la production de tels documents qui par ailleurs répondent aux besoins de nombreux utilisateurs, est celui de leur actualisation. En effet si la vulnérabilité "naturelle" des ressources en eau ne varie pas, puisqu'elle dépend essentiellement de la lithologie, les translucides superposables indiquant l'un les sources de pollution potentielles ou réelles en surface, l'autre les données hydrodynamiques disponibles, et la position des captages publics devraient être régulièrement complétés, ce qui est très difficile et coûteux tant qu'ils se présentent sous forme de documents fixes. D'où l'idée d'utiliser là encore les techniques informatiques, et en particulier le programme SYNERGIE qui paraît bien adapté à la prise en compte simultanée de plusieurs paramètres. Cette modification permettrait par ailleurs aux cartes de vulnérabilité d'être de véritables outils d'aide à la gestion facilement multipliables aux échelles souhaitées, et non seulement des synthèses faisant le point des connaissances à un moment donné.

9.4 - AIDE A LA GESTION

Au sens strict, on constate une diminution de ces activités ces dernières années, ce qui peu cohérent avec les objectifs d'une mission de service public. On remarque en particulier le caractère relativement exceptionnel des travaux ayant trait à la mise en oeuvre de modèles de simulation, l'Alsace constituant la seule exception à cet égard. Il faut rappeler cependant que de nombreux modèles sont mis en oeuvre pour l'étude d'un problème précis, et donc intéressant le plus souvent un espace restreint, le financement de telles opérations s'effectuant dans un cadre contractuel. La grande variété de ces modèles amène le plus souvent à réutiliser certaines données et certaines

techniques mises en oeuvre pour la réalisation de modèles plus généraux. C'est ainsi que le modèle Beauce, réalisé en 1974 dans le cadre de la mission de service public va être réactualisé, et complété pour étudier par le biais de techniques nouvelles (méthode des différences finies) l'état de la concentration en nitrate au niveau de la nappe phréatique, et l'évolution prévisible de cette concentration. On notera dans le même esprit le développement et la diversification du modèle général de la nappe d'Alsace. C'est donc plus au niveau du test de techniques nouvelles qu'il faut envisager un développement de la mission de service public, la mise en place d'outils de gestion au jour le jour (en particulier dans le cadre de l'application du décret-loi de 1935) ne se justifiant que sur des zones où des problèmes quantitatifs se posent réellement, de telles zones étant peu étendues en France, et déjà très contrôlées.

Les autres opérations d'aide à la gestion sont d'une manière plus ou moins directe liées aux problèmes de conflits d'usage (aménagement de la vallée de la Meurthe, création de gravières en Alsace). Elles ne peuvent se développer qu'en conséquence d'aménagements qui n'ont pas pour objet initial l'utilisation des eaux souterraines, et il est donc difficile de prévoir quelle sera à l'avenir l'extension de telles opérations.

Au titre d'aide à la gestion, on a signalé à plusieurs reprises que certaines interventions recensées dans les rubriques précédentes (en particulier les synthèses qualitatives et quantitatives du bassin Rhône-Méditerranée-Corse, ou la cartographie de la qualité des eaux souterraines par le biais des techniques informatiques) s'apparentaient en toute rigueur à la création d'outils d'aide à la prise de décisions en matière d'aménagement des eaux souterraines.

CONCLUSIONS

Les années 1982-1983 avaient vu s'élaborer tant à l'intérieur du BRGM (voir en particulier le rapport destiné au Comité des Sciences de la Terre sur les perspectives 1984-1986 en matière de service public et de recherche pour ce qui concerne l'élément Eau), qu'au niveau des autorités de tutelle qui avaient réfléchi à la même époque sur l'évolution de la mission de Service public de l'Etablissement, un certain nombre de documents qui posaient le problème de la nature de cette mission, de ses utilisateurs potentiels, et de l'évolution qui apparaissait souhaitable. A partir des conclusions de ces documents, on peut essayer d'apprécier très rapidement en quoi les suggestions faites ont été suivies d'effet, et a contrario les insuffisances constatées, ou les modifications à apporter aux objectifs initiaux.

Un consensus s'était établi sur le fait que le service public devait essentiellement assister la puissance publique dans l'exercice de ses responsabilités. Les lois sur la décentralisation ont rendu plus complexe la notion de puissance publique, même si l'Etat a conservé la totalité de ses pouvoirs en matière de police des eaux. Il y a là une première source d'ambiguïté, qui rendrait éventuellement nécessaire la définition et les limites d'une mission de service public auprès des collectivités locales dont les objectifs, le champ d'action, ne sont pas tout à fait les mêmes que ceux des services de l'Etat enclins à raisonner en ce domaine de façon plus synthétique, normative, et centralisatrice. En ce sens, une prise en compte éventuelle des besoins des collectivités locales aurait une influence immédiate sur tous les thèmes d'activité du **Service public**, un des avantages étant de faciliter leur participation financière qui devient de plus en plus indispensable si on veut assurer le maintien de certaines activités dites de service public, reconnues comme indispensables.

Il était signalé également que le **Service public** assistait la "recherche" par les matériaux qu'elle lui fournit. On a beaucoup insisté dans ce rapport sur le rôle de test joué par certaines opérations du service public, par rapport aux outils ou méthodes mis au point dans le cadre des travaux recherchés. Cet aspect nous paraît devoir être encore beaucoup plus pris en compte que cela n'a été fait jusque là, dans la mesure où on met ainsi à la disposition du "public" des techniques dont la capacité à résoudre des problèmes correspondant à des besoins réels a été démontrée. Le caractère expérimental et donc la

part de risque induite par de telles opérations justifie dans la plupart des cas leur prise en charge totale par la puissance publique, ce qui va un peu à l'encontre d'une politique visant à ne pas intervenir au titre du service public si une participation technique et financière d'un maître d'ouvrage extérieur n'est pas assurée au préalable.

On a traité au Chapitre IX de l'évolution des activités du BRGM dans les 4 principaux thèmes retenus comme relevant de la mission de Service public. On signalera simplement les difficultés supplémentaires rencontrées dans toutes les opérations de recueil et de stockage de données, du fait de la multiplicité des intervenants, et du coût de stockage et de gestion de ces données, même et surtout par le biais des techniques informatiques. La redistribution des rôles en fonction des compétences de chacun des organismes concernés est bien amorcée, et à terme on peut raisonnablement espérer une rationalisation, et une amélioration de la mise à disposition du public d'informations brutes ou élaborées, sous réserve cependant que les collectivités locales de toute nature admettent leur nécessaire participation à ces opérations. Si l'évolution actuelle se poursuit, et au moins dans certains domaines (piézométrie par exemple), un seuil limite sera atteint que les interventions décroissantes globalement de la puissance publique ne permettront même plus de maintenir.

Les autres activités ont subi à peu près l'évolution prévue, marquée par une diminution des inventaires systématiques, et l'élaboration de données élaborées (synthèses, cartes finalisées) s'apparentant à des outils de gestion. Surtout on a constaté grâce à l'intervention du Ministère de l'Environnement un grand développement des actions d'ordre méthodologique relatives aux pollutions existantes ou potentielles pouvant affecter les eaux souterraines.

Les différents documents évoqués plus haut formulaient un certain nombre de questions aux utilisateurs, questions relatives aux priorités régionales à définir, aux types de documents à fournir selon l'état d'avancement des connaissances, et d'une manière plus générale à la nécessité de proposer au BRGM une liste de problèmes à traiter en les classant au besoin par importance relative, afin d'orienter la programmation des activités de service public en fonction des moyens disponibles, et corrélativement de prendre en compte ces besoins au niveau des travaux de recherche.. En ce domaine, les questions posées ont très peu souvent reçu de réponses, et l'effort d'adaptation du service public à l'évolution de l'aménagement de la ressource en eau souterraine reste insuffisant du seul

fait qu'il procède presque exclusivement d'une réflexion interne au BRGM, qui par ailleurs n'est qu'un des acteurs en ce domaine. C'est surtout sur ce dernier point qu'un effort apparaît nécessaire, lié ici encore à un choix entre le maintien d'une prise en charge des seuls besoins des services de l'Etat ou de l'extension vers ceux d'autres organismes ayant acquis une vocation de service public.

A N N E X E

Année 1985

**LISTE DES RAPPORTS ET NOTES TECHNIQUES RELATIFS
A LA MISSION DE SERVICE PUBLIC "EAU" DU BRGM**

Bassin Adour-Garonne

- 85 AGI 010 MPY/AQI La nappe inframolassique dans les régions Midi-Pyrénées et Aquitaine. Partie Sud. Etat des connaissances, surveillance piézométrique. **J. Chamayou, J. Roche**
- 85 SGN 091 AQI Thermalisme dans le Bas Adour. Etat d'avancement des travaux effectués en 1984. **B. Bosch, J. Chamayou, F. Iundt, J.C. Teissier**
- 85 SGN 390 AQI Evolution de la nappe du Miocène dans les Landes de Gascogne. Situation à fin décembre 1984. **J. Chamayou, C. Mazurier**
- 85 SGN 410 AQI Banque de données "Qualité des eaux souterraines" du bassin Adour-Garonne. Fichier départemental d'identification des captages d'eau potable du département de la Dordogne. **E. Fragonard, J.C. Forchen**
- 85 SGN 596 MPY Département des Hautes-Pyrénées. Stations thermales et sources thermo-minérales
- 85 SGN 635 MPY Eaux thermales sulfurées des socles. Chaîne des Pyrénées. Rapport d'avancement 1984-1985. **F. Berthier, F. Iundt, Ph. Jean, J.P. Sauty, J.C. Soulé**
- 85 SGN 636 MPY/AQI La nappe inframolassique dans les régions Midi-Pyrénées (partie sud). Etat des connaissances et surveillance piézométrique (mise à jour 1985). **J. Roche, M. Sourisseau**
- 85 SGN 657 AQI Gestion des nappes en Gironde. Compte-rendu annuel de surveillance (année 1985)
- 85 SGN 662 AQI Banque de données "qualité des eaux souterraines" du bassin Adour-Garonne. Fichier départemental d'identification des captages d'eau potable du département des Landes. **E. Fragonard, D. Thil**

- 86 SGN 049 MPY Banque de données "qualité des eaux souterraines" du bassin Adour-Garonne. Fichier départemental d'identification des captages d'eau potable du département de Haute-Garonne. **M.F. Boineau et coll.**
- 86 SGN 072 AQI Base de données "qualité des eaux souterraines" Adour-Garonne. Transfert sur VAX des fichiers départementaux des captages d'eau potable. **J.C. Martin**
- 84 SGN 096 MPY Evaluation des potentiels en eau des karsts situés entre les vallées de la Garonne et de l'Aude (rapport établi d'après le mémoire de thèse de G. Salic en nov. 1985). **A. Mangin, J. Roche**
- 85 LRO 606 PR Fichier départemental d'identification des captages d'eau potable du département de la Lozère.

Bassin Artois-Picardie

- 85 AGI 011 PIC Surveillance de la qualité chimique des eaux souterraines autour des zones industrielles et urbaines de Picardie. Campagnes de surveillance 1983-1985. **M. Caudron**
- 85 SGN 215 NPC Synthèse de la structure et de la nature des terrains du Valenciennois sur la qualité de la nappe de la craie. Apport du krigeage à l'hydrochimie régionale, gestion qualitative des eaux souterraines. **B. Droz**
- 85 SGN 276 NPC Modélisation des écoulements de surface et des écoulements souterrains à l'échelon du Nord - Pas de Calais. Constitution d'un fichier permanent des eaux souterraines. **A. Talbot**
- 85 SGN 653 NPC Remontée de nappe dans le bassin minier Nord - Pas de Calais. 1re phase - Etude globale des zones sensibles. **J.P. Boué, J. Beckelynck**
- 86 SGN 109 PIC Rôle joué par les vallées sèches dans la répartition des teneurs en nitrate de la nappe de la craie en Picardie. Application aux vallées de Plainval et Maigneray-Montigny. **J. Caous, G. Comon**
- NT 83 NPC 38 Recherche sur l'origine et le devenir des composés azotés détectés dans certains aquifères captifs. Secteur de la craie du Nord de la France. Interprétation des données existantes. **P. Caulier, C. Préaux**
- NT 85/18 SGN/EAU Recherche sur l'origine et le devenir des composés azotés détectés dans certains aquifères captifs. Rapport d'avancement, chap. 2.4 et 4.4. **A. Landreau, coll. P. Caulier, G. Préaux**

Bassin Loire-Bretagne

- 85 AGI 009 CEN Inventaire des captages pour l'alimentation en eau potable des collectivités publiques du Loir-et-Cher. **N. Desprez**
- 85 SGN 552 CEN Nappe du calcaire de Beauce. Inventaire des points d'absorption en région Centre. **D. Chigot**
- 85 SGN 047 POC Observations piézométriques du SGR/POC pour les années 1984 et 1985. **L. Coubès**
- NT AUV 85/13 Etude RIVAGE. Hydrogéologie du bassin versant de la Veyre. Compte-rendu d'activité mai 1984 - mars 1985. **C. Bouchet**
- NT 85 AUV 021 Hydrologie et hydrochimie du bassin de la Veyre. CR Activités Juin 1985.
- NT 85 CEN 035 Nappe du Cénomaniens de Touraine. Situation 1984. **D. Chigot**
- NT 85 CEN 051 Evolution de la teneur en nitrates sur quelques AEP en région Centre, Cher, Indre, Eure-et-Loir, Loiret, Loir-et-Cher. **D. Chigot**
- NT 86 MPY 01 Hydrogéologie des milieux fissurés du socle (Aveyron, Corrèze, Creuse, Haute-Vienne). Compte rendu des études effectuées en 1985 dans le cadre d'une thèse de 3e cycle. **J. Jaillet**

Bassin Rhin-Meuse

- 85 AGI 028 LOR Recherche de micropolluants dans les eaux de la nappe des grès du Trias inférieur en affleurement dans le bassin houiller lorrain. **M. Allemoz**
- 85 AGI 078 ALS Salure de la nappe phréatique dans le département du Haut-Rhin. Tests de mesures de salinité sur des piézomètres profonds. **G. Krebs**
- 85 SGN 112 LOR Diagnostics de contrôle des forages captant la nappe profonde des grès vosgiens en Lorraine et en Alsace. Interprétation des mesures. **Cl. Maiaux**
- 85 SGN 204 ALS Contrôle et surveillance de la salinité de la nappe phréatique dans le département du Haut-Rhin. Rapport de synthèse des mesures effectuées en 1984. **G. Krebs**
- 85 SGN 334 ALS Zone graviérable de Cernay. Etude de l'incidence de l'ouverture des gravières. **Ph. Stref, J.P. Vançon**
- 85 SGN 341 ALS Actualisation et amélioration du modèle hydrodynamique régional de gestion de la nappe phréatique de la plaine du Rhin. **J.P. Vançon**
- 85 SGN 348 ALS Nappe phréatique de la plaine d'Alsace. Nappe du Pliocène de Haguenau. Piézométrie 1984. **G. Krebs**
- 85 SGN 400 ALS Modèle hydrochimique du bassin potassique. Deuxième tranche des travaux. Tests sur les langues salées de Bouwiller. **P. Stref, J.P. Vançon**
- 85 SGN 509 LOR SOCOREM. Aménagement de la Meurthe. Impact sur le régime de la nappe phréatique. **M. Allemoz**

- 85 SGN 655 ALS Modèle hydrodynamique régional de gestion de la nappe phréatique d'Alsace. Actualisation du secteur Strasbourg-Nord. Etalonnage en régime permanent. **G. Krebs**
- NT LOR 85/44 Fichier de la qualité des eaux souterraines en Meuse (1974 à 1984).
Département de la Meuse
- NT LOR 85/54 Département de la Meuse. DDA Annuaire piézométrique 1984
- NT LOR 85/57 Régionalisation des fichiers des captages AEP du Département des Vosges. CR final des travaux, août 1985

Bassin Rhône-Méditerranée-Corse

- 85 AGI 029 PAC Direction départementale de l'Agriculture des Alpes Maritimes.
- 85 AGI 289 PAC Basse vallée du Var. Puits publics d'alimentation en eau potable. Bilan de la surveillance des niveaux pour l'année 1983 et 1984. **J.L. Garnier, A. Gougnon**
- 85 AGI 047 RHA Actualisation des données hydrochimiques des sources thermominérales des départements de l'Isère, Savoie et Haute-Savoie. **R. Amat-Chantoux**
- 85 AGI 057 RHA Réseau piézométrique Rhône-Alpes. Compte-rendu et présentation des enregistrements des niveaux piézométriques pour la période du 01.01.1983 au 31.12.1984. **V. Petit**
- 85 AGI 065 FRC Synthèse hydrogéologique de la région Franche-Comté. Ressources et réserves par systèmes aquifères. **G. Chalumeau, J. Cornet**
- 85 SGN 055 GEO Etude hydrogéologique et structurale des milieux calcaires dans les bassins du Serein et de l'Armançon (Yonne). Résultats de l'étude de télédétection (images Landsat, photographies aériennes).
- 85 SGN 144 BOU Département de l'Yonne. Protection des captages vis à vis des eaux de drainage agricole. Canton de Cheroy, bassins du Vrin, Tholon, Ravillon. **G. Billard**
- 85 SGN 234 PAC Surveillance de la qualité des eaux de la nappe de la Crau. Contrôle des métaux toxiques. Observations effectuées en 1984. **M. Gravost**
- 85 SGN 245 AUV Hydrogéologie du plateau du Devèze (Haute-Loire). Inventaire des ressources hydrauliques. **R. Belkassa, D. d'Arcy**
- 85 SGN 266 BOU Etude hydrogéologique et structurale des milieux calcaires du bassin du Serein et de l'Armançon (89). **J. Viard, J. Cornet, J. Toubin**

- 85 SGN 349 LRO Synthèse hydrogéologique de la région Languedoc-Roussillon. **J.P. Marchal, P. Bérard, A. Camus**
- 85 SGN 365 RHA Réseau de surveillance de la qualité des eaux de la nappe alluviale au sud de Lyon. Observations 1984-1985. **P. Beauduc**
- 85 SGN 463 BOU Enquête préliminaire à la détermination des périmètres de protection des captages AEP du département de la Nièvre. **J. Cornet**
- 85 SGN 502 RHA Communauté urbaine de Lyon. Recueil de données piézométriques. Période sept.1984-août 1985. Commentaires. **V. Petit, G. Poncet**
- 86 SGN 004 RHA Inventaire des indices thermo-minéraux du département de la Drôme. **R. Amat-Chantoux**
- 86 SGN 015 RHA Synthèse hydrogéologique de la molasse miocène. Bresse, Dombes, Bas-Dauphiné. Rapport 1985. **Y. Gouisset, A. Graillat, P. Beauduc**
- 86 SGN 088 FRC Réseau de mesures dans le Sundgau (90) en 1985. **G. Chalumeau**
- 86 SGN 093 RHA Réseau de surveillance de la qualité des eaux de la nappe alluviale au sud de Lyon (juillet 1985). **V. Petit**
- 86 SGN 183 FRC Synthèse hydrogéologique de la plaine alluviale de l'Ognon. **J. Cornet, C. Javey**
- 85 LRO 621 PR Surveillance de la qualité chimique des eaux souterraines dans la zone littorale du Languedoc-Roussillon. **J.P. Marchal, A. Camus, J.P. Viala**
- 86 LRO 640 PR Gestion de l'aquifère pliocène multicouche du Roussillon. **J.P. Marchal**
- NT 85 06 BOU Synthèse hydrogéologique de la région Bourgogne. Principaux résultats provisoires (déc. 1985)

Bassin Seine-Normandie

- 85 AGI 021 IDF Secteur Nord de Nangis. Origine de la minéralisation azotée des eaux souterraines. **G. Berger**
- 85 SGN 106 IDF Réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines dans le département de l'Essonne. Année 1984. **P. André, B. Mazenc**
- 85 SGN 107 CHA Diagnostic sur la vulnérabilité des captages AEP sélectionnés dans le cadre du réseau qualité. **C.F. Moreau, M. Kerjean, O. Rambaud**
- 85 SGN 128 HNO Réseau piézométrique. Annuaire 1984. Départements de l'Eure et de la Seine-Maritime. **J. Trémembert**
- 85 SGN 192 IDF Réseau de surveillance hydrochimique des nappes souterraines du département des Yvelines. Année 1984. **G. Berger, B. Mazenc**
- 85 SGN 210 IDF Réseau de surveillance chimique des eaux souterraines du département des Yvelines. Les éléments à l'état de traces, substances indésirables et toxiques. Résultats 1980-1984. **G. Berger**
- 85 SGN 395 HNO Contrôle de la qualité de la nappe de la craie dans le département de l'Eure (5ème année de surveillance). **D. Jauffret**
- 85 SGN 401 HNO Contrôle de la qualité de la nappe de la craie en Seine-Maritime (8ème année de surveillance 1984). **P. Eberentz**
- 85 SGN 556 IDF Modélisation des transferts de nitrates dans un aquifère multicouche. Application à la Brie Française. **G. Berger, B. Mazenc**
- 85 SGN 585 HNO Impact chimique et bactériologique sur les eaux souterraines d'un bassin de lagunage creusé en aquifère. Exemple de Guinerville (76). **P. Eberentz**
- 86 SGN 006 IDF Synthèse des observations sur les remontées de nappe dans la vallée de la Seine. Département des Hauts-de-Seine. **P. André, X. Rich**

- 86 SGN 083 HNO Réseau piézométrique Haute-Normandie. Département de l'Eure. Annuaire 1985
- 86 SGN 084 HNO Réseau piézométrique Haute-Normandie. Département de Seine-Maritime. Annuaire 1986
- NT 85 HNO 026 Syndicat d'alimentation en eau de la vallée de l'Eaulne. Mise en évidence des causes de turbidité du captages des Auris à Margues (76). **P. Eberentz**
- NT 85 HNO 038 Recherche des causes de pollution du forage d'eau potable de St-Marcel (27). **P. Eberentz**
- NT 85 IDF 015 Restructuration du réseau piézométrique. **P. André**

Département EAU

- 85 SGN 030 EAU Colmatage-Décolmatage. Etude documentaire. **A. Lallemand-Barrès**
- 85 SGN 328 EAU Mission de Service public Eaux souterraines. Synthèse des travaux effectués en 1984. **Ph. Roussel**
- 85 SGN 442 EAU Teneurs en nitrate des nappes phréatiques de la France. Etat 1983. Carte au 1/1 500 000. Notice explicative. **A. Lallemand-Barrès et coll.**
- 85 SGN 490 EAU Utilisation des traceurs pour définir les périmètres de protection. I - Modélisation de la rétention des ions dans les terrains saturés. Revue bibliographique. **A. Lallemand-Barrès**
- 85 SGN 629 EAU Conception de réseaux de surveillance de la qualité des eaux souterraines. **A. Landreau, A. Lallemand-Barrès, J.J. Seguin**
- 85 SGN 660 EAU Utilisation des traceurs pour définir les périmètres de protection. 2 - Manuel pour la prise en compte du transfert hydrodispersif dans l'interprétation des traçages et la délimitation des périmètres. Rapport d'avancement. **J.P. Sauty**
- 85 SGN 663 EAU Modélisation globale des transferts de nitrates dans un bassin hydrogéologique pour prévoir l'évolution des concentrations dans les eaux souterraines. Description du modèle BICHE. 3 exemples d'application. **D. Thiery, J.J. Seguin**
- 86 SGN 091 EAU Procédé de dénitrification des eaux souterraines en vue de leur potabilisation . **A. Landreau, F. Boussaid, M. Gillet**
- 86 SGN 172 EAU Migration des nitrates dans la zone non saturée de la craie de Champagne. Interprétation d'une campagne de carottage sous un champ d'épandage d'effluents agricoles. Connantre, Marne. **J.J. Seguin et coll.**

- NT EAU 85/03 Modélisation des transferts de nitrates sur 2 sites de la nappe de Beauce. **D. Thiery, J. Schwartz, J.J. Seguin**
- NT EAU 85/04 Modélisation des transferts de nitrates dans le bassin des sources de la Voulzie (77). **D. Thiery, J. Schwartz, J.J. Seguin**
- NT EAU 85/07 Rationalisation d'un réseau de surveillance de la qualité chimique des eaux souterraines. Contribution à l'analyse statistique multidimensionnelle et approche géostatistique. **J.J. Seguin**
- NT EAU 85/30 Essai de modélisation de l'évolution au cours du temps des nitrates dans une nappe alluviale. Nappe alluviale de la Garonne, Montech. **M. Montfort** (rapport de stage)

réalisation
service
reprographie
du BRGM

