

MINISTÈRE DE LA QUALITÉ DE LA VIE
DIRECTION DE LA PRÉVENTION DES POLLUTIONS ET NUISANCES
Service des problèmes de l'eau
14, avenue du général-Leclerc, 92521 NEUILLY-SUR-SEINE
Tél.: 758.12.12

CONTROLE DE LA QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES

Analyse des principaux réseaux existants - Proposition d'une méthodologie

par

A. LANDREAU

Bureau de Recherches
Géologiques et Minières

BIBLIOTHEQUE



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Département géologie de l'aménagement

Hydrogéologie

B.P. 6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél.: (38) 63.00.12

76 SGN 200 AME

Janvier 1977

R E S U M E

Réalisé dans le cadre du marché (1) passé entre le ministère de la Qualité de la Vie (Direction de la Prévention des Pollutions et Nuisances - Service des problèmes de l'eau) et le B.R.G.M. (Service géologique national - département Géologie de l'aménagement), ce rapport a pour objet d'apporter les éléments permettant de définir une méthodologie destinée à la mise en place et à la gestion d'un réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines.

(1) marché n° 75.01.045.00.237.75.01

S O M M A I R E

1. INTRODUCTION

2. RESEAUX DE CONTROLE RECENSES

2.1. Définitions

2.2. Caractéristiques des réseaux

3. ANALYSE CRITIQUE DES RESEAUX DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

3.1. Caractéristiques spécifiques

3.1.1. Etendue de la zone surveillée

3.1.2. Répartition spatiale

3.1.3. Fréquence des prélèvements

3.1.4. Nature des paramètres déterminés

3.2. Caractéristiques générales

3.2.1. Modalités d'échantillonnage

3.2.2. Techniques analytiques

3.2.3. Mode de conservation et d'exploitation des résultats

3.3. Conclusions

4. ELEMENTS POUR LA MISE EN PLACE ET LA GESTION D'UN RESEAU DE CONTROLE DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

4.1. Remarques sur les notions de "variation de la qualité" et de "représentativité d'un échantillon"

4.2. Facteurs locaux conditionnant les caractéristiques spécifiques

4.2.1. Le système aquifère

4.2.2. La vulnérabilité

4.2.3. Le contexte polluant

4.2.4. Critique des résultats analytiques

4.3. Réflexions sur les facteurs technologiques influant sur certaines modalités de gestion des réseaux de contrôle de la qualité des eaux

4.3.1. Modalités d'échantillonnage

4.3.2. Techniques de détection in situ

4.3.3. Techniques d'analyses en laboratoire

4.3.4. Conservation et exploitation des résultats

5. CONCLUSIONS

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

- n° 1 - Recensement et caractéristiques des principaux réseaux de contrôle de la qualité des eaux souterraines en France.
- n° 2 - Arrêté préfectoral.
- n° 3 - Bordereau de recueil des données (document établi par le SGAL).
- n° 4 - Indice de la qualité des eaux (SGAL).
- n° 5 - Bordereau d'enquête concernant les gravières (réseau de la nappe alluviale de l'Est Lyonnais).

TABLEAUX

- n° 1 - Réseaux recensés : renseignements administratifs
- n° 1bis - Réseaux recensés : caractéristiques techniques de fonctionnement
- n° 2 - Situation des points de prélèvements - Fréquence et type d'analyses (Bassin Artois-Picardie)

FIGURE 1 - Exemple d'évolution de la qualité chimique des eaux d'AEP d'Alsace

La nécessité d'une gestion des ressources en "qualité" est une conception récente qui doit compléter la gestion en "quantité".

1. INTRODUCTION

Cette étude a été réalisée dans le cadre du contrat n° 75.01.045.00.237.75.01 entre le ministère de la Qualité de la vie (Direction de la prévention des pollutions et nuisances - Service des problèmes de l'eau, S.P.E.) et le Bureau de recherches géologiques et minières (département Géologie de l'aménagement du Service géologique national).

L'objectif général poursuivi par le Ministère est la mise en place d'un réseau de contrôle de la qualité des eaux souterraines sur l'ensemble du territoire national ou tout au moins sur les régions nécessitant la mise en place d'un tel contrôle (bassins sédimentaires par exemple). Dans cet esprit, l'objet du contrat est de définir une méthodologie générale pour la mise en place et la gestion d'un tel réseau.

La croissance générale des sources de pollution due à l'augmentation et la diversification des activités humaines fait que depuis quelques années la qualité des eaux souterraines est devenue un sujet de préoccupation. Essentiellement dans un but de gestion de la qualité de ces eaux, il est apparu nécessaire d'installer des réseaux de surveillance. Cette idée nouvelle concernant la mise en place d'une gestion de la qualité des ressources en eaux souterraines succède tout à fait logiquement à celle de la quantité. La conception d'un réseau qualité est plus complexe que celle d'un réseau quantité et tient au fait que les caractéristiques à définir sont plus nombreuses.

Le travail entrepris porte essentiellement sur les points suivants :

- Recensement et caractéristiques des principaux réseaux de contrôle de la qualité de l'eau souterraine en France.
- Etude critique des réseaux existants.
- Proposition d'une méthodologie générale pour la mise en place d'un réseau de contrôle de la qualité de l'eau souterraine.

2. RESEAUX DE CONTROLE RECENSES

2.1. Définitions

L'objet de ce chapitre étant de décrire les caractéristiques de certains réseaux de surveillance de la qualité des eaux souterraines, il nous a semblé nécessaire de rappeler trois définitions :

- Réseau de surveillance :

Systeme constitué par un ensemble de points sur lesquels il est procédé suivant une fréquence déterminée à la mesure de la qualité de l'eau.

- Qualité de l'eau⁽¹⁾ :

Aptitude de l'eau à servir à divers usages. La qualité se décrit à partir de caractéristiques nombreuses et variées.

(1) définition extraite du rapport général de l'inventaire du degré de pollution des eaux superficielles rivières et canaux (campagne 1971) - ENVIRONNEMENT -

La nécessité d'une surveillance de la qualité de l'eau s'est manifestée dans certaines régions de France. L'analyse critique de ces réseaux doit permettre d'en tirer les enseignements concernant la conception générale d'un réseau de contrôle homogène à l'échelon national.

- Pollution, contamination, dégradation :

Tout apport étranger ou toute action qui provoque une modification d'une ou plusieurs caractéristiques de la qualité de l'eau altérant celle-ci, c'est-à-dire qui restreint l'aptitude de l'eau à satisfaire diverses demandes de qualité, notamment les plus exigeantes.

2.2. Caractéristiques des réseaux

Certaines régions de France sont déjà dotées de réseaux de surveillance de la qualité des eaux souterraines. Il nous a semblé nécessaire de débiter notre étude par une documentation sur ceux-ci. Cela a nécessité tout d'abord d'effectuer un recensement des principaux réseaux existants (ou ayant existé) sur l'ensemble du territoire. Précisons à ce sujet qu'il reste possible que certaines surveillances locales n'aient pas été identifiées. Ce recensement a fait apparaître cinq réseaux surveillant tout ou partie des nappes suivantes :

- Nappe alluviale de la Plaine du Rhin
- Nappes de la Craie et du Calcaire carbonifère dans le bassin Artois-Picardie
- Nappe alluviale de la Moselle
- Nappe alluviale de l'Est lyonnais
- Nappe alluviale de la Crau.

L'étude de ces différents réseaux a constitué une part importante de notre travail. Des contacts avec les responsables ainsi que l'étude de rapports d'activités publiés par les organismes gestionnaires ont permis de réunir une importante documentation.

A ces réseaux, il faut ajouter celui du contrôle sanitaire réglementaire des eaux d'alimentation (1).

Signalons que la conception et le fonctionnement des réseaux sanitaires étant pratiquement identique d'un département à l'autre, l'examen de ceux-ci a été effectué par le biais d'une étude-pilote concernant le département du Loiret (2).

L'analyse critique de la documentation recueillie a servi de base à l'établissement d'une méthodologie pour la mise en place et le fonctionnement des réseaux de surveillance.

Dans le but de faciliter la lecture de ce rapport, nous avons préféré synthétiser sous la forme d'un tableau tous les résultats de cette étude critique en indiquant les détails en annexe 1.

(1) Pour des raisons de commodités, nous qualifierons par la suite dans ce rapport :

- "réseau de contrôle" ceux conçus spécialement pour la surveillance de la qualité des eaux souterraines
- "réseau sanitaire" celui conçu à l'origine pour le contrôle réglementaire des eaux d'alimentation

(2) M. ALBINET et M. LOUVRIER - 1975

TABLEAU 1 = Réseaux recensés : renseignements administratifs

Caractéristiques		Principaux organismes impliqués			
Réseaux de contrôle		Promoteur	Financement	Gestion technique	Laboratoire d'analyses
Principaux réseaux de la NAPPE ALLUVIALE DE LA PLAINE DU RHIN	P.L.S.E.	C.I.E.N.P.P.A.*	C.I.E.N.P.P.A.*	S.C.G.A.L.*	I.R.H.* de Nancy
	Réseau élargi M.D.P.A. (salure)	Agence financière de bassin S.R.A.E.*	M.D.P.A.*	S.C.G.A.L.	Faculté de Pharmacie de Strasbourg
	Réseau M.D.P.A. (salure)	M.D.P.A.	M.D.P.A.	S.C.G.A.L.	Laboratoire des M.D.P.A.
	THANN (sulfates et mercure)	Agence financière de bassin S.R.A.E.	Industriels concernés	S.C.G.A.L. (sulfates) S.R.A.E. (mercure)	Faculté de Pharmacie de Strasbourg
	OBERNAI	Brasserie Kronembourg S.C.G.A.L.	Brasserie Kronembourg	S.C.G.A.L.	B.R.G.M. Orléans Faculté de Pharmacie de Strasbourg
	STRASBOURG-NORD (sulfates)	Agence financière de bassin S.R.A.E.-S.C.G.A.L. Mines	C.I.E.N.P.P.A. S.R.A.E. Agence financière de bassin	S.C.G.A.L.	B.R.G.M. Orléans Faculté de Pharmacie de Strasbourg
	Chute d'IFFENZHEIM	Service de la Navigation	Service de la Navigation	S.C.G.A.L.	S.C.G.A.L. Faculté de Pharmacie de Strasbourg
BASSIN ARTOIS-PICARDIE		Agence financière de bassin Artois-Picardie			Institut Pasteur de Lille
NAPPE ALLUVIALE DE L'EST LYONNAIS		Agence financière de bassin Rhône-Méditerranée-Corse			Institut Pasteur de Lyon
NAPPE ALLUVIALE DE LA CRAU		Agence financière de bassin Rhône-Méditerranée-Corse		Service géologique régional Provence-Corse	Laboratoire de la Société des eaux de Marseille
NAPPE ALLUVIALE DE LA MOSELLE		Commission départementale de la nappe alluviale de la Moselle	Ministère de l'agriculture Ministère de la Santé Département	Service technique de surveillance	Laboratoire départemental d'Hygiène et de Bactériologie de la Moselle
CONTROLE SANITAIRE DES EAUX D'ALIMENTATION		Ministère de la Santé	Département	D.D.A.S.S.*	En général : Laboratoires départementaux d'Hygiène et de Bactériologie

* C.I.E.N.P.P.A. : Commission interministérielle d'études de la nappe phréatique de la Plaine d'Alsace

* S.C.G.A.L. : Service de la carte géologique d'Alsace et de Lorraine (Université Louis Pasteur)

* I.R.H. : Institut de recherches hydrologiques

* M.D.P.A. : Mines de potasse d'Alsace

* S.R.A.E. : Service régional d'aménagement des eaux

* D.D.A.S.S. : Direction départementale de l'action sanitaire et sociale

Caractéristiques Réseaux de contrôle	Nappe contrôlée	Nombre des points contrôlés	Nature des points contrôlés	Fréquence annuelle des prélèvements	Modalités d'échantillonnage	Paramètres ou éléments déterminés	Mode de conservation des résultats
Principaux réseaux de la NAPPE ALLUVIALE DE LA PLAINE DU RHIN	P.L.S.E. *	67		1	après	conductivité titre hydrotimétrique chlorures matières oxydables sec	Fichier informatique
	Réseau élargi M.D.P.A. (salure)	115	captages A.E.P.**	4	pompage	conductivité chlorures	
	Réseau M.D.P.A. (salure)	143	puits à usage agricole	12	de	chlorures	
	THANN (sulfates et mercure)	28	forages ou puits industriels	1 (en 1974)	renouvellement	calcium, sulfates, chlorures, fer, mercure	
	OBERNAI	20	piézomètres	2	de l'eau des ouvrages	Type I + éléments traces	
	STRASBOURG-NORD (sulfates)	80	gravières	1		Type I	
	Chute d'IFFENZHEIM	57	drains	3		Type I	
BASSIN ARTOIS-PICARDIE	Craie et Calcaire carbonifère	environ 50	captages A.E.P. forages indus- triels puits particu- liers sources	1 à 2 pour les zones exemptes de contamina- tion 6 pour les zones polluées	après pompage éliminant 2 à 3 fois le volume d'eau contenue dans l'ouvrage	Type I en général	Fichier informatique
NAPPE ALLUVIALE DE L'EST LYONNAIS	Alluvions	1970 : environ 400 1971 : environ 100 1972 : environ 250	puits piézomètres	1970 et 71 : 2 1972 : 1	après pompage : évacuation d'un volume d'eau d'au moins 1,5 fois celui contenu dans l'ouvrage	Type I + éléments traces sur certains points de prélève- ment	Fichier manuel
NAPPE ALLUVIALE DE LA CRAU	Alluvions	57	captages A.E.P. puits agricoles piézomètres gravières	1	idem	Type I + recherches spéciales caracté- ristiques des dif- férents types de pollution	Fichier manuel
NAPPE ALLUVIALE DE LA MOSELLE	Alluvions	environ 20	piézomètres gravières	12	après obtention d'eau claire	Type I	Fichier manuel
CONTROLE SANITAIRE DES EAUX D'ALIMENTATION	toutes les nappes captées pour la distribution pu- blique de l'eau potable	variable : fonc- tion du nombre d'habitants desservis par un captage	principalement réseaux de dis- tribution parfois capta- ges	définis par les textes officiels et les arrêtés préfectoraux pour chaque département (cf. annexe 2)	selon les règles prescrites par les textes offi- ciels circulaire du 15 mars 1962 relative aux instructions générales concernant les eaux d'alimentation et la glace alimen- taire	définis par les textes officiels. Analyses de type I, II ou III	Fichier (manuel généralement)

* P.L.S.E. = Pipe Line Sud Européen

** A.E.P. = Alimentation en eau potable

Deux types de réseaux de mesure de qualité des eaux souterraines ayant des objectifs différents : "réseau de contrôle" et "réseau sanitaire".

De l'examen des tableaux et de l'annexe 1, on remarque qu'il existe deux types de surveillance de la qualité de l'eau souterraine : celle faite à l'aide de réseaux spécialement conçus à cet effet ("réseau de contrôle") et celle effectuée dans le cadre du contrôle réglementaire des eaux d'alimentation ("réseaux sanitaires").

D'une manière générale, on peut considérer que tous les "réseaux de contrôle" ont été conçus en tenant compte des conditions locales et ont ainsi abouti à un système efficace de contrôle de la qualité de l'eau, ceci à la mesure des moyens financiers de chaque organisme responsable.

Les "réseaux sanitaires" sont différents des précédents d'une part par leur finalité, d'autre part par leurs caractéristiques. L'objectif principal de ce contrôle est plus de surveiller la qualité de l'eau distribuée aux usagers que celle de la nappe puisque les points contrôlés sont situés principalement sur les réseaux de distribution. Quant aux caractéristiques, on peut considérer qu'elles sont identiques sur l'ensemble du territoire. Elles tiennent peu compte des conditions particulières pouvant se présenter. C'est principalement pour cette raison que nous considérons que ce type de réseau dans sa conception actuelle est mal adapté à la surveillance de la qualité des eaux souterraines brutes.

Toute analyse critique suppose la définition d'une part des objectifs poursuivis, d'autre part d'un cadre conceptuel qui ordonne les principales caractéristiques des objets à analyser.

Les "réseaux de contrôle" se sont attachés à surveiller tout ou partie d'un système hydrologique (aquifère ou bassin), au contraire des "réseaux sanitaires" dont la zone surveillée correspond à des unités administratives.

3. ANALYSE CRITIQUE DES RESEAUX DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

L'analyse critique des réseaux nécessite :

- la définition des objectifs poursuivis afin de déterminer si la conception et le fonctionnement des réseaux répond à ceux-ci.
- l'établissement d'un cadre conceptuel qui classe les différentes caractéristiques du réseau.

Un réseau doit être conçu et fonctionner de manière à préciser la qualité de l'eau sur un certain secteur et détecter toutes dégradations éventuelles. Pour répondre à ces finalités un réseau présente un ensemble de caractéristiques que l'on peut classer selon deux types :

- des caractéristiques spécifiques liées à l'implantation géographique et qui comprennent notamment :
 - . l'étendue de la zone surveillée
 - . la répartition spatiale
 - . la fréquence des prélèvements
 - . la nature des paramètres (1) déterminés
- des caractéristiques générales qui dépendent des moyens technologiques mis en oeuvre tels que :
 - . les modes de prélèvement et de conservation des échantillons
 - . les moyens et procédures d'analyses
 - . le mode de conservation et d'exploitation des résultats

3.1. Caractéristiques spécifiques

3.1.1. Etendue de la zone surveillée

Les organismes responsables ayant établi des "réseaux de contrôle" se sont employés à faire coïncider la zone géographique de surveillance avec tout ou partie de l'étendue d'une unité hydrologique (système aquifère par exemple ou bassin versant).

- Nappes alluviales de l'Est lyonnais et de la Moselle : la délimitation des zones de surveillance s'est effectuée après étude de la piézométrie. Ces études précisant les relations nappe-rivière ainsi que les conditions aux limites (drainance, apports des versants) ont permis de déterminer des unités homogènes quant au régime hydrodynamique.
- Nappe de la Craie du Bassin Artois-Picardie : la zone géographique de la surveillance correspond aux bassins versants des cours d'eaux qui drainent l'ensemble de la nappe de la Craie dans la région Artois-Picardie.

(1) *par paramètres, il est entendu à la fois paramètres de nature physico-chimique et bactériologique ainsi que tous les éléments ou composés susceptibles d'être recherchés.*

Réseaux de contrôle : la répartition spatiale est fixée en fonction des résultats d'études préliminaires.

Quant aux réseaux de surveillance des eaux d'alimentation, les limites ont été fixées à partir de critères administratifs puisqu'elles correspondent à celles des départements. Sauf coïncidence exceptionnelle, le contrôle est effectué sur un ensemble de nappes ne formant pas d'unités bien définies. Citons en exemple le département du Loiret sur lequel est contrôlée une partie de la nappe des Calcaires de Beauce, de la Craie, des alluvions de la vallée de la Loire et des formations argilo-sableuses de la forêt d'Orléans et de la Sologne.

3.1.2. Répartition spatiale

On constate que pour les "réseaux de contrôle", la répartition spatiale (localisation des points et densité) a été établie à la suite d'études préalables concernant la vulnérabilité de la nappe et l'existence de sources (réelles ou potentielles) de pollution.

Les études les plus élaborées ont été faites pour les nappes alluviales de l'Est lyonnais et de la Crau. Pour celles-ci, un certain nombre d'études préliminaires ont été réalisées : elles ont consisté d'une manière générale d'une part, à établir une synthèse des caractéristiques hydrogéologiques déterminant la vulnérabilité de la nappe, d'autre part à localiser l'emplacement et préciser la nature des sources réelles ou potentielles de contamination. Tous ces travaux ont été matérialisés par l'établissement de cartes.

Citons pour la nappe alluviale de l'Est lyonnais :

- Carte de vulnérabilité du réservoir représentant les zones où sur une surface d'au moins 1 km² il existe soit une couche argileuse d'au moins deux mètres d'épaisseur en couverture, soit une intercalation argileuse d'au moins 5 mètres dans les alluvions sèches.
- Carte de la surface piézométrique en période de hautes et basses eaux.
- Carte des perméabilités.
- Carte de la profondeur de la nappe.
- Carte des sources de pollution (pollution urbaine - gravières et décharges). Sur cette dernière sont reportées notamment les stations d'épuration, les zones desservies par un réseau d'assainissement, les points de rejet en milieu naturel d'effluents traités ou non, les localisations des gravières et décharges.
- Carte des sources de pollutions industrielles.

Il faut cependant faire remarquer que malgré ces études préalables le fonctionnement des réseaux a montré par la suite certaines imperfections dans la répartition spatiale :

- Cette façon de procéder a abouti à la mise en place de réseaux extrêmement denses (nappe phréatique de la plaine d'Alsace, nappe alluviale de l'Est lyonnais). Il est à noter que pour ce dernier réseau, le nombre de points a été ramené de 400 en 1970 à une centaine l'année suivante à la suite d'une critique des résultats analytiques des premières campagnes de prélèvement.

Réseaux sanitaires : la répartition spatiale correspond à celle des captages A.E.P.

La fréquence de prélèvement est soit variable selon les sites ou le type de pollution soupçonnée ou détectée ("réseaux de contrôle"), soit appliquée de manière rigoureuse et réglementaire ("réseaux sanitaires").

- Contrairement au cas précédent, le réseau du bassin Artois-Picardie est composé de peu de points de prélèvements ; leur nombre a été par la suite jugé comme insuffisant de la part de l'organisme responsable, mais son augmentation devant entraîner un coût de fonctionnement trop élevé, ce réseau a été abandonné.

Les points de surveillance des "réseaux sanitaires" correspondent aux captages utilisés pour l'alimentation publique (A.E.P.) et aux réseaux de distribution correspondants. La distribution spatiale des points est fonction des répartitions géographiques humaines et de la densité de la population. Ces deux critères peuvent ne pas correspondre avec la vulnérabilité des nappes contrôlées et la localisation des sources de contamination. Pour cette raison, on peut considérer que bien souvent la répartition spatiale est mal adaptée à une surveillance de la qualité des eaux souterraines.

3.1.3. Fréquence des prélèvements

Pour les "réseaux de contrôle", il a été tenu compte le plus souvent de la vulnérabilité de la nappe et des risques de contaminations existants pour fixer la fréquence des prélèvements.

Citons en exemple pour la nappe alluviale de la Plaine du Rhin la fréquence mensuelle du réseau salure. Cette fréquence paraît adaptée à la fois à l'importance et au type de pollution. Pour le réseau dit de salure élargie, où les teneurs en chlorures sont plus faibles, le rythme des analyses n'est plus que trimestriel.

Sur le réseau du bassin Artois-Picardie, la fréquence des prélèvements varie suivant les sites. Pour ceux situés dans des zones non contaminées, la fréquence est annuelle. Pour les autres, il est prélevé un échantillon tous les deux mois. Le rythme a donc été adapté aux risques de contamination qui font intervenir la vulnérabilité et les sources de pollution.

La fréquence mensuelle qui a été retenue pour la nappe alluviale de la Moselle semble bien adaptée. En effet, pour certains points de prélèvement, l'étude des résultats analytiques montre l'existence de variations importantes.

Pour les réseaux des nappes alluviales de l'Est lyonnais et de la Crau, la fréquence (annuelle ou bi-annuelle) est la même pour tous les points. Ceci tient principalement au fait que ces réseaux ont été implantés plus pour établir un bilan du chimisme de la nappe qu'une surveillance de la qualité de l'eau. C'est d'ailleurs en ce sens que dans la mesure du possible les périodes de prélèvement ont été choisies de façon à se situer dans les périodes de hautes et basses eaux qui correspondent pour les éléments dosés à des teneurs extrêmes.

Mesures et analyses faites par les "réseaux de contrôle" :

- paramètres physico-chimiques déterminés le plus souvent in situ
- éléments fondamentaux
- recherches spéciales dont la nature est adaptée aux circonstances locales

Pour les "réseaux sanitaires", la fréquence des prélèvements est fixée par arrêté préfectoral (cf. annexe n° 2) et dépend du nombre d'habitants alimentés par un captage. Le tableau ci-dessous précise à titre d'exemple ce qu'il en est pour le département du Loiret.

Fréquence	Nombre d'habitants
1 par mois	< 20 000
1 par quinzaine	de 20 000 à 50 000
1 tous les 4 jours	de 50 000 à 100 000
1 par jour	> 100 000

Il s'avère ainsi pour ce département que la fréquence est basée sur la densité de la population alimentée et qu'elle ne prend absolument pas en compte la vulnérabilité de la nappe captée ou les risques de pollutions locales éventuelles. Une étude critique de chaque point montrerait probablement que le contrôle pourrait être plus espacé dans les régions où la nappe est très bien protégée, alors que des analyses plus fréquentes pourraient être nécessaires, même dans une commune peu peuplée, là où la nappe est particulièrement vulnérable (conditions hydrogéologiques défavorables, présence de sources de contamination telles que zone industrielle par exemple).

3.1.4. Nature des paramètres déterminés

L'étude des paramètres physico-chimiques et éléments déterminés par les "réseaux de contrôle" fait apparaître qu'ils peuvent être classés ainsi :

- les paramètres physico-chimiques dont certains sont déterminés in situ. Il s'agit principalement de la température extérieure, de celle de l'eau, du pH et de la résistivité ou conductivité. (Ce dernier paramètre est parfois déterminé au laboratoire). Il est à noter qu'à ces mesures il est généralement associé un relevé du niveau piézométrique,
- les éléments fondamentaux. Il s'agit des cations et anions principaux qui rendent compte de la composition minérale de l'eau,
- éventuellement des éléments spéciaux dont la nature est variable suivant les sites de prélèvement et est fonction à la fois des sources de pollution (réelles et potentielles) et des possibilités de propagation de celle-ci (vulnérabilité de la nappe). Ces recherches concernent soit des éléments traces - métaux lourds, détergents, hydrocarbures... -, soit des déterminations de nature bactériologique. Pour certains types de pollution bien définis, seuls les éléments polluants sont recherchés. Citons en exemple le réseau salure des "Mines de Potasse d'Alsace" (M.D.P.A.). Les déterminations sont limitées à la conductivité et au chlorures.

Les déterminations faites par les "réseaux sanitaires" sont définies de manière rigoureuse en trois types (1) (I - II - III).

"Réseaux de contrôle" : les modalités de prélèvement sont fixées de manière rigoureuse en fonction des objectifs assignés au réseau. L'échantillon prélevé doit être le plus représentatif possible de l'eau de la nappe.

Quelques expérimentations ont été réalisées pour préciser les phénomènes de stratification du chimisme de l'eau.

(1) Types d'analyses définis par le ministère de la Santé (circulaire du 15 mars 1962 relative aux instructions générales concernant les eaux d'alimentation et la glace alimentaire). Ces types d'analyses sont différents de ceux concernant l'inventaire de pollution des eaux superficielles.

Pour les "réseaux sanitaires" l'aspect bactériologique semble prédominant, la surveillance bactériologique étant sensiblement la même quel que soit le type de contrôle effectué, alors que le contrôle physico-chimique devient à peu près inexistant (seulement résistivité) dans une analyse de surveillance réduite du type III. Il existe également des types d'analyses plus complets (type II et I). En ce qui concerne le type I, en plus de la détermination des paramètres classiques (pH, résistivité...), et des éléments fondamentaux, il est prévu la recherche éventuelle d'éléments toxiques et indésirables.

Dans la pratique, le dosage de ces derniers est parfois effectué à l'occasion de la demande d'autorisation d'exploitation d'un nouveau captage, mais cette recherche n'est généralement pas renouvelée. Ceci est regrettable car si l'augmentation anormale d'un élément majeur peut parfois être détectée à l'aide d'une simple mesure de conductivité (ou de résistivité), il n'est pas possible de mettre en évidence par cette méthode l'existence d'un élément trace toxique dont une faible quantité peut suffire à rendre l'eau dangereuse.

3.2. Caractéristiques générales

3.2.1. Modalités d'échantillonnage et nature des points contrôlés

Tous les "réseaux de contrôle" observent pratiquement les mêmes règles d'échantillonnage. Elles visent à obtenir un échantillon le plus représentatif possible de l'eau de la nappe. Les diverses façons de procéder concordent avec notre expérience et les résultats d'études entreprises plus précisément sur ce sujet par l'Agence financière de bassin Rhône-Méditerranée-Corse (1).

Le mode de prélèvement dépend essentiellement de la nature des ouvrages utilisés. Pour les ouvrages équipés de pompe, ou pouvant l'être en utilisant des pompes portatives, les différents organismes chargés des prélèvements procèdent de manière pratiquement identique : évacuation avant le prélèvement d'un volume d'eau de l'ordre de deux fois le volume contenu dans l'ouvrage au début du pompage.

En ce qui concerne les ouvrages ne pouvant être équipés de pompes, les prélèvements sont effectués par capteur. Dans ce cas la représentativité de l'échantillon prélevé par rapport à l'eau de la nappe est généralement moins bonne qu'après pompage pour un certain nombre de raisons (non renouvellement de l'eau, possibilité d'une stratification de la composition chimique).

Toujours dans le but d'obtenir des échantillons très représentatifs de l'eau de la nappe, quelques expérimentations ont été réalisées (ou sont actuellement en cours) pour mettre en évidence les effets de la stratification des eaux (surtout en milieu anisotrope) sur la zonalité verticale des caractéristiques chimiques. Ce domaine d'études a été jusqu'à maintenant très peu exploré et il serait souhaitable qu'à ce sujet un plus grand nombre d'expérimentations soient entreprises.

(1) Rapport "Protection des nappes alluviales contre la pollution - site alluvial de l'Est lyonnais", p. 75 (Agence financière de bassin Rhône-Méditerranée-Corse).

L'objectif des "réseaux sanitaires" étant de surveiller la qualité de l'eau distribuée aux usagers, les prélèvements sont généralement faits sur le réseau.

En Alsace, on a pu constater pour la pollution salée de la nappe une stratification des chlorures suivant un gradient de densité. Afin de préciser ce phénomène, il a été installé en certains secteurs des piézomètres crépinés à trois profondeurs différentes variant entre le toit (surface piézométrique) et le mur de la nappe. Les teneurs en chlorures (dans les secteurs fortement contaminés) peuvent atteindre pour les niveaux extrêmes des valeurs très différentes. Ce phénomène se situe immédiatement en aval des sources de contamination. Au-delà, le fait est beaucoup moins marqué en raison de l'homogénéisation et de la dilution qui tend à sa produire. Cette "stratification de la pollution" montre que, lorsque l'on ne dispose pas de forages profonds, il est nécessaire d'effectuer les prélèvements après pompage de façon à homogénéiser du mieux possible l'eau de la nappe.

Dans le secteur de la nappe alluviale de l'Est lyonnais, en raison de la structure multicouches de l'aquifère, les services de l'Agence financière de bassin ont étudié, dans un certain secteur, l'influence de la profondeur du niveau de prélèvement (5, 10, 15 et 20 m) sur le chimisme de l'eau. Les résultats obtenus sont assez peu significatifs.

Certains organismes ont inclu des sites de gravières dans leur répartition spatiale. Nous pensons que les prélèvements effectués sur celles-ci ne sont pas représentatifs de la qualité de l'eau de la nappe, ces gravières étant très souvent utilisées comme dépotoirs. Des prélèvements effectués sur ce type de site ne se justifient que dans le cas d'études concernant les sources de pollution.

Les points de prélèvement des "réseaux sanitaires" sont les captages utilisés pour l'alimentation publique et les réseaux de distribution. La circulaire (1) relative aux instructions générales concernant les eaux d'alimentation et la glace alimentaire précise les modalités de prélèvement.

Prélèvements en vue d'analyse de type I : ils sont effectués au point de captage, avant traitement éventuel de l'eau pour la distribution, "après 30 heures de pompage à un régime aussi proche que possible du régime d'exploitation". A noter que la stérilisation du massif filtrant (peu réaliste en fait) ainsi que celle du forage terminé avant pompage, préconisées par cette même circulaire, ne sont vraisemblablement pas toujours faites. Lorsqu'il en est ainsi, on peut estimer que les eaux prélevées dans ces conditions sont représentatives des eaux de la nappe.

Prélèvements en vue d'analyse de type II : les textes réglementaires prévoient qu'ils doivent être faits au point de captage. Néanmoins dans certains départements les eaux sont prélevées en général sur le réseau, sauf dans les cas particuliers de recherche d'une pollution : l'échantillonnage est alors fait à la fois sur le réseau et au point d'émergence.

Les eaux prélevées sur le réseau ne peuvent être, du point de vue chimique, représentatives des eaux de la nappe car elles sont susceptibles de subir des modifications par traitement physique ou chimique, compression et décompression dans les canalisations, stockage dans les châteaux d'eau... De même, d'un point de vue bactériologique, les résultats analytiques ne peuvent être considérés comme représentatifs en raison des possibilités de modification (traitement ou au contraire contamination) entre le point de captage et le point de prélèvement. Par contre, les eaux prélevées au point d'émergence en cours de pompage peuvent fournir des résultats représentatifs.

Prélèvements en vue d'analyse de type III : effectués réglementairement en un point quelconque du réseau, en général au robinet chez un particulier, ils ne fournissent pas des échantillons représentatifs par rapport aux eaux de la nappe pour les raisons exposées à l'alinéa précédent.

Par contre, on a dans ce cas, un échantillon représentatif de l'eau livrée à la consommation.

(1) circulaire du 15 mars 1962 relative aux instructions générales concernant les eaux d'alimentation et la glace alimentaire.

Dans tous les cas, les organismes responsables font appel à l'infrastructure officielle en matière de laboratoire (laboratoire agréés).

Les résultats sont conservés sur des fichiers le plus souvent manuels.

On retiendra que des analyses de type III sont également faites au point de captage par les agents de la D.D.A.S.S. pour rechercher la cause d'une pollution constatée en un point quelconque du réseau de distribution.

Les organismes chargés des prélèvements pour ces divers réseaux, ont tenu compte des directives données par les responsables des laboratoires en ce qui concerne le conditionnement de certains échantillons, ceci afin de limiter l'évolution de la qualité de l'eau au cours du temps (conservation en glacière des prélèvements destinés à l'analyse bactériologique, mise en milieu acide des prélèvements destinés au dosage du fer...).

3.2.2. Techniques analytiques

Que ce soit en ce qui concerne les "réseaux de contrôle" ou bien les "réseaux sanitaires", les analyses sont effectuées très généralement dans les laboratoires agréés par le ministère de la Santé en matière d'analyses d'eaux, qu'il s'agisse de laboratoires de "références", "régionaux" ou départementaux. Particulièrement en ce qui concerne les deux premiers types, ces laboratoires ont été agréés en fonction de leur potentiel analytique (matériel et personnel).

Ceux-ci sont à même d'effectuer les déterminations usuelles telles que : éléments minéraux fondamentaux, recherches bactériologiques classiques. De plus, les laboratoires régionaux et de références doivent être en principe aptes à entreprendre des recherches plus particulières comme celles par exemple des éléments traces.

3.2.3. Mode de conservation et d'exploitation des résultats

Suivant les réseaux, les résultats analytiques sont regroupés dans des fichiers manuels ou automatisés. Le mode de conservation le plus élaboré est celui effectué par le S.C.G.A.L.(1) pour le compte de la C.I.E.N.P.P.A.(2). Les données sont stockées sur disque et réparties dans plusieurs fichiers. Toute analyse effectuée sur un point d'eau quelconque de la nappe est intégrée en fonction de son intérêt dans l'un de ceux-ci. L'ensemble constitue pour la nappe une banque de données.

La quantité de renseignements fournis par le fonctionnement d'un réseau étant susceptible de devenir très importante au fil des années, la gestion informatique des données apparaît comme nécessaire, ce qui facilitera de plus l'exécution d'un certain nombre de traitements d'exploitation.

Compte tenu des particularités propres à chaque réseau, l'établissement d'un fichier central national semble difficilement concevable. Citons en exemple le S.C.G.A.L. qui, en raison de l'existence de pollutions de nature différente, a été amené à créer un ensemble de fichiers, chacun étant spécifique d'une contamination (cf. annexe 1, § 1.6.). Néanmoins, une normalisation des entrées et des sorties semble souhaitable afin de rendre aisé l'accès des données à d'éventuels utilisateurs.

(1) Service de la carte géologique d'Alsace Lorraine (Université Louis Pasteur)

(2) Commission interministérielle d'études de la nappe phréatique de la plaine d'Alsace

"Réseaux sanitaires" : conçus pour contrôler la qualité de l'eau distribuée aux usagers, ils sont mal adaptés à une surveillance de la qualité des eaux brutes souterraines.

"Réseaux de contrôle" : un essai de conception rationnelle de la surveillance de la qualité des eaux dans leur site naturel en vue de suivre leur évolution et de détecter toute pollution éventuelle.

L'exploitation des résultats obtenus a généralement consisté en un traitement statistique simple (moyenne, écart-type...) et un report graphique des résultats chimiques (représentation de Piper, diagramme semi-logarithmique de Schoeller-Berkaloff). Par contre, des études statistiques plus élaborées, spécialement conçues pour le traitement d'importants tableaux de données (analyses multidimensionnelles) n'ont jamais été réalisées. Des recherches seraient à entreprendre dans ce domaine pour déterminer ce qu'il est possible d'attendre de l'utilisation de telles techniques.

3.3. Conclusions

L'examen critique des réseaux montre que la distinction qui a été faite a priori entre "réseaux de contrôle" et "réseaux sanitaires" est une réalité qui tient au fait que les objectifs poursuivis sont différents. Cette divergence dans la finalité est la raison pour laquelle les caractéristiques de conception et de fonctionnement des réseaux sont différentes.

En ce qui concerne les possibilités d'utiliser les renseignements apportés par les "réseaux sanitaires", des réserves sont à émettre sur les points suivants :

- Le contrôle officiel et réglementaire est axé essentiellement sur la qualité de l'eau destinée à la consommation : il s'attache davantage à définir la qualité de l'eau distribuée au niveau de l'utilisateur plutôt qu'au point de captage.
- Les services de santé contrôlent davantage la qualité bactériologique que la qualité chimique des eaux.
- Ce contrôle s'appliquant aux eaux telles qu'elles sont consommées, les caractéristiques de ces réseaux (répartition spatiale des points de prélèvements, fréquence des analyses) sont définies en fonction de la population et aucunement en fonction de la vulnérabilité des nappes.

Des modifications de certaines caractéristiques (fréquence de prélèvement, modalités d'échantillonnage, nature des éléments recherchés) qui ne dénatureraient pas forcément les objectifs du contrôle sanitaire, pourraient être conçues de façon à permettre également une surveillance de la qualité des eaux brutes. On est toutefois limité par la répartition spatiale qui correspond nécessairement à celle des A.E.P.

L'analyse critique des "réseaux de contrôle" montre qu'il a été tenu compte en ce qui concerne la répartition spatiale des points, la fréquence des prélèvements, la nature des éléments recherchés :

- des conditions qui régissent l'écoulement de l'eau,
- de la vulnérabilité de la nappe surveillée,
- de l'environnement polluant.

En ce sens, on peut estimer que ces réseaux ont été conçus de manière rationnelle.

Ceux-ci, installés dans des zones où les risques de dégradation de la qualité des eaux sont importants, ont permis de faire le point sur l'état du chimisme des nappes, de mettre en évidence un certain nombre de pollutions (exemple : pollution sulfatée du secteur Strasbourg-nord) et ainsi de pouvoir entreprendre un certain nombre d'actions pour enrayer les effets de ces phénomènes.

4. ELEMENTS POUR LA MISE EN PLACE ET LA GESTION D'UN RESEAU DE CONTROLE DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

La conception et le fonctionnement d'un réseau qualité étant extrêmement liés aux objectifs recherchés, il nous apparaît nécessaire, avant d'aborder ce chapitre, de définir ceux-ci.

Les objectifs peuvent être classés principalement en trois catégories :

- Vue d'ensemble de la qualité de l'eau sur un certain secteur, voire un aquifère important. Cette surveillance doit permettre d'une part de suivre l'évolution au cours du temps des différents paramètres mesurés, d'autre part de détecter d'éventuelles traces de pollution. Les points d'observation devront être répartis (avec des densités variables) sur l'ensemble du secteur.
- Protection de captages
Il s'agit à l'aide de quelques points d'observation situés en amont hydraulique d'un captage à protéger de déceler à temps toute apparition de pollution néfaste pour les utilisateurs. La distance entre l'ouvrage à protéger et les points d'observation doit être déterminée en fonction des vitesses d'écoulement dans la nappe, ceci de façon à prendre à temps les mesures nécessaires qui s'imposent en cas de venue de pollution.
- Contrôler le niveau de pollution apporté (ou susceptible de l'être) par une activité ou site polluant (industrie, zone industrielle, décharge...). Il s'agit en quelque sorte de mesurer la nuisance apportée. Les points d'observation doivent se situer en aval hydraulique immédiat du secteur à contrôler et inclure les sources de pollution. Ce type de réseau peut revêtir un aspect temporaire et être supprimé s'il s'avérait inutile par suite d'une suppression des risques encourus.

A ces trois objectifs peuvent être associés trois types de réseaux ayant chacun leurs propres caractéristiques :

- réseau de surveillance générale de la qualité des eaux souterraines
- réseau d'alerte
- réseau de contrôle de sources de pollution

Ce chapitre concerne principalement le premier type. Notre choix a été guidé par le but poursuivi par le Ministère de la Qualité de la Vie, à savoir la mise en place d'un réseau de contrôle de la qualité des eaux souterraines sur l'ensemble du territoire ou tout au moins sur les régions nécessitant la mise en place d'un tel contrôle. Il est recherché la mesure de la qualité de l'eau mise effectivement à la disposition de l'ensemble des utilisateurs.

Les réseaux se définissent à partir des objectifs poursuivis. Ceux-ci peuvent être classés en trois catégories :

- surveillance d'ensemble de la qualité de l'eau sur un secteur
- alerte
- contrôle de sources de pollution

Dans ce chapitre, c'est essentiellement le premier objectif qui a été retenu, c'est-à-dire la mesure de la qualité de l'eau offerte à l'ensemble des utilisateurs.

L'objet de ce chapitre est d'exposer un certain nombre d'éléments généraux qu'il nous semble nécessaire de prendre en considération pour mettre en place un réseau de surveillance qui soit le plus efficace possible. Rappelons que les objectifs à atteindre sont essentiellement de deux ordres :

- détermination de la qualité de l'eau sur un certain secteur,
- détection des pollutions éventuelles.

Cela nécessite de définir des caractéristiques qui puissent permettre de répondre à ces objectifs, à savoir :

- une répartition spatiale des points de prélèvements conçue de manière à obtenir une image fidèle de la qualité de l'eau,
- une fréquence de prélèvement choisie de façon à pouvoir détecter à temps toute variation significative de la qualité de l'eau,
- des paramètres ou éléments à rechercher qui soient de bons indicateurs de cette qualité,
- des modalités de prélèvements telles que les échantillons prélevés soient représentatifs de la qualité de l'eau de la nappe,
- des techniques d'analyses fiables,
- un mode de conservation et d'exploitation des résultats qui permettent de suivre l'évolution de la qualité, c'est-à-dire de détecter tout écart significatif.

Nous avons vu au chapitre précédent que les caractéristiques d'un réseau sont de deux types, les unes spécifiques au réseau même, les autres à caractère beaucoup plus général. Les caractéristiques "spécifiques" sont influencées par un ensemble de facteurs locaux qu'il est nécessaire de prendre en compte pour la mise en place d'une surveillance de la qualité de l'eau. Chaque système aquifère présente non seulement des conditions hydrogéologiques qui lui sont particulières, mais également un environnement qui lui est propre (sources réelles ou potentielles de pollution). Si l'on souhaite créer un réseau de contrôle de la qualité de l'eau sur la plupart des systèmes aquifères français, on peut élaborer une méthodologie, mais celle-ci devra être forcément adaptée à chaque système aquifère en fonction des facteurs locaux qui devront être étudiés.

Les caractéristiques de type général sont celles que l'on peut considérer comme devant être les mêmes quel que soit le réseau. Elles dépendent :

- des objectifs du réseau (exemple : modalités de prélèvement),
- des développements technologiques. La détection de tel type d'élément est liée aux possibilités offertes par les techniques analytiques existantes.

De même le mode de conservation et d'exploitation des résultats dépend des outils mis en oeuvre.

Les variations significatives de la qualité de l'eau d'une nappe sont dues aux pollutions.

L'optimisation des modalités d'échantillonnage afin d'assurer une bonne représentativité du prélèvement par rapport à la qualité de l'eau de la nappe est difficile à réaliser.

Un inventaire des systèmes aquifères à surveiller est à entreprendre.

4.1. Remarques sur les notions de "variation de la qualité" et de "représentativité d'un échantillon"

L'évolution de la qualité d'une eau peut être due à des phénomènes naturels ou à des influences extérieures. Nous considérons que dans la plupart des cas, le deuxième type d'évolution est prépondérant par rapport au premier. Ainsi il est fait l'approximation que toute variation significative de la qualité est la conséquence d'une pollution.

La surveillance de la qualité de l'eau de la nappe nécessite d'effectuer des prélèvements représentatifs de l'eau du gisement. Cela implique de réaliser des conditions de prélèvements optimum pour qu'il en soit ainsi. Dans la pratique, cette optimisation est parfois difficile à déterminer. Cela tient au fait qu'il peut exister une hétérogénéité verticale de la qualité de l'eau d'une nappe due aux difficultés de mélange des différentes couches d'eaux dans le milieu. Ce phénomène est particulièrement accentué en milieu anisotrope.

Dans le cas de pollution principalement due à l'infiltration de rejets épandus sur le sol, la dégradation de la qualité de l'eau sera beaucoup plus marquée dans les couches superficielles de la nappe. Un prélèvement fait à faible profondeur et sans pompage donnera une représentation pessimiste de la qualité de l'ensemble de l'eau de la nappe, mais indiquera l'existence d'une contamination. Au contraire, un prélèvement effectué à une profondeur plus importante pourra ne pas rendre compte de ce phénomène ou tout au moins l'atténuera. Il en sera de même si le prélèvement est réalisé en cours de pompage, ce dernier ayant pour effet de réaliser en partie un mélange des eaux par aspiration des différents filets liquides.

4.2. Facteurs locaux conditionnant les caractéristiques spécifiques

4.2.1. Le système aquifère

Devant l'extrême diversité des nappes, il n'est pas concevable actuellement d'instaurer un contrôle sur l'ensemble de celles-ci. Pour cette raison, un inventaire des systèmes aquifères à surveiller doit être entrepris au préalable.

Rappelons à ce sujet la définition d'un système aquifère (1) : "domaine circonscrit par des limites constituant des barrières à toute propagation d'influence (limite étanche ou à potentiel imposé) et dont toutes les parties sont en liaison hydraulique continue".

Les systèmes retenus devront être à la fois une valeur économique importante et être susceptible de dégradation. La propagation de la pollution dépendant des mouvements de l'eau, nous pensons que pour des nappes libres, l'unité de surveillance à prendre en considération doit être le bassin versant souterrain à l'intérieur d'un système aquifère.

Dans le cas particulier des nappes alluviales qui peuvent être très étendues (Loire par exemple), il est souhaitable que l'organisme responsable s'attache à surveiller une partie d'aquifère formant une unité homogène quant au régime hydrodynamique qui représente un facteur déterminant de la qualité de l'eau (zone alimentée en permanence par le cours d'eau par exemple).

(1) J. MARGAT - 1972

Les études de vulnérabilité doivent permettre de localiser les secteurs sensibles à la pénétration et la propagation de polluants. Dans les cas où les études hydrogéologiques ne permettent pas de préciser suffisamment la vulnérabilité, des déterminations du tritium (1) peuvent apporter des renseignements.

(1) Isotope radioactif de l'hydrogène, de masse 3, se désintégrant avec une période de 12,26 ans. La teneur dans les eaux naturelles est exprimée en unités tritium (UT) correspondant à 1 atome de tritium pour 10^{18} atomes d'hydrogène.

4.2.2. La vulnérabilité

La vulnérabilité d'une nappe qui intègre l'ensemble des facteurs rendant possible la pénétration des polluants et leur propagation conditionne :

- la répartition spatiale : l'organisme responsable de la mise en place du réseau devra s'attacher à répartir les points de prélèvements principalement dans les zones vulnérables de la nappe où les risques de dégradation de la qualité de l'eau sont les plus importants. Dans les secteurs où par contre les risques sont moindres, la densité des points sera plus faible.
- la fréquence des prélèvements : la fréquence, variable suivant les points, devra être renforcée pour ceux situés dans des zones vulnérables. Là où les risques de contamination sont moindres, le rythme pourra être beaucoup plus faible.

Pour déterminer le degré de vulnérabilité des nappes, on doit considérer à la fois :

- les possibilités d'introduction de la pollution, c'est-à-dire de pénétration de corps polluants soit à la suite de trajets verticaux depuis la surface du sol jusqu'à celle de la nappe, soit à la suite de possibilités de relation avec d'autres aquifères ou des rivières,
- la propagation de la pollution, c'est-à-dire l'entraînement de celle-ci par le mouvement naturel des eaux de la nappe. Elle peut être plus ou moins rapide selon les caractéristiques de la roche aquifère et le gradient hydraulique ; elle peut s'étendre à une distance plus ou moins grande selon l'étendue et les conditions de drainage de la nappe,
- la persistance plus ou moins prolongée de la zone contaminée, après l'interruption de la cause de la pollution. Elle est liée au renouvellement naturel de l'eau du réservoir aquifère.

Les principaux facteurs à considérer sont donc :

- pour l'introduction de la pollution
 - . l'existence d'une couche de terrain suffisamment protectrice pour éviter la pénétration des polluants (fixation et "imperméabilité")
 - . la profondeur jusqu'à la nappe d'eau souterraine, c'est-à-dire l'épaisseur de la zone non saturée (dans le cas des nappes libres)
 - . les relations entre différents aquifères (alimentation - drainage), notamment le sens des échanges d'eau verticaux
 - . les relations rivières-nappes
- pour la propagation de la pollution
 - . la nature lithologique de l'aquifère en raison des interactions polluant-roche
 - . le sens d'écoulement de l'eau souterraine (piézométrie - traçages)
 - . les vitesses réelles de déplacement de l'eau
 - . la dispersion
- pour la persistance de la pollution
 - . la nature lithologique de l'aquifère (interactions polluant-roche)
 - . la capacité plus ou moins filtrante des terrains
 - . la dilution

Un inventaire des sources réelles ou potentielles de pollution doit être entrepris.

Les cartes du contexte polluant permettront de localiser les secteurs critiques et de préciser la nature des risques.

Très souvent, les différents facteurs de nature hydrogéologique exposés ci-dessus sont incomplètement connus. Cela nécessite d'entreprendre au préalable un certain nombre de travaux d'investigation pour chaque aquifère que l'on veut surveiller. En ce qui concerne les interactions polluant-roche, les connaissances sur ce sujet sont essentiellement qualitatives.

Dans certains cas, lorsque les études hydrogéologiques ne permettent pas de préciser suffisamment la vulnérabilité de la nappe, la détermination du tritium contenu dans l'eau peut fournir une information intéressante en précisant un paramètre du mode d'alimentation : le temps de renouvellement.

L'origine du tritium est essentiellement due aux essais thermonucléaires ayant débuté en 1952 et qui ont produit dans l'ensemble de l'atmosphère un brusque accroissement de la teneur de cet élément. Le tritium créé s'intègre rapidement à la vapeur d'eau atmosphérique et entre dans le cycle hydrologique eaux de pluie, eaux de surface, eaux souterraines. Cet isotope permet de suivre la circulation des eaux et ainsi d'en déterminer le temps de renouvellement. De faibles teneurs (de l'ordre de l'unité) indiquent des alimentations antérieures à l'année 1952. Des teneurs supérieures (10 à 20 UT ou plus) indiquent des recharges postérieures à ces années. Les concentrations en tritium peuvent donc renseigner sur les temps de propagation des eaux météoriques ou de surface dans un système aquifère et ainsi sur d'éventuels transferts de polluants dans la nappe par l'intermédiaire de ces eaux.

Une détermination au préalable de cet isotope sur les points de prélèvements où la vulnérabilité est assez mal définie permettra de repérer ceux correspondant à une qualité chimique stable dans le temps (UT faibles) et ceux susceptibles de contamination (UT élevées).

Des études de vulnérabilité de nappes à partir de la détermination de la teneur en tritium contenue dans les eaux ont été faites et ont donné de bons résultats. Citons en exemple les études réalisées sur les nappes du Drac et de La Romanche dans la région de Grenoble (1).

4.2.3. Le contexte polluant

L'étude de la vulnérabilité d'une nappe rend compte des possibilités d'introduction et de propagation d'une pollution. Cette étude doit être complétée par un examen du contexte polluant qui permettra d'une part de situer les sources de pollution, d'autre part d'en préciser la nature.

L'étude de ce contexte doit alors aider à déterminer :

- la répartition spatiale (sélection des points susceptibles de contamination),
- la fréquence des prélèvements (renforcement des contrôles sur les points contaminés ou susceptibles de l'être),
- la nature des éléments à doser. Ceux-ci doivent être essentiellement ceux susceptibles de contaminer la nappe.

Cette étude nécessite d'établir des dossiers d'enquêtes pour chaque activité économique susceptible de dégrader la qualité de l'eau de la nappe sous-jacente. Ces dossiers permettront de classer ces activités suivant les risques plus ou moins grands de pollution et la nature (ou le type) des éléments contaminants. A partir de ceci des cartes seront dressées afin de localiser les risques et d'en indiquer la nature. Par comparaison de ces cartes avec celles de la vulnérabilité il sera possible de localiser les secteurs présentant des risques de contamination.

(1) A. MARCE et al. - 1972

Pollution atmosphérique : une cause possible de la dégradation de la qualité des eaux souterraines.

L'étude des résultats critiques antérieurs peut apporter de nombreux enseignements pour la détermination des caractéristiques spécifiques.

Cet inventaire des sources possibles ou réelles de pollution a parfois déjà été réalisé dans les secteurs où ont été établies des cartes de vulnérabilité à grande échelle. Citons en exemple les nappes alluviales de la Crau et de l'Est lyonnais.

Il est évident qu'en raison des évolutions au cours du temps des activités économiques (implantation de zone industrielle, modification de la nature des produits fabriqués...), ces cartes doivent être évolutives de façon à adapter en conséquence les caractéristiques spécifiques du réseau.

Signalons qu'en tant que sources potentielles ou réelles de pollution susceptibles de dégrader la qualité des eaux, il est parfois nécessaire de considérer la pollution atmosphérique apportée par certains ensembles urbains ou industriels particulièrement importants. Cette pollution peut en effet contaminer la nappe par l'intermédiaire des eaux météoriques. Très peu d'études ont été faites actuellement pour étudier les relations pollution atmosphérique - pollution des eaux et préciser ainsi l'importance de ces phénomènes. Néanmoins, nous pensons qu'en certains points, il serait nécessaire de prévoir des sites d'études de la pollution atmosphérique et de la composition des eaux de pluie.

4.2.4. Critique des résultats analytiques

Une étude des analyses d'eaux déjà effectuées sur les différents points de la zone à surveiller peut aider en partie à fixer les caractéristiques spécifiques du réseau.

Répartition spatiale

Il n'est pas nécessaire de surveiller tous les points de captage des eaux souterraines si nombre d'entre eux présentent une qualité chimique semblable dans le temps et dans l'espace.

Fréquence de prélèvement

Si l'on dispose pour la plupart des points de prélèvements sélectionnés, des séries d'analyses effectuées à des intervalles de temps rapprochés, la fréquence des prélèvements pourra être déterminée en fonction des variations enregistrées des paramètres ou éléments mesurés. Si l'on constate une évolution peu marquée ou quasi régulière de la qualité de l'eau, une faible fréquence des prélèvements sera choisie. Au contraire, si l'étude des résultats analytiques montre de brusques variations de la qualité, il sera nécessaire de choisir une fréquence élevée.

Nature des éléments à déterminer

L'examen des analyses peut permettre de mettre en évidence les paramètres ou éléments caractéristiques de la qualité de l'eau. Des relations de dépendance d'éléments par rapport à d'autres peuvent être recherchées (exemple : résistivité - chlorures, résistivité-sulfates...) afin de limiter le nombre d'éléments à doser.

Les techniques de prélèvement employées sont fonction des objectifs recherchés.

Dans la réalité, on ne dispose que très rarement de résultats d'analyses suffisamment nombreux dans le temps et dans l'espace, ce qui en pratique limite à quelques cas bien particuliers cette manière de procéder. Généralement les analyses dont on dispose sont celles effectuées dans le cadre du contrôle sanitaire réglementaire. Pour les raisons exposées au chapitre 3, concernant la critique des "réseaux sanitaires" des réserves sont à émettre sur l'utilisation de ces analyses. De plus, les études de l'évolution de la qualité de l'eau au cours du temps sont souvent très difficiles à réaliser du fait de la diversité et de la valeur inégale des techniques analytiques employées il y a encore quelques années par nombre de laboratoires.

Afin de pallier ces inconvénients qui nous privent de renseignements importants, nous pensons qu'il est nécessaire d'établir avant la mise en place du réseau, une photographie de la qualité de l'eau de la nappe. Cela nécessite :

- d'effectuer sur tous les points des recherches le plus grand nombre de paramètres possibles afin d'avoir une image relativement complète de la qualité,
- d'utiliser un grand nombre de points de prélèvements afin de couvrir l'ensemble du secteur surveillé.

Pour cette photographie, deux campagnes de prélèvements situées pendant les périodes de hautes et basses eaux nous semblent suffisantes. Ces périodes correspondent en général aux teneurs extrêmes des différents paramètres.

L'étude critique conjointe de la photographie obtenue, de la vulnérabilité de la nappe, et de l'environnement polluant, doit permettre de définir correctement l'ensemble des caractéristiques spécifiques du réseau.

4.3. Réflexions sur les facteurs technologiques influant sur certaines modalités de gestion des réseaux de contrôle de la qualité des eaux

4.3.1. Modalités d'échantillonnage

Elles doivent être telles que l'échantillon prélevé soit aussi représentatif que possible de l'eau de la nappe dans son gisement. Nous avons vu au § 4.1. les raisons pour lesquelles des difficultés peuvent se présenter pour l'obtention d'un prélèvement représentatif. Les techniques à employer dépendent des objectifs poursuivis.

Si l'on désire connaître la qualité de l'eau de la nappe obtenue lors des conditions usuelles d'exploitation réalisées par la plupart des utilisateurs, il est préférable d'effectuer les prélèvements :

- sur des points de captages (puits, forages) ou d'émergence naturelle (sources) de la nappe,
- au cours d'un pompage. Ceci outre le fait que l'on remplit les conditions usuelles d'exploitation permet de renouveler l'eau qui a stagné dans les canalisations et qui ainsi aurait pu acquérir une qualité différente que celle qu'elle avait dans la nappe.

On assiste actuellement sur le marché à un développement des appareils de mesure "in situ" pour la détection de certains paramètres.

Au contraire, si le principal objectif est de détecter l'apparition ou l'existence d'éléments polluants, les puits d'observation devront capter l'eau à une profondeur correspondant à la localisation de la partie polluée de la nappe. Si la pollution est due à une propagation à partir du sol, c'est la partie supérieure de la zone saturée qui devra être surveillée.

Sur certains sites de prélèvement, les conditions peuvent être telles qu'il soit nécessaire de connaître et surveiller la qualité de l'eau sur un même profil vertical. C'est la raison pour laquelle nous préconisons la mise en place de systèmes de prélèvements à différentes profondeurs (exemple : multitubes cités au § 3.2. de l'annexe 1).

Il faut signaler également qu'en règle générale toutes les précautions doivent être prises pour limiter le plus possible l'évolution au cours du temps de la qualité de l'eau prélevée. Des directives concernant les techniques de prélèvements et les modalités de conservation des échantillons sont indiquées dans la circulaire du 15 mars 1962 et dans la norme AFNOR (1) NT 90-100 concernant les "précautions à prendre pour effectuer, conserver et traiter les prélèvements". De plus, les agents chargés des prélèvements doivent également tenir compte des recommandations des responsables des laboratoires, le mode de conservation des prélèvements pouvant varier suivant les techniques analytiques employées.

4.3.2. Techniques de détection in situ

En raison de l'instabilité de certains paramètres ou éléments hors de leur système naturel, il est nécessaire pour ceux-ci d'effectuer les déterminations "in situ". Toute mesure ou dosage effectué au laboratoire à partir de l'échantillon prélevé ne correspond pas à la réalité et par là-même n'a pas de signification. Il s'agit principalement de la température de l'eau, du pH, de la résistivité, de l'oxygène dissous.

Il existe actuellement sur le marché des appareils fonctionnant sur secteur ou batterie et qui permettent de mesurer simultanément sur le terrain certains paramètres à des fréquences de temps variables pouvant être très serrées (de l'ordre de la minute). L'enregistrement des valeurs détectées est obtenu généralement sur papier graphique ou sur bande magnétique.

On assiste également depuis quelques années à un développement de l'utilisation des électrodes spécifiques pour la détermination de certains éléments (exemple : chlorures, nitrates, fluorures...). Ceci laisse à penser à une utilisation possible de celles-ci par connexion sur les stations de mesure "in situ". L'intérêt serait de pouvoir suivre l'évolution de ces éléments à des intervalles de temps serrés et sur de longues périodes d'observation. Il serait ainsi possible d'examiner, par exemple, l'évolution des teneurs en nitrates d'une nappe influencée par des infiltrations de fertilisant.

(1) Cette norme concerne les prélèvements effectués dans un milieu récepteur ou un effluent; pour certains paramètres les recommandations formulées sont applicables aux prélèvements d'eaux souterraines.

Le récent développement de l'infrastructure du pays en matière de laboratoires d'analyses d'eaux a été accompagné d'un renouveau en ce qui concerne les techniques analytiques employées.

Actuellement, l'utilisation de ces détecteurs sur le terrain (et non en laboratoire) est délicate du fait qu'il est très souvent nécessaire de prendre des précautions analytiques comme par exemple celles qui consistent à éliminer au préalable certaines causes perturbatrices. Cependant pour quelques éléments (exemple : chlorures) l'utilisation "directe" de ces électrodes peut donner des résultats satisfaisants.

Néanmoins, des actions sont à promouvoir dans ce domaine de façon à développer les recherches concernant l'utilisation de détecteurs pour la détermination de certains paramètres "in situ". Ce mode de détection permet d'obtenir des renseignements beaucoup plus complets que ceux obtenus par méthode classique (échantillonnage suivi d'analyses en laboratoire) en raison de la fréquence beaucoup plus élevée qu'il est alors possible d'appliquer.

4.3.3. Techniques d'analyses en laboratoire

Une surveillance de la qualité des eaux n'a évidemment de sens que dans la mesure où les déterminations analytiques effectuées sont justes. La mise en place de réseaux de surveillance est ainsi très liée à l'infrastructure du pays en matière de laboratoire.

Ces dernières années, un effort a été réalisé pour développer le nombre et la compétence des laboratoires d'analyses des eaux. Rappelons succinctement la structure des laboratoires agréés par le ministère de la Santé :

- un laboratoire national
- dans chacun des six principaux bassins hydrographiques : un laboratoire de référence
- au niveau de la région : un laboratoire régional
- au niveau du département : un laboratoire départemental.

Il apparaît ainsi que les laboratoires sont répartis de façon uniforme sur l'ensemble du territoire offrant ainsi des possibilités d'accueils des analyses. A ces laboratoires, il faut y adjoindre un certain nombre d'autres non agréés (à caractère privé ou non) dont les capacités techniques sont similaires.

La plupart des techniques employées par ces différents laboratoires sont identiques et se réfèrent le plus souvent aux méthodes normalisées par l'AFNOR. Toutefois, dans certains cas, l'utilisation de ces méthodes est difficilement compatible avec le rythme de travail à accomplir (exemple : détermination des sulfates par gravimétrie), ce qui nécessite d'employer d'autres techniques fournissant, bien sûr, une précision suffisante.

Signalons que les laboratoires agréés par le ministère de la Santé sont soumis chaque année par ce même ministère à des essais dits "inter-laboratoire" permettant ainsi de détecter les techniques employées qui ne donneraient pas toute satisfaction.

La conservation et l'exploitation des résultats doivent être conçues de manière à répondre aux objectifs du réseau.

La mise à la disposition des usagers des résultats obtenus est la principale justification d'un réseau national.

Informatique et statistiques : le support technique nécessaire de la conservation et de l'exploitation des résultats.

Un minimum d'uniformisation dans la collecte de ces résultats apparaît comme nécessaire

Une recherche sur l'utilisation et l'apport de certaines techniques statistiques évoluées doit être entreprise.

4.3.4. Conservation et exploitation des résultats

L'exploitation des résultats doit permettre :

- de préciser la qualité de l'eau de l'ensemble du secteur surveillé. Ceci permet notamment d'utiliser le réseau en tant qu'outil de gestion. Citons en exemple l'accord ou le refus relatif à l'implantation d'activités industrielles dans certaines zones. Cette implantation peut être déterminée en partie par la connaissance de la qualité de l'eau disponible qui permettra de déterminer les possibilités d'utilisation offertes,
- d'étudier l'évolution de cette qualité afin de détecter à temps d'éventuelles pollutions et de prendre ainsi les mesures nécessaires pour enrayer voire supprimer celles-ci,
- de modifier si nécessaire le réseau en supprimant ou augmentant le nombre de points de contrôle, en choisissant des fréquences mieux adaptées, en limitant les paramètres ou éléments recherchés uniquement à ceux qui apparaissent comme caractéristiques.

Un autre objectif extrêmement important de tout réseau à caractère national doit être de permettre à tout usager éventuel d'être informé des résultats obtenus et de pouvoir utiliser ceux-ci en fonction de ses problèmes propres. Cela nécessite de la part des responsables du réseau de publier des rapports annuels de données de la qualité des eaux et de conserver les résultats de manière telle que ceux-ci soient facilement accessibles.

Une exploitation des résultats la plus complète possible dépend en grande partie du mode de conservation utilisé. Les techniques traditionnelles ne peuvent permettre de répondre de façon complète aux résultats attendus, ceci d'autant plus que les réseaux sont amenés à gérer, au fil des années, une masse de données de plus en plus importante. La conservation et l'exploitation des résultats doivent bénéficier des perfectionnements techniques modernes du traitement de l'information (gestion informatique et techniques statistiques).

Une uniformisation dans la conception des fichiers informatiques rendra plus aisé l'accès des données aux organismes extérieurs intéressés permettant ainsi un développement des exploitations possibles. Toutefois, en raison de certaines caractéristiques propres à chaque réseau (fréquence de prélèvements, paramètres déterminés), une uniformisation totale peut poser certains problèmes aux organismes responsables. Tout au moins dans une première phase, seule une uniformisation des "entrées" et "sorties" est souhaitable.

Afin de préciser les objectifs définis plus haut, un traitement statistique des données est nécessaire afin :

- de préciser les différents types de qualité d'eau rencontrés et faire apparaître ceux présentant des anomalies. La matérialisation de ces études peut être par exemple une cartographie à grande échelle de la qualité des ressources en eau de la région surveillée,
- de faire ressortir la ou les caractéristiques de la qualité des eaux surveillées en mettant en évidence par exemple la dépendance de certains paramètres par rapport à d'autres. Ceci aurait pour principal intérêt d'une part de pouvoir suivre de façon simple toute évolution de la qualité de l'eau, d'autre part de limiter le nombre de paramètres à rechercher de façon systématique,
- de déterminer les fréquences de mesures les mieux adaptées pour la détection des variations de la qualité des eaux.

Les méthodes de statistiques élémentaires (histogrammes, calculs de moyenne, écart-type, coefficients de corrélation) permettent de répondre en partie à ces objectifs. Cependant nous pensons que dans ce cas l'information obtenue ainsi est incomplète.

Il existe actuellement un certain nombre de techniques statistiques évoluées permettant d'analyser d'importants tableaux de données tels que ceux fournis par le réseau (analyses multidimensionnelles de données). Jusqu'à maintenant peu d'études statistiques de ce type utilisant des données relatives à la qualité des eaux ont été réalisées. Des recherches seraient à entreprendre dans ce domaine afin d'examiner les modes possibles d'utilisation de ces traitements en vue d'obtenir le maximum d'informations. Ces recherches pourraient permettre de définir en fonction de la valeur des informations obtenues, les traitements statistiques les mieux appropriés pour la pleine exploitation des fichiers des réseaux de surveillance de la qualité des eaux.

La détermination des caractéristiques d'un réseau est fonction d'un certain nombre de facteurs locaux et des possibilités de la technologie existante.

La mise en place de réseaux de surveillance est actuellement envisageable mais nécessite :

- d'archiver un certain nombre d'inventaire (facteurs locaux),
- d'entreprendre un certain nombre de développements technologiques.

5. CONCLUSIONS

L'analyse critique des réseaux existants de surveillance de la qualité des eaux souterraines nous a permis d'établir une méthodologie générale indiquant les démarches d'ordre technique permettant la création de ces réseaux de manière rationnelle. Celles-ci nécessitent de prendre en considération un certain nombre de facteurs locaux qui conditionnent les caractéristiques spécifiques du réseau (cf. tableau ci-après).

Facteurs locaux / Caractéristiques spécifiques du réseau	Répartition spatiale	Fréquence des prélèvements	Nature des paramètres à rechercher
Bassin versant souterrain à l'intérieur d'un système aquifère	détermination de l'étendue de la surveillance		
Vulnérabilité de la nappe à la pollution	localisation des secteurs vulnérables dus aux conditions naturelles et	fréquence élevée dans les zones présentant à la fois une vulnérabilité et	
Contexte polluant	aux activités humaines	des risques de contamination dus aux activités humaines	paramètres recherchés en rapport avec le type d'activité
Critique des résultats analytiques	détection des zones contaminées pour l'implantation de points de contrôle	fréquence élevée pour les points contaminés fréquence faible pour les points exempts de pollution	paramètres recherchés établis à partir des caractéristiques de la qualité de l'eau

Quant aux caractéristiques générales elles sont déterminées par la technologie existante à un instant donné. La détection des paramètres recherchés est liée à l'appareillage et aux techniques analytiques existantes. De même le mode de conservation et d'exploitation des résultats est avant tout dépendant des outils mis à notre disposition.

Pour chaque système aquifère, il est nécessaire d'étudier au préalable les facteurs locaux. A ce sujet rappelons que la détermination des facteurs nécessite d'entreprendre un certain nombre de travaux concernant :

- les conditions hydrogéologiques,
- le contexte polluant.

Il serait souhaitable que les études spécifiques de pollution soient entreprises dans un cadre autre que celui du réseau de surveillance.

En ce qui concerne les premiers, l'état de nos connaissances est bien établi puisqu'il dépend de l'avancement des travaux entrepris dans le cadre de l'évaluation des ressources hydrauliques (E.R.H.) de la France par le Service géologique national du B.R.G.M. En conséquence, le choix d'un ou plusieurs systèmes aquifères bien étudiés sur le plan hydrogéologique est aisé et ne présente aucune difficulté, ceci en vue de l'application de la méthodologie pour la mise en place de quelques "réseaux pilotes". Il n'en est pas de même pour le contexte polluant puisque très souvent l'inventaire des sources réelles et potentielles de pollution n'existe pas. Si l'on se propose d'établir, suivant la méthodologie proposée et à titre de test de tels réseaux dans des régions précises, il sera nécessaire d'entreprendre cet inventaire. La difficulté viendra de l'obtention des données de base.

Egalement dans la phase d'étude une "photographie" de la qualité de l'eau devra être réalisée afin d'avoir de celle-ci une connaissance la plus complète possible. La critique des résultats obtenus permettra de modifier ou de confirmer les caractéristiques spécifiques établies à partir des cartes de vulnérabilité et du contexte polluant.

L'amélioration des caractéristiques générales, de façon à les rendre mieux adaptées aux objectifs d'un réseau de surveillance nécessite de favoriser le développement de certaines techniques. Il s'agit principalement d'études :

- concernant la possibilité de déterminer "in situ" certains paramètres autres que ceux détectés actuellement. Ceci présenterait l'intérêt de pouvoir suivre à des intervalles de temps très serrés des paramètres dont les variations des teneurs au cours du temps sont irrégulières,
- relatives aux modalités d'exploitation des résultats de façon à valoriser au mieux l'ensemble des données recueillies.

Un des objectifs des réseaux de surveillance est de détecter toute dégradation éventuelle de la qualité des eaux. L'action immédiate qui doit suivre cette phase de détection est la mise en oeuvre de travaux permettant d'enrayer toute pollution. L'une d'elle consiste notamment à en préciser l'étendue par la mise en place de réseaux localisés de contrôle de la pollution et de ses sources. Il est souhaitable que ces réseaux à durée plus ou moins limitée dans le temps ne soient pas inclus dans le réseau de surveillance générale de façon à éviter d'alourdir son fonctionnement pour des raisons à la fois financières et techniques. Pour certaines nappes où les possibilités de contamination sont importantes, le risque serait de voir la première catégorie de réseau se composer dans des secteurs pollués d'une simple juxtaposition de réseaux de contrôle de pollution.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBINET (M.) 1970 .- Les cartes de vulnérabilité des nappes d'eau souterraine à la pollution .- *Rapport BRGM 70 SGN 325 HYD*, 1970.
- ALBINET (M.), LOUVRIER (M.) 1975 .- Réseau de contrôle de la qualité des eaux souterraines. Etude régionale pilote dans le département du Loiret .- *Rapport BRGM 75 SGN 274 AME*, 1975.
- GLEIZES 1975 .- Protection des nappes alluviales contre la pollution. Site alluvial de l'Est lyonnais .- *Agence financière de bassin Rhône-Méditerranée-Corse*, 1975.
- GRILLOT (H.), LEMOINE (B.), MONITION (L.) 1973 .- Documentation sur les pollutions industrielles .- *Rapport BRGM 73 SGN 439 AME*, 1973.
- JOURNET (J.M.) 1974 .- Inventaire de la qualité des eaux souterraines du groupement de bassins Artois-Picardie .- *Société Hydrotechnique de France, XIIIèmes journées de l'Hydraulique*, 1974.
- MARCE (A.) et al. 1972 .- Détermination du temps de résidence des eaux souterraines et de la vulnérabilité des nappes alluviales par dosage du tritium. Application aux nappes du Drac et de la Romanche .- *IIème Colloque sur la pollution et la protection des eaux de la région Rhône-Alpes*, 1972.
- MARGAT (J.) 1972 .- Terminologie hydrogéologique .- *Rapport BRGM 72 SGN 203 AME*, 1972.
- McKEE (J.E.), WOLF (H.W.) 1971 .- Water Quality Criteria : 2ème ed.- *Stage Water Ressources control board, the ressources agency of California, publ. 3-A*, 1971.
- PUTALLAZ (J.) et al. 1972 .- Nappe de la Crau. Etude des pollutions, programme de prélèvements et analyses .- *Rapport BRGM 72 SGN 256 PRC*, 1972.
- PUTALLAZ (J.), LAVIE (J.) 1973 .- Nappe de la Crau. Etudes des pollutions. Mesures d'octobre 1972, résultats et essais d'interprétation. - *Rapport BRGM 73 SGN 068 PRC*, 1973.
- PUTALLAZ (J.) 1974 .- Nappe de la Crau. Etudes des pollutions. Mesures de sauvegardes .- *Rapport BRGM 74 SGN 381 PRC*, 1974.

RICOUR (J.) 1975 .- Etat hydraulique et chimisme des eaux de la nappe alluviale de la Moselle (dépôt Pursan de Florange - Incendie du 5 août 1975) .- *Note BRGM SGR/LOR n° 75/119, 1975.*

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT 1973 .- Rapport général de l'inventaire du degré de pollution des eaux superficielles - rivières et canaux (campagne 1971).

SERVICE DE LA CARTE GEOLOGIQUE D'ALSACE LORRAINE 1974 .- L'Alsace et le problème de la pollution des eaux. Qualité des eaux des captages d'alimentation en eau potable des collectivités de la plaine d'Alsace.

COMMISSION DE LA NAPPE ALLUVIALE DE LA MOSELLE 1974 .- Rapport d'activité 1972-1973 du Service technique de surveillance - Service régional de l'aménagement des eaux de Lorraine.

A N N E X E I

RECENSEMENT ET CARACTERISTIQUES DES PRINCIPAUX RESEAUX DE
CONTROLE DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES EN FRANCE

S O M M A I R E

1. NAPPE ALLUVIALE DE LA PLAINE DU RHIN

1.1. Généralités

1.2. Réseau de contrôle du P.L.S.E.

1.3. Réseau pour la détermination de la cartographie du chimisme de la nappe phréatique

1.3.1. Points de prélèvement

1.3.2. Eléments analysés

1.4. Réseaux du secteur alluvial d'Obernai et de la chute d'Iffenzheim

1.4.1. Secteur alluvial d'Obernai

1.4.2. Chute d'Iffenzheim

1.5. Cas de pollution ayant occasionné un contrôle de la qualité de l'eau souterraine

1.5.1. Pollution salée de la nappe

1.5.2. Pollution sulfatée du secteur de Thann

1.5.3. Pollution sulfatée de la zone Strasbourg-nord

1.5.4. Pollution par le mercure

1.5.5. Pollution par les hydrocarbures

1.6. Conservation et exploitation des résultats

1.7. Evolution future du réseau

2. RESEAU ARTOIS-PICARDIE

2.1. Généralités

2.2. Réseau de la qualité des eaux des nappes du Nord de la France (Calcaire carbonifère et Craie)

2.2.1. Nature et densité des points de contrôle

2.2.2. Critères de sélection

2.2.3. Répartition des points de prélèvement

2.2.4. Fréquence des prélèvements, modalités d'échantillonnage, éléments dosés

2.2.5. Exploitation et conservation des résultats

3. RESEAU DE LA NAPPE ALLUVIALE DE L'EST LYONNAIS

- 3.1. Généralités
- 3.2. Nombre et nature des points de contrôle
- 3.3. Campagnes de prélèvements
 - 3.3.1. Fréquence
 - 3.3.2. Modalités de prélèvement
 - 3.3.3. Eléments recherchés
- 3.4. Mode de conservation et d'exploitation des résultats

4. RESEAU DE SURVEILLANCE DE LA NAPPE DE LA CRAU

- 4.1. Généralités
- 4.2. Points de contrôle du réseau qualité (1972)
- 4.3. Fréquence des prélèvements - éléments dosés
 - 4.3.1. Fréquence
 - 4.3.2. Eléments dosés
- 4.4. Mode de conservation et d'exploitation des résultats

5. RESEAU DE LA NAPPE ALLUVIALE DE LA MOSELLE

- 5.1. Généralités
- 5.2. Réseau de contrôle
 - 5.2.1. Nombre et localisation des points de contrôle
 - 5.2.2. Fréquence - Paramètres et éléments déterminés
 - 5.2.3. Conservation et exploitation des résultats
- 5.3. Cas de pollution
 - 5.3.1. Etat de la zone contaminée
 - 5.3.2. Mesures de protection proposées

6. CONTROLE SANITAIRE DES EAUX D'ALIMENTATION

- 6.1. Nombre de points contrôlés - Fréquence
- 6.2. Nature des points contrôlés - Eléments dosés
- 6.3. Modalités d'échantillonnage

7. RESEAUX DIVERS

7.1. Réseau de contrôle le long de l'oléoduc de la Sarre et de Lorraine ainsi qu'autour du parc de stockage de Rohrwiller

7.1.1. Oléoduc de la Sarre et de Lorraine

7.1.2. Parc de stockage de Rohrwiller

7.2. Autres réseaux

° °

LISTE DES CARTES

- n° 1 - Répartition spatiale des points de prélèvements du réseau P.L.S.E.
- n° 2 - Déroulement des campagnes pour la cartographie du chimisme de la nappe phréatique de la plaine du Rhin.
- n° 3 - Localisation de réseaux d'études et de surveillance de pollution pour la nappe phréatique de la plaine d'Alsace.
- n° 4 - Etendue de diverses études de pollution de nappe (bassin Artois-Picardie).
- n° 5 - Répartition des points de prélèvement du réseau de surveillance Artois-Picardie.
- n° 6 - Répartition de points de prélèvement du réseau de surveillance de la nappe alluviale de l'Est lyonnais.
- n° 7 - Points de contrôle du réseau qualité des eaux de la nappe alluviale de la Crau.
- n° 8 - Points de contrôle du réseau de surveillance de la nappe alluviale de la Moselle.
- n° 9 - Répartition spatiale des points de prélèvement du réseau de l'oléoduc Sarre-Lorraine.

Recensement et caractéristiques des principaux réseaux de contrôle de la qualité des eaux souterraines en France

1. NAPPE ALLUVIALE DE LA PLAINE DU RHIN

1.1. Généralités

Le réseau de contrôle de la qualité de l'eau de la nappe phréatique de la Plaine du Rhin est le plus important existant en France actuellement. Cela tient notamment au fait que cette importante réserve d'eau forme une unité menacée par la pollution due à la vulnérabilité de la nappe d'une part, à l'existence de causes potentielles de pollution importantes d'autre part (région très urbanisée et industrialisée).

Pour ces raisons, un organisme chargé de la gestion administrative et financière de cette nappe, la C.I.E.N.P.P.A. (1), a été mis en place en 1964.

La plupart des études hydrogéologiques et des contrôles de la qualité de l'eau ont été confiées au S.C.G.A.L. (2).

Les méthodes générales de travail de ce dernier concernant le contrôle de la qualité de l'eau sont les suivantes :

- 1°) Les points de prélèvements sont choisis en fonction de la bonne représentativité de l'eau de la nappe. Deux critères importants interviennent dans ce choix :
 - l'environnement du point
 - les possibilités d'effectuer un échantillonnage correct
- 2°) Les échantillons sont prélevés sur les ouvrages suivants :
 - puits à usage divers et A.E.P. (3) domestique
 - puits à usage agricole
 - forage A.E.P.
 - piézomètres
 - gravières
 - drains ou fossés drainant la nappe
- 3°) Les modalités de prélèvement sont fonction de l'équipement des points :
 - pompe à main portative (prélèvement dans les piézomètres)
 - capteurs pour les puits non équipés et les gravières
 - pompe manuelle ou électrique pour les puits domestiques équipés ou les A.E.P.

(1) Commission interministérielle d'étude de la nappe phréatique de la Plaine d'Alsace.
(2) Service de la carte géologique d'Alsace Lorraine (Université Louis Pasteur).
(3) Alimentation en eau potable.

Chaque fois que cela est possible, un renouvellement de l'eau est effectué avant la collecte de l'échantillon. Si pour une raison quelconque, les critères de réalisation d'un bon prélèvement ne sont pas réunis, l'échantillon n'est pas pris en compte.

La nappe alluviale de la plaine du Rhin comporte plusieurs réseaux de contrôle. La mise en place de chacun s'est effectuée à des moments différents, suivant la nature des problèmes qui se posaient.

Nous allons examiner ci-après ces différents réseaux à savoir :

- Réseau P.L.S.E. (1)
- Réseau établi pour la cartographie du chimisme de la nappe.
- Réseaux mis en place lors d'études spécifiques (secteur d'Obernai, d'Iffezheim).
- Réseaux d'études de pollution constatée.

1.2. Réseau de contrôle du P.L.S.E.

La C.I.E.N.P.P.A. a été créé lors de l'installation du P.L.S.E. qui traverse les départements du Haut-Rhin et du Bas-Rhin.

Devant les risques possibles d'infiltration d'hydrocarbures par suite de fuites du pipe-line, un réseau de contrôle est mis en place le long de celui-ci. En 1974, ce réseau comportait pour les eaux souterraines 68 points répartis de la manière suivante :

- 7 points A.E.P. domestique
- 13 puits domestiques à usage divers
- 14 puits à usage agricole
- 2 forages A.E.P.
- 8 piézomètres
- 20 gravières
- 4 drains ou fossés drainant la nappe.

Il est prévu dans les prochaines années un renforcement dans les secteurs où la densité des points est la plus faible notamment au Sud de Strasbourg. La carte n° 1* représente la situation géographique des points de prélèvement.

Les prélèvements ont lieu annuellement, pour ceux effectués par capteur, un mélange d'eau de la surface du puits ou de la gravière et d'eau prise à environ 20 cm sous la surface est réalisé à chaque fois.

(1) Pipe Line Sud Européen.

- * Sur cette carte sont reportés à la fois les points de prélèvements correspondant à des eaux souterraines et de surfaces (gravières, drains, fossés et rivières).

Les échantillons prélevés sont transmis dans les délais les plus brefs au laboratoire de l'Institut de recherches hydrologiques de Nancy qui effectue les analyses. Les éléments analysés sont les suivants :

- dureté
- chlorures
- oxydabilité (au KMnO_4 à chaud en milieu acide)
- substances extractibles au chloroforme (SEC) pour la recherche d'hydrocarbures).

Auparavant, sur le terrain, sont déterminés :

- aspect et odeur de l'échantillon
- conductivité.

1.3. Réseau pour la détermination de la cartographie du chimisme de la nappe phréatique

En 1968, la C.I.E.N.P.P.A. décide d'établir une cartographie du chimisme de la nappe phréatique. A cette fin, celle-ci est découpée en 8 zones dont la superficie tient compte du découpage des cartes topographiques à 1/50 000. Chaque année, une zone est examinée sauf en 1972 où les 3 zones sud de la nappe sont étudiées (cf. carte n° 2) ; c'est ainsi qu'à la fin de l'année 1973, l'ensemble de la nappe était cartographiée.

1.3.1. Points de prélèvement

L'étude débuta en 1968 par la zone située au Nord de Strasbourg. Ce territoire a été choisi à cause des connaissances relativement approfondies que possédait le S.C.G.A.L. sur ce secteur. Un inventaire de tous les ouvrages captant l'eau de la nappe et déclarés au Code minier a été réalisé. Parmi tous les points de prélèvements ainsi recensés, une sélection a été faite pour ne retenir que ceux permettant d'effectuer un échantillonnage représentatif de la qualité de l'eau de la nappe.

De Lauterbourg, dans le Nord de l'Alsace, à Saint-Louis, au Sud, plus de 1 000 points d'eau ont subi un contrôle de la qualité chimique.

1.3.2. Éléments analysés

Pour chaque prélèvement, les déterminations suivantes ont été faites :

- sur le terrain :
 - . pH - conductivité - température - aspect - odeur
- au laboratoire :
 - . les anions hydrogénocarbonates, chlorures, sulfates et nitrates
 - . les cations calcium, magnésium, sodium, potassium
 - . le résidu sec et les substances extractibles au chloroforme

Les analyses ont été effectuées par l'Institut de recherches hydrologiques de Nancy.

Eléments traces

Dans l'avenir, des analyses portant également sur la recherche de ceux-ci sont envisagées de manière systématique. Afin d'avoir une base de comparaison pour l'évolution de la qualité de l'eau, deux campagnes d'éléments traces ont déjà eu lieu. Les dosages ont porté essentiellement sur les composés suivants :

- métaux lourds
- surfactifs anioniques (détergents du type ABS)
- phénols
- pesticides (uniquement sur certains points).

Parmi les métaux lourds, le fer et le manganèse ont été volontairement omis du fait de leur présence naturelle à des teneurs notables.

Toutes ces campagnes successives qui se sont étendues sur six années ont permis d'établir annuellement une "photographie" du chimisme de la nappe, matérialisée notamment par l'établissement de cartes.

A ce réseau, qui a procédé à l'examen de l'ensemble de la plaine d'Alsace, il faut ajouter un certain nombre de contrôles d'importance plus ou moins grande mis en place lors d'études spécifiques ou de pollutions constatées.

1.4. Réseaux du secteur alluvial d'Obernai et de la chute d'Iffenzheim

(cf. carte n° 3)

Ces réseaux ont été établis en raison de risques de pollution de la nappe.

1.4.1. Secteur alluvial d'Obernai

L'implantation du réseau a été motivée par l'existence d'une importante brasserie.

Il comprend 20 points répartis de la manière suivante :

- 3 forages A.E.I.
- 6 piézomètres appartenant à la brasserie
- 7 forages A.E.P.
- 4 puits domestiques.

La fréquence des prélèvements est de deux campagnes annuelles (depuis 1969). Les analyses sont de type I (type défini par le ministère de la Santé (1)) avec en supplément des dosages d'éléments traces.

1.4.2. Chute d'Iffenzheim

Ce réseau a été installé en vue d'un constat de la qualité des eaux avant, pendant et après la réalisation d'un barrage sur le Rhin. Le secteur est parallèle au fleuve, sur une largeur d'environ 2 km entre Henlisheim et Kesseldorf. Il se situe au Nord de Strasbourg dans la région du confluent de la Moder et du Rhin. Le contrôle porte sur 57 points dont 47 piézomètres.

(1) Circulaire du 15 mars 1962 relative aux instructions générales concernant les eaux d'alimentation et la glace alimentaire.

Sur la totalité du réseau sont réalisées trois campagnes annuelles avec analyse de type I. D'autre part des analyses partielles, trimestrielles, sont effectuées sur 30 points.

1.5. Cas de pollution ayant occasionné un contrôle de la qualité de l'eau souterraine (cf. carte n° 3)

1.5.1. Pollution salée de la nappe

Ce contrôle qui a débuté de façon suivie en 1962 a été financé par la suite par l'Agence financière de bassin Rhin-Meuse.

Il correspond à la pollution de certains secteurs de la nappe due à l'exploitation des mines de potasse. Cette pollution est occasionnée par :

- les rejets en rivière d'eaux saumâtres (contamination de certains secteurs proches du Rhin en raison des relations fleuve-nappe). Les teneurs en chlorures en ces points sont supérieures à 200 mg/l et atteignent parfois 1 g/l ;
- les terrils de stérile. La contamination est alors due aux infiltrations d'eaux ou au léchage par la nappe sous-jacente lors de remontées saisonnières.

Dans ce dernier cas, l'étendue géographique de la contamination est plus importante. Elle correspond approximativement à un triangle "Cernay - Mulhouse - Sélestat", comprenant au Sud 5 zones très critiques (teneurs en chlorures supérieures à 1 g/l).

Surveillance de ce réseau

La surveillance de la salinité se fait par des mesures mensuelles ou trimestrielles de la conductivité et des chlorures des eaux de la nappe à l'aide d'un réseau très dense de piézomètres ou de puits disposés à l'intérieur et à l'extérieur du bassin potassique.

- réseau du bassin potassique : 143 points d'observation
- réseau dit "élargi" (extérieur) : 115 points

La faible profondeur des ouvrages fait que les prélèvements ne concernent le plus souvent que la partie supérieure de la nappe. Pour atténuer cet effet, les mesures sont effectuées exclusivement sur des échantillons prélevés après pompage. A noter que 4 piézomètres ont été crépinés à trois profondeurs différentes pour étudier l'évolution de la teneur en chlorures.

Solutions envisagées

Pour enrayer la progression de cette pollution, diverses solutions ont été proposées. La plus réaliste paraît être un pompage à l'aval des terrils de l'eau chlorurée suivi d'une utilisation de celle-ci dans certains circuits d'utilisation. Un puits expérimental test doit être réalisé à l'aval de Bollwiller. D'autre part, il est prévu d'installer des piézomètres profonds pour apprécier de manière plus précise l'importance de la contamination en profondeur et entamer éventuellement la dépollution par pompage.

1.5.2. Pollution sulfatée du secteur de Thann

Un réseau a été mis en place (environ 30 points de surveillance) pour l'étude d'une pollution sulfatée provoquée par une usine de Thann et concernant la "nappe de l'Ochsenfeld" dans la vallée de la Thur.

Une campagne de prélèvement s'est déroulée en 1974 et a porté sur 28 points. Les éléments dosés ont été les suivants : calcium, fer, chlorures, sulfates.

1.5.3. Pollution sulfatée de la zone Strasbourg-nord

Lors de la campagne de prélèvements 1968, il avait été mis en évidence l'existence d'une pollution par les ions sulfates dans les eaux souterraines du secteur nord de Strasbourg. La zone polluée s'étend entre Reichstett, Hoerdtt et Killstett : les teneurs atteignent en certains points 500 mg/l.

Un programme a débuté en 1973 pour déterminer les origines de la pollution. Une série de 15 piézomètres a été installée, complétant dans ce secteur le réseau de 65 points de prélèvements. La plupart de ces points donnent accès à la partie supérieure de la nappe, zone dans laquelle semblent se répartir les sulfates. Ceci a été vérifié par 4 puits profonds.

Les analyses effectuées sont de type I et de fréquence annuelle. Afin d'essayer de déterminer l'origine de la pollution, des analyses d'isotopes du soufre ont été entreprises.

Pour des raisons financières, la surveillance est actuellement arrêtée.

1.5.4. Pollution par le mercure

A la suite des résultats analytiques enregistrés concernant le dosage du mercure tant sur l'eau et les sédiments que sur la faune aquatique, un programme d'action a été créé en 1974 pour enrayer cette pollution.

Origine

L'enquête a porté sur 53 établissements pouvant utiliser le mercure sous une forme quelconque :

- 48 d'entre eux rejetaient quelques grammes de mercure au plus par an
- 4 rejetaient de 50 à 600 g/an
- 1 établissement rejetait plus de 4 t/an (atelier de fabrication de chlore, potasse et soude par électrolyse dans la région de Thann).

Réseau de surveillance

Ce réseau concerne essentiellement les eaux superficielles. Pour les eaux souterraines, la surveillance a été effectuée à l'aide de quelques piézomètres dans le secteur de Thann où sont situés des terrils de déchets chimiques comportant des composés mercuriels.

Mesures de décontamination

Diverses mesures internes de recyclage et de modification dans la chaîne des traitements ont permis de réduire considérablement la pollution.

En aval des terrils sur lesquels étaient stockées les boues mercurielles, un pompage de la nappe phréatique a permis d'appréhender une partie importante de la contamination.

1.5.5. Pollution par les hydrocarbures

En 1971, une couche d'environ 60 cm de kérosène a été décelée à la surface de la nappe dans l'enceinte de l'aérodrome militaire d'Entzheim.

Quelques piézomètres ont été installés afin de déterminer l'étendue de la zone contaminée. Cette pollution qui reste très localisée s'étendrait sur environ 3 000 m² et correspondrait à approximativement 2 000 m³.

Deux puits expérimentaux ont été mis en place en vue d'une décontamination par pompage. La récupération effective a été assez faible (quelques dizaines de m³ de kérosène).

1.6. Conservation et exploitation des résultats

Le S.C.G.A.L. qui dispose d'un ordinateur IBM 1800 a mis au point un système de stockage des données sur disque afin de constituer une Banque régionale de données. Celles-ci sont réparties dans un certain nombre de fichiers :

- inventaire des ressources hydrogéologiques
- piézométrie
- salure de la nappe phréatique
- chimie des eaux
- hydrométrie
- pluviométrie

La connection entre les différents fichiers est assurée par un numéro d'identité affecté à chaque point d'observation et établi sur le principe d'une numérotation séquentielle par 1/8° de coupure de feuille topographique à l'échelle du 1/50 000. L'identification d'un point se compose du numéro de la feuille topographique à 1/50 000 et du numéro du 1/8 de cette feuille dans lequel est situé le point ; vient ensuite le numéro d'ordre du point dans ce 1/8. L'ensemble correspond à "l'indice de classement dans les archives du B.R.G.M.". Pour un point donné, il est invariant et caractéristique de celui-ci.

Du fait de la fréquence beaucoup plus importante des analyses du "réseau salure" et pour des raisons de coefficient de remplissage des fichiers, il s'est avéré nécessaire de séparer ce dernier du fichier chimie des eaux. Le principe cependant en est identique.

Les résultats des analyses effectuées lors des campagnes de prélèvements depuis 1968 représentaient une photographie à un instant donné de la qualité. Afin de pouvoir mieux suivre l'évolution au cours du temps, il a été introduit un certain nombre d'analyses jugées comme suffisamment représentatives

et puisées dans des archives diverses. Il s'agit principalement de celles de la D.D.A.S.S. (1) du Haut-Rhin et du Bas-Rhin concernant les A.E.P. En 1974, le fichier chimie des eaux comportait environ 3 000 analyses.

Un exemple de bordereau de recueil d'une partie des données est fourni en annexe (cf. annexe n° 3).

L'exploitation en ordinateur de ces fichiers a donné lieu à publication d'un certain nombre de rapports ou de documents (cartes, graphiques...).

Citons deux exemples d'exploitation :

Cartographie

A l'issue de chaque campagne annuelle concernant un secteur, des cartes détaillées à 1/50 000 de la répartition des principaux éléments (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- ...) ont été dressées, représentant ainsi un constat, pour une année donnée, de la qualité des eaux souterraines.

Mentionnons également la carte des pollutions constatées sur l'ensemble de la nappe phréatique (état 1973). Sur ce document sont représentées les zones critiques en Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- avec des couleurs différentes suivant l'intensité de la pollution.

Qualité de l'eau des captages A.E.P. (rapport publié en octobre 1974)

La possession d'analyses, étalées dans le temps, a permis de dresser pour chaque A.E.P. une courbe d'évolution des principaux éléments permettant ainsi de mettre en évidence la tendance à la dégradation de la qualité de l'eau (fig. 1).

Il a été d'autre part établi une carte d'indices de la qualité des eaux des forages A.E.P. L'annexe n° 4 indique le mode d'attribution des indices de qualité établis à partir de classes déterminées par comparaison avec certaines zones supposées "vierges" et considérées comme représentant la qualité originelle de l'eau de la nappe.

1.7. Evolution future du réseau

A cet ensemble de réseaux il faut ajouter :

- les réseaux créés ou prévus dans les grandes zones industrielles,
- le réseau constitué par les piézomètres et les analyses de surveillance imposée par le Service des établissements classés à de nombreuses installations utilisant l'eau de la nappe.

(1) Direction départementale de l'action sanitaire et sociale.

A partir de ce réseau "potentiel" il est prévu d'établir dans un avenir proche un réseau de contrôle permanent de la qualité en ne retenant que certains points jugés particulièrement intéressants et situés dans des zones caractéristiques, à savoir :

- secteur supposé vierge de toute contamination permettant de définir l'état originel de la qualité de l'eau,
- secteur susceptible dans l'avenir de pollutions (implantation future prévisible de certaines activités polluantes),
- secteurs présentant divers types de pollution.

°°

2. RESEAU ARTOIS-PICARDIE

2.1. Généralités

Depuis 1966, l'Agence financière de bassin Artois-Picardie a fait effectuer des études sur la qualité des eaux souterraines de certains secteurs. (La carte n° 4 en indique la localisation).

En 1973, un réseau de contrôle de la qualité a été mis en place sur l'ensemble du bassin.

A partir de 1976 et pour des raisons financières, ce réseau a été abandonné. Pour les départements du Nord et du Pas-de-Calais, un contrôle de la qualité des eaux sera créé par l'Inspection régionale de la Santé.

2.2. Réseau de la qualité des eaux des nappes du Nord de la France (Calcaire carbonifère et Craie)

(organisme responsable et financier : Agence financière de bassin Artois-Picardie)

Le réseau mis en place en 1973 répondait à deux objectifs principaux :

- détermination de la qualité de l'eau et de son évolution dans des zones plus ou moins polluées,
- alerte à la pollution.

Ce dernier objectif a été jugé comme le plus important.

2.2.1. Nature et densité des points de contrôle

Une cinquantaine d'ouvrages ont été sélectionnés et se répartissent de la manière suivante :

- A.E.P. : environ 50 %
- Forages industriels : environ 30 %
- Puits particuliers : environ 10 %
- Sources : environ 10 %

La carte n° 5 indique la nature et la répartition géographique de ces points.

2.2.2. Critères de sélection

Le choix et la localisation des points a été fait d'une part en fonction de la qualité constatée de la nappe lors d'études particulières, d'autre part en s'attachant à répartir à peu près régulièrement les points dans l'espace entre ces zones d'études.

Une trentaine de points ont été dégagés parmi la cinquantaine retenue pour jouer un rôle de réseau d'alerte. Leur position se situe en amont d'écoulement de certains captages menacés.

2.2.3. Répartition des points de prélèvement

L'analyse de la répartition de ces derniers montre que l'on a :

- un nombre limité de points dans des secteurs déjà pollués (Deule, Hénin-Liétard...) : environ 10 %,
- environ 40 % des points dans des secteurs non pollués,
- environ 50 % des points à l'aval de pollutions afin de suivre l'évolution de celles-ci,
- une répartition à peu près régulière dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais où la pollution est assez générale,
- une localisation irrégulière en Picardie où il n'y a pas de problème de pollution en général, mais seulement quelques foyers liés principalement aux industries.

2.2.4. Fréquence des prélèvements, modalités d'échantillonnage, éléments dosés

La fréquence des prélèvements est fonction de la situation des points. Pour ceux situés dans des zones réputées vierges de pollution, elle est d'un à deux par an. Pour les autres points, cette fréquence est portée à 6.

Les prélèvements sont réalisés par les services du B.R.G.M. L'échantillonnage se fait après avoir pompé 2 à 3 fois le volume d'eau contenu dans le forage.

Les analyses sont effectuées par l'Institut Pasteur de Lille. La plupart des dosages correspondent à ceux d'une analyse de type I à laquelle s'ajoute, dans la plupart des cas, la demande chimique en oxygène et les phénols. Les déterminations bactériologiques comprennent :

- dénombrement des bactéries (24 h à 37°C)
- " " (72 h à 20°C)
- Coliformes et Escherichia Coli
- Streptocoques fécaux

Sur certains captages, il peut être recherché certains éléments traces (détergents, métaux lourds, pesticides, substances extractibles au chloroforme).

2.2.5. Exploitation et conservation des résultats

Les renseignements généraux et analyses chimiques relatives aux différents points du réseau sont actuellement traitées par informatique. Les données sont codées et constituent un fichier dont un des principaux buts utilitaires pour l'Agence financière de bassin est de pouvoir fournir à la demande des renseignements sur un ou plusieurs points d'eau et en particulier sur l'évolution de la qualité.

L'exploitation se traduit par la réalisation de cartes de degré de qualité des eaux établies à partir d'indices déterminés suivant les valeurs des paramètres mesurés (indices globaux de qualité).

°°

3. RESEAU DE LA NAPPE ALLUVIALE DE L'EST LYONNAIS

3.1. Généralités

En 1970, l'Agence financière de bassin Rhône-Méditerranée-Corse a mis en place un réseau de surveillance sur la nappe alluviale de l'Est lyonnais.

Ce site alluvial est un des plus importants du bassin géré par l'Agence financière de bassin, tant du point de vue de la ressource que de l'utilisation intensive qui en est faite. La quantité d'eau prélevée est de l'ordre de 500 000 m³ par jour avec des débits de pointe avoisinant 10 m³/s.

Le réseau a fonctionné jusqu'en 1973. Pour des raisons budgétaires, il a été abandonné par la suite. Sa remise en fonction est prévue avec la participation financière de certains organismes directement intéressés.

Le réseau a été implanté à la suite d'études préliminaires et de documents existants publiés par divers organismes. Un certain nombre de travaux préalables ont été réalisés afin de préciser la localisation des points de prélèvements et de déterminer les éléments à analyser. Par exemple, pour chaque source de pollution, des dossiers d'enquête ont été constitués. (Un exemple concernant les gravières est indiqué en annexe n° 5). Citons également qu'un certain nombre de cartes ont été établies, comme par exemple :

- carte des perméabilités,
- carte des profondeurs de la nappe,
- carte des sources de pollution.

Tous ces documents sont réunis dans un rapport publié par l'Agence financière de bassin Rhône-Méditerranée-Corse et intitulé *"Protection des nappes alluviales contre la pollution - site alluvial de l'Est lyonnais"*.

3.2. Nombre et nature des points de contrôle

Le réseau s'étend sur une superficie d'environ 300 km² et comporte les ouvrages suivants (cf. carte n° 6) :

- 160 puits non équipés de moyen de pompage dont 21 d'une profondeur supérieure à 30 m,
- 105 puits équipés en service ou non,
- 215 piézomètres d'une profondeur inférieure à 8 m,
- 12 piézomètres au-delà de 8 m.

La nappe alluviale présentant une structure multicouche, les services de l'Agence financière de bassin ont été conduits à rechercher un dispositif de prélèvement permettant de connaître la qualité de l'eau à différentes profondeurs le long d'une même verticale. Ainsi un système dit de "multitubes" a été mis au point afin de prélever des échantillons à différentes profondeurs. Le coût d'un tel ouvrage est revenu en 1970 entre 15 et 20 000 francs pour des profondeurs de 15 à 25 m. En accord avec les services du ministère de l'Équipement et leur concours financier, une barrière constituée par une vingtaine de multitubes a été mise en place par le B.R.G.M. à l'amont immédiat des zones de captage de la Communauté urbaine de Lyon.

3.3. Campagnes de prélèvements

3.3.1. Fréquence

Les campagnes de mai et septembre 1970 ont porté sur 400 points d'eau. En 1971, au vu des deux campagnes précédentes le nombre de points sélectionnés a été réduit à une centaine. En 1972, une seule série de prélèvements a été réalisée en octobre. Elle portait sur la centaine de points utilisés en 1971 augmentés de 150 en rive droite du canal de Miribel, non comprise jusque là dans la zone contrôlée.

A chaque campagne a été associé un relevé piézométrique.

3.3.2. Modalités de prélèvement

Une étude préalable a été faite pour observer l'évolution de la qualité de l'eau au cours du temps lors d'un pompage continu. Les conclusions ont été qu'il fallait, avant d'effectuer le prélèvement, avoir évacué un volume d'eau égal au moins à une fois et demie le volume contenu dans l'ouvrage au début du pompage. Suivant les cas particuliers, les modalités suivantes ont été retenues :

- Tous les prélèvements sont effectués par pompage sauf pour les piézomètres profonds (supérieur à 8 m) où l'on utilise une soupape.
- Pour les puits en service le prélèvement est effectué après 10 mn de pompage.
- Puits non en service : évacuation au préalable de 1,5 fois le volume d'eau contenue dans l'ouvrage.
- Dans les piézomètres, l'échantillonnage ne se fait qu'après obtention d'eau claire.

3.3.3. Eléments recherchés

Sur tous les prélèvements ont été déterminés le pH, la conductivité ainsi que les éléments minéraux fondamentaux. Pour un certain nombre de points choisis après un inventaire préalable des pollutions possibles, des examens bactériologiques ainsi que la recherche d'éléments toxiques ou indésirables ont été entrepris. L'analyse bactériologique consiste en un dénombrement de germes coliformes. Les éléments toxiques ou jugés indésirables comprennent :

- métaux lourds
- détergents
- hydrocarbures
- phénols
- cyanures
- fluorures.

Les analyses ont été réalisées par le Laboratoire régional d'hygiène appliquée de l'Institut Pasteur de Lyon.

3.4. Mode de conservation et d'exploitation des résultats

Le Service de la carte géologique d'Alsace Lorraine (S.C.G.A.L.) a été chargé du traitement des résultats. Ceux-ci ont été transmis à ce service sous forme de bordereaux de transfert identiques à ceux utilisés pour l'exploitation du réseau de la plaine alluviale du Rhin. L'exploitation mécanographique a fourni :

- des tableaux de résultats,
- des calculs de rapports entre différents ions,
- des analyses statistiques avec calculs de moyenne, d'écart-type, de corrélations, d'histogrammes,
- des diagrammes de Schoeller-Berkaloff pour chaque analyse.

Les différents travaux d'exploitation ont permis de dégager un certain nombre de conclusions sur la qualité de l'eau. Ces conclusions sont insérées dans le document publié par l'Agence financière de bassin et cité au paragraphe 3.1.

4. RESEAU DE SURVEILLANCE DE LA NAPPE DE LA CRAU

4.1. Généralités

En 1972, l'étude de la qualité des eaux de la nappe de la Crau a été confiée au Service géologique régional Provence-Corse du Service géologique national (B.R.G.M.) par l'Agence financière de bassin Rhône-Méditerranée-Corse (organisme responsable et financier).

L'objet de cette étude était de déterminer la qualité des eaux sur l'ensemble de la nappe ainsi que les origines d'éventuelles pollutions.

A ces fins, un réseau de surveillance a été défini et une campagne de prélèvements a été entreprise en septembre-octobre 1972. En 1973, une campagne a également eu lieu au mois de juin, axée cette fois sur des secteurs jugés critiques au vu des résultats de 1972.

Toutes ces études ont abouti à proposer à l'Agence financière de bassin un réseau de contrôle permanent de la qualité des eaux de la nappe. Cette proposition n'a pas été suivie d'effet.

Néanmoins, une surveillance réduite de la nappe a continué de se faire les années suivantes par le Service géologique régional Provence-Corse, le financement étant assuré par le ministère de l'Industrie et de la Recherche dans le cadre de ses crédits E.R.H. (Evaluation des ressources hydrauliques).

Cette surveillance diffère de la proposition essentiellement par le nombre plus réduit d'éléments recherchés.

4.2. Points de contrôle du réseau qualité (1972) (carte n° 7)

(nombre - nature - modalités d'échantillonnage)

La localisation des points de prélèvement s'est appuyé sur le fichier résultant de l'inventaire des ressources hydrauliques, réalisé pendant la période 1962-1964, en tenant compte de l'environnement, de la représentativité des points, des possibilités de pompage et de rejet des eaux.

Le réseau utilisé comporte 57 points de mesures répartis de la manière suivante :

- 20 captages A.E.P.
- 28 puits "fermiers"
- 3 piézomètres
- 6 points d'eau superficielle (affleurement de nappe).

Afin que l'échantillon recueilli soit représentatif de la qualité de l'eau de la nappe, les prélèvements ne sont réalisés qu'après un pompage équivalent à 1,5 fois le volume du puits. Ce volume retenu se réfère aux études faites par l'Agence financière de bassin Rhône-Méditerranée-Corse à ce sujet.

4.3. Fréquence des prélèvements - éléments dosés

4.3.1. Fréquence

En 1972, une seule campagne a été effectuée. Elle s'est déroulée durant la période fin septembre-début octobre. En 1973, la campagne s'est déroulée en juin.

4.3.2. Eléments dosés (campagne 1972)

Analyses générales

Ces analyses sont appliquées à l'ensemble de la nappe, dans le but d'obtenir une image hydrochimique de celle-ci.

Observations et mesures in situ faites par le préleveur :

- environnement
- état du puits
- surface de l'eau dans le puits
- équipement
- date de la dernière utilisation

- pH
- température
- résistivité

De plus, à chaque prélèvement, est associé un relevé du niveau piézométrique de la nappe.

Mesures faites au laboratoire :

- couleur
- odeur
- goût

- Titre hydrotimétrique (TH)
- Titre alcalimétrique complet (TAC)
- Hydrogénocarbonates
- Chlorures
- Sulfates
- Nitrates
- Calcium
- Magnésium
- Sodium
- Potassium

Analyses particulières

Ces analyses sont effectuées en supplément des précédentes dans les secteurs où les eaux sont susceptibles de subir une altération de la qualité. Les éléments recherchés sont adaptés aux types de pollution possible.

Près des agglomérations, rejets de station d'épuration, décharges publiques ou sauvages :

- Nitrites
- Azote ammoniacal
- Détergents anioniques (ABS)
- Matières organiques
- Escherichia Coli, Coliformes

Près des pipe-lines, des stockages d'hydrocarbures :

- Hydrocarbures (dosage en infra-rouge, seuil de détection 0,1 mg/l)

Près des industries polluantes ou des zones agricoles :

- Eléments spécifiques à celles-ci (métaux lourds, phénols, nitrates, pesticides...).

4.4. Mode de conservation et d'exploitation des résultats

Les résultats ont fait l'objet d'un traitement manuel et automatique par l'utilisation de programmes d'analyses "HYCH" et "PIPER" dont dispose le B.R.G.M.

Ces traitements ont permis une comparaison des eaux souterraines entre elles et un classement du point de vue de leur potabilité.

On trouvera le résultat de ces études dans une série de rapports publiés par le B.R.G.M. (1).

° °

5. RESEAU DE LA NAPPE ALLUVIALE DE LA MOSELLE

5.1. Généralités

Dans le département de la Moselle a été mis en place en 1970, une "Commission départementale de la nappe alluviale de la Moselle" placée sous la présidence du Préfet du département et dont le secrétariat est assuré par le Service régional d'aménagement des eaux de Lorraine. Cette Commission départementale s'est dotée d'un organisme permanent (Service technique de surveillance) chargé du fonctionnement d'un réseau de contrôle de la qualité des eaux de la nappe alluviale de la Moselle.

La nappe contrôlée s'étend sur une longueur d'environ 60 km (de Metz à la frontière). La superficie est d'environ 200 km².

(1) H. CHATELET, J. LAVIE et J. PUTALLAZ - 1972
J. LAVIE et J. PUTALLAZ - 1973
J. PUTALLAZ - 1974

5.2. Réseau de contrôle

5.2.1. Nombre et localisation des points de contrôle (carte n° 8)

Le nombre de points de prélèvement, légèrement variable d'une année sur l'autre est d'une vingtaine, composé essentiellement de piézomètres et de quelques gravières.

Les points de prélèvements ont été répartis en amont des captages A.E.P. situés dans les secteurs où la qualité de l'eau est la plus menacée.

5.2.2. Fréquence - Paramètres et éléments déterminés

Le rythme des prélèvements est mensuel.

Les analyses comportent les déterminations suivantes :

- pH
- Résistivité
- Cations principaux (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+})
- Anions principaux (HCO_3^{-} , Cl^{-} , SO_4^{2-} , NO_3^{-})
- TH
- NH_4^{+} , NO_2^{-}
- Fer

De plus, depuis deux ans, il est procédé pendant les périodes d'étiage à la recherche d'éléments traces (métaux lourds, phénols...) sur 40 A.E.P.

A noter que chaque année, il est également fait à cette époque une campagne de relevés piézométriques. En outre, 4 piézomètres sont équipés en permanence de limnigraphes.

5.2.3. Conservation et exploitation des résultats

Tous les résultats sont conservés dans un fichier non automatisé.

L'exploitation des résultats conduit chaque année à l'établissement d'un rapport d'activité du "Service technique de surveillance" (Commission départementale de la nappe alluviale de la Moselle). L'exploitation de ces résultats analytiques conduit à la mise en oeuvre d'un certain nombre d'études comme :

- études de pollution dans certains secteurs où la contamination est importante,
- études de vitesses de circulation des eaux souterraines.

5.3. Cas de pollution

Incendie du dépôt de carburant PURSAN à Florange (août 1975) (1).

A la suite d'un incendie d'environ 8 000 m³ de fuel domestique, on estime que 1 200 m³ ont contaminé les eaux souterraines.

Dans l'immédiat, afin d'enrayer cette pollution, les mesures suivantes ont été prises :

- creusement d'une tranchée en aval de la cuve détruite,
- pompage sur un forage situé à proximité afin de fixer la contamination,
- utilisation de produits émulsifiants.

Par la suite, le Service géologique régional de Lorraine du Service géologique national (B.R.G.M.) a été chargé de dresser un état de la nappe alluviale dans ce secteur et de proposer les mesures à mettre en oeuvre pour limiter l'extension de la zone polluée.

5.3.1. Etat de la zone contaminée

Le programme mis en oeuvre pour dresser l'état de la nappe a consisté en :

- établissement de cartes piézométriques,
- réalisation de séries de prélèvements aux fins d'analyses.

Les analyses ont porté sur les paramètres ou éléments suivants :

- DCO, Cl⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, NO₂⁻, PO₄³⁻, K⁺, TH, TAC, hydrocarbures, phénols.

En plus des concentrations parfois importantes en hydrocarbures, il a été noté des teneurs anormalement élevées en azote ammoniacal (NH₄⁺) et pour la demande chimique en oxygène (DCO). Ces constatations ont été attribuées à une contamination de la nappe par les produits émulsifiants utilisés.

5.3.2. Mesures de protection proposées

Afin de limiter l'extension de la contamination, il a été proposé les mesures suivantes :

- aménagement d'une fouille ouverte lors de l'incendie et création d'un puits de fixation,
- pompage de fixation dans ce puits,
- établissement après un mois de pompage d'une carte piézométrique et de nouvelles séries d'analyses.

°°°

(1) J. RICOUR - 1975

6. CONTRÔLE SANITAIRE DES EAUX D'ALIMENTATION

Il concerne la surveillance de la qualité hygiénique de l'eau distribuée aux usagers. Ce contrôle, effectué sous la responsabilité des D.D.A.S.S. est identique dans son principe d'un département à un autre. Les caractéristiques mentionnées ci-dessous sont extraites d'une étude pilote effectuée sur le département du Loiret (1).

6.1. Nombre de points contrôlés - Fréquence

Ces deux caractéristiques sont définies par arrêté préfectoral (cf. annexe n° 2). Elles dépendent essentiellement du nombre d'habitants desservis par une distribution d'eau potable. Dans le cas particulier d'une pollution ou d'un danger de pollution, cette fréquence peut-être modifiée ainsi qu'il l'est précisé dans l'arrêté préfectoral cité précédemment (article 5 et 6).

6.2. Nature des points contrôlés - Eléments dosés

Deux cas sont à envisager :

- Alimentation nouvelle (nouveau captage, modification de l'ancien captage). Le prélèvement est effectué sur l'ouvrage lui-même (puits - source - forage). Dans ce cas, l'analyse est de type I.
- Surveillance normale. Les prélèvements sont effectués le plus souvent sur un point quelconque du réseau (en général le robinet d'un particulier), plus rarement sur l'ouvrage lui-même. Les déterminations faites sont de type II (deux fois par an, au printemps et à l'automne) ou de type III.

6.3. Modalités d'échantillonnage

L'échantillonnage effectué soit au niveau du captage, soit au niveau du réseau de distribution est effectué selon des règles prescrites par les textes officiels (2).

Remarques

Pour les distributions de moyenne et grande importance (qui sont dans la plupart des cas des eaux traitées), il existe en plus de cette surveillance réglementaire un contrôle effectué par le distributeur. Ce contrôle est réalisé :

- sur l'eau de la nappe. Les paramètres et éléments déterminés correspondent à ceux permettant d'ajuster le traitement : turbidité, teneur en azote, matières oxydables, qualité bactériologique...)
- sur l'eau traitée. Dans ce cas les déterminations correspondent aux critères exigés par la législation.

°°°

(1) M. ALBINET et M. LOUVRIER (1975)

(2) Circulaire du 15 mars 1962 relative aux instructions générales concernant les eaux d'alimentation et la glace alimentaire.

7. RESEAUX DIVERS

Ce chapitre examine le fonctionnement de réseaux qui, au contraire des précédents, ne concernent pas des nappes bien déterminées.

7.1. Réseau de contrôle le long de l'oléoduc de la Sarre et de Lorraine ainsi qu'autour du parc de stockage de Rohrwiller

Pour ces deux réseaux, excepté en ce qui concerne le nombre de points de prélèvements, le contrôle fait par le S.C.G.A.L. agissant au nom de la "C.I.E.N.P.P.A." est analogue à celui effectué le long du pipe-line Sud Européen.

7.1.1. Oléoduc de la Sarre et de Lorraine (carte n° 9)

Le réseau contrôle à la fois des eaux de rivières et des eaux souterraines. Pour ces dernières le nombre de points de prélèvement est d'environ une vingtaine, composé approximativement pour 1/3 d'A.E.P. domestique et pour les 2/3 de forages ou sources d'A.E.P. collectives.

7.1.2. Parc de stockage de Rohrwiller

Le réseau de contrôle comporte 16 piézomètres, 1 forage et 1 gravière formant une barrière située en aval des zones de stockage. Au contrôle effectué par le S.C.G.A.L. s'ajoute celui des sociétés exploitantes.

7.2. Autres réseaux

Des réseaux de contrôle de la qualité des eaux ont été installés pour la surveillance d'installations susceptibles d'amener une dégradation de la qualité des eaux. Ces réseaux ont une étendue géographique très limitée.

Citons comme exemple ceux situés autour des stockages souterrains de gaz du Gaz de France (Beynes, Saint Illiers, Chémery...).

DEPARTEMENT DU LOIRET

DIRECTION de l'ACTION SANITAIRE
et SOCIALE

REPUBLIQUE FRANÇAISE

5, rue des Huguenots - ORLEANS -

A R R Ê T É

Le PREFET de la REGION CENTRE
PREFET du LOIRET
Officier de la Légion d'Honneur

Vu l'arrêté préfectoral du 21 mars 1945 réglementant le service de surveillance des eaux destinées à l'alimentation et la périodicité de leurs analyses,

Vu l'arrêté de M. le Ministre de la Santé Publique et de la Population du 15 mars 1962, relatif aux analyses périodiques de contrôle des eaux d'alimentation,

Vu la circulaire de M. le Ministre de la Santé Publique et de la Population du 15 mars 1962, modifiée par celle du 8 septembre 1967, relative aux instructions générales concernant les eaux d'alimentation et la glace alimentaire,

Vu l'avis de M. le Médecin-Inspecteur Régional Inspecteur départemental de la Santé,

Vu l'avis du Conseil départemental d'Hygiène en sa séance du 13 mai 1971,

Vu la proposition de M. le Directeur départemental de l'Action Sanitaire et Sociale,

Sur la proposition de M. le Secrétaire Général du Loiret,

A R R Ê T É

-Titre I-

Organisation générale du Service

Article 1er - La surveillance des eaux potables est assurée dans le Département, conformément aux dispositions du présent arrêté par un service technique placé sous l'autorité du Préfet (Direction départementale de l'Action Sanitaire et Sociale du Loiret).

Article 2 - Ce service comporte :

1°) - un laboratoire départemental d'analyse des eaux potables faisant partie intégrante du laboratoire départemental d'hygiène et de bactériologie.

Ce laboratoire, placé sous la direction technique du médecin chef de laboratoire, aura qualité pour effectuer tous les examens de contrôle prescrits par le présent arrêté.

2°) - des agents techniques chargés d'effectuer les prélèvements d'eau.

.../...

3°) - un fichier des eaux potables qui sera tenu au Service des Actions Sanitaires de la Direction départementale de l'Action Sanitaire et Sociale, le laboratoire départemental devant, pour son compte, tenir un registre détaillé des analyses effectuées par lui.

-Titre II-

Obligations des communes et des syndicats intercommunaux

Article 3 - Tout distributeur d'eau potable, étant tenu de fournir une eau bactériologiquement et chimiquement pure, doit justifier périodiquement de la pureté de l'eau livrée à la consommation par des résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques.

Lorsque l'eau servant à l'alimentation provient de puits ou de sources publiques, ou lorsque la distribution d'eau potable est effectuée en régie directe par les municipalités, c'est à celles-ci qu'incombe l'obligation fixée au présent article qu'il s'agisse d'eaux livrées à la consommation dans leur état naturel ou d'eaux livrées à la consommation après épuration.

A fortiori, tout concessionnaire d'une distribution d'eau potable doit se soumettre aux mêmes règles.

Article 4 - Les analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux livrées à la consommation publique doivent être effectuées avec une fréquence qui ne pourra être inférieure :

1°) pour les échantillons prélevés à tous les points d'entrée de l'eau non désinfectée dans le réseau de distribution :

à une analyse par mois pour les communes de moins de 20 000 habitants

une analyse tous les 15 jours pour les villes de 20 001 à 50 000 habitants

une analyse tous les 4 jours pour les villes de 50 001 à 100 000 habitants

Une analyse par jour pour les villes de plus de 100 000 habitants

2°) pour les échantillons prélevés sur le réseau de distribution, que l'eau ait été préalablement désinfectée ou non :

à une analyse par mois pour les communes de moins de 20 000 habitants et au minimum 1 échantillon à prélever par 5 000 habitants et par mois ;

une analyse tous les 15 jours pour les villes de 20 001 à 50 000 habitants et au minimum 1 échantillon à prélever par 5 000 habitants et par mois ;

une analyse tous les 4 jours pour les villes de 50 001 à 100 000 habitants et au minimum 1 échantillon à prélever par 5 000 habitants et par mois ;

une analyse par jour pour les villes de plus de 100 000 habitants et au minimum 1 échantillon par 10 000 habitants et par mois.

Article 5 - Les communes et syndicats intercommunaux qui assurent une distribution d'eau potable seront tenus, en cas d'épidémies, en cas de danger imminent de pollution, ou chaque fois que le Médecin-Inspecteur des Actions Sanitaires jugera qu'un contrôle renforcé s'impose, de faire procéder à des analyses plus fréquentes.

Article 6 - La même obligation leur incombera si un danger de contamination dû notamment à la communication de deux réseaux se produit et si les tuyauteries ont à subir des réparations.

.../...

Article 7 - Les analyses prescrites par l'article 4 du présent arrêté sont obligatoirement effectuées par le laboratoire départemental d'hygiène et de bactériologie.

Toutefois, dans les cas prévus aux articles 5 et 6 qui précèdent, cette disposition n'exclut pas la possibilité pour les communes et les syndicats intercommunaux de faire effectuer des examens complémentaires plus fréquents dans un laboratoire agréé par la Direction Départementale de l'Action Sanitaire et Sociale du Loiret, mais sous réserve que leurs résultats soient communiqués à cette dernière.

Article 8 - Les résultats des analyses pratiquées par le Laboratoire départemental seront obligatoirement affichés dans les mairies et seront par ailleurs consignés :

- 1°) sur le carnet journalier des analyses d'eau de laboratoire,
- 2°) sur le fichier général tenu par la Direction départementale de l'Action Sanitaire et Sociale.

-Titre III -

Obligations des particuliers

Article 9 - Les eaux provenant des citernes, sources, forages ou puits privés seront analysées avant leur mise en service qui doit faire l'objet d'une demande d'autorisation à la Direction départementale de l'Action Sanitaire et Sociale (Titre II du règlement sanitaire départemental), ainsi qu'à l'occasion d'enquêtes sanitaires ou épidémiologiques.

Les responsables de collectivités publiques et privées, ainsi que les particuliers, sont tenus de mettre à la disposition des locataires, occupants ou usagers, une eau potable ; ils pourront lorsque leurs installations ne sont pas reliées à un service public, être mis en demeure, par l'autorité sanitaire, de faire procéder à des examens physico-chimiques et bactériologiques de l'eau fournis par eux.

Ces examens devront être effectués soit au laboratoire départemental moyennant le paiement, au profit du Département, d'une redevance dans les conditions fixées par l'arrêté préfectoral du 13 Septembre 1971 soit dans un laboratoire agréé par la Direction départementale de l'Action Sanitaire et Sociale.

Dans ce dernier cas, une copie des résultats des examens pratiqués sera obligatoirement fournie à cette Direction.

Si l'eau analysée est reconnue dangereuse pour la consommation, les personnes visées ci-dessus auront l'obligation de prendre toutes les mesures utiles pour en assurer l'épuration par des procédés qui devront être soumis à l'agrément de la Direction départementale de l'Action Sanitaire et Sociale.

-Titre IV-

Sanctions

Article 10 - Les contraventions au présent arrêté seront poursuivies conformément aux dispositions prévues par l'article 147 du règlement sanitaire départemental du 20 mai 1964.

.../...

Article 11 - L'arrêté préfectoral du 21 mars 1945 susvisé est abrogé.

Article 12 - MM. le Secrétaire Général du Loiret, les Sous-Préfets, le Directeur départemental de l'Action Sanitaire et Sociale du Loiret, les Maires des communes de ce département sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui prendra effet à compter du 1er octobre 1971 et sera porté à la connaissance des Missions déléguées des bassins Loire-Bretagne et Seine-Normandie.

Fait à ORLEANS, le 13 Septembre 1971.

Le Préfet,

Signé : Francis GRAEVE.

S. G. A. L.

Eaux souterraines Point d'eau

Département

Commune

Code

40

Coordonnées Lambert

Zone

X

Y

Bassin :

P.k. :

Désignation-Lieu-dit-Adresse :

Feuille au 1/50.000

N° G.R.

Autres n°

Altitude :

N° B.R.G.M.

Nature :

Puits vertical 5	Puits de mine 6	Forage 8	Piezomètre 9	Galerie 3	
Source captée B	Source non aménagée N	Source sans renseign. Ø	Drains L	Gravière 7	Autre 0

Objet recherché

E a u A	Hydrocarbure B	Charbon C	Sel H	Fer D	Autres substan. J	Source 6
Cours d'eau 7	Cavité naturelle 8	Barrage 1	Route 2	Pose conduite 3	Autre X	

2^e objet1^{er} objet

Coquilles de situation

Date début travaux - Année

Profondeur maxi. atteinte

E t a t

U s a g e

AEP collectif	régulier 1	irrégulier 2	non exploité 3
AEP particulier	régulier A	irrégulier B	non exploité C
Industriel-agricole	régulier J	irrégulier K	non exploité L
Domestique	régulier	irrégulier D	non exploité E
Eau minérale	exploité M	non exploité N	
Eau de table	exploité T	non exploité P	

État actuel :

En service le :

Observations :

Incendie 1

Fontaine F

Abandonné 4

Autre X

Date mise à jour - année

Confidentialité

Documentation

Zone géologique

Cartes chimie établies: 43-4k-4Q

Fiche des prélèvements

mod **4 G**

Nº B.R.G.M.

Lieu - désignation

de Crépiné à

Diamètre
en m.

Matériau

Autres
n° GR

numéros
autres

Année — Mois

Journal - Heures

uméro pour l'étude

Pr é l e v e u r

S e r v i c e

Objet du prélèvement**loven utilizado**

Représentativité

Importance des pluies

Solutions possibles

A s p e c t

O d e u r

S a v o u r

Profondeur du ni-
eau d'eau en m.

2 Laboratoire
d'analyses

Premier aquifère

deuxième aquifère

représentativité
profondeur en m.

température eau
en 1/10°

ph in situ

x 10

conductivité en
μS à 20°

02 dissous
1/10 mg/l

pureté totale
degré Fr.

COMMISSION INTERMINISTERIELLE D'ETUDE DE LA NAPPE PHREATIQUE D'ALSACE



L'ALSACE ET LE PROBLÈME DE LA POLLUTION DES EAUX

CARTE DE LA QUALITE DES EAUX DES CAPTAGES A.E.P. DES COLLECTIVITES

Haut-Rhin

ECHELLE 1/100.000

LEGENDE

 Limites des syndicats A.E.P. ou communes
 Forage A.E.P. et son numéro

L'indice de qualité est défini à partir des classes de qualité dont les limites sont les suivantes:

		C L A S S E S			
		0	1	2	3
Classe	correspondante				
	Conductivité en μmho	< 400	< 750	< 1500	< 3000
	Dureté: TH en degré français	< 15	< 30	< 40	> 40
	Cl^- en mg/l	< 50	< 100	< 200	> 200
	SO_4^{2-} en mg/l	< 50	< 80	< 200	> 200
	NO_3^- en mg/l	< 10	< 20	< 40	> 40




(1 2 1 1 0)

Indice de qualité (de l'eau du forage ou du groupe de forages A.E.P.)

5

Indice global de la qualité = Somme des indices

Symboles d'évolution de la qualité : Concerne TH (dureté), Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-

 augmentation -
  forte augmentation -
  Variations de grande amplitude
 // Variations similaires

☐ PROTECTION DE L'AQUIFERE ALLUVIAL DE LA PLAINE DE LYON

département: _____	Atlas au: _____
commune: _____	Carte au: _____
lieu-dit: _____	N° B.R.G.M.: _____
voie: _____	Feuille N°: _____
Objet: _____	Coordonnées Lambert X: _____ Y: _____
propriétaire: M. _____	Cote avoisinante au sol: _____
Mise en service le: _____	Profondeur de la nappe: _____

Caractéristiques de la gravière

Profondeur	Surface	Quantité/an & Nature des rejets		Contact avec la nappe	Provenance des rejets

Observations:

PROTECTION
DES NAPPES ALLUVIALES
CONTRE LA POLLUTION

SITE ALLUVIAL
DE L'EST LYONNAIS

Annexe 11

FICHE TYPE DE GRAVIERE

TABLEAUX

1 }
1 } BIS DANS LE TEXTE
2 }

Tableau 2

SITUATION DES POINTS DE PRÉLÈVEMENTS

FRÉQUENCE ET TYPE DES ANALYSES

(1) Z1 = Zone vierge en site rural; Z2 = Zone intermédiaire à l'aval d'un front de pollution; Z3 = Zone polluée.

Commune	Type d'exploitation	Zone de fréquence de visite (1)			Nature des analyses			
		Z.1 1 à 2 fois par an	Z.2 6 fois par an la 1ère année	Z.3 6 fois par an	Type I	DCO + phénol	Bactério- logie	Eléments en traces
Bernes	Source	x			x	x	x	
St Tricat	A.E.P. Calais	x			x	x	x	
Frethun	Forage n° 1 ou 2 ou 3 de l'usine Courtaulds		x		x			
Mouille	A.E.P. Dunkerque	x			x	x	x	
St Léonard	A.E.P. Boulogne	x			x	x	x	
Blendecques	Forage industriel	x			x	x	x	
Rombly	A.E.P. Norrent Fontes	x			x	x	x	x
Lille	A.E.P. Lille		x		x	x	x	
Hellesmes	F. industriel			x	x	x	x	x
Flers	F. industriel			x	x	x	x	x
Leers	F. industriel	x			x	x	x	
Enquin	Puits particulier	x			x	x	x	
Lisbourg	Source	x			x	x	x	x
Teneur	A.E.P. Azincourt							
	Source	x			x	x	x	
Cambrin	Forage industriel			x	x	x	x	x
Salome	A.E.P. Flandres Sud	x			x	x	x	
Bruay-en-Artois	A.E.P. Bruay		x		x	x	x	
Eleu	A.E.P. Lens		x		x	x	x	
Carvin	A.E.P. Carvin		x		x	x	x	x
Fretin	Forage industriel		x		x	x	x	x
Noyelles-Godault	Forage industriel			x	x	x	x	x
Courcelles	A.E.P. Courcelles		x		x	x	x	
Bouvignies	Puits particulier	x			x	x	x	
Vieq	A.E.P. Valenciennes		x		x	x	x	
St Laurent	Source		x		x	x	x	

SITUATION DES POINTS DE PRÉLÈVEMENTS

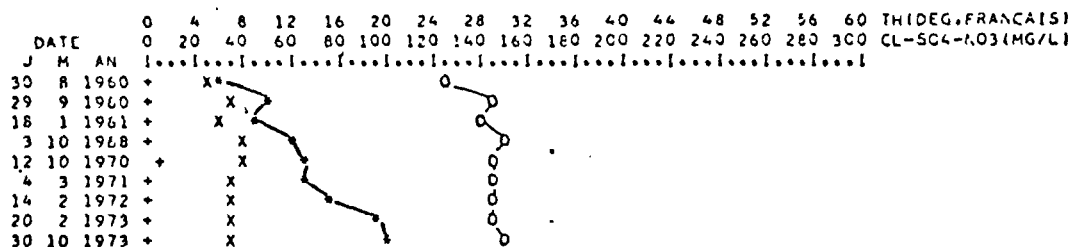
FRÉQUENCE ET TYPE DES ANALYSES

(1) Z1 = Zone vierge en site rural; Z2 = Zone intermédiaire à l'aval d'un front de pollution; Z3 = Zone polluée.

Commune	Type d'exploitation	Zone de fréquence de visite (1)			Nature des analyses			
		Z.1 1 à 2 fois par an	Z.2 6 fois par an la 1ère année	Z.3 6 fois par an	Type I	DCO + phénol	Bactério- logie	Éléments en traces
Douai	Forage industriel			x	x	x	x	x
Pecquencourt	A.E.P. Roubaix -- Tourcoing		x		x	x	x	
Cuvillers	A.E.P.	x			x	x	x	
Erre	A.E.P. Erre		x		x	x	x	
Lourches	A.E.P. Lourches		x		x	x	x	
Le Cateau	Source A.E.P. le Cateau	x			x	x	x	
St Aubin	A.E.P. Avesnelles -- Solre	x			x	x	x	
Bachant	A.E.P. Bachant	x			x	x	x	
Feron	A.E.P. Trélon	x			x	x	x	
Embreville	A.E.P. d'Embreville			x	x	x	x	
Fressenneville	A.E.P. de Fressen- neville		x		x	x	x	
Friville	Forage industriel		x		x	x	x	
Tully	Forage industriel		x		x	x	x	
Longpre	A.E.P. d'Amiens	x			x	x	x	
Amiens	Forage industriel			x	x	x	x	
Longeau	Forage industriel		x		x	x	x	
Roye	A.E.P. de Roye		x		x	x	x	
Fonches	Puits particulier		x		x	x	x	
Rue	Puits particulier		x		x	x	x	
Rue	Puits particulier		x		x	x	x	
Rue	Puits particulier		x		x	x	x	
Vercourt	Source		x		x	x	x	
Arry	A.E.P. de Rue		x		x	x	x	

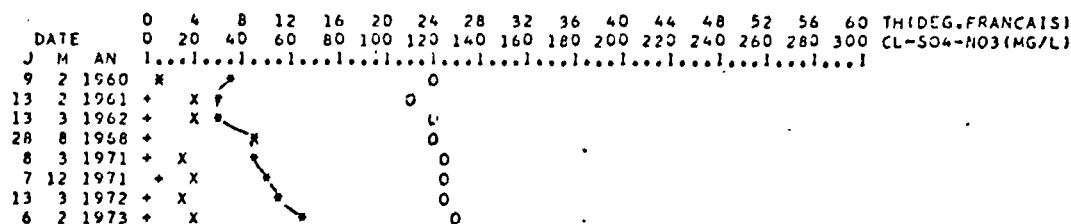
FORAGE 272 6 21/0
 PTS AGR N D788 NORDHOUSE S.E ILL

Fig.1



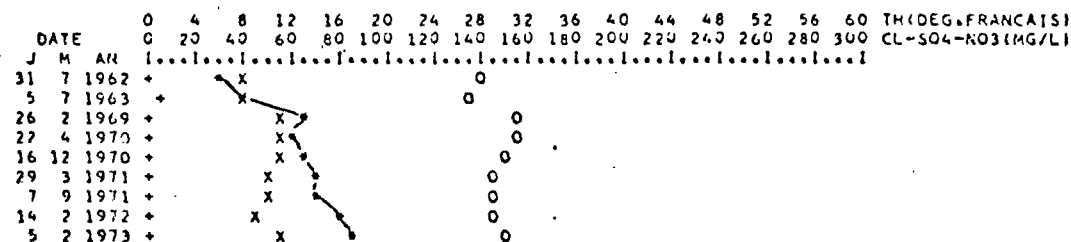
	CHLORURES MG/L	SULFATES MG/L	NITRATES MG/L	DURETE T.H.
FIGURE	*	X	+	0
MINIMUM	33.0	27.7	0.0	25.1
MAXIMUM	102.0	42.5	5.4	30.4
MOYENNE	67.8	36.9	2.5	29.1
ECART TYPE	20.8	4.1	1.8	1.5

FORAGE 308 1 1/0
 FOR W. RNB3 SUD BENFELD
 CREPINE DE 20.0 A 25.5 M.



	CHLORURES MG/L	SULFATES MG/L	NITRATES MG/L	DURETE T.H.
FIGURE	*	X	+	0
MINIMUM	31.5	8.1	0.8	22.8
MAXIMUM	66.6	45.0	9.3	26.5
MOYENNE	46.0	22.2	4.3	24.8
ECART TYPE	11.7	9.5	2.5	1.0

FORAGE 308 2 1/0
 FOR LD OBERFELD S GERSTHEIM
 CREPINE DE 11.0 A 15.0 M.



	CHLORURES MG/L	SULFATES MG/L	NITRATES MG/L	DURETE T.H.
FIGURE	*	X	+	0
MINIMUM	34.0	41.0	0.6	27.8
MAXIMUM	89.4	58.0	5.4	31.7
MOYENNE	65.7	52.0	3.6	29.6
ECART TYPE	17.1	5.8	1.3	1.1

CARTES

Bureau de Recherches
Géologiques et Minières

BIBLIOTHEQUE

COMITE TECHNIQUE DE L'EAU - ALSACE

CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS 1974

CONTROLE DU PIPE - LINE SUD - EUROPEEN

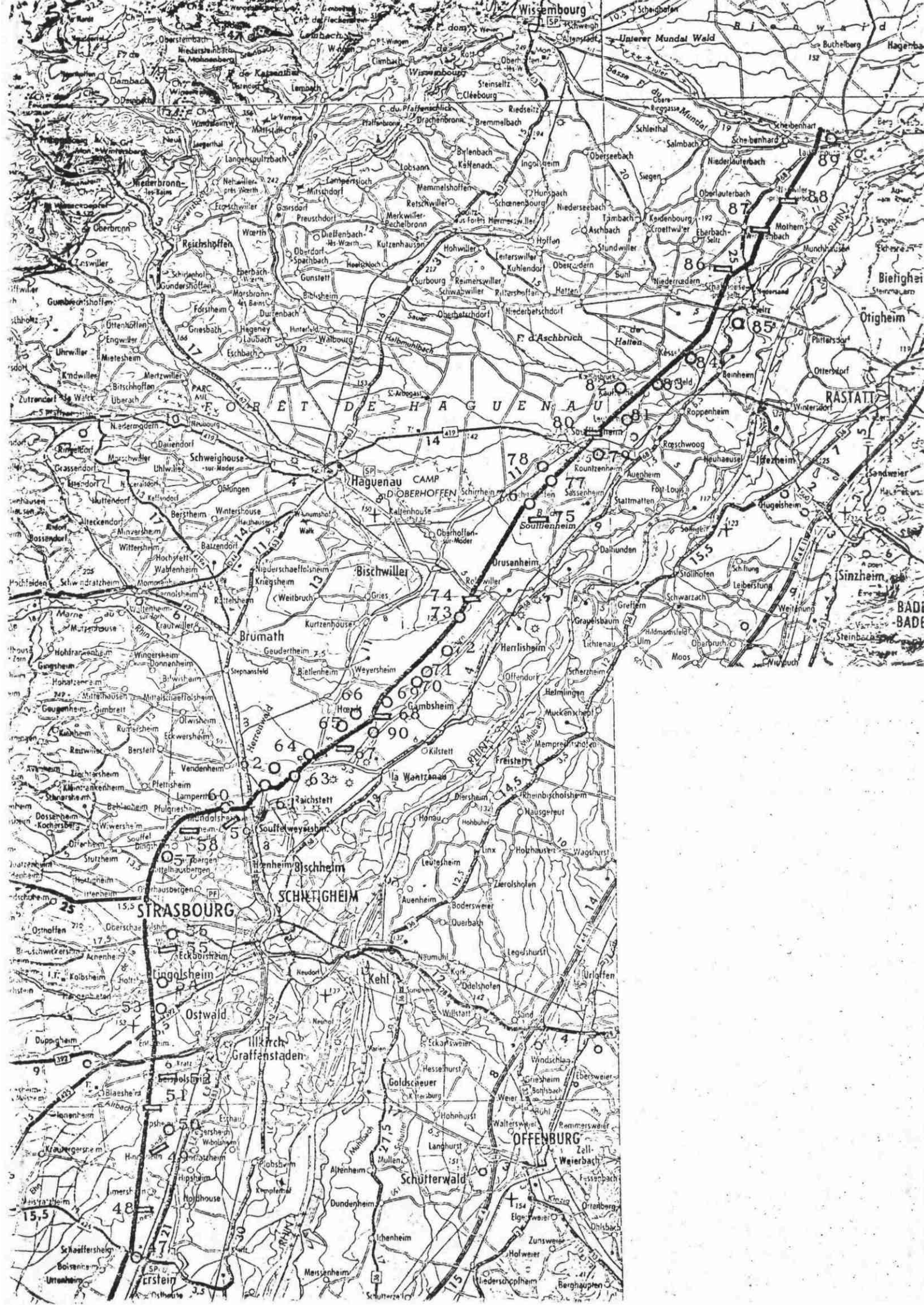
Echelle 1 / 250 000

Points de prélèvements

- eaux souterraines
- ▬ eaux superficielles

Bureau de Recherches
Géologiques et Minières

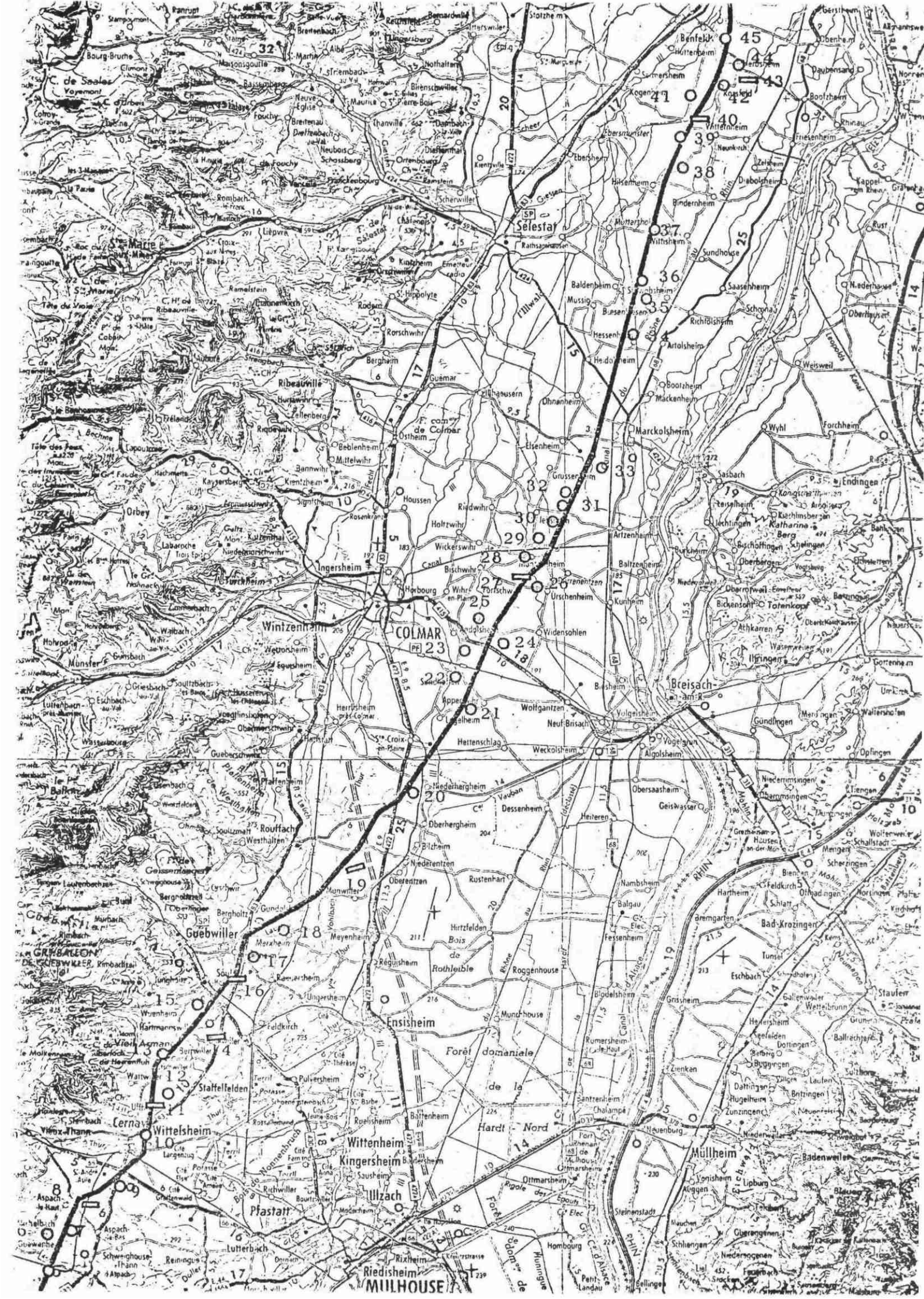
BIBLIOTHEQUE



Bureau de Recherches
Géologiques et Minières

BIBLIOTHEQUE

76 SGN 200 AMB



Bureau de Recherches
Géologiques et Minières

BIBLIOTHEQUE

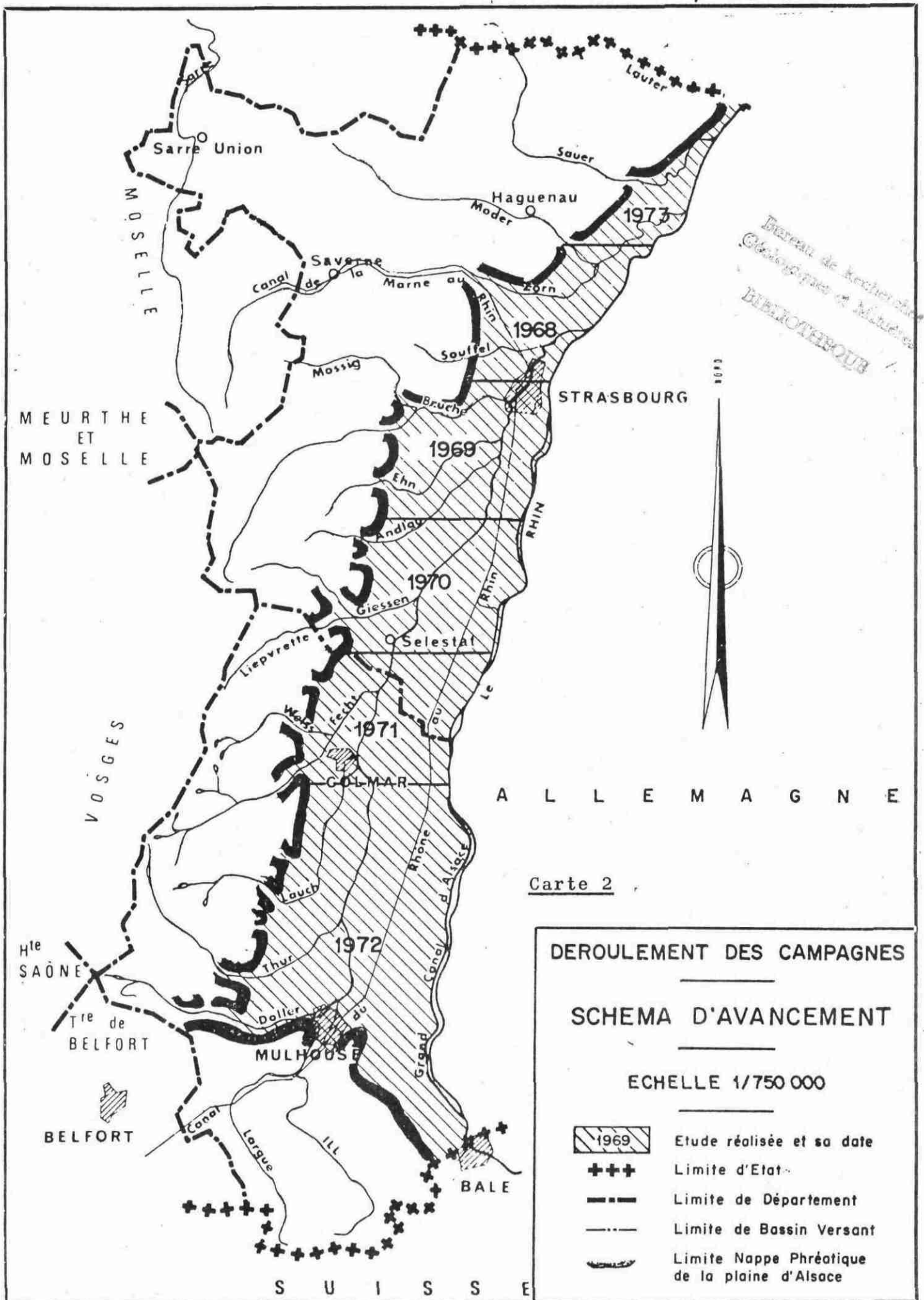
76561200 ANG

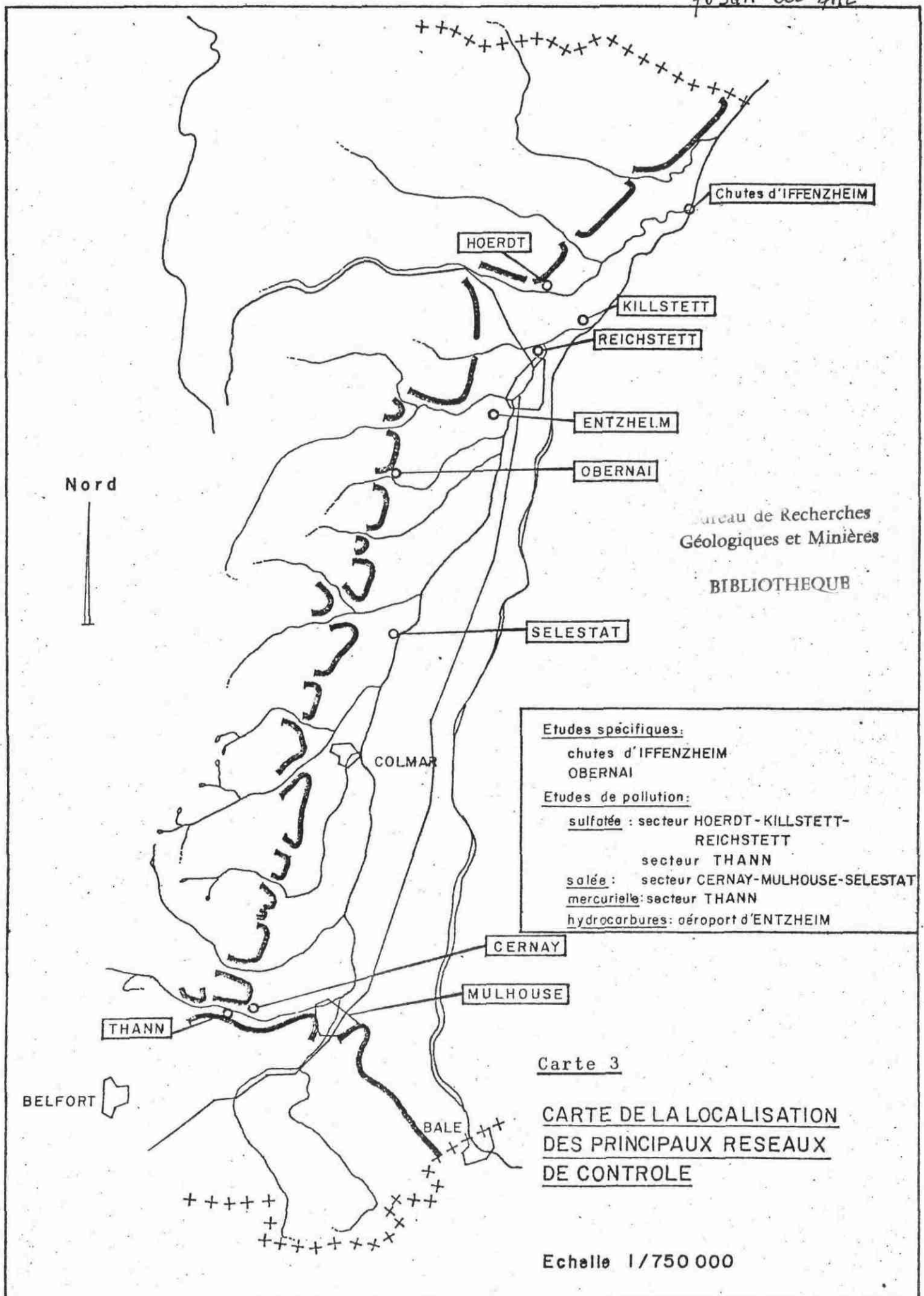


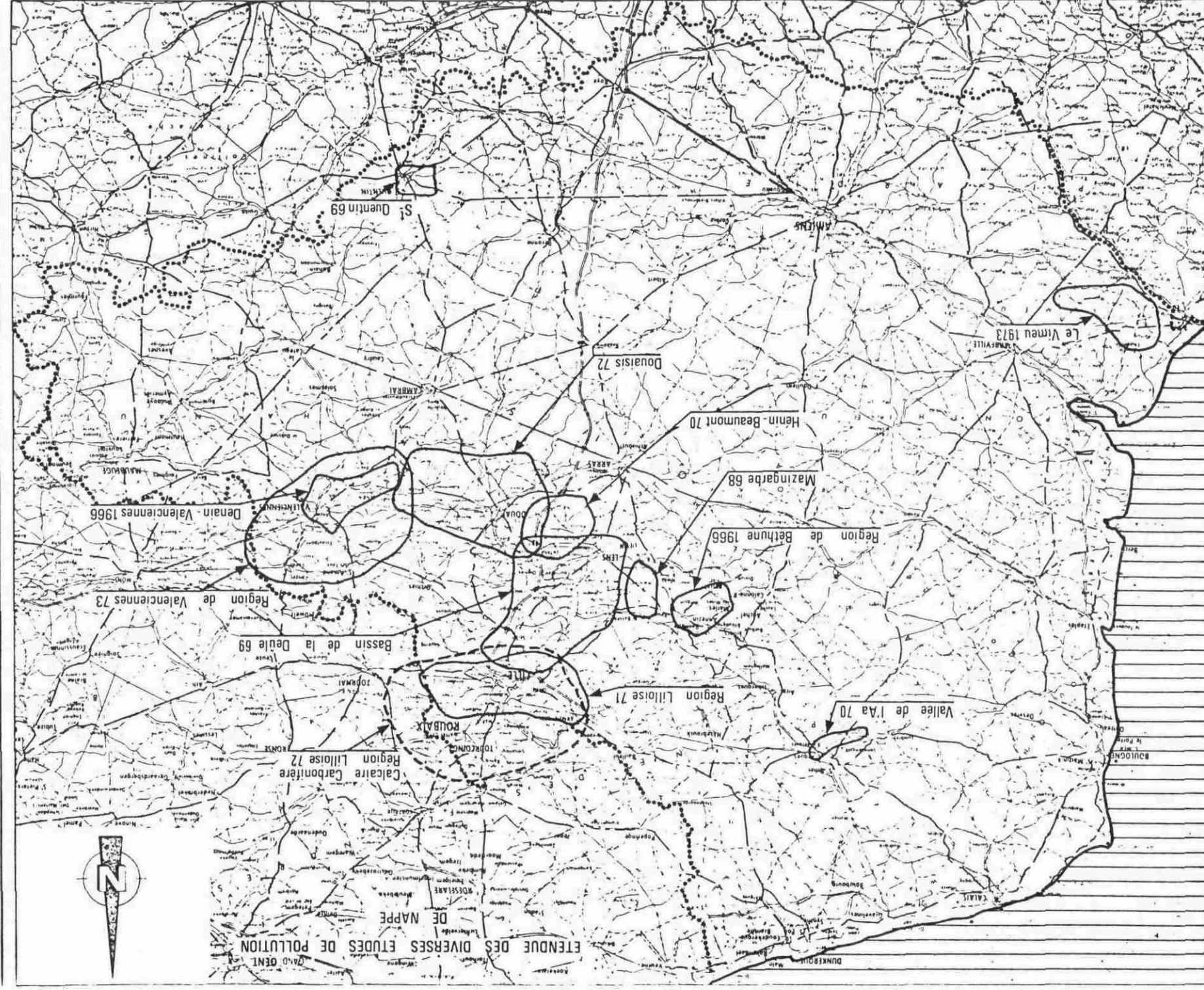
Bureau de Recherches
Géologiques et Minières

BIBLIOTHEQUE

46 ~~AGE~~ SGN 200 ANE







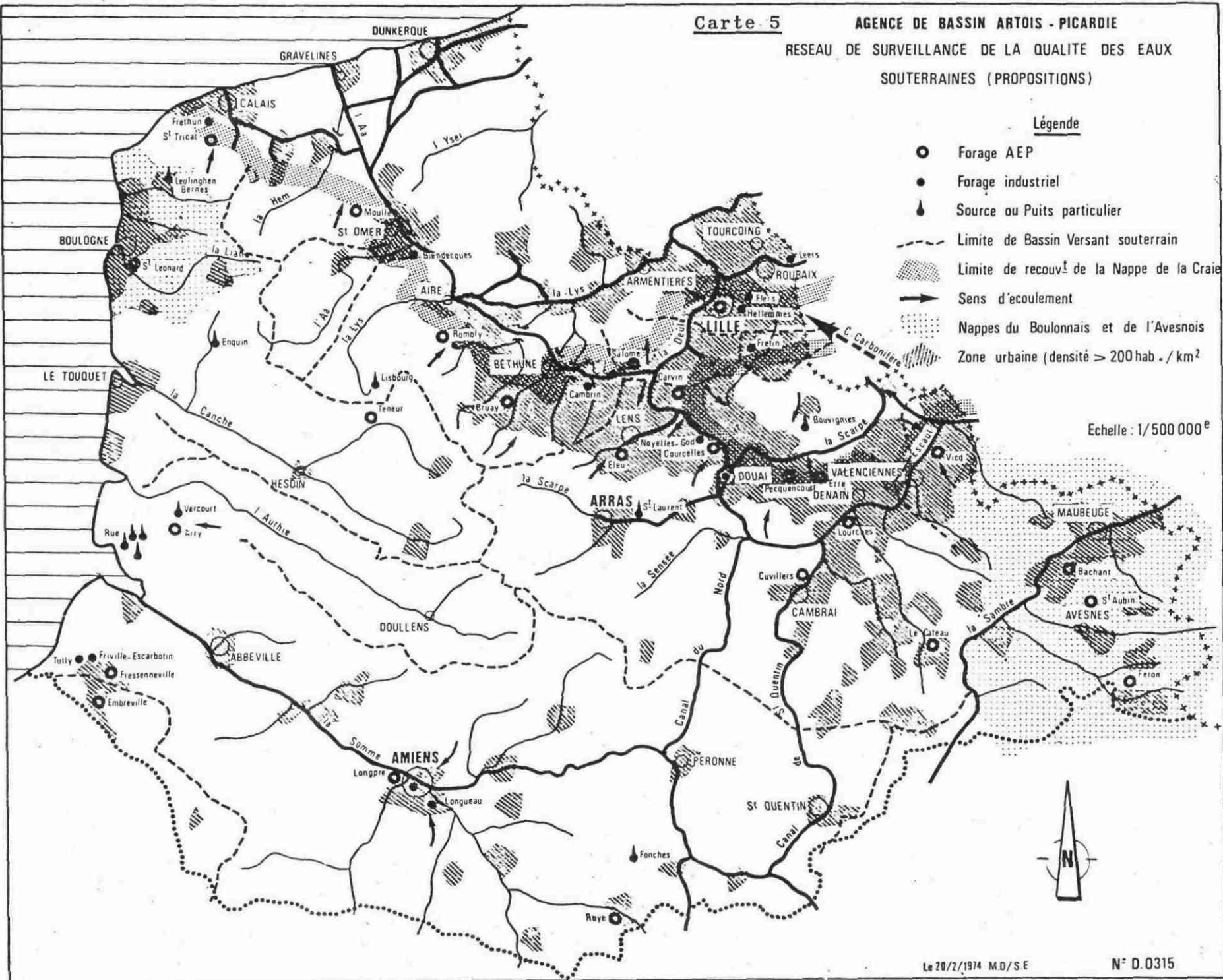
Carte 5

AGENCE DE BASSIN ARTOIS - PICARDIE
RESEAU DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DES EAUX
SOUTERRAINES (PROPOSITIONS)

Légende

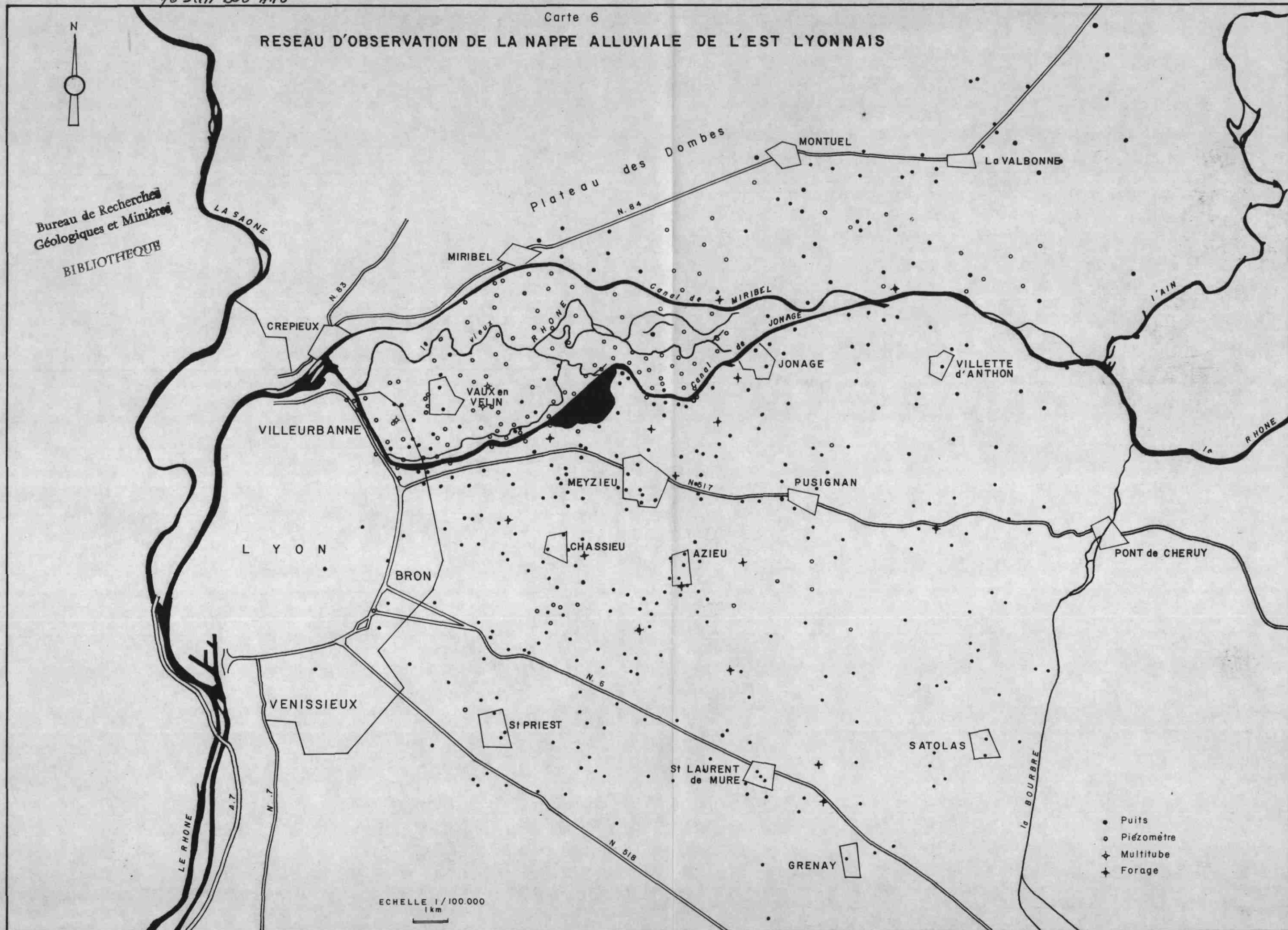
- Forage AEP
- Forage industriel
- ⦿ Source ou Puits particulier
- - - Limite de Bassin Versant souterrain
- ▨ Limite de recouv^t de la Nappe de la Craie
- Sens d'écoulement
- ▤ Nappes du Boulonnais et de l'Avesnois
- Zone urbaine (densité > 200 hab. / km²)

Echelle : 1/500 000^e



165GN 200 ATE
 Bureau de Recherches
 Géologiques et Minières
 BIBLIOTHEQUE

RESEAU D'OBSERVATION DE LA NAPPE ALLUVIALE DE L'EST LYONNAIS





Carte 7

76 SEP 200 AME

RESEAU D'OBSERVATION DE LA NAPPE DE LA CRAU

ECHELLE 1/100 000

- Coptage A.E.P
- Puits
- Piezomètre

Bureau de Recherches
Géologiques et Minières
BIBLIOTHEQUE



1656 n 200 416

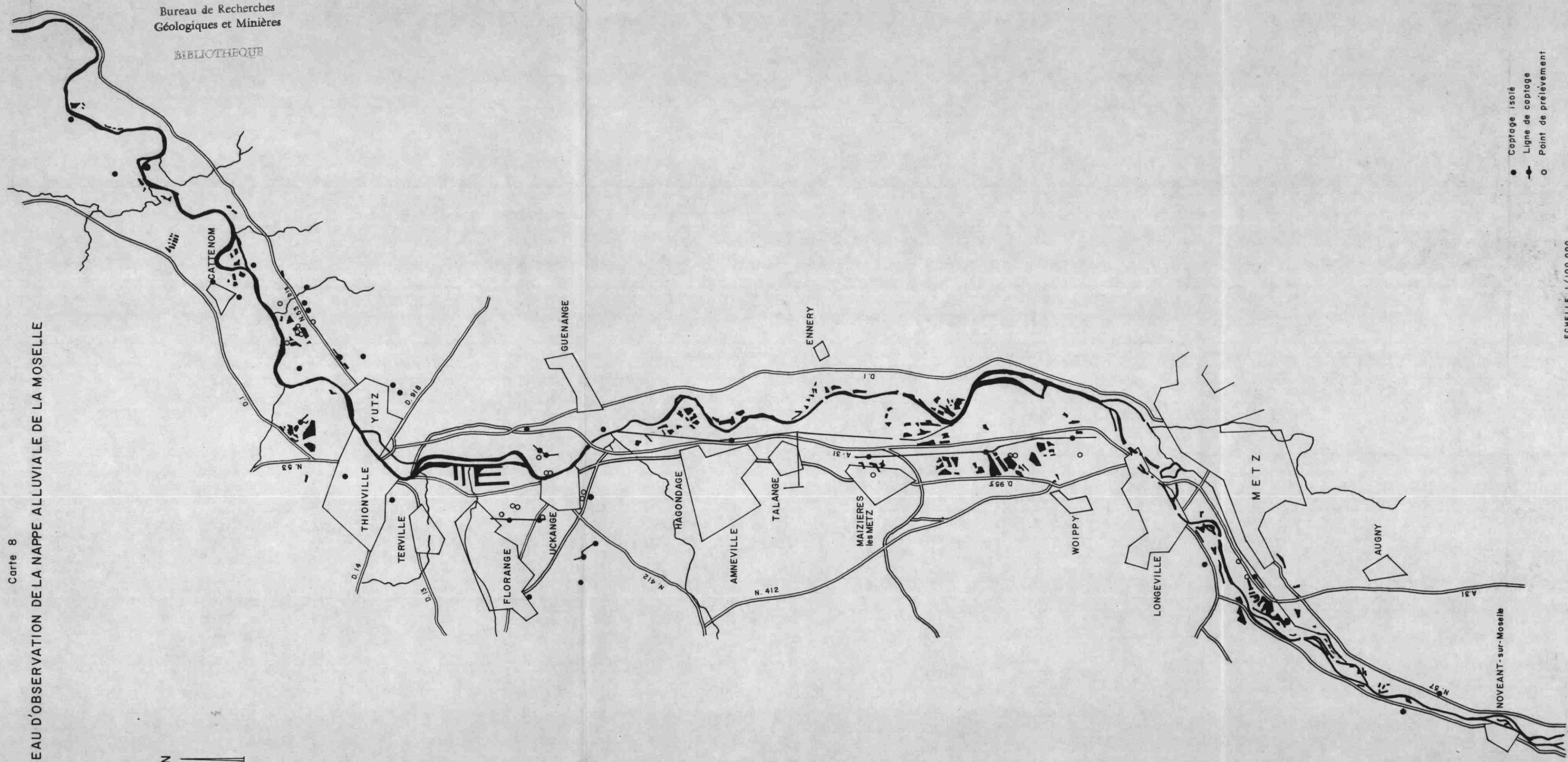
Bureau de Recherches
Géologiques et Minières

BIBLIOTHEQUE

76 SAN Leo ANE

Carte 8

RESEAU D'OBSERVATION DE LA NAPPE ALLUVIALE DE LA MOSELLE



Bureau de Recherches
Géologiques et Minières
BIBLIOTHEQUE

- Captage isolé
- Ligne de captage
- Point de prélèvement

ECHELLE 1/100 000

0 1 km

COMITE TECHNIQUE DE L'EAU - ALSACE

Bureau de Recherches
Géologiques et Minières

BELLEVILLE

CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS 1974

CONTROLE DES OLEODUCS DE LA SARRE ET DE LA RAFFINERIE DE LORRAINE

Echelle : 1 / 250 000

Légende



tracé de l'oléoduc de la Sarre



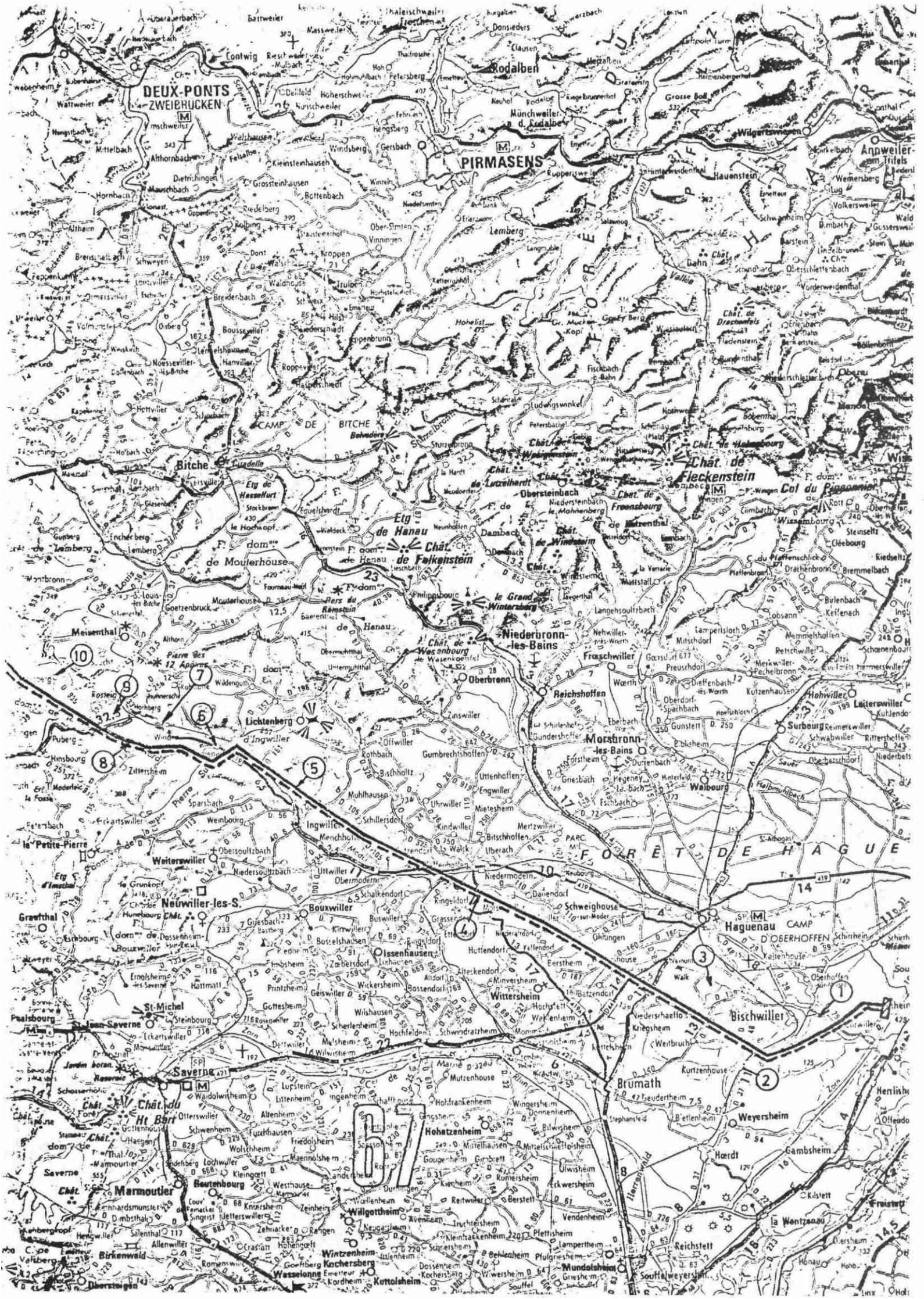
tracé du pipe-line de la Raffinerie de Lorraine



point de prélèvement



parc de stockage de ROHWILLER



Bureau de Recherches
Géologiques et Minières

BIBLIOTHEQUE



**Bureau de Recherches
Géologiques et Minières**

BIBLIOTHEQUE