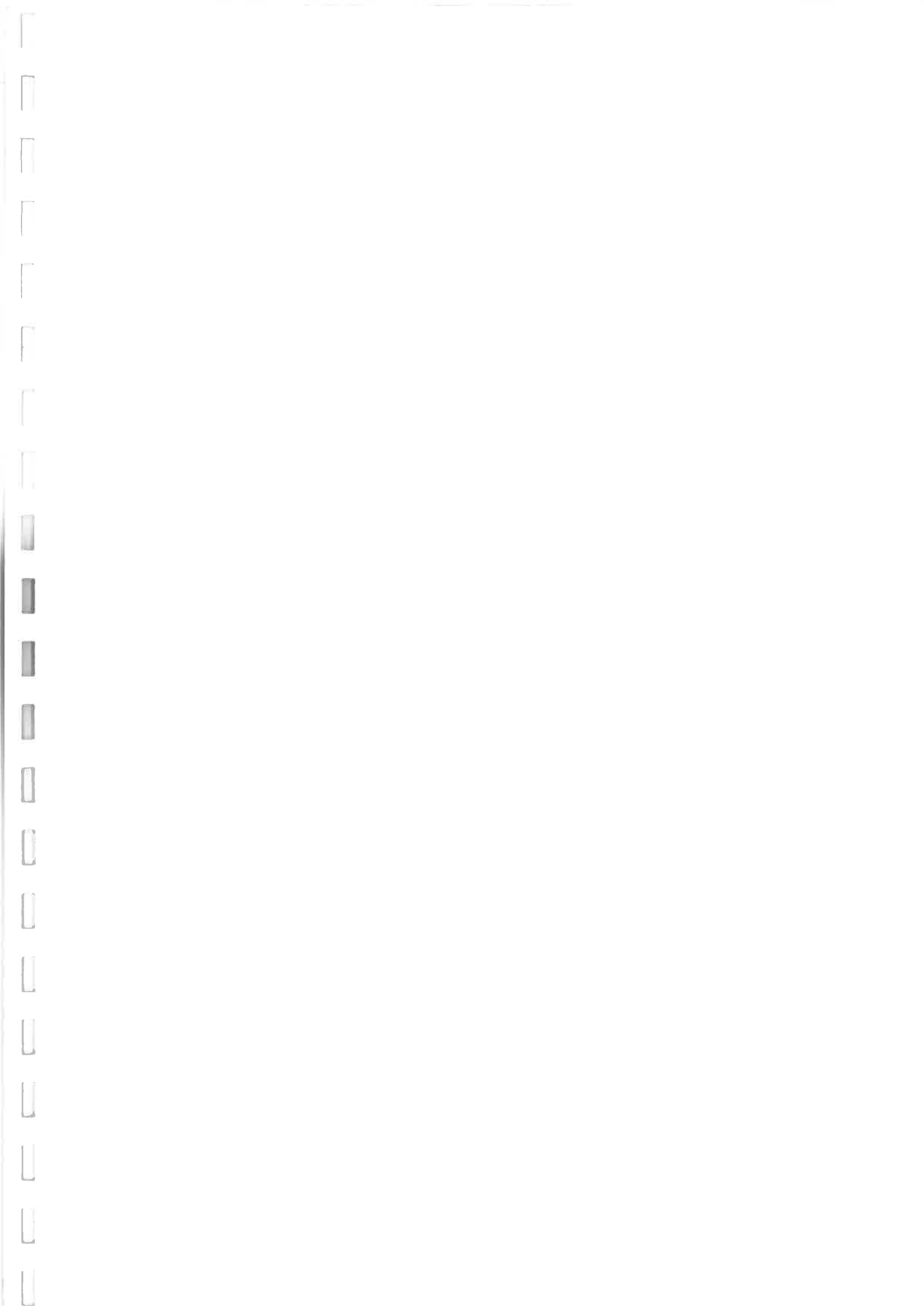


**INVENTAIRE GENERAL 1991/1992 DE LA QUALITE
DE
LA NAPPE DE LA PLAINE D'ALSACE**

EXPLOITATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS





INVENTAIRE GENERAL 1991/1992
DE LA QUALITE DE LA NAPPE DE LA PLAINE D'ALSACE

Exploitation et interprétation des mesures

Mai 1993

Rapport rédigé par
Catherine GAILDRAUD
Ingénieur des Travaux Ruraux

Présenté par
Yves GOBILLON
Chef du Service de l'Eau et des
Milieux Aquatiques

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	2
1. Le réseau de mesures.....	3
1.1. Choix et localisation des points de prélèvement	3
1.2. Les analyses.....	4
2. La qualité de la nappe en 1991/1992.....	4
2.1. Chlorures	4
2.1.1. Les teneurs	4
2.1.2. La carte des zones contaminées	6
2.2. Nitrates	7
2.2.1. Les teneurs	7
2.2.2. La carte des zones contaminées	10
2.3. Sulfates	13
2.3.1. Les teneurs	13
2.3.2. La carte des zones contaminées	14
3. Evolution de la qualité de la nappe entre 1983 et 1991	16
3.1. Evolution des teneurs pour les points communs aux deux inventaires.....	16
3.1.1. Chlorures.....	16
3.1.2. Nitrates.....	17
3.1.3. Sulfates.....	19
3.2. Evolution des surfaces des zones contaminées.....	19
3.2.1. Chlorures.....	19
3.2.2. Nitrates.....	21
3.2.2. Sulfates.....	25
CONCLUSION.....	27
ANNEXES	

INVENTAIRE GENERAL 1991/1992
DE LA QUALITE DE LA NAPPE DE LA PLAINE D'ALSACE

Exploitation et interprétation des mesures

INTRODUCTION

Un inventaire général de la qualité de la nappe a été réalisé en 1991 et complété en 1992 sur l'ensemble de la Région. Cette opération a été financée par le Conseil Régional, l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse et le Ministère de l'Environnement.

Le but de cet inventaire est de connaître la qualité de la nappe et son évolution depuis le précédent inventaire réalisé en 1983, notamment pour les éléments suivants : chlorures, nitrates, sulfates.

L'interprétation des résultats obtenus fait l'objet du présent rapport établi par le Service de l'Eau et des Milieux Aquatiques (DIREN Alsace).

1. Le réseau de mesures

1.1. Choix et localisation des points de prélèvement

Le réseau de points de prélèvement retenu pour la réalisation de cet inventaire comprend 675 points dont 102 puits d'eau potable ; les résultats des analyses de ces ouvrages ont été communiqués par les Directions Départementales des Affaires Sanitaires et Sociales.

Parmi ces points d'accès à la nappe, 485 ont fait l'objet de prélèvements en Juillet et Août 1991 et les puits d'eau potable, à des périodes variables de l'année. A l'issue de cette première campagne, le groupe de suivi de cette opération a décidé de compléter cet inventaire pour les secteurs où la densité des points était insuffisante : 88 points supplémentaires ont été retenus pour une deuxième campagne réalisée en Juillet et Août 1992.

Le choix de ces points de prélèvement a été fait d'après les critères suivants :

- bonne représentativité de la qualité des eaux de la nappe :

Les gravières n'ont pas été retenues car la qualité de leurs eaux, notamment en nitrates, peut être très différente de celle de la nappe, du fait des phénomènes biologiques qui s'y déroulent. Les puits pour lesquels l'eau est renouvelée en raison de pompages (puits d'eau potable, puits d'irrigation) ont été retenus en priorité. Les piézomètres n'ont été retenus que dans les secteurs où il n'y avait pas d'autres points d'accès à la nappe.

- bonne densité spatiale des points :

La densité moyenne finale est de un point de prélèvement pour 4 km².

La localisation de ces points est reportée sur les cartes en annexes 2 et suivantes. Ces points d'accès concernent soit la nappe phréatique de la plaine d'Alsace soit la nappe du Pliocène de HAGUENAU.

Les prélèvements ont été réalisés après pompage de 4 fois le volume de l'ouvrage et stabilisation de la conductivité des eaux ($\pm 5\%$), afin de garantir la bonne représentativité de l'échantillon.

Pour chaque point de prélèvement une fiche a été établie où sont portés les renseignements suivants (Cf. annexe 1) :

- l'indice national
- la localisation : département, commune, section/parcelle/rue
- les coordonnées LAMBERT
- l'usage et l'état de l'ouvrage
- la nature et la profondeur de l'ouvrage
- le niveau de la nappe
- l'accès détaillé au point de prélèvement sur un croquis au 1/25 000°

1.2. Les analyses

Les échantillons ont été conservés à l'obscurité, au froid (4° C) et analysés dans les 12 heures par le Laboratoire d'Hydrologie de la Faculté de Pharmacie de STRASBOURG pour le Bas-Rhin, et par l'Institut de Recherches Hydrologiques d'Alsace pour le Haut-Rhin.

Pour les 573 points retenus pour cet inventaire, les paramètres suivants ont été mesurés ou analysés selon les normes suivantes :

- Température	NF T 90 - 100
- pH	NF T 90 - 008
- Conductivité	NF T 90 - 031
- Dureté totale	NF T 90 - 003
- Hydrogène carbonates	NF T 90 - 036
- Ammonium	NF T 90 - 015
- Chlorures	NF T 90 - 042
- Nitrates	NF T 90 - 042
- Sulfates	NF T 90 - 042
- Calcium	NF T 90 - 005
- Magnésium	NF T 90 - 005
- Sodium	NF T 90 - 019
- Potassium	NF T 90 - 019
- Carbone Organique Total	NF T 90 - 102

Pour les puits d'eau potable, les analyses sont de type I ou II selon l'importance de la population raccordée.

Il faut noter que dans le cadre d'un second inventaire, une centaine de prélèvements ont fait l'objet d'une recherche systématique de micropolluants organiques. L'interprétation de ces résultats fera l'objet d'un rapport complémentaire.

2. La qualité de la nappe en 1991/1992

L'interprétation des résultats ne concernera que les trois éléments majeurs : chlorures, nitrates et sulfates, responsables actuellement des pollutions les plus importantes.

2.1. Chlorures

2.1.1. Les teneurs

La contamination par les chlorures en Alsace résulte principalement de l'exploitation des Mines de Potasse dans le département du Haut-Rhin.

C'est pourquoi deux traitements statistiques des teneurs en chlorures ont été réalisés : l'un sur la totalité des points, l'autre en ne retenant que les points dont les teneurs sont inférieures à 200 mg/l (limite de potabilité) et en éliminant les points à fortes teneurs.

Statistiques sur la totalité des points de l'inventaire

Teneurs en chlorures mg/l	Région Alsace	Bas-Rhin	Haut-Rhin
Moyenne	294	59	540
Médiane	45,1	46,5	45
D 10	17	16	18
D 90	138	100	198
Nombre de points	675	346	329

Statistiques sur les points dont les teneurs sont inférieures à 200 mg/l

Teneurs en chlorures mg/l	Région Alsace	Bas-Rhin	Haut-Rhin
Moyenne	54,4	53,1	55,8
Médiane	43,0	46,5	40,0
D 10	16,9	16	17
D 90	108	96	132
Nombre de points	636	340	296

Les résultats obtenus pour tous les points de l'inventaire montrent une teneur moyenne en chlorures très élevée, supérieure à la norme de potabilité (294 mg/l) pour la Région et bien entendu pour le Haut-Rhin (540 mg/l).

Cette valeur s'explique par la prise en compte des très fortes teneurs à l'aval des sources de pollution ; ces concentrations en pied de terril peuvent ainsi atteindre plusieurs grammes par litre, ce qui augmente fortement la valeur moyenne.

La médiane (valeur non dépassée par 50 % des points) est quant à elle beaucoup plus faible, de l'ordre de 45 mg/l ; elle est plus significative de l'état général de la nappe.

Ceci confirme bien que la moyenne est un mauvais indicateur d'une contamination de la nappe résultant de pollutions ponctuelles comme c'est le cas pour la contamination par les chlorures.

Les valeurs du D 10 et du D 90 (valeurs non dépassées par 10 % et 90 % des points) sont également faibles : 17 mg/l et 138 mg/l, ce qui veut dire que 10 % des points ont une teneur inférieure à 17 mg/l, et que 10 % ont une teneur supérieure à 138 mg/l.

La norme de potabilité (200 mg/l) n'est donc atteinte que pour moins de 10 % des points observés.

Le traitement statistique pour les points dont les teneurs sont inférieures à 200 mg/l conforte cette analyse puisque, à l'exception de la moyenne qui baisse spectaculairement, les valeurs des médianes, du D 10 et du D 90 sont comparables aux précédentes.

La répartition de l'ensemble des points par classe de teneurs croissantes donne les résultats suivants : (Cf. graphique p. 6).

Classes de teneurs	Cl ⁻ < 30 mg/l	30 < Cl ⁻ < 60 mg/l	60 < Cl ⁻ < 100 mg/l	100 < Cl ⁻ < 200 mg/l	Cl ⁻ > 200 mg/l
Alsace 672 points	26 %	36,8 %	20,6 %	11,3 %	5,3 %
Bas-Rhin 343 points	25,1 %	38,5 %	26,8 %	8,7 %	0,9 %
Haut-Rhin 329 points	27 %	35 %	14 %	14 %	10 %

Les classes les plus représentées sont dans l'ensemble les classes de faibles teneurs. Ainsi pour la Région Alsace 62,8 % des points présentent des teneurs inférieures à 60 mg/l et sont donc exempts de toute pollution par les chlorures.

A l'inverse, le pourcentage des points où la pollution commence à devenir notable (teneurs comprises entre 100 et 200 mg/l) s'élève à 11,3 % pour l'Alsace et à 14 % pour le Haut-Rhin.

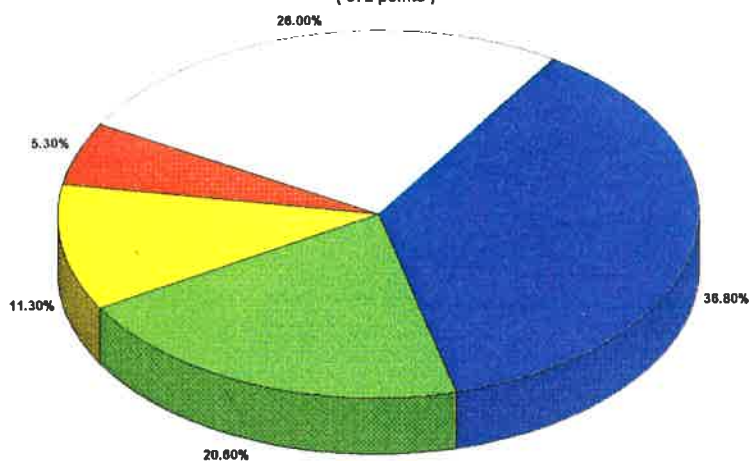
Enfin 5,3 % des points pour l'Alsace ont une teneur supérieure à 200 mg/l ; ce pourcentage s'élève à 10 % pour le Haut-Rhin. Cette teneur élevée interdit non seulement l'usage de l'eau à des fins alimentaires, mais également son usage pour l'irrigation de la quasi-totalité des cultures.

2.1.2. La carte des zones contaminées (Cf. annexes 2-1 et 2-2)

Les teneurs en chlorures de la nappe ont été cartographiées en prenant comme classe de teneurs les valeurs retenues dans le paragraphe précédent. Celles-ci correspondent à celles utilisées pour l'interprétation des résultats du dernier inventaire général de la qualité (1983).

Classes de teneurs en chlorures pour l'Alsace

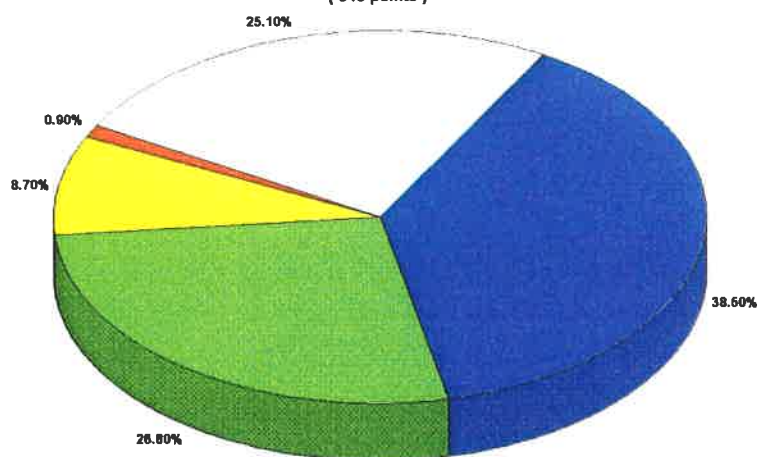
(672 points)



□ $Cl^- < 30$ mg/l ■ $30 < Cl^- < 60$ mg/l ■ $60 < Cl^- < 100$ mg/l ■ $100 < Cl^- < 200$ mg/l ■ $Cl^- > 200$ mg/l

Classes de teneurs en chlorures pour le Bas-Rhin

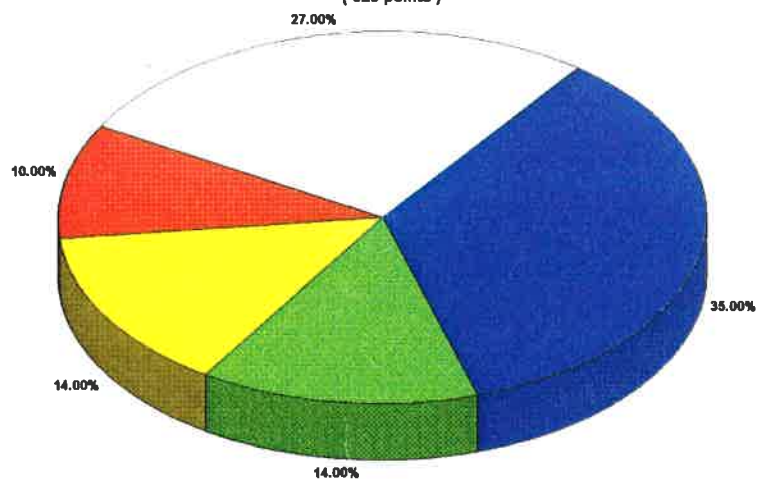
(343 points)



□ $Cl^- < 30$ mg/l ■ $30 < Cl^- < 60$ mg/l ■ $60 < Cl^- < 100$ mg/l ■ $100 < Cl^- < 200$ mg/l ■ $Cl^- > 200$ mg/l

Classes de teneurs en chlorures pour le Haut-Rhin

(329 points)



□ $Cl^- < 30$ mg/l ■ $30 < Cl^- < 60$ mg/l ■ $60 < Cl^- < 100$ mg/l ■ $100 < Cl^- < 200$ mg/l ■ $Cl^- > 200$ mg/l

Cette carte montre les langues salées fortement contaminées issues du bassin potassique et provenant soit de l'infiltration des eaux de pluie après lessivage des terrils, soit des anciens rejets dans les affluents de l'Ill et interrompus en 1976.

Ces deux langues confluent pour former une langue unique à l'aval de COLMAR ; celle-ci atteint actuellement KOGENHEIM et la teneur des eaux en chlorures y est comprise entre 100 et 200 mg/l. L'effet de la pollution est perceptible jusqu'à l'aval de STRASBOURG où les teneurs sont encore comprises entre 60 et 100 mg/l.

Par ailleurs, la carte met en évidence l'existence d'une zone contaminée le long du saumoduc des M.D.P.A. entre MULHOUSE et BLODELSHEIM. L'étanchéification du saumoduc est actuellement en cours et cette langue de pollution devrait donc progressivement se résorber en l'absence de nouvelles fuites.

Enfin, il subsiste le long du Rhin des secteurs où les teneurs sont comprises entre 100 et 200 mg/l ; ce sont des secteurs où le Rhin alimente la nappe avec des eaux chargées en chlorures provenant des rejets de saumures des M.D.P.A. au droit de la centrale hydroélectrique de FESSENHEIM.

2.2. Nitrates

2.2.1. Les teneurs

Le traitement statistique des teneurs en nitrates mesurées sur 673 points permet de dresser le tableau des résultats suivants :

Teneurs en nitrates mg/l	Région Alsace	Bas-Rhin	Haut-Rhin
Moyenne	27,5	26	29,1
Médiane	21	16	25
D 10	3,5	1	9,1
D 90	51	49,5	52
Nombre de points	673	344	329

Pour l'interprétation de ces résultats, il convient de rappeler que la limite de potabilité est de 50 mg/l pour les nitrates, et que le niveau guide édicté par la Communauté Européenne est de 25 mg/l.

La teneur moyenne en nitrates pour la Région est supérieure au niveau guide puisqu'elle est de 27,5 mg/l. Les eaux de la nappe dans le Haut-Rhin apparaissent en moyenne plus contaminées que celles du Bas-Rhin.

La teneur médiane est également élevée : 25 mg/l pour le Haut-Rhin, ce qui veut dire que pour ce département, 50 % des points observés ont une teneur qui dépasse le niveau guide européen.

Les valeurs des quantiles D 10 et D 90 (valeurs non dépassées par 10 % et 90 % des points) sont également significatives. Dans le Bas-Rhin, 10 % des points ont une teneur inférieure à 1 mg/l ; ceci indique qu'il existe encore des secteurs non contaminés. Dans le Haut-Rhin cette valeur, non dépassée par 10 % des points est de 9,1 mg/l ; la contamination y est donc plus généralisée.

Enfin, les valeurs de D 90 sont élevées pour les deux départements (autour de 50 mg/l) : 10 % des points ne respectent donc pas la norme de potabilité.

Ces résultats confirment le niveau élevé de pollution de la nappe d'Alsace par les nitrates.

La répartition de l'ensemble des points par classe de teneurs croissantes donne les résultats suivants : (Cf. graphique p. 9)

Classes de teneurs	$\text{NO}_3^- < 10 \text{ mg/l}$	$10 < \text{NO}_3^- < 25 \text{ mg/l}$	$25 < \text{NO}_3^- < 50 \text{ mg/l}$	$\text{NO}_3^- > 50 \text{ mg/l}$
Alsace 670 points	23,3 %	34,2 %	31,3 %	11,2 %
Bas-Rhin 341 points	35,2 %	30,8 %	24,0 %	10,0 %
Haut-Rhin 329 points	10,9 %	37,7 %	38,9 %	12,5 %

La classe la plus représentée au niveau de la région est la classe 10-25 mg/l, puis la classe 25-50 mg/l ; mais la situation est là encore très contrastée selon les départements.

Dans le Bas-Rhin, c'est la classe 0-10 mg/l qui est la plus importante puis la classe 10-25 mg/l ; ceci montre que de vastes zones restent peu polluées.

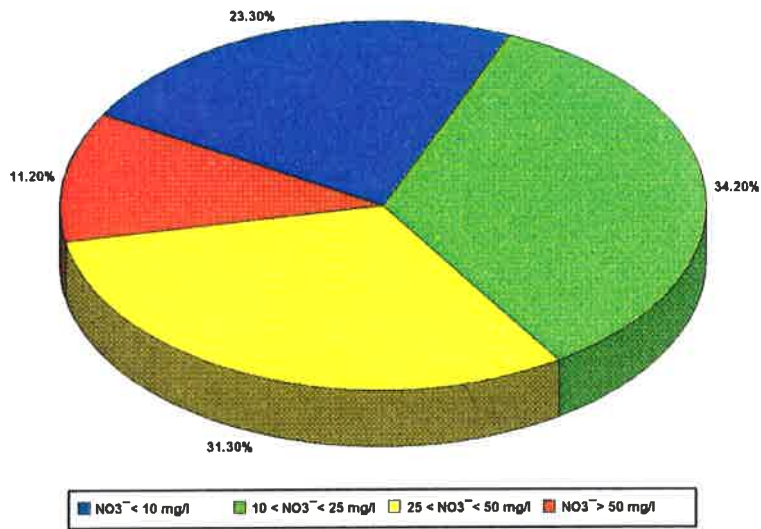
Dans le Haut-Rhin, la classe 25-50 mg/l est la plus importante puis la classe 10-25 mg/l, et enfin la classe supérieure à 50 mg/l. Peu de zones sont donc préservées de toute pollution nitratée.

2.2.2. La carte des zones contaminées

Les teneurs en nitrates de la nappe ont été cartographiées en retenant les classes de qualité définies au paragraphe précédent ; celles-ci correspondent aux classes retenues pour l'interprétation des résultats du dernier inventaire général de la qualité (1983) (Cf. annexes 3-1 et 3-2).

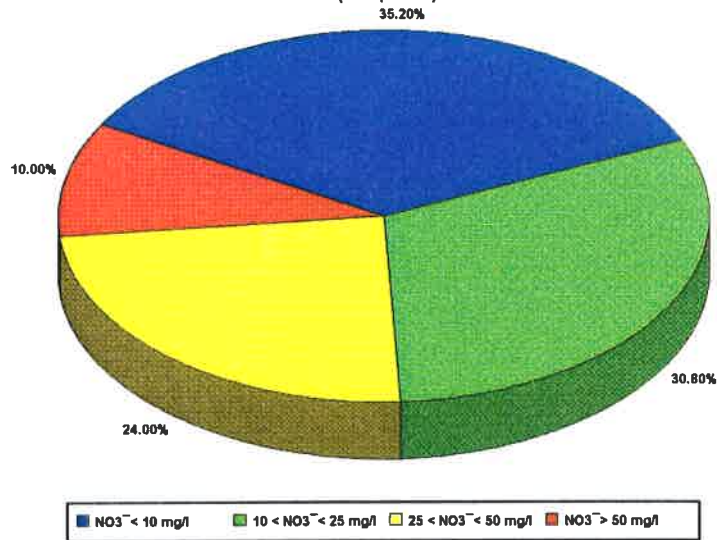
Classes de teneurs en nitrates pour l'Alsace

(670 points)



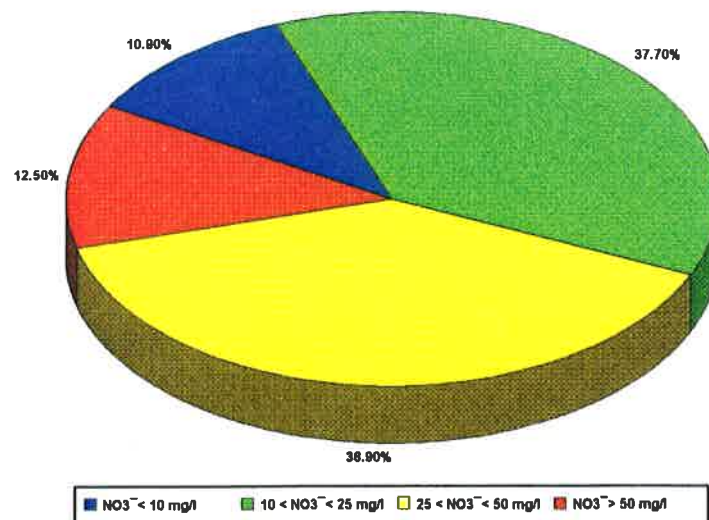
Classes de teneurs en nitrates pour le Bas-Rhin

(341 points)



Classes de teneurs en nitrates pour le Haut-Rhin

(329 points)



L'origine de la pollution est le plus souvent multiple : agricole, domestique, industrielle. Il est souvent difficile d'évaluer l'origine exacte des nitrates, stade ultime de la transformation de l'azote, sous quelque forme que ce soit, dans les eaux souterraines. Les éléments d'explication des contaminations observées donnés ci-dessous ne sont donc qu'indicatifs.

Les cartes font apparaître les zones de contamination suivantes :

- pour les teneurs supérieures à la norme de potabilité de 50 mg/l (en rouge sur la carte), les zones situées :

- . le long des collines sous-vosgiennes et au pied du Sundgau ; la nappe est peu épaisse et donc la dilution faible. La pollution a une origine domestique et agricole (avec notamment les retournements des prairies et leur remplacement par la vigne ou les céréales),
- . à l'aval de BALE (origine vraisemblablement urbaine),
- . à l'aval de CHALAMPE et de sa zone industrielle (origine industrielle probable),
- . dans la vallée de la Bruche, entre ALTORF et DUPPIGHEIM,
- . autour de HAGUENAU, et sous les collines du Nord de BRUMATH pour la nappe du Pliocène.

Pour ces deux derniers secteurs, où la pollution est récente, l'origine de cette contamination n'est pas encore clairement établie.

- pour les teneurs comprises entre 25 et 50 mg/l (en jaune sur la carte) ; les zones situées :

- . en prolongement des secteurs fortement contaminés cités précédemment,
- . en centre Plaine. Deux langues polluées sont localisées entre l'Ill et le Canal du Rhône au Rhin d'une part et entre le Canal et le Rhin d'autre part pour le département du Haut-Rhin ; elles se réduisent à une seule langue dans le Bas-Rhin entre l'Ill et le Rhin. Leur origine agricole est probable.
- . sous les collines situées de part et d'autre de la Zorn.

Cette cartographie permet par ailleurs de mettre en évidence l'effet bénéfique pour la qualité des eaux de la nappe de l'infiltration d'eaux superficielles faiblement chargées en nitrates.

En effet l'existence de bandes peu contaminées le long de l'Ill, du Canal du Rhône au Rhin (dans sa partie déclassée où il alimente la nappe) et du Rhin ne peut résulter que de l'infiltration des eaux de ces cours d'eau. Leurs teneurs moyennes en nitrates sont en effet de 17 à 10 mg/l pour l'Ill de l'amont vers l'aval et de 6 mg/l pour le Rhin à KEMBS.

Enfin, il convient de noter que la nappe rhénane au Nord de STRASBOURG ainsi que certaines zones de la nappe du Pliocène, en-dehors des secteurs fortement contaminés cités précédemment, présentent des teneurs très faibles en nitrates. Ceci peut vraisemblablement être dû à la présence naturelle dans ces secteurs de fer et de manganèse ; ces éléments pourraient favoriser des phénomènes de dénitrification des eaux de la nappe mais ces phénomènes restent cependant mal connus actuellement.

La nappe d'Alsace est un vaste aquifère alimenté différemment selon les secteurs. La DIREN Alsace a établi, en fonction des données piézométriques disponibles, une carte de ces différents secteurs d'alimentation (Cf. annexe 5) : secteur alimenté principalement par l'Ill ou par le Rhin par exemple. Afin de connaître les relations éventuelles entre la contamination par les nitrates, pollution le plus souvent d'origine diffuse, et les systèmes d'alimentation de la nappe, une comparaison des teneurs moyennes pour ces différentes zones d'alimentation a été réalisée pour l'inventaire 1991.

Zones d'alimentation	1.1. Ill		1.2. Rhin		1.3. Vosges		1.4. Rhin > Vosges	
	Nb de pts.	Moyenne	Nb de pts.	Moyenne	Nb de pts.	Moyenne	Nb de pts.	Moyenne
Bas-Rhin	60	22,1	59	12,11	74	28,52	8	31,97
Haut-Rhin	59	24,7	31	31,14	55	41	/	/
Alsace	119	23,40	90	18,66	129	33,85	8	31,97

Zones d'alimentation	1.5. Vosges > Rhin		1.6. Rhin > Ill		1.7. Ill > Vosges		1.3.15. Sundgau	
	Nb de pts.	Moyenne	Nb de pts.	Moyenne	Nb de pts.	Moyenne	Nb de pts.	Moyenne
Bas-Rhin	10	9,83	17	23,4	14	17,87	/	/
Haut-Rhin	/	/	94	25,85	44	21,36	5	49,6
Alsace	10	9,83	111	25,48	58	20,52	5	49,6

Zones d'alimentation	2. Pliocène de HAGUENAU		1.31. Cônes de déjection	
	Nb de pts.	Moyenne	Nb de pts.	Moyenne
Bas-Rhin	35	40,98	44	31,43
Haut-Rhin	/	/	40	35,64
Alsace	35	40,98	84	33,64

Cette comparaison n'a pas toujours donné de résultats significatifs car il est nécessaire que le nombre de points observés dans chaque zone considérée soit suffisant. Les conclusions suivantes peuvent cependant être avancées :

- la zone d'alimentation la plus contaminée par les nitrates est la zone 1.3 correspondant aux secteurs du Piémont des Vosges (moyenne 33,85 mg/l pour l'Alsace, 41 mg/l pour le Haut-Rhin),
- les zones d'alimentation 1.315 (Piémont du Sundgau) et 2 (Pliocène de HAGUENAU) sont également fortement contaminées : moyennes respectives 49,6 mg/l et 40,98 mg/l. Le nombre de points observés est cependant plus faible,
- la zone alimentée principalement par le Rhin (1.2) présente de façon inattendue une teneur moyenne élevée (18,66 mg/l) mais ceci est dû à l'artefact causé par une pollution ponctuelle le long du Rhin à l'aval de CHALAMPE ; ceci est confirmé par les différences de moyennes entre le Haut-Rhin et le Bas-Rhin (31,14 mg/l contre 12,11 mg/l),
- pour la zone 1.6 correspondant à la zone de centre plaine entre l'Ill et le Rhin, les teneurs moyennes sont également élevées puisque supérieures au niveau guide (25,48 mg/l).

En conclusion, il n'y a pas coïncidence parfaite entre les zones d'alimentation principales de la nappe et les langues de pollution, mais le calcul confirme les résultats de la cartographie : forte contamination dans les secteurs de Piémont où la nappe peu épaisse est alimentée par ruissellement des eaux de pluie sur les collines, effet de dilution très net dans les zones alimentées par les cours d'eau et contamination générale à un niveau équivalent au niveau guide en centre plaine.

2.3. Sulfates

2.3.1. Les teneurs

Les sulfates ont été analysés en 1991 sur 654 points. Les résultats statistiques les plus significatifs sont les suivants :

Teneurs en sulfates mg/l	Région Alsace	Bas-Rhin	Haut-Rhin
Moyenne	60,7	57	65
Médiane	43	48	39
D 10	26,6	27,2	24
D 90	84,4	87	80
Nombre de points	654	346	308

La limite de potabilité pour les eaux destinées à la consommation humaine est de 250 mg/l. Par ailleurs, la concentration naturelle en sulfates est en général inférieure à 60 mg/l sauf cas particuliers dus à la géologie des terrains traversés.

Le niveau général de contamination en sulfates de la nappe est donc faible malgré l'existence de pollutions ponctuelles. La médiane est toujours largement inférieure à 60 mg/l ; plus de 50 % des points ne sont donc pas touchés par la pollution sulfatée. De même la valeur du D 90 (valeur non dépassée par 90 % des points), de l'ordre de 80 mg/l est également largement inférieure à la limite de potabilité. En conclusion, la plus grande partie de la nappe d'Alsace n'est donc pas contaminée par les sulfates.

Cette analyse peut être affinée en étudiant les répartitions des points observés par classes de teneur croissante : (Cf. graphique p. 15)

Classes de teneurs	$\text{SO}_4^- < 30 \text{ mg/l}$	$30 < \text{SO}_4^- < 50 \text{ mg/l}$	$50 < \text{SO}_4^- < 100 \text{ mg/l}$	$100 < \text{SO}_4^- < 250 \text{ mg/l}$	$\text{SO}_4^- < 250 \text{ mg/l}$
Alsace 651 points	14 %	48,8 %	31,2 %	4,5 %	1,5 %
Bas-Rhin 343 points	11,7 %	42,3 %	40,5 %	4,9 %	0,6 %
Haut-Rhin 308 points	16,6 %	56,1 %	20,8 %	3,9 %	2,6 %

La classe la plus représentée est celle pour laquelle la teneur est comprise entre 30 et 50 mg/l, puis celle pour laquelle la teneur est comprise entre 50 et 100 mg/l.

Pour l'ensemble de l'Alsace, 6 % des points seulement présentent une teneur supérieure à 100 mg/l ; ceci montre donc que le degré de contamination est faible.

Il faut cependant noter que cette teneur est supérieure à la norme de potabilité en sulfates pour 1,5 % des points pour l'Alsace (2,6 % pour le Haut-Rhin).

2.3.2. La carte des zones contaminées (Cf. annexe 4-1 et 4-2)

Les différentes classes de teneurs en sulfates définies au 2.3.1. et correspondant aux classes déjà utilisées pour l'interprétation des résultats de l'inventaire de la qualité de la nappe de 1983 ont été cartographiées.

Cette carte permet de délimiter les secteurs suivants fortement contaminés, où l'eau est impropre à la consommation humaine :

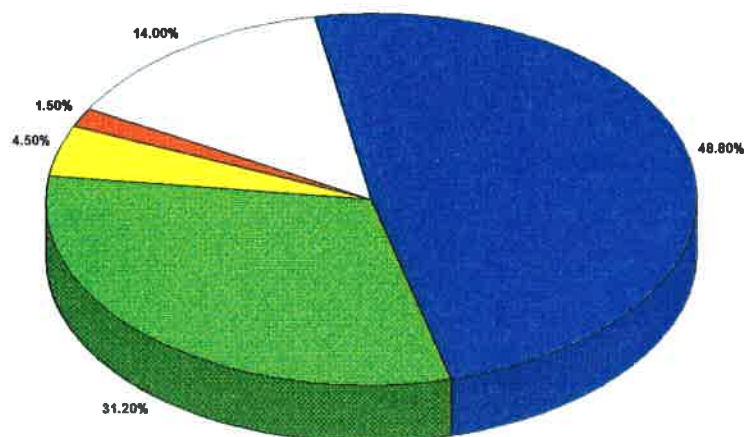
- . au débouché de la Vallée de la Thur, à l'aval des terrils de sulfates de THANN et MULHOUSE,
- . dans le bassin potassique, à l'aval de STAFFELFELDEN et de RUELSHEIM, probablement du fait de la présence de sulfates dans certains terrils des M.D.P.A. (déjà signalés en 1973),
- . localement, dans la vallée de la Bruche et de la Mossig, à l'aval de DUTTLENHEIM et SOULTZ-LES-BAINS (origine à déterminer).

D'autres zones de contamination élevée (teneurs comprises entre 100 et 250 mg/l) sont à noter :

- . le long des collines sous-vosgiennes avec une origine incertaine (origine naturelle ou effet des traitements du vignoble),
- . dans la Plaine entre Ehn et Andlau (secteur de BLAESHEIM), (origine à déterminer),
- . au Nord de STRASBOURG, de REICHSTETT jusqu'à SESSENHEIM (assèchement et drainage de terrains tourbeux).

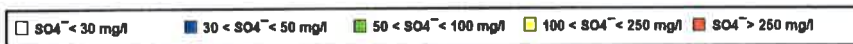
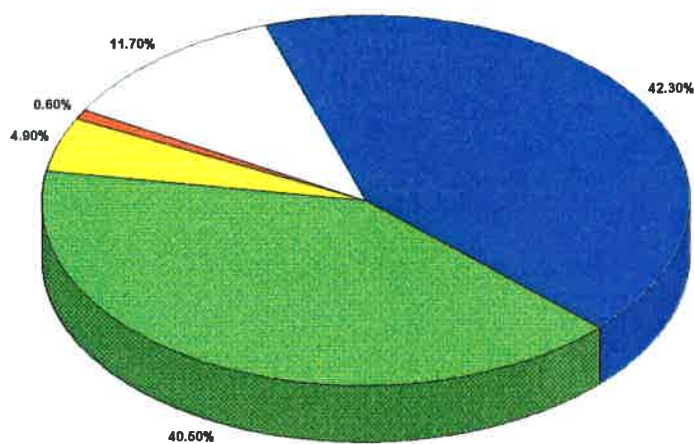
Classes de teneurs en sulfates pour l'Alsace

(651 points)



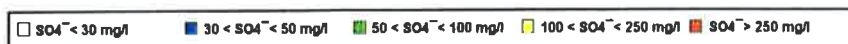
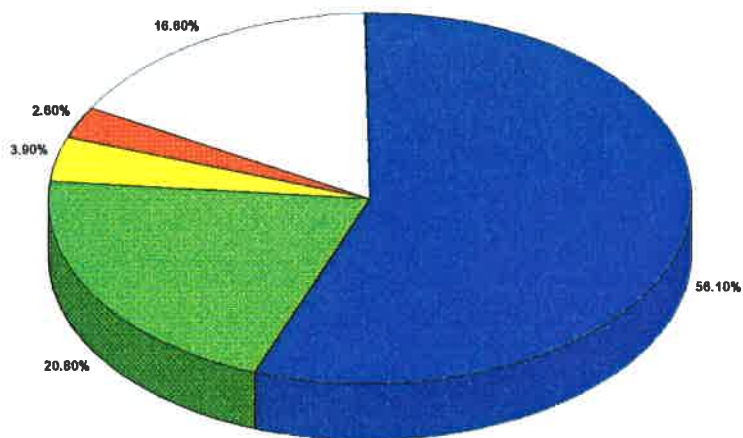
Classes de teneurs en sulfates pour le Bas-Rhin

(343 points)



Classes de teneurs en sulfates pour le Haut-Rhin

(308 points)



3. Evolution de la qualité de la nappe entre 1983 et 1991

3.1. Evolution des teneurs pour les points communs aux deux inventaires

De nombreux points observés en 1983 n'ont pu être retenus en 1991 pour diverses raisons : disparition, non-accessibilité, mauvaise représentativité (gravières, piézomètres, ...).

Pour l'ensemble des paramètres, 350 points environ sont communs pour les deux inventaires. Ceux-ci ne sont malheureusement pas répartis de façon satisfaisante sur toute l'étendue de la nappe ; certains secteurs sont sous-représentés comme la zone de Piémont, d'autres sont au contraire sur-représentés comme le bassin potassique. La comparaison pour ces 350 points ne permet donc qu'une connaissance imparfaite de l'évolution réelle de la qualité de la nappe.

Par ailleurs, l'inventaire de 1983 avait été réalisé de Mai à Novembre à l'issue d'une période très pluvieuse ; de fortes crues ont d'ailleurs eu lieu au Printemps 1983. Par contre en 1991, les prélèvements ont été effectués en Juillet et Août, après une sécheresse prolongée, donc peu propice à un lessivage des sols. Il est donc probable que l'inventaire 1991/1992 donne une image optimiste de la situation pour les éléments très sensibles au lessivage, comme les nitrates et que la comparaison entre les deux inventaires ne permette là encore qu'une connaissance imparfaite de l'évolution de la qualité de la nappe.

3.1.1. Chlorures

La comparaison donne les résultats suivants pour les 354 points communs :

Teneur en Cl ⁻ (mg/l)	1983	1991
Région Alsace : 354 points		
Moyenne	598	491
Médiane	44,75	48,5
Bas-Rhin : 188 points		
Moyenne	52,7	54,9
Médiane	44,75	46,65
Haut-Rhin : 166 points		
Moyenne	1 216	985
Médiane	46,9	49

La valeur moyenne baisse sensiblement et passe de 598 mg/l en 1983 à 491 mg/l en 1992 pour l'Alsace , et, de 1 216 mg/l à 985 mg/l pour le Haut-Rhin. Ceci résulte vraisemblablement des actions de dépollution mises en place dans le bassin potassique (puits de fixation à l'aval des terrils, puits de dépollution pour les langues de sel et puits de pompage d'eaux industrielles).*

Ces actions entraînent une baisse sensible des teneurs dans les zones très fortement contaminées à l'aval des terrils.

Les valeurs médianes sont en légère augmentation de 1983 à 1991, mais restent toutes inférieures à 50 mg/l.

3.1.2. Nitrates

Les résultats obtenus pour les 352 points communs sont les suivants :

. Région Alsace : 352 points communs

	1983	1991
Moyenne	24,6	24,3
Médiane	21	20,2
D 10	3	3,9
D 90	48,5	46,5

. Bas-Rhin : 186 points communs

	1983	1991
Moyenne	21,1	22,5
Médiane	15	17,3
D 10	2	2,1
D 90	46,5	39,3

* N.B. le suivi de la pollution par les chlorures provenant des M.D.P.A. est assuré par la Commission Interservices de Contrôle des Rejets des M.D.P.A. Pour plus de précision, il conviendra de se reporter aux documents publiés sous son égide.

. Haut-Rhin : 186 points communs

	1983	1991
Moyenne	28,6	26,4
Médiane	26	24
D 10	6,2	8,5
D 90	49	47,25

La comparaison des teneurs moyennes, des médianes, du D 10 et du D 90 ne permet pas de conclure à une évolution quelconque pour l'Alsace car ces valeurs sont comparables.

L'évolution est cependant très différente selon les départements.

Dans le Bas-Rhin on observe une hausse des teneurs, particulièrement pour la moyenne et la médiane ; cette dernière a augmenté de 20 %.

Dans le Haut-Rhin au contraire, il semble y avoir une baisse des teneurs en nitrates pour les valeurs moyenne et médiane. Seule la valeur de D 10 (valeur non dépassée par 10 % des points) augmente.

Au vu de ces résultats, il serait possible de conclure à un arrêt de l'augmentation des teneurs observée depuis plusieurs années.

En effet de 1973 à 1983 la teneur moyenne en nitrates avait presque doublé ; celle-ci était passée de 13 à 24 mg/l et la valeur médiane de 10 à 19 mg/l.

En fait, il est vraisemblable que ce constat soit trop optimiste en raison de la mauvaise représentativité des points communs et que l'augmentation des teneurs en nitrates se poursuive d'une façon ralentie.

Par ailleurs, il ne faut pas négliger le fait que les prélèvements ont eu lieu en Juillet et Août 1991 (pendant la sécheresse qui a débuté en 1990), période peu propice au lessivage des nitrates dans les sols, alors qu'en 1983, ils ont été réalisés après un printemps très pluvieux.

3.1.3. Sulfates

L'évolution des teneurs moyennes pour les 320 points communs est la suivante :

Teneur moyenne en sulfates (mg/l)	1983	1991
Région	62,2	57,7
Bas-Rhin	60,9	54,8
Haut-Rhin	63,9	61,6

Une légère baisse des teneurs moyennes en sulfates peut être constatée pour l'ensemble de la Région, surtout dans le Bas-Rhin, mais elle ne semble pas très significative.

En conclusion, la qualité des eaux de la nappe reste à peu près stable pour les sulfates.

3.2. Evolution des surfaces des zones contaminées

3.2.1. Chlorures

La comparaison des 2 cartes des teneurs en chlorures établies pour chacun des deux derniers inventaires permet de connaître l'évolution des surfaces des zones contaminées.

Entre 1983 et 1991 la surface contaminée diminue avec un rétrécissement des deux langues salées ; celui-ci coïncide avec l'apparition d'une zone moins contaminée entre ces deux langues. Le déplacement vers l'Est de la langue Est est net.

La progression de la langue polluée vers le Nord paraît s'être notablement ralentie. L'ensemble de ces éléments positifs est à mettre vraisemblablement à l'actif des mesures de dépollution engagées depuis 1988 à l'aval des terrils et au sein même des langues salées par les M.D.P.A.

Le deuxième point à noter est l'apparition d'une zone contaminée par les fuites du saumoduc des M.D.P.A. entre MUNCHHOUSE et BLODELSHEIM.

La situation est stable pour les autres secteurs de la nappe si l'on excepte quelques modifications locales dues à la différence de précision entre les deux inventaires.

Afin de mieux caractériser cette évolution, la surface des différentes classes de teneurs a été mesurée pour chacune des 2 cartes.

Résultats de l'inventaire 1983

Classes de teneur	Cl ⁻ > 200 mg/l		60 < Cl ⁻ < 200 mg/l		Cl ⁻ < 60 mg/l	
	Surface km ²	% de la surface totale	Surface km ²	% de la surface totale	Surface km ²	% de la surface totale
Bas-Rhin	0	0	475	28 %	1 228	72 %
Haut-Rhin	130	10 %	611	46 %	593	44 %
Alsace (y compris Pliocène)	130	4,3 %	1 086	35,7 %	1 821	60 %

Résultats de l'inventaire 1991

Classes de teneur	Cl ⁻ > 200 mg/l		60 < Cl ⁻ < 200 mg/l		Cl ⁻ < 60 mg/l	
	Surface km ²	% de la surface totale	Surface km ²	% de la surface totale	Surface km ²	% de la surface totale
Bas-Rhin	0	0	757	44 %	947	56 %
Haut-Rhin	90	6,5 %	393	29,5 %	851	64 %
Alsace (y compris Pliocène)	90	3 %	1 150	38 %	1 798	59 %

Ces résultats confirment les propos précédents ; l'amélioration observée concerne principalement le Haut-Rhin. Dans ce département, les surfaces de nappe où la teneur est supérieure à la norme de potabilité régressent de 10 % à 6,5 % de la surface totale. Parallèlement, le pourcentage des surfaces non contaminées, où la teneur en chlorures est inférieure à 60 mg/l, augmente de 44 % à 64 %.

Par contre dans le Bas-Rhin le pourcentage des surfaces à très faible teneur diminue passant de 72 % à 56 % bien qu'il n'existe pas de secteur fortement contaminé pour les deux inventaires..

Le bilan est donc positif puisque la surface des zones où l'eau est inutilisable aussi bien pour l'alimentation humaine que pour l'irrigation régresse ; celle-ci représente 4,3 % de la surface de la nappe en 1983 et n'en représente plus que 3 % en 1991.

3.2.2. Nitrates

La comparaison entre les 2 cartes de teneurs en nitrates permet de mettre en évidence les principales évolutions suivantes :

Pour les deux départements alsaciens la surface des zones contaminées augmente :

- dans le Haut-Rhin, cette surface augmente en pied de collines sous-vosgiennes ainsi qu'au pied du Sundgau où la pollution progresse vers le Nord sous la forêt de la Hardt,
- dans le Bas-Rhin, la situation est encore plus nette avec l'extension des zones polluées déjà connues (au pied des collines sous-vosgiennes, au centre plaine avec progression vers le Nord de la langue polluée depuis MUTTERSHOLTZ en 1983 jusqu'à une ligne MATZENHEIM-GERSTHEIM en 1991), mais aussi avec l'apparition de nouvelles zones fortement contaminées (en bordure de la vallée de la Bruche d'ALTORF à DUPPIGHEIM, dans le Pliocène autour de HAGUENAU, de part et d'autre de la vallée de la Zorn).

Afin de mieux caractériser l'extension de ces zones polluées, les surfaces des différentes classes de teneur ont été mesurées (Cf. graphique p. 23).

Résultats de l'inventaire 1983

Classes de teneurs	NO ₃ ⁻ > 50 mg/l		10 < NO ₃ ⁻ < 50 mg/l		NO ₃ ⁻ < 10 mg/l	
	Surface km ²	% de la surface totale	Surface km ²	% de la surface totale	Surface km ²	% de la surface totale
Bas-Rhin	39,7	2 %	702	41 %	961	57 %
Haut-Rhin	73,9	5,5 %	1 099	82,5 %	161	12 %
Alsace (y compris Pliocène)	113,6	3,7 %	1 801	59,3 %	1 122	37 %

Résultats de l'inventaire 1991

Classes de teneurs	NO ₃ ⁻ > 50 mg/l		10 < NO ₃ ⁻ < 50 mg/l		NO ₃ ⁻ < 10 mg/l	
	Surface km ²	% de la surface totale	Surface km ²	% de la surface totale	Surface km ²	% de la surface totale
Bas-Rhin	98,8	6 %	884	52 %	721	42 %
Haut-Rhin	131	10 %	1 134	85 %	68	5 %
Alsace (y compris Pliocène)	229,8	7,6 %	2 018	66,4 %	789	26 %

L'examen de ces chiffres confirme bien qu'en terme de surface, la situation s'est dégradée pour l'ensemble de la nappe d'Alsace, y compris dans le Haut-Rhin.

Le pourcentage de la surface où la teneur en nitrates des eaux de la nappe est supérieure à 50 mg/l augmente pour l'Alsace de 3,7 % à 7,6 %, pour le Bas-Rhin de 2 % à 6 %, et pour le Haut-Rhin de 5,5 % à 10 %.

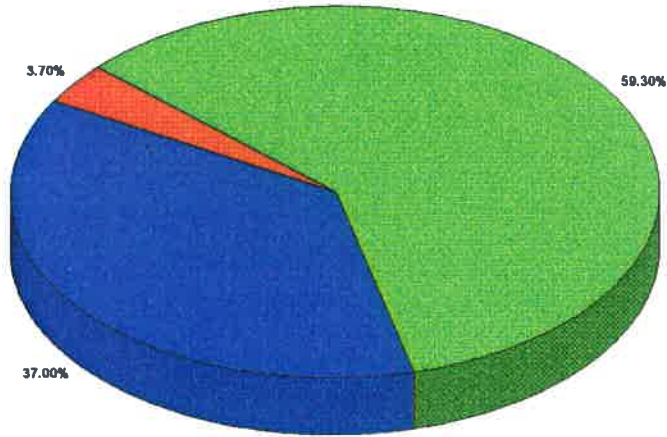
Parallèlement la surface des zones indemnes de toute contamination, où la teneur en nitrates est inférieure à 10 mg/l a fortement diminué. Le pourcentage de celle-ci régresse pour l'Alsace de 37 % en 1983 à 26 % en 1991, pour le Bas-Rhin de 57 % à 42 % de 1983 à 1991 et pour le Haut-Rhin de 12 à 5 %.

Enfin, cette analyse a été affinée en comparant la moyenne pour les points communs aux 2 inventaires par zone d'alimentation de la nappe.

Toutes les zones d'alimentation ne sont pas reprises ci-dessous car, pour être valable, cette comparaison doit bien sûr se faire sur un nombre suffisant de points.

Classes de teneurs en nitrates pour l'Alsace (y compris Pliocène)

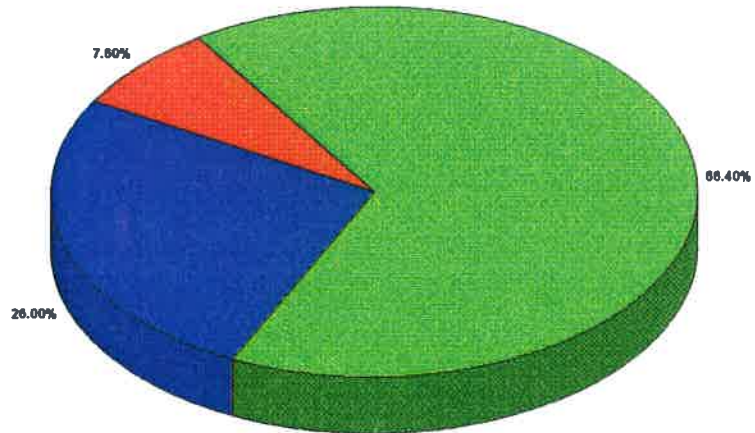
(année 1983)



■ % de la surf. tot. $\text{NO}_3^- > 50 \text{ mg/l}$ ■ % de la surf. tot. $10 < \text{NO}_3^- < 50 \text{ mg/l}$ ■ % de la surf. tot. $\text{NO}_3^- < 10 \text{ mg/l}$

Classes de teneurs en nitrates pour l'Alsace (y compris le Pliocène)

(année 1991)



■ % de la surf. tot. $\text{NO}_3^- > 50 \text{ mg/l}$ ■ % de la surf. tot. $10 < \text{NO}_3^- < 50 \text{ mg/l}$ ■ % de la surf. tot. $\text{NO}_3^- < 10 \text{ mg/l}$

Zones d'alimentation		Teneurs en nitrates (points communs)			
		1983		1991	
		Nb points	Moyenne	Nb points	Moyenne
1.1 Ill	D. 68	35	31,26	35	25,70
	D. 67	41	26,42	41	24,57
	Alsace	76	28,65	76	25,09
1.2 Rhin	D. 68	11	30,74	11	24,13
	D. 67	33	9,1	33	13,5
	Alsace	44	14,27	44	16,12
1.3 Vosges	D. 68	14	36,86	14	36,93
	D. 67	44	23,57	44	27,33
	Alsace	58	26,78	58	29,65

Zones d'alimentation		Teneurs en nitrates (points communs)			
		1983		1991	
		Nb points	Moyenne	Nb points	Moyenne
1.6 Rhin > Ill	D. 68	47	29,19	47	29,25
	D. 67	13	25,73	13	22,68
	Alsace	60	28,44	60	27,83
1.7 Ill > Vosges	D. 68	35	20,57	35	21,17
	D. 67	7	25,78	7	18,96
	Alsace	42	21,44	42	20,80
1.31 Cônes de déjection	D. 68	21	27,40	21	22,19
	D. 67	26	26,30	26	26,3
	Alsace	47	26,80	47	24,4

Les évolutions des teneurs moyennes entre 1983 et 1991 sont faibles et peu significatives. La dégradation la plus importante est observée pour la zone du Piémont des Vosges (1.3) où la moyenne atteint 29,7 mg/l de nitrates en 1991 ; ceci confirme les observations précédentes.

La situation semble également se dégrader pour la partie de nappe alimentée principalement par le Rhin (zone 1.2).

A l'inverse, une amélioration semble se dessiner pour la zone alimentée principalement par l'Ill (zone 1.1) et pour les cônes de déjection de ses affluents vosgiens. La situation paraît stable pour les zones de plaine situées entre Ill et Rhin (1.6.) ou entre Ill et Vosges (1.7).

Il faut souligner là encore que ces comparaisons ne peuvent pas donner une image parfaite de la réalité, car les points communs aux 2 inventaires ne sont pas uniformément répartis sur l'ensemble de la nappe.

3.2.2. Sulfates

La comparaison entre les 2 cartes des teneurs en sulfates ne permet pas de mettre en évidence une évolution notable des teneurs.

La seule dégradation observée est l'apparition de petits secteurs fortement contaminés dans le bassin potassique dont l'origine est peut être liée à la présence des terrils des Mines de Potasse ; ces secteurs étaient déjà notés en 1973.

En revanche, la contamination de la nappe dans le secteur situé au Nord de STRASBOURG régresse puisque la teneur en sulfates descend en-dessous de la norme de potabilité de 250 mg/l ; ce phénomène semble donc bien être d'une durée limitée et il ne s'agit vraisemblablement pas d'une pollution chronique.

Enfin la teneur moyenne en sulfates semble diminuer dans le centre plaine entre Ill et Rhin, dans le département du Bas-Rhin, puisqu'elle descend au-dessous de 50 mg/l. La raison en est peut être un moindre lessivage des sols du fait de la sécheresse.

La comparaison entre les surfaces de nappe contaminées par les sulfates en 1983 et 1991 apparaît dans les tableaux suivants :

Résultats de l'inventaire 1983

Classes de teneurs	SO ₄ ⁻ > 250 mg/l		50 < SO ₄ ⁻ < 250 mg/l		SO ₄ ⁻ < 50 mg/l	
	Surface km ²	% de la surface totale	Surface km ²	% de la surface totale	Surface km ²	% de la surface totale
Bas-Rhin	12,5	0,7 %	954	56 %	740	43,4 %
Haut-Rhin	8,2	0,6 %	438	32,8 %	887	66,6 %
Alsace (y compris Pliocène)	20,7	0,7 %	1 392	45,8 %	1 627	53,5 %

Résultats de l'inventaire 1991

Classes de teneurs	SO ₄ ⁻ > 250 mg/l		50 < SO ₄ ⁻ < 250 mg/l		SO ₄ ⁻ < 50 mg/l	
	Surface km ²	% de la surface totale	Surface km ²	% de la surface totale	Surface km ²	% de la surface totale
Bas-Rhin	1,4	0,1 %	785	46 %	917	53,9 %
Haut-Rhin	7,1	0,5 %	254	19 %	1 072	80,5 %
Alsace (y compris Pliocène)	8,5	0,3 %	1 039	34,2 %	1 989	65,3 %

La contamination par les sulfates ne concerne qu'une surface très limitée, et elle a diminué de 1983 à 1991. Les zones où la teneur dépasse 250 mg/l, limite de potabilité, ont ainsi régressé de 0,7 % de la surface totale à 0,3 %, principalement du fait de l'amélioration observée au Nord de STRASBOURG.

Parallèlement, les surfaces peu contaminées, où la teneur en sulfates est inférieure à 50 mg/l ont augmenté, passant de 53,5 % de la surface en 1983 à 65,3 % en 1991.

Il semble donc que l'on assiste à une légère amélioration de la qualité, amélioration essentiellement "naturelle".

CONCLUSION

L'inventaire général 1991/1992 de la qualité de la nappe a permis de mieux connaître la qualité des eaux de la nappe et son évolution depuis l'inventaire 1983.

La situation est très contrastée selon la nature des polluants.

Celle-ci s'améliore pour les chlorures où les efforts entrepris depuis 1988 par l'industriel responsable de la pollution semble donner quelques résultats. Les teneurs moyennes ont ainsi diminué depuis 1983. Le pourcentage de la surface de la nappe rendu impropre à tout usage par cette pollution régresse de 10 % à 6,5 % dans le département du Haut-Rhin. Il faut cependant noter l'apparition d'un nouveau secteur contaminé par les fuites du saumoduc.

Pour les sulfates, la situation reste stable. Une dégradation de faible importance est due à l'apparition de zones polluées dans le bassin potassique, mais une amélioration est constatée dans le secteur au Nord de STRASBOURG.

Pour les nitrates, la situation est plus complexe. La contamination de la nappe est générale avec une teneur moyenne en 1991 de 27,5 mg/l, supérieure à la norme guide européenne pour l'eau potable. Cette teneur est particulièrement élevée dans le Haut-Rhin (29,1 mg/l).

Depuis 1983 la surface des zones déjà contaminées augmente même si les moyennes observées pour les mêmes points restent stables ; de plus il faut noter l'apparition de nouvelles zones de pollution dans le Bas-Rhin. Le pourcentage de la surface de la nappe où les eaux sont rendues impropres à la consommation humaine en raison d'une teneur excessive en nitrates augmente de 3,7 % en 1983 à 7,6 % en 1991.

Il faut enfin noter que cet inventaire ayant été réalisé au cours d'une période de sécheresse prolongée, le phénomène de lessivage des nitrates dans les sols a été vraisemblablement atténué.

Il est donc indispensable de poursuivre les actions déjà engagées pour lutter contre les pollutions ponctuelles et diffuses. Pour ces dernières, seule une action globale menée pour l'ensemble de la nappe d'Alsace permettra de stopper l'évolution défavorable des teneurs en nitrates.

Enfin, il ne faut pas négliger l'apparition de nouvelles pollutions dues aux micropolluants organiques (solvants chlorés, pesticides, ...) et susceptibles de faire peser une nouvelle menace sur la nappe d'Alsace.