

REGION ALSACE / AGENCE DE L'EAU RHIN MEUSE

**Etude de valorisation des Inventaires de 1983 à 2003
de la qualité des eaux souterraines
de la plaine d'Alsace**

Decembre 2006



Association pour la protection de la nappe phréatique de la plaine d'Alsace

Rédaction : Laurent SIRY

*Avec la participation de Natacha MOSNIER
et Michel HERR*

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	3
1. OBJECTIF DE L'ETUDE.....	6
2 DONNEES DISPONIBLES ET CHOIX DE LA METHODOLOGIE.....	7
2.1 LES NITRATES.....	7
2.1.1 <i>Données disponibles</i>	7
2.1.1.1 Les résultats d'analyses	7
2.1.1.2 Les études d'évaluation des opérations Fertimieux	8
2.1.1.3 Les données du modèle hydrodynamique régional	9
2.1.2 <i>Méthodologie</i>	9
2.1.2.1 Choix du zonage.....	10
2.1.2.2 Choix des règles d'interprétation des évolutions de concentrations	10
2.1.2.3 Choix des outils pour la valorisation des données	10
2.1.2.3.1 Statistique descriptive	10
2.1.2.3.2 Indicateurs utilisés pour les évaluations des opérations Ferti Mieux.....	11
2.1.2.3.2 Calcul des bilans hydrauliques	12
2.2. LES PRODUITS PHYTOSANITAIRES	13
2.2.1 <i>Données disponibles</i>	13
2.2.2 <i>Méthodologie</i>	13
2.2.3 <i>Limites d'interprétation</i>	14
2.2.3.1 Les variations des limites de quantification	14
2.2.3.2 Comparaison entre qualité et sensibilité	14
3 EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN NITRATES PAR ZONE FERTIMIEUX	15
3.1. ZONES "FERT'ILL" ET "HARDT EAU VIVE"	15
3.1.1 <i>Zones "Fert'III"</i>	15
3.1.1.1 Caractéristiques générales de la zone	15
3.1.1.2 Caractéristiques pédologiques particulières de la zone.....	15
3.1.1.3. Statistiques descriptives	16
3.1.1.4 Analyse de l'évolution et de l'intensité des variations	16
3.1.1.4.1 Analyse sur toute la zone.....	17
3.1.1.4.2 Analyse par sous-secteurs.....	19
Sous-secteur "III".....	19
Sous-secteur "Centre Plaine"	20
Sous-secteur "Rhin".....	21
Autres sous-secteurs	23
3.1.1.5 Analyse de l'évolution du nombre de points de mesures par classe de teneurs et par sous-secteur et relation avec l'évolution et l'intensité des variations	24
3.1.1.6 Analyse de l'évolution des pratiques agricoles.....	26
3.1.1.7 Synthèse et interprétation	27
3.1.2 <i>Zones "Hardt eau vive"</i>	29
3.1.2.1 Caractéristiques générales de la zone	29
3.1.2.2 Statistiques descriptives	29
3.1.2.3 Analyse de l'évolution et de l'intensité des variations	30
3.1.2.3.1 Analyse sur toute la zone.....	31
3.1.2.3.2 Analyse par sous-secteurs.....	32
Sous-secteur "III".....	32
Sous-secteur "Rhin".....	33
3.1.2.4 Analyse de l'évolution du nombre de points de mesures par classe de teneurs et par sous-secteur et relation avec l'évolution et l'intensité des variations	35
Pour le sous-secteur "III",.....	35
Pour le sous-secteur "Rhin",.....	36

3.1.2.5	Analyse de l'évolution des pratiques agricoles.....	37
3.1.2.6	Synthèse et interprétation	38
3.1.3	<i>Le cas particulier de l'III</i>	40
3.1.3.1	Qualité des eaux de l'III	40
3.1.3.2	Echange nappe / rivière	42
3.1.3.2.1	Fonctionnement des échanges nappe / rivière	42
	Pour la zone "Hardt eau vive":.....	42
	Pour la zone "Fert'III" :	43
3.1.3.2.2	Evaluation des débits de l'III entrant dans la nappe.....	43
3.1.4	CONCLUSION	47
	Zone "Fert'III".....	47
	Zone "Hardt eau vive"	47
3.2	ZONE FERTIMIEUX "COLLINES EAU ET TERROIRS"	49
3.2.1	<i>Caractéristiques générales de la zone</i>	49
3.2.2	<i>Statistiques descriptives</i>	49
3.2.3	<i>Analyse de l'évolution et de l'intensité des variations</i>	50
3.2.4	<i>Analyse de l'évolution du nombre de points de mesures par classe de teneurs et relation avec l'évolution et l'intensité des variations</i>	51
3.2.5	<i>Analyse de l'évolution des pratiques agricoles</i>	53
3.2.6	<i>Synthèse et interprétation</i>	53
3.3	ZONE "PIEMONT EAU ET TERROIRS"	55
3.3.1	<i>Caractéristiques générales de la zone</i>	55
3.3.2	<i>Statistiques descriptives</i>	55
3.3.3	<i>Analyse de l'évolution et de l'intensité des variations</i>	56
3.3.4	<i>Analyse de l'évolution du nombre de points de mesures par classe de teneurs et relation avec l'évolution et l'intensité des variations</i>	57
3.3.5	<i>Analyse de l'évolution des pratiques agricoles</i>	58
3.3.6	<i>Synthèse et interprétation</i>	59
3.4	ZONE FERTIMIEUX "FERTI ZORN"	61
3.4.1	<i>Caractéristiques générales de la zone</i>	61
3.4.2	<i>Statistiques descriptives</i>	61
3.4.3	<i>Analyse de l'évolution et de l'intensité des variations</i>	62
3.4.5	<i>Analyse de l'évolution du nombre de points de mesures par classe de teneurs et relation avec l'évolution et l'intensité des variations</i>	63
3.5.5	<i>Analyse de l'évolution des pratiques agricoles</i>	65
3.5.6	<i>Synthèse et interprétation</i>	65
3.6	ZONE FERTIMIEUX "KOCHERSBERG"	66
3.6.1	<i>Caractéristiques générales de la zone</i>	66
3.6.2	<i>Statistiques descriptives</i>	66
3.6.3	<i>Analyse de l'évolution et de l'intensité des variations</i>	66
3.6.4	<i>Analyse de l'évolution du nombre de points de mesures par classe de teneurs et relation avec l'évolution et l'intensité des variations</i>	67
3.6.5	<i>Analyse de l'évolution des pratiques agricoles</i>	69
3.6.6	<i>Synthèse et interprétation</i>	69
3.7	ZONE FERTIMIEUX "FERTI NORD ALSACE"	70
3.7.1	<i>Caractéristiques générales de la zone</i>	70
3.7.2	<i>Statistiques descriptives</i>	70
3.7.3	<i>Analyse de l'évolution et de l'intensité des variations</i>	71
3.7.4	<i>Analyse de l'évolution du nombre de points de mesures par classe de teneurs et relation avec l'évolution et l'intensité des variations</i>	72
3.7.5	<i>Analyse de l'évolution des pratiques agricoles</i>	74
3.7.6	<i>Synthèse et interprétation</i>	74
4	EVOLUTION DES TENEURS EN PRODUITS PHYTOSANITAIRES	76
4.1	ATRAZINE ET SES METABOLITES	76
4.1.1	<i>Introduction</i>	76
4.1.1.1	Généralités sur l'atrazine et ses métabolites.....	76
4.1.1.2	Diagnostic 2003.....	76
4.1.2	<i>Atrazine et déséthylatrazine</i>	78
4.1.2.1	Diagnostic 2003.....	78

4.1.2.2 Diagnostic 2003 affiné	81
4.1.2.3 Evolution des concentrations entre 1997 et 2003	81
4.1.2.4 Interprétations.....	83
4.1.3 <i>Désisopropylatrazine</i>	83
4.1.3.1 Diagnostic 2003 et évolution des concentrations entre 1997 et 2003	83
4.1.3.2 Interprétations.....	84
4.2 AUTRES TRIAZINES	85
4.2.1 <i>Constat global et généralités sur les molécules</i>	85
4.2.2 <i>Simazine</i>	85
4.2.2.1 Diagnostic 2003.....	85
4.2.2.2 Evolution des concentrations entre 1997 et 2003	86
4.2.2.3 Interprétations.....	87
4.2.3 <i>Terbuthylazine</i>	87
4.2.3.1 Diagnostic 2003.....	87
4.2.3.2 Evolution des concentrations entre 1997 et 2003	88
4.2.3.3 Interprétations.....	88
4.2.4 <i>Somme des triazines</i>	88
4.3 UREES SUBSTITUEES	90
4.3.1 <i>Diuron</i>	90
4.3.1.1 Diagnostic 2003.....	90
4.3.1.2 Evolution des concentrations entre 1997 et 2003	91
4.3.1.3 Interprétations.....	92
4.3.2 <i>Autres urées substituées</i>	92
4.3.2.1 Généralités sur les autres urées substituées	92
4.3.2.2 Diagnostic 2003 et comparaison entre 1997 et 2003.....	93
4.3.2.3 Interprétations.....	93
4.4 COMPOSES ORGANO-PROSPHORES	94
4.5 COMPOSES ORGANO-CHLORES	94
4.5.1 <i>Constat global et généralités sur les molécules</i>	94
4.5.2 <i>Lindane</i>	94
4.5.3 <i>Autres organo-chlorés</i>	95
4.6 AUTRES COMPOSES ANALYSES EN 1997 ET 2003.....	95
4.6.1 <i>Constat global et généralités</i>	95
4.6.2 <i>Alachlore</i>	95
4.7 POINT SUR LES NOUVEAUX COMPOSES ANALYSES EN 2003	97
4.7.1 <i>Constat global et généralités</i>	97
4.7.2 <i>Métolachlore</i>	98
4.7.3 <i>Glyphosate et AMPA</i>	99
4.8 SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS	100
LISTE DES FIGURES	102
LISTE DES TABLEAUX	105
ANNEXES	106
LISTE DES ANNEXES.....	107

1. OBJECTIF DE L'ETUDE

La qualité des eaux de la nappe phréatique d'Alsace fait l'objet depuis 1973 d'inventaires périodiques de la qualité des eaux souterraines. Réalisés sous maîtrise d'ouvrage de la Région Alsace, ces inventaires sont réguliers et intègrent les produits phytosanitaires et les composés organo-halogénés volatils depuis 1991/1992.

L'objectif de cette étude est, pour certains paramètres (les nitrates et les produits phytosanitaires), d'examiner les résultats disponibles dans les bases de données gérées par l'APRONA en vue de :

- constater ou non des évolutions qui peuvent être significatives,
- de relier ou non ces observations à l'évolution des pratiques agricoles.

Pour ce diagnostic, ont été retenues, pour les nitrates, les données issues des Inventaires de 1983, 1991/1992, 1997 et 2003 et, pour les produits phytosanitaires, les données des Inventaires de 1997/1998 et 2003.

L'échelle initiale de travail est régionale, mais dans une deuxième phase d'analyse, un découpage par secteur s'est avéré nécessaire. Dans chaque cas, le choix de ce découpage et les limites d'interprétation sont systématiquement décrits.

2 DONNEES DISPONIBLES ET CHOIX DE LA METHODOLOGIE

2.1 LES NITRATES

2.1.1 Données disponibles

2.1.1.1 Les résultats d'analyses

Les premières données interprétées disponibles datent de 1973. Ces données ont été comparées à celles de 1983 puis 1987/1988 (Commission interministérielle d'étude de la nappe phréatique de la plaine d'Alsace / Région Alsace – Agence de l'eau Rhin-Meuse / août 1990). Les résultats indiquent, pour les points de mesures communs, que la teneur moyenne en nitrates a presque doublé entre 1973 et 1983 passant de 13 à 24 mg/l. Dans le même temps, la valeur médiane est passée de 10 à 19 mg/l.

L'inventaire de 1991/1992 semble indiquer un ralentissement des augmentations observées de 1973 à 1983 mais avec une différence entre le Haut-Rhin et le Bas-Rhin. Effectivement, dans ce dernier, des augmentations significatives étaient encore observées en 1991/1992 avec une croissance de près de 20 % de la médiane, alors que dans le Haut-Rhin une certaine stabilisation apparaissait. Ces résultats sont cependant relativisés dans le rapport de 1991/1992 (Inventaire général 1991/1992 de la qualité de la nappe de la plaine d'Alsace – Région Alsace – mai 1993) en indiquant que les résultats sont "optimistes" en raison d'une "sécheresse prolongée peu propice aux lessivages des sols" enregistrée en juillet / août 1991 (Inventaire 1991/1992 page 16).

En 1991/1992, la moyenne des concentrations en nitrates dépasse la valeur guide européenne de 25 mg/l et le département du Haut-Rhin est, en moyenne, plus contaminé que celui du Bas-Rhin. En 1997, des augmentations de la moyenne et de la médiane sont encore enregistrées, mais en 2003 la situation semble se stabiliser.

Teneurs en nitrates	1991-1992	1997	2003
Valeurs moyennes	27.5	28.6	27.0
Valeurs médianes	21.0	23.0	21.5

Tableau 1 : Teneurs moyennes et médianes en nitrates des trois Inventaires

La valeur moyenne globale des teneurs en nitrates est en légère diminution depuis 1997 et atteint un niveau comparable à celui de 1991. Cependant, l'état de la ressource reste dégradé à un niveau qui demeure préoccupant puisque la moyenne est toujours supérieure à la valeur guide européenne pour l'eau potable de 25 mg/l.

Surfaces cartographiées en 1991, 1997 et 2003			
En %	1991	1997	2003
0 – 10 mg/l	26,2	24,9	24,7
10 – 25 mg/l	37,4	33,1	33,4
25 – 50 mg/l	29,4	33,8	33,9
> 50 mg/l	7,0	8,2	7,9
En km2	1991	1997	2003
0 – 10 mg/l	815,0	769,2	764,0
10 – 25 mg/l	1162,0	1020,6	1030,5
25 – 50 mg/l	913,2	1042,1	1048,1
> 50 mg/l	217,2	253,4	245,4

Tableau 2 : Comparaison des surfaces cartographiées en 1991, 1997 et 2003

La répartition surfacique des différentes classes de teneurs en nitrates reste relativement stable. Par ailleurs, des différences de concentrations en nitrates existent à l'échelle locale. La répartition des teneurs relevées en 2003 montre ainsi que :

- Les zones de faibles concentrations (inférieures à 10 mg/l) sont situées surtout au Nord de Strasbourg.
- Les zones de fortes teneurs (25-50 mg/l) concernent majoritairement le "Centre Plaine", le Sud Est de la Plaine, l'aval hydraulique de Chalampé – Ottmarsheim, en bordure du Rhin.
- Les zones de très fortes concentrations, supérieures à la limite de potabilité de 50 mg/l, sont localisées essentiellement le long des collines sous-vosgiennes, ainsi que le long du piémont oriental du Sundgau.

2.1.1 2 Les études d'évaluation des opérations Fertimieux

Les opérations Fertimieux sont le fruit d'une volonté politique de la profession agricole avec l'appui des pouvoirs publics. Elles ont pour objectif de limiter et de maîtriser les risques de pollution diffuse par les nitrates d'origine agricole.

Ces opérations reposent sur une démarche volontaire des agriculteurs et de leurs partenaires locaux pour concilier les pratiques agricoles, le respect de l'environnement, la qualité de l'eau et le maintien du revenu agricole.

Les opérations Fertimieux ont fait l'objet d'un diagnostic initial pour acquérir des connaissances de base au niveau de la zone. Ainsi les pratiques à risques ont été identifiées. Ce diagnostic constitue l'état des lieux au commencement de l'opération. Après quelques années de conseils diffusés auprès des agriculteurs, une nouvelle évaluation est régulièrement diligentée.

Faire le bilan des modifications des pratiques signifie qu'il faut appréhender l'évolution des pratiques et vérifier, a posteriori, si elles vont dans le sens d'une réduction des risques de pollution par les nitrates. Enfin, il s'agit de déterminer si la diminution de ces risques est à un niveau acceptable du point de vue de la sensibilité du milieu considéré.

Les évaluations réalisées par l'ARAA (Association pour la Relance Agronomique en Alsace) se décomposent principalement en deux temps. Tout d'abord, le calcul d'indicateurs d'évolution des risques à différentes échelles, tels que le Solde CORPEN ou la BALANCE

azotée par système de culture, qui permettront de voir si le risque de pollution a évolué depuis le diagnostic initial et si cette évolution est positive ou non.

Ensuite, les différentes pratiques des agriculteurs sont étudiées à l'aide de différents critères d'analyse et les évolutions chiffrées. Ceci permet de compléter les conclusions relatives à l'évolution des indicateurs généraux précédemment cités.

Ces études ont été recueillies et les principaux résultats ont été extraits pour alimenter les interprétations sur l'évolution de la qualité des eaux. Pour chaque zone une synthèse est disponible dans le corps du texte.

2.1.1.3 Les données du modèle hydrodynamique régional

Le calage du modèle à grande échelle de la nappe rhénane en régime permanent géré par l'APRONA a permis de réaliser des bilans hydrauliques pour deux des zones Fertimieux, "Hardt eau vive" et "Fert'III". Ces deux zones sont suffisamment grandes et sous influence moindre des zones de bordure que les autres secteurs.

Trois situations hydrologiques ont été considérées :

- en basses eaux de la nappe (données de septembre 1991 où un assec quasi continu s'est produit durant 156 jours),
- en moyennes eaux de la nappe (données d'octobre 1986),
- en hautes eaux de la nappe (données d'avril 1988).

Il convient de préciser que pour la situation de hautes eaux de la nappe, les débits observés ne correspondent pas forcément pour chaque rivière à une période de hautes eaux. Par ailleurs, la situation de basses eaux de la nappe est corrélée à une période d'étiage des débits des cours d'eau.

Pour ce modèle, les échanges nappe / rivières sont quantifiés à partir de 4 paramètres : la côte du lit, la hauteur d'eau, la largeur et la transmissivité verticale du lit de la rivière. Ces paramètres varient tout au long du cours d'eau.

Les bilans hydrauliques ont été affinés en divisant chaque zone Fertimieux en sous secteurs en fonction des zones d'influence de l'III ou du Rhin. Effectivement, il apparaît que des sous secteurs ont des comportements différents. Le diagnostic a donc été affiné en prenant en compte les influences de l'III d'une part et du Rhin d'autre part.

2.1.2 Méthodologie

L'évolution des teneurs en nitrates de 1973 à 2003 rapidement décrite ci-dessus (§2.1.1 Données disponibles page 7) indique bien que la problématique est générale à la nappe phréatique de la plaine d'Alsace. Des différences entre le Haut-Rhin et le Bas-Rhin ainsi qu'entre les zones de bordure et le reste de la plaine sont très vite observées (dès 1983). Avec les inventaires de 1991/1992, 1997 et 2003 réalisés sur un plus grand nombre de points de mesures, des zones où les concentrations sont les plus fortes sont mieux identifiées. Les plus grandes évolutions, qu'elles entraînent une augmentation ou une diminution des teneurs, sont repérées et les pratiques agricoles sont souvent associées au constat établi.

2.1.2.1 Choix du zonage

Pour aller plus loin dans l'analyse, il est nécessaire de travailler à une échelle plus fine que l'échelle régionale mais sans perdre la notion de circulation des eaux souterraines. C'est dans cet esprit que le découpage choisi a été calqué sur le zonage des opérations Fertimieux (Cf. carte en Annexe 1). En plus de couvrir toute la plaine, ce zonage présente d'autres avantages :

- il a été réalisé selon des critères mêlant nature des sols et types d'agricultures,
- chaque secteur a fait l'objet d'une étude hydrogéologique détaillée et d'un diagnostic agricole,
- il permet une identification aisée des acteurs concernés qui peuvent s'identifier plus facilement à la zone. L'agriculteur pourra ainsi évaluer son implication dans la démarche et juger de l'impact de ses pratiques sur la qualité des eaux.

2.1.2.2 Choix des règles d'interprétation des évolutions de concentrations

L'évolution des concentrations est donnée par la comparaison des valeurs des points de mesures communs aux Inventaires de la période considérée.

La variation de concentration sur un point de mesure donné est ainsi identifiée selon trois aspects : l'amélioration, la stagnation ou la dégradation.

Pour déterminer la tendance à la stagnation de la concentration d'un point de mesure deux critères ont été choisis. Chacun de ces deux critères est dominant c'est-à-dire qu'il suffit que l'une des deux conditions soit remplie pour que le point soit considéré comme en stagnation.

- Par rapport à la valeur de la première année de la période considérée, l'évolution doit être inférieure à 10 %.
- L'intensité de la variation doit être inférieure à 5 mg/l.

Trois classes d'intensité ont donc été définies afin de mettre en évidence les différentes évolutions de concentrations : de 5 à 10 mg/l, de 10 à 25 mg/l et supérieures à 25 mg/l. Ces trois classes sont proposées tant dans les conditions de dégradation que d'amélioration

2.1.2.3 Choix des outils pour la valorisation des données

Pour chaque zone, l'analyse de l'évolution de la qualité de l'eau s'est faite en confrontant plusieurs techniques complémentaires de valorisation des données.

- Calcul des moyennes et des médianes des concentrations en nitrates et description des paramètres statistiques
- Evolution des concentrations et intensité de variation des évolutions sur les périodes : de 1991 à 1997 et de 1997 à 2003.

2.1.2.3.1 Statistique descriptive

Les séries de données disponibles ont été traitées statistiquement pour disposer des paramètres de statistique descriptive essentiels à une bonne interprétation des données. Parmi le panel des fonctions statistiques disponibles, 5 d'entre elles ont été choisies :

➤ *La médiane*

La médiane est la valeur qui partage l'effectif (le nombre de valeurs) en deux parties égales : il y a 50 % des valeurs sous la médiane et 50 % au dessus.

➤ *La différence entre la moyenne et la médiane*

La différence entre la moyenne et la médiane permet de rendre compte de l'homogénéité du réseau de mesures. Plus cet écart est faible, plus le réseau est représentatif de l'état qualitatif de la nappe phréatique. Un écart faible permet donc la comparaison des moyennes entre elles.

➤ *L'écart type (σ)*

L'écart type mesure la dispersion autour de la moyenne arithmétique. Plus l'écart type est grand, plus la dispersion autour de la moyenne est importante.

➤ *Le coefficient de variation (CV)*

Le coefficient de variation est le rapport de l'écart-type par la moyenne. Le coefficient de variation mesure l'intensité de la dispersion. Plus il est élevé, plus la dispersion autour de la moyenne est importante.

➤ *L'intervalle de confiance (IC)*

L'intervalle de confiance est un indicateur de représentativité de la teneur moyenne. L'estimation de l'intervalle permet de définir, autour de la moyenne, un intervalle aléatoire qui contienne la valeur moyenne avec une forte probabilité ($p = 0.95$ par exemple). C'est l'amplitude de cet intervalle qui mesure la dispersion. L'intervalle de confiance divisé par deux ($IC/2$) correspond ainsi à la marge d'erreur attribuée à la moyenne.

2.1.2.3.2 Indicateurs utilisés pour les évaluations des opérations Ferti Mieux

Les évaluations des opérations Ferti - Mieux utilisent trois indicateurs globaux et des notes de fractionnement et de gestion de l'azote minéral attribuées pour chaque zone. Ces indicateurs permettent d'identifier des évolutions de pratiques et/ou des zones et des pratiques culturales à risque. Il est important de connaître les avantages et les limites de ces indicateurs :

➤ **Le solde CORPEN :**

Le solde CORPEN est un bilan d'azote sur l'ensemble des parcelles de l'exploitation. Il effectue un bilan entrée et sortie d'azote. Les entrées sont composées des apports d'azote minéral, des apports d'azote organique d'origine animale et des effluents divers. Les sorties sont constituées par les exportations d'azote (rendement et résidu de récolte). Enfin, la différence calculée est rapportée à la SAU globale pour obtenir l'excédent à l'hectare de la culture.

Les limites du système sont variées : il dépend des conditions climatiques et surtout il ne prend pas en compte la nature des sols, les pertes de nitrates par lessivage ou volatilisation et les reliquats azotés. Il se limite aussi à une vision globale de l'exploitation.

Il est utile pour cibler rapidement les types d'exploitations où les risques sont les plus importants.

➤ L'Excédent azoté global de la zone:

L'excédent global est obtenu par l'extrapolation du solde CORPEN calculé sur l'ensemble des exploitations étudiées, pondéré par la typologie et la taille des exploitations. Le chiffre obtenu est à relativiser en fonction de la taille de l'exploitation, plus les zones sont grandes, plus l'excédent global risque d'être élevé. Il reste un bon indicateur global de l'évolution des pratiques agricoles.

➤ La Balance azotée :

La Balance azotée effectuée, comme le solde CORPEN, un bilan entrée-sortie d'azote. Seulement elle l'évalue pour chaque système de culture et prend en compte les apports d'azote minéral et organique et les exportations d'azote par une rotation culturale. Le calcul est réalisé sur la durée totale de la rotation et sur le rendement moyen des quatre dernières années par culture et s'affranchit ainsi de « l'effet année ».

Cet indicateur, comme le solde CORPEN, ne prend pas en compte la nature du sol, les pertes de nitrates par lessivage ou volatilisation et les reliquats azotés. Il permet de détecter rapidement les systèmes de culture les plus agressifs.

➤ Note sur la gestion de l'azote minéral (apports et fractionnement) :

Selon les critères de l'ARAA, une note sur les apports et le fractionnement est attribuée :

A : les pratiques suivent les conseils de l'ARAA et de la Chambre d'agriculture

B : les pratiques agricoles peuvent être améliorées

C : Les pratiques sont à revoir.

2.1.2.3.2 Calcul des bilans hydrauliques

Comme l'analyse de l'évolution des teneurs en nitrates se réalise par zone Ferti Mieux, les sous secteurs ne coïncident pas exactement entre les deux zones. Ainsi ont été délimités trois sous secteurs pour la zone "Fert'III" et deux pour la zone "Hardt eau vive" (cf carte en Annexe 2).

Sous secteurs de la zone "Fert'III"	Sous secteurs de la zone "Hardt eau vive" »
1. Sous influence de l'III	1. Sous influence de l'III
2. "Centre Plaine"	2. Sous influence du Rhin
3. Sous influence du Rhin	

Tableau 3 : Sous secteurs pour les zones "Hardt eau vive" et "Fert'III"

Pour la zone "Hardt eau vive", les deux sous secteurs ont été définis à partir du modèle régional à grande échelle de la nappe rhénane qui donne les zones d'influence des eaux superficielles de l'III et du Rhin. La limite Ouest du sous secteur Rhin correspond à l'influence du Rhin qui serait supérieure à celle de l'III.

Pour la zone "Fert'III", la limite Est du secteur sous influence de l'III a été définie à l'aide du modèle régional. La limite Ouest a été définie afin de dégager le comportement particulier du piémont. En outre, la zone sous influence du Rhin a été séparée en deux : un secteur sous influence directe du Rhin et une zone "Centre Plaine", particulière en terme de concentrations en nitrates.

2.2. LES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

2.2.1 Données disponibles

L'étude de l'évolution des teneurs en produits phytosanitaires a été réalisée à partir des résultats des Inventaires de 1997 et de 2003. Il existe quelques données plus anciennes de 1991/1992, mais la fiabilité des données, d'un point de vue du prélèvement comme de l'analyse, n'a pas été jugée suffisante pour qu'elles soit intégrées à cette étude.

La liste des pesticides analysés en 2003 reprend en grande partie ceux de 1997, à quelques différences près :

Elle a été complétée et actualisée en fonction de la nouvelle liste établie par le ministère français de l'agriculture, à partir de la méthode SIRIS de classement des substances actives. Cette méthodologie, déclinée au niveau régional par le GREPPAL, prend en compte les caractéristiques de mobilité des molécules ainsi que l'importance de leur utilisation à l'échelle régionale. Cette nouvelle liste a pour objectif d'orienter la recherche des substances actives dans les eaux superficielles et souterraines.

Par ailleurs, l'élimination de certaines substances de la liste de 2003 (Formothion, Ethylparathion, Diazanon, Flufénoxuron, Néburon) s'appuie sur le résultat du diagnostic réalisé en 1997. Celui-ci n'avait pas mis en évidence de problématique particulière pour ces produits.

2.2.2 Méthodologie

A l'échelle de la plaine d'Alsace, la répartition et l'évolution des concentrations des produits phytosanitaires diffèrent en fonction des molécules. La compréhension des facteurs influant sur la qualité des eaux implique donc une étude à plus petite échelle. Les molécules principales détectées seront étudiées individuellement, à l'exception de l'atrazine et de ses métabolites qui seront examinés ensemble.

Le découpage Fertimieux est moins adapté pour l'examen des évolutions des concentrations en pesticides que pour celles des nitrates car il n'existe pas d'évaluation des pratiques agricoles vis-à-vis de la gestion des produits phytosanitaires.

Le zonage des eaux souterraines issu de l'étude de classification des bassins versants alsaciens en fonction de leur sensibilité produits phytosanitaires (APRONA, ARAA, 2003) est plus judicieux (cf carte en Annexe 3). Ce travail a porté sur l'analyse de la sensibilité des eaux de surface et des eaux souterraines par bassin versant. Dans un premier temps, la vulnérabilité, prise au sens d'une aptitude d'une ressource en eau à être atteinte par une pollution, a été déterminée. Dans un deuxième temps, la prise en compte des phénomènes de dilution potentielle de la contamination par la nappe a permis de définir la sensibilité des eaux souterraines aux pesticides.

Les bassins versants « eaux souterraines » identifiés dans ce cadre ont été choisis comme échelle d'analyse pour les comparaisons.

Pour l'ensemble de la plaine d'Alsace, l'analyse des concentrations des principaux produits phytosanitaires est effectuée en deux étapes :

- Les résultats d'analyse de l'Inventaire 2003,
- la comparaison de l'évolution des concentrations entre les deux Inventaires 1997 et 2003.

Pour chacune des étapes, la relation entre les concentrations et les types de sensibilité aux produits phytosanitaires des bassins versants, identifiés dans l'étude de classification réalisée par l'ARAA et l'APRONA, sera mise en évidence.

La nappe du Pliocène de Haguenau n'ayant pas été classée vis-à-vis de sa sensibilité aux pesticides, elle sera traitée indépendamment.

L'évolution des concentrations a été calculée à partir des points de mesures communs aux Inventaires 1997 et 2003. L'évolution correspond à la différence entre la valeur de l'Inventaire de 2003 et celle de l'Inventaire de 1997. L'évolution est considérée comme une stagnation lorsque la différence entre les deux dates est inférieure ou égale à la valeur absolue de 0,05 µg/l.

L'intensité de l'augmentation et de la diminution est mise en évidence au moyen de deux classes :

- évolution comprise entre 0,05 µg/l et 0,1 µg/l,
- évolution supérieure à 0,1 µg/l.

2.2.3 Limites d'interprétation

2.2.3.1 Les variations des limites de quantification

Les limites de quantification varient selon l'année de l'analyse et selon les méthodes analytiques. Pour le diagnostic, nous avons pris en compte la limite de quantification la plus élevée. Cependant, s'il existe un nombre important de points de mesures pour lesquels une molécule est détectée avec une limite de quantification inférieure à la limite de quantification la plus élevée, une analyse plus détaillée a été réalisée.

2.2.3.2 Comparaison entre qualité et sensibilité

Dans la prise en compte des résultats de l'étude de classification des bassins versants alsaciens en fonction de la sensibilité de leurs eaux souterraines aux pesticides (APRONA, ARAA, 2003), les rapprochements entre la qualité des eaux souterraines et la sensibilité sont à faire avec précaution compte tenu du fait que :

- la sensibilité calculée dans l'étude de 2003 est une sensibilité potentielle des eaux souterraines et non pas une sensibilité réelle. En effet, la sensibilité a été définie en tenant compte des paramètres intrinsèques du milieu naturel (sol, sous-sol, hydrographie) et de l'occupation du sol. Les pratiques agricoles (quantités et nature des pesticides utilisés, modes de traitement, etc.) n'ont pas été prises en compte ;
- les phénomènes d'échanges entre nappe et rivières n'ont pas été considérés. La sensibilité des eaux souterraines telle que définie dans l'étude de 2003 ne tient donc pas compte de processus éventuels de dilution de la nappe par les eaux de surface ni des apports provenant de l'amont.

3 EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN NITRATES PAR ZONE FERTIMIEUX

3.1. ZONES "FERT'ILL" ET "HARDT EAU VIVE"

3.1.1 Zones "Fert'III"

3.1.1.1 Caractéristiques générales de la zone

La zone "Fert'III" s'étend sur une superficie de 799,5 km² et sa Surface Agricole Utile concerne 46 650 ha, soit environ 60 % de la zone. La carte en Annexe 4 situe la zone dans son environnement.

"Fert'III" est traversée par plusieurs cours d'eau de direction principale Sud – Nord comme l'III, qui rejoint le Rhin situé en bordure Est de la zone. Le canal du Rhône au Rhin de direction d'écoulement similaire est parallèle au Rhin et se trouve à l'Est de la zone. Les cours d'eau de régime vosgien de direction principale Ouest – Est sont nombreux sur ce secteur : la Mossig, la Bruche, l'Ehn, l'Andlau, le Giessen, la Lièpvrette, la Weiss.

La zone "Fert'III" est caractérisée par la présence de la zone inondable de l'III, où la nappe phréatique est proche de la surface (moins d'un mètre parfois). L'épaisseur des alluvions aquifères augmente d'Ouest en Est, soit de la bordure des Vosges vers l'III. Au niveau des collines sous vosgiennes, l'épaisseur de la nappe est donc très faible.

3.1.1.2 Caractéristiques pédologiques particulières de la zone

L'activité biologique dénitrifiante, favorisée dans les sols soumis à l'excès d'eau (cas des sols hydromorphes) peut jouer un rôle dans la diminution des teneurs en nitrates.

Les sols hydromorphes sur la zone correspondent à la définition de deux classes d'hydromorphie. Selon le Référentiel Pédologique Français (RPF), une hydromorphie significative correspond à l'apparition de gleys ou pseudo gleys à une profondeur inférieure ou égale à 40 cm. Nous avons élargi cette définition aux sols hydromorphes à 100 cm de profondeur afin de prendre en compte les secteurs où l'hydromorphie peut jouer un rôle.

L'observation de la cartographie des sols le long de l'III (cf. Annexe 4), indique que la répartition des sols hydromorphes concerne essentiellement la zone "Fert'III". Les données de cartographie utilisées sont issues de la base de données régionale sur les sols d'Alsace – IGCS données issues des guides des sols d'Alsace, et de l'interprétation de l'hydromorphie financée par la LFU Baden-Wurtemberg dans le cadre du projet MoNit (programme EU Interreg IIIa).

L'appréciation de l'impact des sols hydromorphes sur les teneurs en nitrates de la nappe reste très délicate car la dénitrification qui a lieu au sein des horizons des sols hydromorphes est atténuée par deux autres phénomènes :

- la capacité de dénitrification ne s'effectue plus au-dessus d'une certaine teneur en nitrates,

- la profondeur d'enracinement des cultures annuelles est limitée par l'importante quantité d'eau ce qui constitue un facteur favorable aux fuites de nitrates en excès dans le cas des cultures annuelles fertilisées.

3.1.1.3. Statistiques descriptives

Les éléments de statistiques descriptives calculés en utilisant l'ensemble des points de mesures disponibles pour chaque année d'Inventaire sont présentés dans le Tableau 4.

	unité	1983	1991	1997	2003
Nombre de points de mesures		100	166	175	183
Moyenne	mg/l	26,7	22,5	24,0	23,8
Médiane	mg/l	22	21	23	20,6
Ecart-type	mg/l	23,5	15,8	16,9	17,7
Min	mg/l	LQ	LQ	LQ	1,00
Max	mg/l	137	112	124,0	125,0
CV	mg/l	0,88	0,70	0,70	0,74
IC/2	mg/l	4,7	2,4	2,5	2,6
	%	17,6%	10,9%	10,7%	11,0%
Différence Moyenne - Médiane	mg/l	4,7	1,5	0,9	3,2

Tableau 4 : "Fert'III" - Moyennes et médianes pour les quatre années de mesures

Les éléments recueillis montrent que les données de l'année 1983 ne sont pas exploitables avec la même fiabilité que les inventaires réalisés en 1991, 1997 et 2003. Le nombre de points de mesures est nettement inférieur aux autres inventaires et la proportion de points de mesures aux teneurs très élevées est probablement surévaluée.

Les moyennes et les médianes des Inventaires de 1991, 1997 et 2003 sont en revanche comparables et l'intervalle de confiance calculé, de l'ordre de 2,5%, est acceptable.

Au vu de ces résultats, on peut conclure que les variations de la moyenne et de la médiane enregistrées entre ces trois inventaires ne sont pas significatives. Il n'y a pas de tendance claire qui se dessine.

3.1.1.4 Analyse de l'évolution et de l'intensité des variations

Les points de mesures sélectionnés pour cette analyse correspondent, dans chaque cas, au points de mesures communs aux campagnes choisies (1991/1997 et 1997/2003). Le résultat de l'analyse est d'abord présenté pour l'ensemble de la zone, puis pour chacun des trois sous-secteurs définis grâce aux données du modèle hydrodynamique (cf. § 2.1.1.3 Les données du modèle hydrodynamique régional page 9 et 2.1.2.3.2 Calcul des bilans hydrauliques page 12).

L'évolution des concentrations en nitrates pour un point de mesure peut être de 3 types : l'amélioration ou la dégradation lorsque l'intensité de la variation est significative et la stagnation lorsque l'intensité de la variation est inférieure à 5 mg/l. Lorsque l'évolution dépasse 5 mg/l, trois niveaux permettent de définir l'intensité de la variation. Le tableau ci-dessous récapitule ces informations. Les codes de couleurs présentés sont ceux qui sont

utilisés dans les graphiques suivants. Une carte de présentation des évolutions de teneurs entre 1997 et 2003 en fonction des intensités de variation est disponible en Annexe 5 .

Type d'évolution	Intensité des variations			
	<u>Niveau 0</u> (Inférieure à 5 mg/l)	<u>Niveau 1</u> (entre 5 et 10 mg/l)	<u>Niveau 2</u> (entre 10 et 25 mg/l)	<u>Niveau 3</u> (supérieure à 25 mg/l)
Stagnation	█			
Amélioration		█	█	█
Dégradation		█	█	█

Tableau 5 : "Fert'III" - Définition de l'évolution et de l'intensité des variations possible des concentrations en nitrates

3.1.1.4.1 Analyse sur toute la zone

La zone "Fert'III" complète rassemble 138 points de mesures communs aux inventaires de 1991 et 1997 et 150 points de mesures communs aux inventaires de 1997 et 2003. Cette augmentation de 12 points de mesures est la conséquence des ajustements du réseau de mesure opérés en 1997. Les nouveaux points de mesures étant répartis géographiquement de manière uniforme et dans toutes les tranches de teneur, la comparaison entre 1991/1997 et 1997/2003 est possible sans entraîner de biais dans l'interprétation.

Les évolutions de teneur constatées entre 1991 et 1997 (cf. Figure 1) indiquent que plus de la majorité des points de mesures (63%) sont en stagnation. Par contre 31% des mesures effectuées sont en dégradation contre 6 % seulement en amélioration. Parmi les points de mesures qui enregistrent une concentration en dégradation, plus de la moitié de ces dégradations sont comprises entre 5 et 10 mg/l (niveau 1). Les niveaux 2 et 3 comptent chaque fois la moitié moins de points de mesures que le niveau précédent.

Entre 1991 et 1997, hormis les points de mesures en stagnation, la qualité de l'eau s'est donc majoritairement dégradée avec des augmentations de teneurs supérieures à 25 mg/l sur 4% des points de mesures.

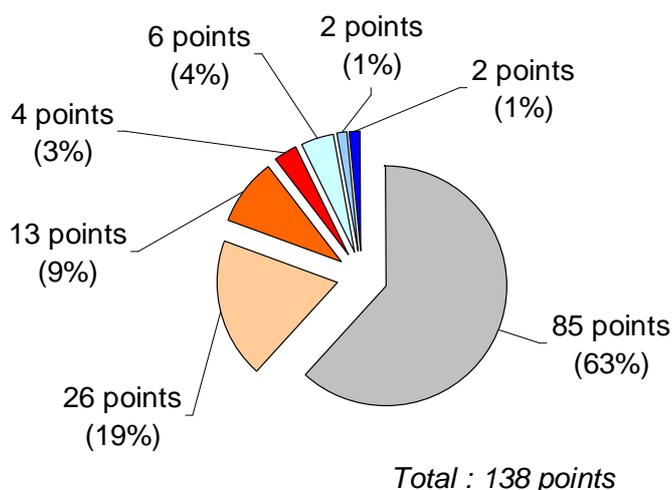


Figure 1 : "Fert'III" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates entre 1991 et 1997

Entre 1997 et 2003 (cf. Figure 2), le nombre de points de mesures dont les concentrations sont en stagnation évolue peu, passant de 63% pendant la période 1991/1997 à 66% pendant la période 1997/2003. Par contre le nombre de points de mesures dont les concentrations sont en amélioration augmente passant de 6% pendant la période 1991/1997 à 15% pendant la période 1997/2003. L'augmentation des points de mesures en dégradation s'atténue globalement; cependant le nombre de points de mesures dont les teneurs augmentent de plus de 25 mg/l est en augmentation passant de 4 à 7 points de mesures.

L'évolution de la qualité de l'eau entre 1997 et 2003 est donc globalement plus favorable que celle enregistrée entre 1991/1997. Il convient cependant de concentrer l'attention sur les points de mesures qui enregistrent de fortes augmentations (supérieures à 25 mg/l).

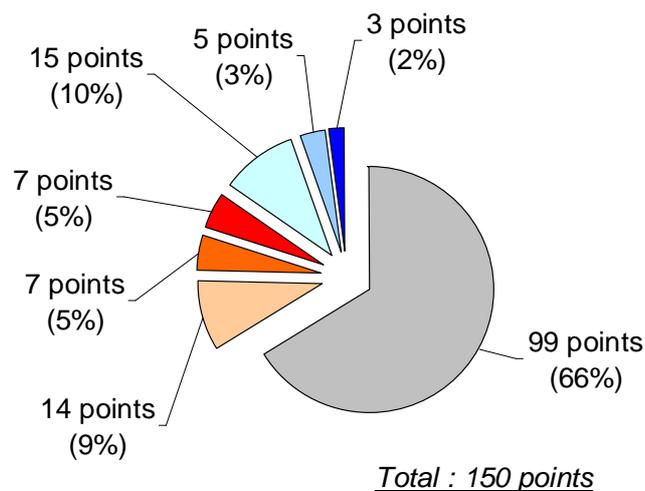


Figure 2 : "Fert'III" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates entre 1997 et 2003

La zone "Fert'III" est un très grand secteur dont les eaux souterraines enregistrent les influences de l'III et du Rhin mais également des zones de bordure. L'agriculture intensive comme la viticulture y sont fortement implantées. Ces différences hydrogéologiques ou anthropiques ont un impact très important sur la qualité des eaux souterraines c'est pourquoi, pour affiner le diagnostic, il est important d'identifier des sous-secteurs à peu près homogènes d'un point de vue du comportement hydrodynamique, pour comparer l'évolution des teneurs par rapport à une situation agricole connue. Le découpage proposé grâce aux données du modèle hydrodynamique (cf. § 2.1.1.3 Les données du modèle hydrodynamique régional page 9 et 2.1.2.3.2 Calcul des bilans hydrauliques page 12) permet de proposer une analyse de l'évolution et de l'intensité des variations pour trois sous-secteurs.

3.1.1.4.2 Analyse par sous-secteurs

Les sous-secteurs sont ceux définis sur la carte en Annexe 2 : Carte de présentation des sous-secteurs des zones "Fert'III" et "Hardt eau vive".

Sous-secteur "III"

La variation du nombre de points de mesures utilisables entre les périodes 1991/1997 et 1997/2003 est de 4 points de mesures sur 37 au maximum. Cette augmentation du nombre de points de référence entre la période 1991/1997 et 1997/2003, qui s'est faite de manière aléatoire, n'est pas de nature à entraîner un biais dans l'interprétation des évolutions.

Les évolutions de la qualité de l'eau et l'intensité des variations observées sur ce sous-secteur montrent très nettement une inversion de tendance entre 1991/1997 et 1997/2003.

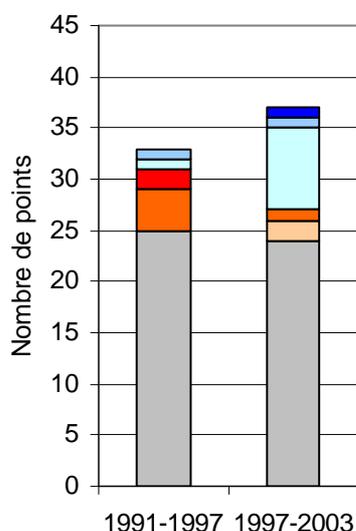


Figure 3 : "Fert'III" - Sous-secteur "III" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates (en nombre de points de mesures)

Les dégradations des teneurs en nitrates sont en très nette diminution que ce soit en nombre ou en intensité. Les améliorations sont elles en forte hausse. Contrairement à ce qui est observé pour l'ensemble de la zone "Fert'III", le nombre de points de mesures dont les concentrations sont en stagnation est en diminution, passant de 76% sur la période 1991/1997 à 64% sur la période 1997/2003.

6% des points de mesures enregistraient entre 1991 et 1997 une forte dégradation des concentrations (niveau 3) et, pour 12 % une dégradation de niveau 2. Sur la période la plus récente, il n'y a plus de dégradation de niveau 3 et celles qui persistent pour la période 1997/2003 (de niveaux 1 et 2) concernent 8% des points de mesures contre 18% sur la période 1991/1997.

Ces améliorations de teneurs sont cependant encore fragiles car parmi ces points de mesures, la plupart (8 sur 10) ne s'améliorent que de 5 à 10 mg/l maximum.

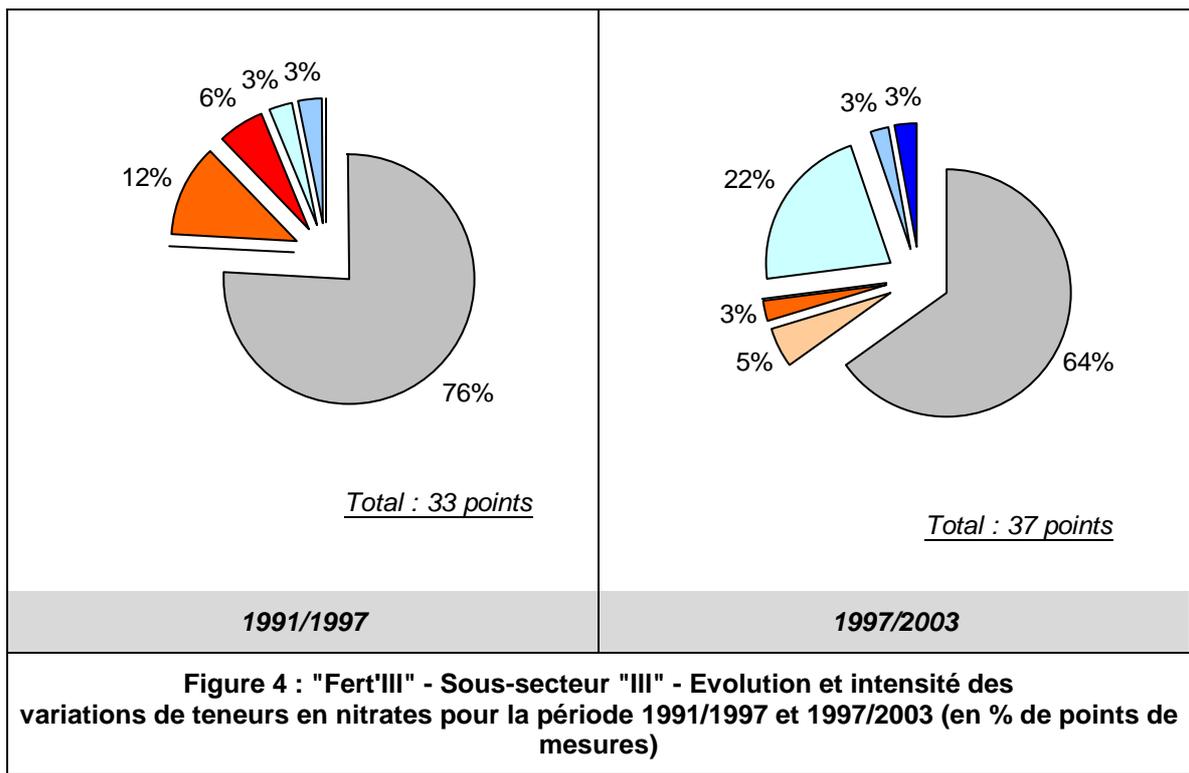


Figure 4 : "Fert'III" - Sous-secteur "III" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates pour la période 1991/1997 et 1997/2003 (en % de points de mesures)

Sous-secteur "Centre Plaine"

La variation du nombre de points de mesures utilisables entre les périodes 1991/1997 et 1997/2003 est de 3 points de mesures sur 43. Cette diminution du nombre de points de référence entre la période la plus récente et la période 1991/1997, n'est pas de nature à entraîner un biais dans l'interprétation des évolutions.

Contrairement au sous-secteur "III", même si on observe également une diminution du nombre de points de mesures en dégradation, le constat est beaucoup moins encourageant.

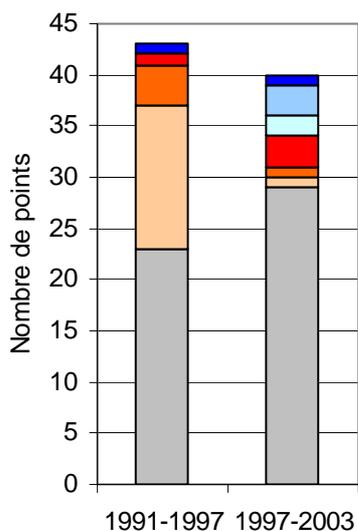


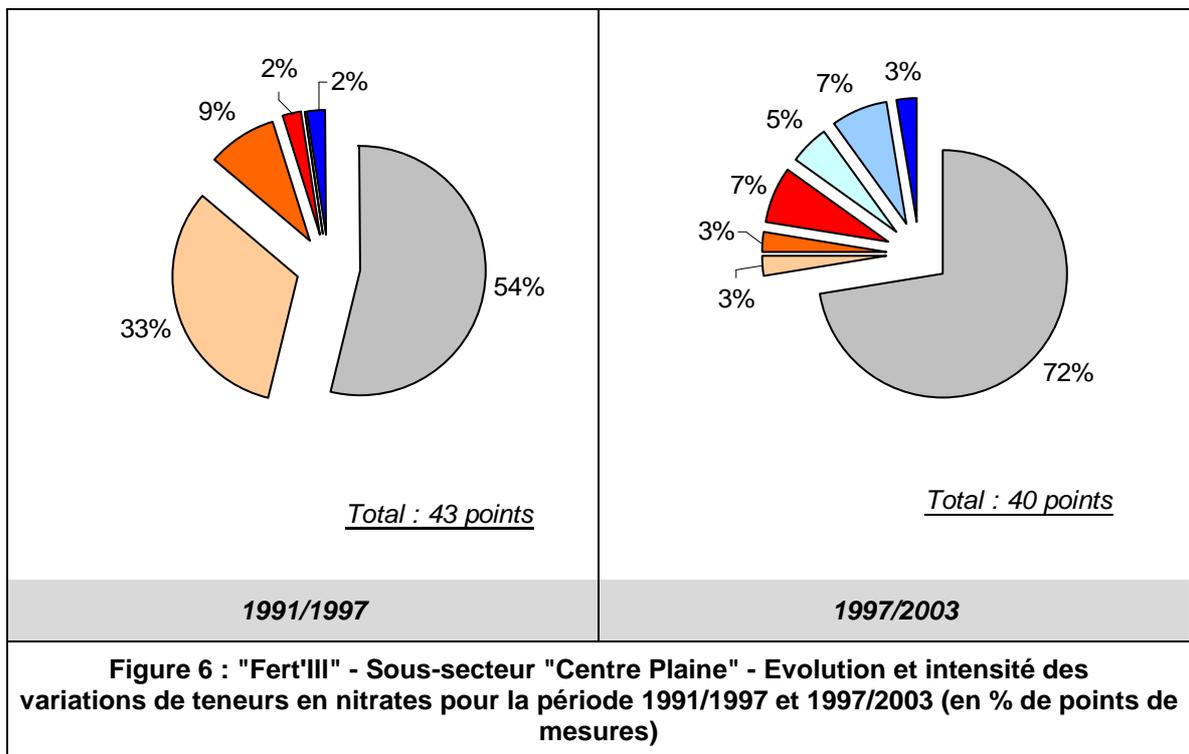
Figure 5 : "Fert'III" - Sous-secteur "Centre Plaine" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates (en nombre de points de mesures)

Dans le sous-secteur "III", le nombre de points de mesures dont la concentration est en stagnation amorçait une décroissance en faveur des points de mesures dont la concentration était en diminution. Dans le sous-secteur "Centre Plaine", les points de mesures dont la concentration est en stagnation augmentent passant de 54% pour la période 1991/1997 à 72% pour la période la plus récente.

Le nombre de points de mesures dont la concentration est en diminution montrent cependant une amélioration, passant de 2 % dans la période 1991/1997 à 15 % pour la période la plus récente. On constate également que c'est principalement pour les intensités d'amélioration les moins fortes (niveaux 1 et 2) que l'augmentation est la plus importante.

La diminution du nombre de points de mesures dont les concentrations se dégradent, enregistrée dans ce sous-secteur est très importante pour le niveau 1. 33% de points de mesures montrent des concentrations en dégradation (niveau 1) sur la période 1991/1997, alors qu'ils ne sont plus que 3% pour la période la plus récente. A contrario, les points de mesures en forte augmentation (plus de 25 mg/l / niveau 3) passent de 2% à 7% de l'ensemble des points de mesures.

Il semble donc que ce secteur soit plutôt entré dans une phase d'amélioration des teneurs mais d'une intensité insuffisante pour inverser significativement la tendance. Il est donc plutôt raisonnable de parler de stabilisation des teneurs d'autant plus que des dégradations des teneurs de plus de 25 mg/l sont encore enregistrées (et même en augmentation) dans ce secteur, laissant apparaître la fragilité de ce constat d'amélioration.



Sous-secteur "Rhin"

La variation du nombre de points de mesures utilisables entre les périodes 1991/1997 et 1997/2003 est de 7 points de mesures sur 27. Cette augmentation du nombre de points de référence entre la période la plus récente et la période 1991/1997, limite les possibilités d'interprétation. Cependant, les points de mesures qui ont été rajoutés en 1997 sont

principalement présents dans le décompte des points de mesures dont les concentrations sont en stagnation. Cela n'empêche donc pas le diagnostic sur la comparaison du nombre de points de mesures en amélioration ou en dégradation.

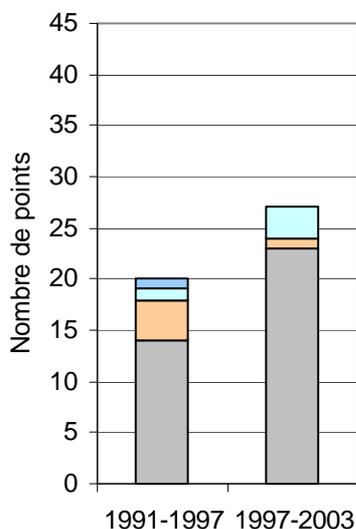


Figure 7 : "Fert'III" - Sous-secteur "Rhin" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates (en nombre de points de mesures)

Pour les raisons évoquées ci-dessus, le diagnostic sur le sous-secteur "Rhin" est délicat à proposer. Il apparaît que le nombre de points de mesures dont les concentrations sont en dégradation diminue entre les périodes 1991/1997 et 1997/2003. Par ailleurs, le nombre de points de mesures dont les concentrations sont en amélioration n'enregistre pas une croissance suffisante pour être significatif.

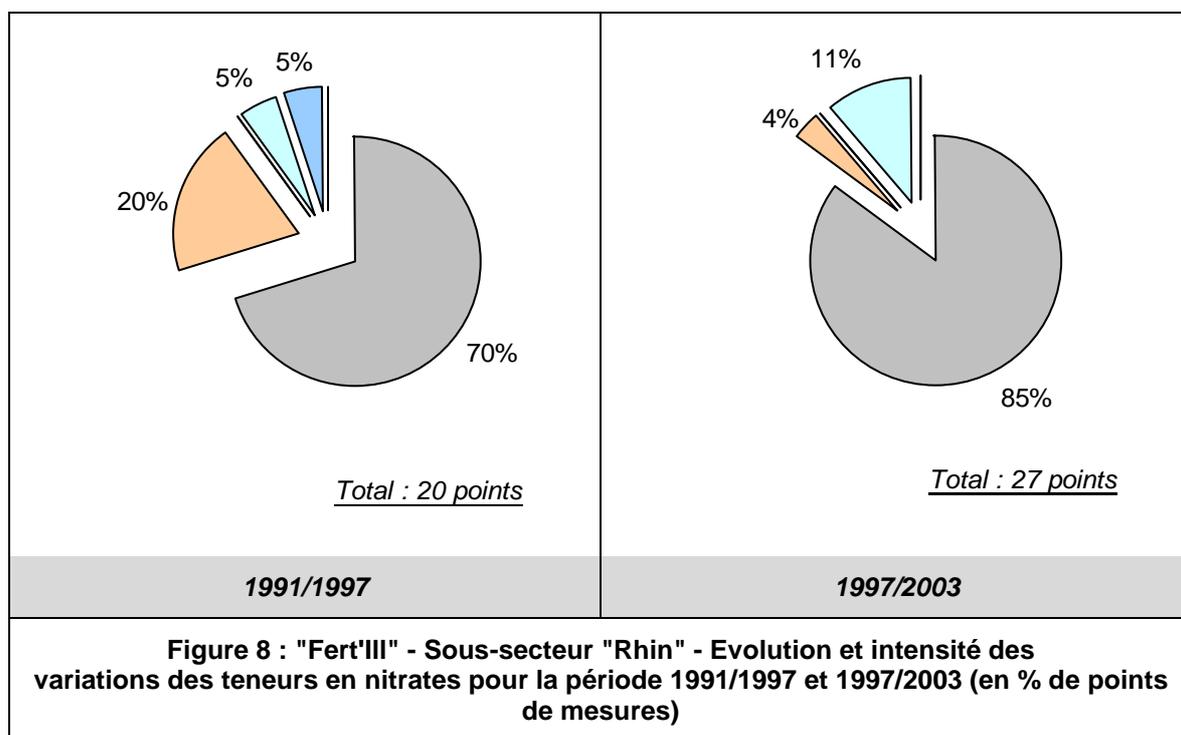


Figure 8 : "Fert'III" - Sous-secteur "Rhin" - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates pour la période 1991/1997 et 1997/2003 (en % de points de mesures)

Le secteur est donc dans une phase globale de stabilisation des teneurs, accompagnée pour les points de mesures les plus problématiques d'une baisse du nombre de points dont les concentrations sont en dégradation pour la période la plus récente (1997/2003).

Autres sous-secteurs

La variation du nombre de points de mesures utilisable entre les périodes 1991/1997 et 1997/2003 est de 4 points de mesures sur 46. Cette augmentation du nombre de points de référence entre la période 1991/1997 et 1997/2003, qui ont été répartis de manière aléatoire, n'est pas de nature à entraîner un biais dans l'interprétation des évolutions des teneurs.

Les évolutions de la qualité de l'eau et l'intensité des variations observées sur ce sous-secteur montrent très nettement une inversion de tendance entre 1991/1997 et 1997/2003. Contrairement au sous-secteur "III" plutôt en amélioration, au sous-secteur "Rhin" plutôt en stabilisation et au bilan contrasté du "Centre Plaine", les autres sous-secteurs (piémont vosgien et la zone de Benfeld / Illkirch) présentent très nettement une dégradation de la qualité des eaux souterraines.

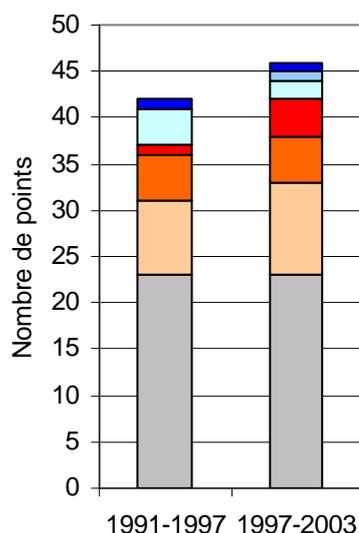
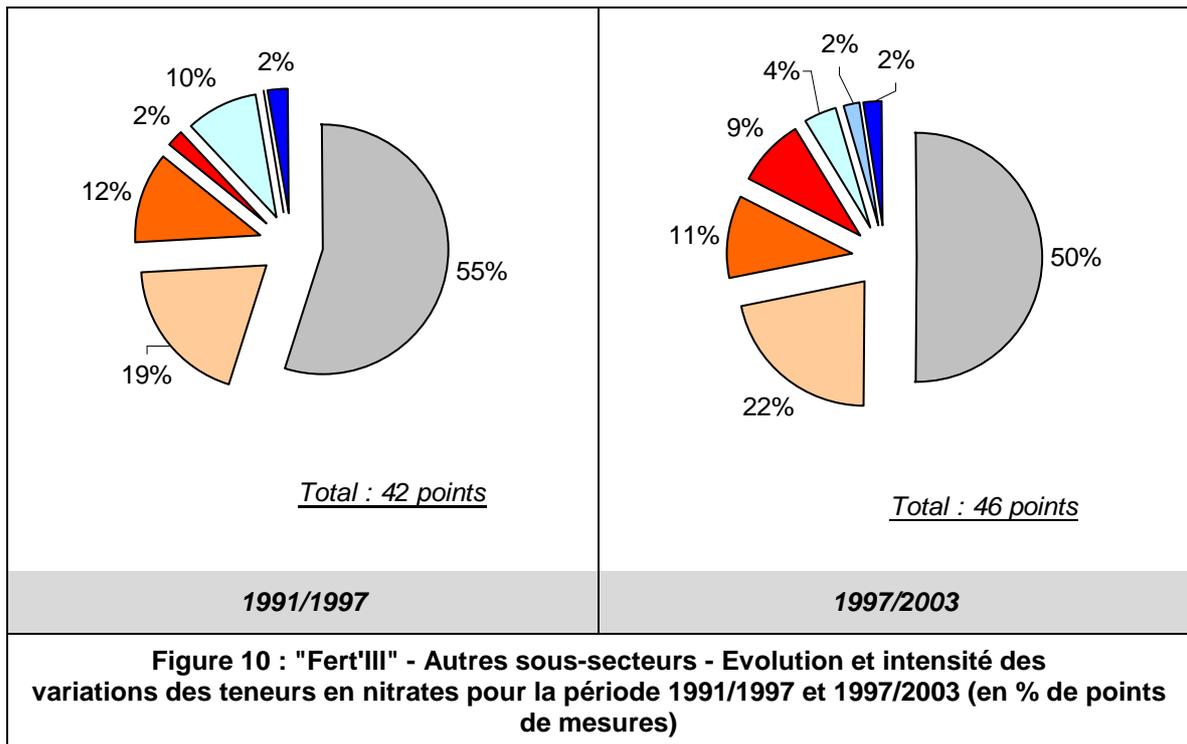


Figure 9 : "Fert'III" - Autres sous-secteurs - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates (en nombre de points de mesures)

Les points de mesures dont les concentrations sont en dégradation augmentent, passant de 33% pour la période 1991/1997 à 42% pour la période 1997/2003. La croissance la plus inquiétante concerne les plus fortes dégradations (niveau 3) qui passent de 2% à 9% des points de mesures.



3.1.1.5 Analyse de l'évolution du nombre de points de mesures par classe de teneurs et par sous-secteur et relation avec l'évolution et l'intensité des variations

L'analyse de l'évolution et de l'intensité des variations des teneurs en nitrates pour les périodes 1991/1997 et 1997/2003 présentée ci-dessus est complétée par une étude sur l'évolution, pour les mêmes périodes, du nombre de points de mesures par classe de teneurs.

Les classes de teneurs sont celles habituellement utilisées, à savoir:

- Inférieure ou égale à 10 mg/l (concentration dite naturelle)
- Supérieure à 10 mg/l et inférieure ou égale à 25 mg/l (25 mg/l est le seuil d'alerte européen)
- Supérieure à 25 mg/l et inférieure ou égale à 38 mg/l (38 mg/l est le seuil DCE - 75% de la limite potabilité)
- Supérieure à 38 mg/l et inférieure ou égale à 50 mg/l (limite de potabilité)
- Supérieure à 50 mg/l

Le graphique ci-dessous présente la répartition du nombre de points de mesures pour chaque sous-secteur, par classe de teneur et par année. Les couleurs affectées symbolisent les sous secteurs.

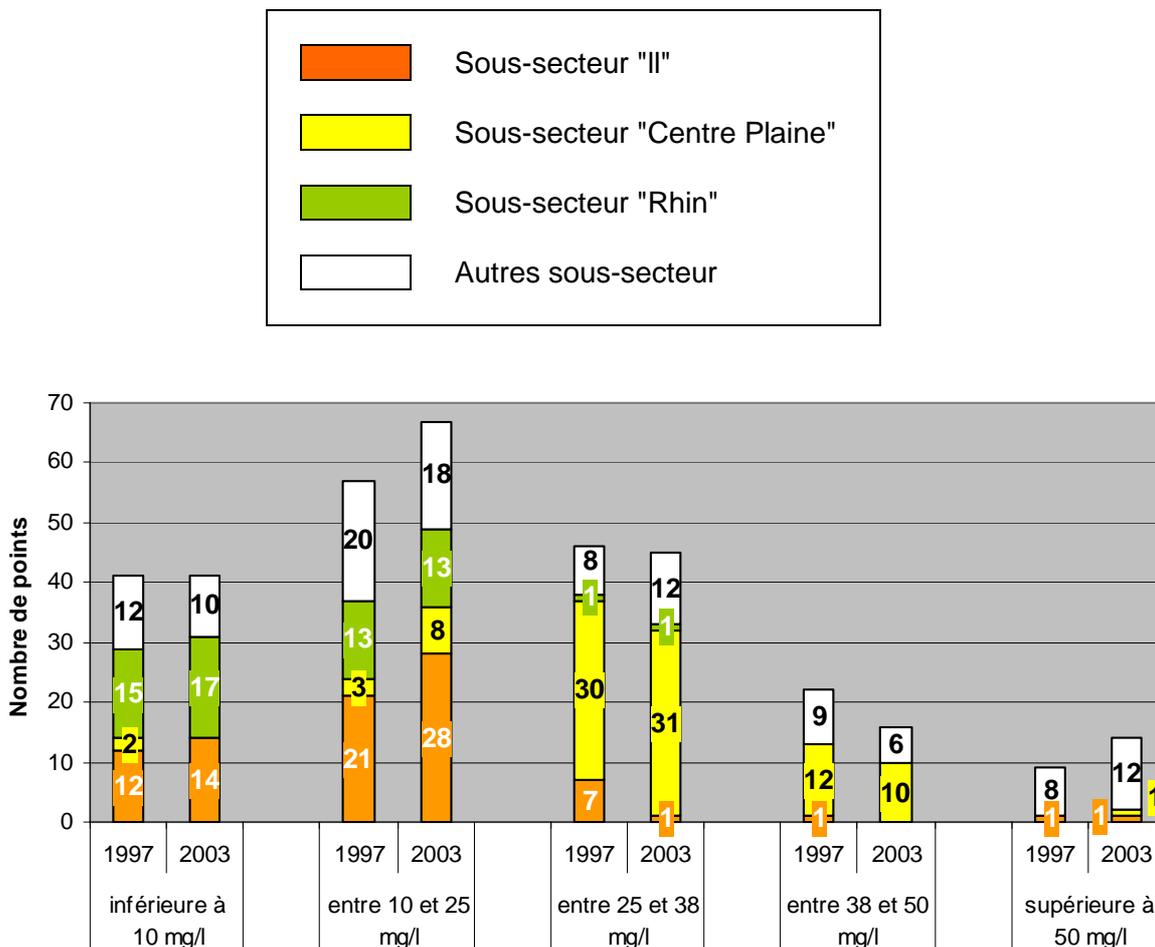


Figure 11 : "Fert'III" - Répartition du nombre de points de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire

L'analyse de ce graphique montre très bien et confirme que chaque sous-secteur est diversement contaminé par la pollution aux nitrates :

- Le sous-secteur "III" rassemble un maximum de points de mesures dans les deux classes de concentrations les plus faibles (inférieure à 10 mg/l et entre 10 et 25 mg/l). Par rapport à 1997, le constat établi plus haut (diminution du nombre de points de mesures en forte dégradation entre les périodes 1991/1997 et 1997/2003) se visualise bien sur le graphique avec une diminution sensible du nombre de points dans la tranche 25/38 mg/l qui passe de 7 points en 1997 à 1 point en 2003. Il est également apparu que ces améliorations restaient cependant de faible intensité (entre 5 et 10 mg/l), ce qui est visible sur ce graphique par un transfert des points de mesures de la classe 25/38 mg/l à la classe 10/25 mg/l, qui passent de 21 points de mesures en 1997 à 28 en 2003.
- Le sous secteur "Centre Plaine" rassemble la grande majorité des points de mesures dans les tranches 25/38 mg/l et 38/50 mg/l. On notera l'apparition en 2003 d'un point dont les concentrations dépassent 50 mg/l. C'est la première fois depuis que les

inventaires sont réalisés (1983) que ce phénomène est observé. Par rapport à 1997, la stabilisation constatée lors de l'analyse de l'évolution et de l'intensité des variations se retrouve ici. On note cependant qu'il n'y a plus, en 2003, dans ce sous-secteur, de point dans la tranche "inférieure à 10 mg/l" et que la tranche 10/25 mg/l s'est "enrichie" de 6 points de mesures. Parmi ces 6 points de mesures, il y a des nouveaux points ainsi que les deux points de 1997 qui étaient dans la tranche "inférieure à 10 mg/l". Ceci est corrélé avec l'augmentation des améliorations de faible intensité (niveau 1 et 2) constatée dans le chapitre précédent.

- Le sous-secteur "Rhin" est le seul sous-secteur qui concentre le plus de points de mesures dans la tranche de teneurs inférieures à 10 mg/l. La stabilisation constatée dans l'évolution et l'intensité des variations se voit également ici. On observe que la baisse du nombre de points de mesures en dégradation pour la période la plus récente (1997/2003) n'est pas suffisante pour se traduire par des changements de classe au profit des classes inférieures.
- Les autres sous-secteurs (piémont vosgien et secteur Benfeld / Illkirch) présentent une répartition des points de mesures dans toutes les classes de teneurs. C'est principalement dans la tranche "supérieure à 50 mg/l" que se retrouve la croissance la plus inquiétante du nombre de points de mesures dont les concentrations sont en très forte dégradation (niveau 3), ce qui a été observé lors de l'analyse de l'évolution et de l'intensité des variations (pour rappel, les très fortes dégradations passent de 2% pendant la période 1991/1997 à 9% pendant la période 1997/2003). Ceci s'observe d'ailleurs très bien sur la carte en Annexe 5.

3.1.1.6 Analyse de l'évolution des pratiques agricoles

L'évaluation des modifications des pratiques de gestion de l'azote par les agriculteurs de l'opération "Fert'III" a été réalisée en 2000. Elle permet de faire un constat sur la gestion de l'azote et de mettre en évidence certaines améliorations.

Le solde CORPEN est de 26 U lors de l'évaluation. Celui-ci a diminué de 30 % entre 1991 et 1996 puis son évolution devient plus faible, montrant une relative réduction de la pression agricole.

Sur l'ensemble de la zone, l'Excédent Azoté Global est élevé : 1200 tonnes. Cependant, ce chiffre est à relativiser du fait de la grande surface concernée par la zone d'étude. L'excédent provient surtout des grands céréaliers, des céréaliers double-actifs et des grands éleveurs. On peut préciser que la monoculture de maïs représente 75 % de l'excédent et 69 % des surfaces.

En ce qui concerne les balances azotées, celles-ci ont été réduites et montrent que la monoculture de maïs est le système le plus à risque.

Ces trois indicateurs ne prenant pas en compte le type de sol, une analyse des pratiques de gestion de l'apport d'azote basée sur l'ajustement de la dose d'azote et du fractionnement doit compléter ces premières constatations.

Les doses ont diminué entre 1996 et 2000 surtout chez les éleveurs. Cependant, plus de 60 % des agriculteurs ne suivent pas les doses préconisées par l'opération "Fert'III". Les grands céréaliers sont plus éloignés de la dose conseillée, tandis que les petits céréaliers présentent la plus grande dispersion dans les doses, avec des excès encore importants. L'apport n'est généralement pas ajusté sur les limons, où les fournitures en azote du sol ne

sont pas prises en compte. Quand au fractionnement, il semble avoir été bien adopté par les agriculteurs.

En couplant les pratiques de fertilisation (dose et fractionnement), on s'aperçoit que seuls 23 % des agriculteurs obtiennent une bonne note globale pour la gestion de l'azote minéral en suivant les conseils diffusés par l'opération "Fert'III".

Enfin, les CIPAN se sont développées de 1991 à 2001 et recouvraient, en 2000, 30 % des surfaces potentielles non ensemencées.

L'analyse de ces données semble indiquer que, malgré les efforts consentis sur telle ou telle problématique de la gestion de l'azote, la proportion d'agriculteurs qui obtient une bonne note globale pour la gestion de l'azote reste faible (23%). La monoculture qui est la plus représentée dans le sous-secteur du "Centre Plaine" concentre également le type d'agriculteurs qui restent les plus éloignés de la dose conseillée. C'est aussi ceux qui sont les plus présents en zone de piémont, où la nappe est la moins épaisse et donc d'une certaine façon la plus vulnérable.

3.1.1.7 Synthèse et interprétation

L'observation des résultats sur l'ensemble de la zone "Fert'III" a fait apparaître un constat global de stabilisation ne permettant pas de dégager de tendance particulière. Compte tenu de la diversité de ce territoire d'un point de vue hydrogéologique comme d'un point de vue agricole, il semblait difficile de rester sur une impression de statu quo généralisé qui traverserait les décennies sans évolution, malgré les efforts des agriculteurs en matière de gestion de l'azote et malgré les interventions de l'homme, tant sur les débits de l'III, que sur la gestion des canaux.

Le découpage en sous-secteur a permis de procéder à une analyse par grande zone au comportement le plus homogène possible, au regard des différentes particularités citées plus haut.

Il apparaît que la stagnation constatée au niveau global n'est plus la règle lorsque l'on s'intéresse aux sous-secteurs.

Le secteur le plus touché par la contamination est le secteur de piémont vosgien qui, en 2003, rassemble plus de points de mesures dans la tranche de teneurs supérieures à 50 mg/l que dans la tranche "inférieure à 10 mg/l" (12 points de mesures contre 10). Ce secteur est également celui où on enregistre la plus importante augmentation du nombre de points de mesures dont les concentrations sont en forte dégradation, c'est-à-dire dont l'évolution des concentrations entre les périodes 1991/1997 et 1997/2003 est supérieure à 25 mg/l (de 2% on passe à 9 % des points de mesures du sous-secteur). La faible épaisseur de la nappe et la présence de grandes surfaces agricoles intensément cultivées sont probablement deux phénomènes qui s'additionnent. L'inégalité face aux risques de pollution de ce sous-secteur par rapport aux autres, s'impose inéluctablement et il apparaît que, quel que soit le niveau des efforts engagés jusqu'alors par les agriculteurs, ils restent très nettement inférieurs au minimum nécessaire, ne serait-ce que pour une stabilisation de la contamination.

Le secteur suivant dans le niveau de contamination est le "Centre Plaine" qui rassemble, en 2003, un peu plus de 80 % des points de mesures dans la tranche de teneurs comprises entre 25 et 50 mg/l et aucun dans la tranche "inférieure à 10 mg/l". Sur la période 1997/2003, si les stagnations sont en nette augmentation, des dégradations de teneurs de plus de 25 mg/l sont encore enregistrées sur certains points. La monoculture qui est fortement

représentée dans ce secteur et qui est le type d'agriculture qui reste le plus éloigné de la dose d'azote conseillée est probablement la cause, dans ce sous-secteur, de l'absence d'une inversion de tendance. Malgré les efforts consentis par certains agriculteurs, leur adhésion (en nombre) est probablement encore trop insuffisante. Cette hypothèse est fortement influencée par le fait que la monoculture de maïs représente 75 % de l'excédent et 69 % des surfaces. Quant aux fortes dégradations encore enregistrées, elles sont probablement à relier aux 60% d'agriculteurs qui ne suivent pas les doses préconisées par l'opération "Fert'III" et à des mauvais comportements probablement très minoritaires et très localisés.

Le sous-secteur "Rhin" est le seul qui montre le plus de points de mesures dans la tranche de teneurs inférieures à 10 mg/l. La stabilisation constatée dans l'évolution et dans l'intensité de variations des teneurs s'ajoute, pour la période la plus récente, à la baisse du nombre de points de mesures dont les concentrations sont en dégradation. Cependant ces effets ne sont pas encore suffisants pour permettre à certains points de changer de classe de teneurs et donc pour être observés sur la carte surfacique des nitrates. Si l'on considère que les pratiques et la pression agricoles sont les mêmes entre le "Centre Plaine" et le sous-secteur "Rhin", l'amélioration enregistrée au droit de ce secteur est probablement à mettre au crédit des infiltrations du Rhin et des canaux qui ne se ressentent pas dans le sous-secteur "Centre Plaine". Il apparaît donc essentiel de poursuivre et d'intensifier les efforts de conseil sur ce secteur pour inverser la tendance et constater une amélioration sensible. Le potentiel de dilution fourni par le Rhin et les canaux est aujourd'hui stable et ne peut être augmenté, des améliorations de la qualité de l'eau sur ce secteur sont donc essentiellement conditionnées à une réduction des excédents d'azote.

Le sous-secteur "III" est le seul sous-secteur à présenter une inversion de tendance avec des améliorations, certes encore faibles (entre 5 et 10 mg/l), mais bien quantifiées. Les hypothèses proposées pour expliquer l'évolution positive de ce secteur seront décrites plus loin en même temps que pour le secteur "Hardt eau vive" (cf paragraphe 3.1.3 Le cas particulier de l'III page 40).

3.1.2 Zones "Hardt eau vive"

3.1.2.1 Caractéristiques générales de la zone

La zone "Hardt eau vive" s'étend sur une superficie de 685 km² et sa surface agricole utile concerne 34 740 ha, soit environ 50 % de la zone. La carte en Annexe 6 situe la zone dans son environnement.

Elle est traversée par l'III de direction principale Sud-Ouest/Nord-Est, soit pratiquement dans le sens de l'écoulement de la nappe. Positionnée au pied des Vosges, l'III joue le rôle de collecteur des cours d'eau issus du massif. Sur ce secteur, du sud vers le nord, la Doller, la Thur et la Lauch sont les principaux cours d'eau qui la rejoignent.

Si l'III est étroitement liée aux conditions hydro-climatiques qui règnent sur les Vosges, elle est aussi affectée par certains mécanismes propres à la plaine. Entre Ensisheim et Colmar, l'III subit un phénomène de « pertes ». Le volume d'eau moyen annuel infiltré par l'III dans la nappe entre Ensisheim et Colmar est estimé à 120 millions de m³.

L'épaisseur des alluvions aquifères augmente d'Ouest en Est, soit de la bordure des Vosges vers l'III. Au niveau des collines sous vosgiennes, l'épaisseur est très faible. Du Sud au Nord, le toit de la nappe se rapproche progressivement du fond du lit de l'III. Cependant sur ce secteur, l'III reste en position perchée par rapport à la surface piézométrique. De 8 à 10 m de profondeur en moyenne à Ensisheim, la nappe ne se trouve plus qu'à 5 m environ du terrain naturel au droit de Sundhoffen.

En vue de pallier aux conséquences négatives des assèchements réguliers de l'III, cette dernière est réalimentée depuis 1998 par les eaux du Rhin via le bief de Niffer, juste en aval de la confluence entre la Doller et l'III. Ce phénomène sera décrit et son impact sur la qualité des eaux souterraines sera détaillé au paragraphe 3.1.3 Le cas particulier de l'III page 40.

Par ailleurs, le canal du Rhône au Rhin de direction d'écoulement similaire à l'III et parallèle au Rhin se trouve à l'est de la zone. Deux autres canaux concernent ce secteur, il s'agit du canal Vauban et du canal de la Hardt, ils rejoignent tous deux le canal du Rhône au Rhin en amont de Neuf Brisach.

3.1.2.2 Statistiques descriptives

Les éléments de statistiques descriptives calculés en utilisant l'ensemble des points de mesures disponibles pour chaque année d'Inventaire sont présentés dans le Tableau 6.

	unité	1983	1991	1997	2003
Nombre de points de mesures		76	148	159	171
Moyenne	mg/l	29,2	25,6	28,2	26,2
Médiane	mg/l	24,1	24,0	26,0	24,1
Ecart-type	mg/l	19,8	14,1	15,9	14,5
Min	mg/l	1,7	0,0	0,0	0,0
Max	mg/l	112	72	93	86,1
CV	mg/l	0,68	0,55	0,56	0,55
IC/2	mg/l	4,5	2,3	2,5	2,2
	%	15,6%	9,0%	8,9%	8,5%
Différence Moyenne - Médiane	mg/l	5,1	1,6	2,2	2,1

Tableau 6 : "Hardt eau vive" - Moyennes et médianes sur les quatre années de mesures

Les éléments recueillis montrent que les données de l'année 1983 ne sont pas exploitables avec la même fiabilité que les Inventaires réalisés en 1991, 1997 et 2003. Le nombre de points de mesures est nettement inférieur aux autres inventaires et la proportion de points de mesures aux teneurs très élevées est probablement surévaluée.

Les moyennes et les médianes des Inventaires de 1991, 1997 et 2003 sont en revanche comparables et l'intervalle de confiance calculé, inférieur à 2,2%, est acceptable.

Au vu de ces résultats, on peut conclure que les variations de la moyenne et de la médiane enregistrées entre ces trois inventaires ne sont pas significatives. Il n'y a pas de tendance claire qui se dessine.

3.1.2.3 Analyse de l'évolution et de l'intensité des variations

Les points de mesures sélectionnés pour cette analyse correspondent, dans chaque cas, aux points de mesures communs aux campagnes choisies (1991/1997 et 1997/2003). Le résultat de l'analyse est d'abord présenté pour l'ensemble de la zone puis pour chacun des deux sous-secteur définis grâce aux données du modèle hydrodynamique (cf. § 2.1.1.3 Les données du modèle hydrodynamique régional page 9 et 2.1.2.3.2 Calcul des bilans hydrauliques page 12).

L'évolution des concentrations en nitrates pour un point de mesure peut être de 3 types : l'amélioration ou la dégradation lorsque l'intensité de la variation est significative et la stagnation lorsque l'intensité de la variation est inférieure à 5 mg/l. Lorsque l'évolution dépasse 5 mg/l, trois niveaux permettent de définir l'intensité de la variation. Le tableau ci-dessous récapitule ces informations. Les codes de couleurs présentés sont ceux qui sont utilisés dans les graphiques suivants.

Une carte de présentation des évolutions de teneurs entre 1997 et 2003 en fonction des intensités de variation est disponible en Annexe 7 .

Type d'évolution	Intensité des variations			
	<u>Niveau 0</u> (Inférieure à 5 mg/l)	<u>Niveau 1</u> (entre 5 et 10 mg/l)	<u>Niveau 2</u> (entre 10 et 25 mg/l)	<u>Niveau 3</u> (supérieur à 25 mg/l)
Stagnation	█			
Amélioration		█	█	█
Dégradation		█	█	█

Tableau 7 : "Hardt eau vive" - Définition de l'évolution et de l'intensité des variations possible des concentration en nitrates

3.1.2.3.1 Analyse sur toute la zone

La zone "Hardt eau vive" complète compte 129 points de mesures communs aux inventaires de 1991 et 1997 et 136 points de mesures communs aux inventaires de 1997 et 2003. Cette augmentation de 12 points est la conséquence des ajustements du réseau de mesure opérés en 1997. Les nouveaux points de mesures étant répartis géographiquement de manière uniforme et dans toutes les tranches de teneurs, la comparaison entre 1991/1997 et 1997/2003 est possible sans entraîner de biais dans l'interprétation.

Les évolutions constatées entre 1991/1997 indiquent que, pendant cette période, la moitié des points de mesures n'ont pas été affectés par des évolutions de teneurs. La situation des points de mesures dont les concentrations sont en stagnation est globalement restée la même pendant la période 1997/2003. Par contre, la situation s'est inversée entre 1991/1997 et 1997/2003 pour les points de mesures dont les teneurs sont en amélioration et ceux dont les teneurs sont en dégradation. Durant la période 1991/1997, 33% des points de mesures montraient une dégradation de leur concentration et 20% une amélioration. Pendant la période 1997/2003, les points de mesures dont les concentrations se dégradent ne représentent plus que 12% (contre 33%) et ceux en amélioration passent de 20% à 34%. C'est une inversion de tendance. Cependant les augmentations de teneurs de niveau 3 (supérieures à 25 mg/l) concernent toujours 2 points de mesures situés dans la même zone.

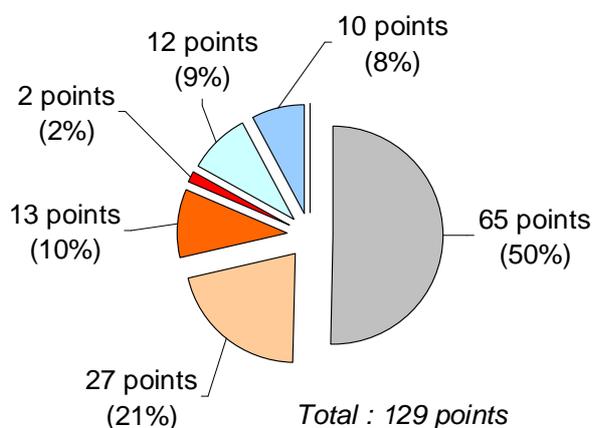


Figure 12 : "Hardt eau vive" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates entre 1991 et 1997

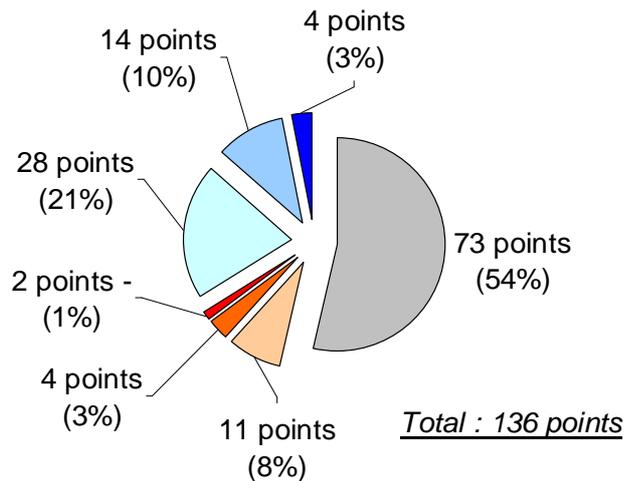


Figure 13 : "Hardt eau vive" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates entre 1997 et 2003

La zone "Hardt eau vive" est un très grand secteur dont les eaux souterraines enregistrent les influences de l'III et du Rhin mais également des zones de bordures. L'agriculture intensive comme la viticulture y sont fortement implantées. Ces différences hydrogéologiques ou anthropiques ont un impact très important sur la qualité des eaux souterraines. C'est pourquoi, pour affiner le diagnostic, il est important d'identifier des sous-secteurs à peu près homogènes d'un point de vue du comportement hydrodynamique pour comparer l'évolution des teneurs par rapport à une situation agricole connue. Le découpage proposé grâce aux données du modèle hydrodynamique (cf. § 2.1.1.3 Les données du modèle hydrodynamique régional page 9 et 2.1.2.3.2 Calcul des bilans hydrauliques page 12) permet de proposer une analyse de l'évolution et de l'intensité des variations pour deux sous-secteurs.

3.1.2.3.2 Analyse par sous-secteurs

Les sous-secteurs sont ceux définis sur la carte en Annexe 2, le sous-secteur "Rhin" et le sous-secteur "III". Le sous-secteur "Rhin" de "Hardt eau vive" est en amont du sous-secteur "Rhin" de la zone "Fert'III" et sont en parfaite continuité l'un et l'autre. Dans la zone "Hardt eau vive", l'influence du Rhin se reporte plus à l'ouest que dans la zone "Fert'III" par l'intermédiaire des canaux, de sorte qu'il n'est plus possible, compte tenu de la précision de nos outils actuels, d'identifier une zone "Centre Plaine".

Sous-secteur "III"

La variation du nombre de points de mesures utilisables entre les périodes 1991/1997 et 1997/2003 (2 points de mesures) n'est pas de nature à entraîner un biais dans l'interprétation des évolutions.

Les évolutions de la qualité de l'eau et l'intensité des variations observées sur ce sous-secteur montrent très nettement une inversion de tendance entre 1991/1997 et 1997/2003. La quasi disparition des points de mesures en dégradation sur la période la plus récente peut être considérée comme significative.

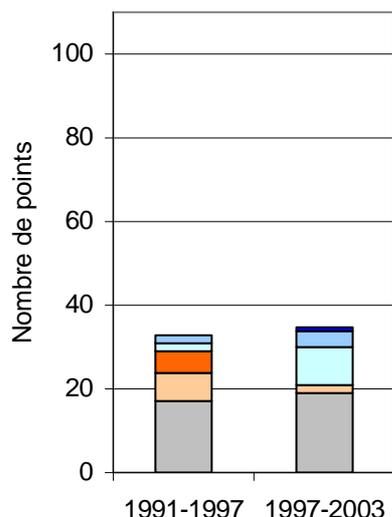


Figure 14 : "Hardt eau vive"- Sous-secteur "III" - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates (en nombre de points de mesures)

Effectivement, de 12% de points de mesures dont les concentrations sont en amélioration, on passe à 40% avec une présence des points de mesures dans les trois niveaux d'intensité de variation. Cette amélioration est ressentie même sur les points de mesures qui enregistraient, au courant de la période 1991/1997, entre 10 et 25 mg/l d'augmentation. L'amélioration de la qualité de l'eau au droit de ce sous-secteur est donc incontestable. Un peu plus de la moitié des points de mesures sont cependant toujours stables, il y a donc tout un groupe de point qui ne bénéficie pas des améliorations constatées.

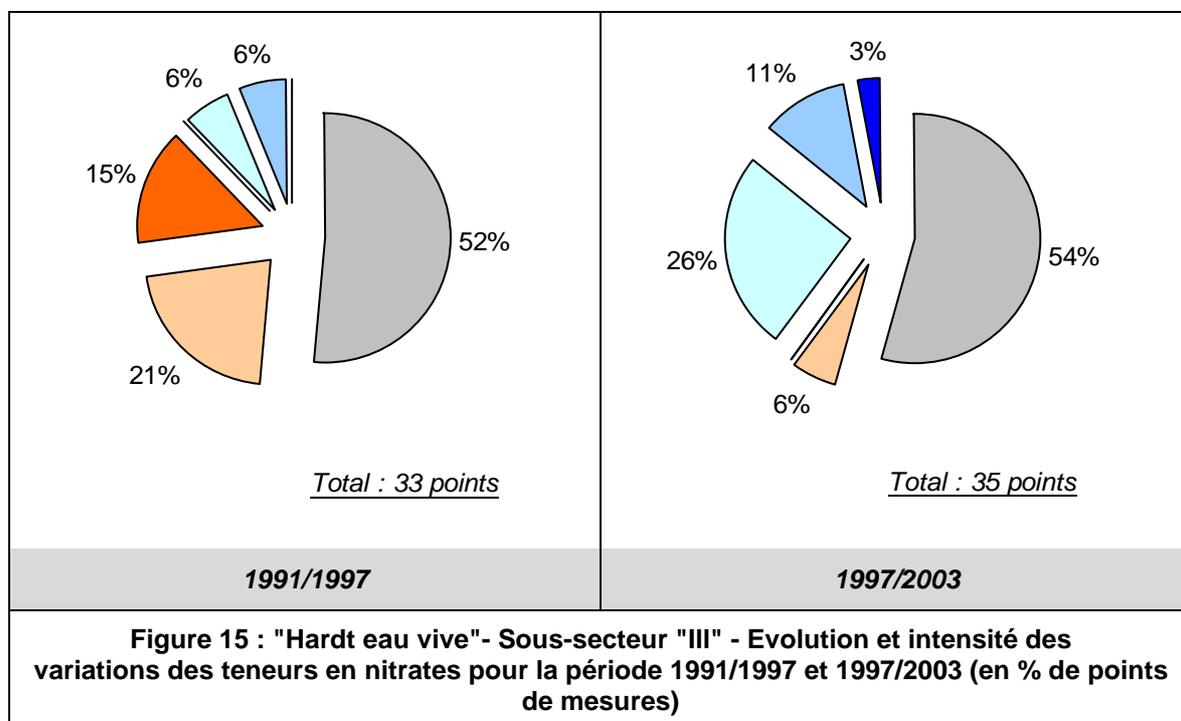


Figure 15 : "Hardt eau vive"- Sous-secteur "III" - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates pour la période 1991/1997 et 1997/2003 (en % de points de mesures)

Sous-secteur "Rhin"

La variation du nombre de points de mesures utilisables entre les périodes 1991/1997 et 1997/2003 est de 5 points de mesures sur 101 au maximum. Cette augmentation du nombre

de points de référence entre la période la plus récente et la période 1991/1997 ne limite cependant pas les possibilités d'interprétation.

Tout comme pour le sous-secteur "III", le sous-secteur "Rhin" enregistre des améliorations de la qualité des eaux souterraines. Ces améliorations sont cependant moins importantes que pour le secteur III.

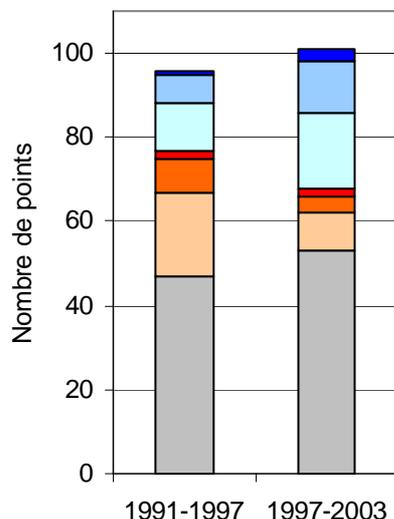
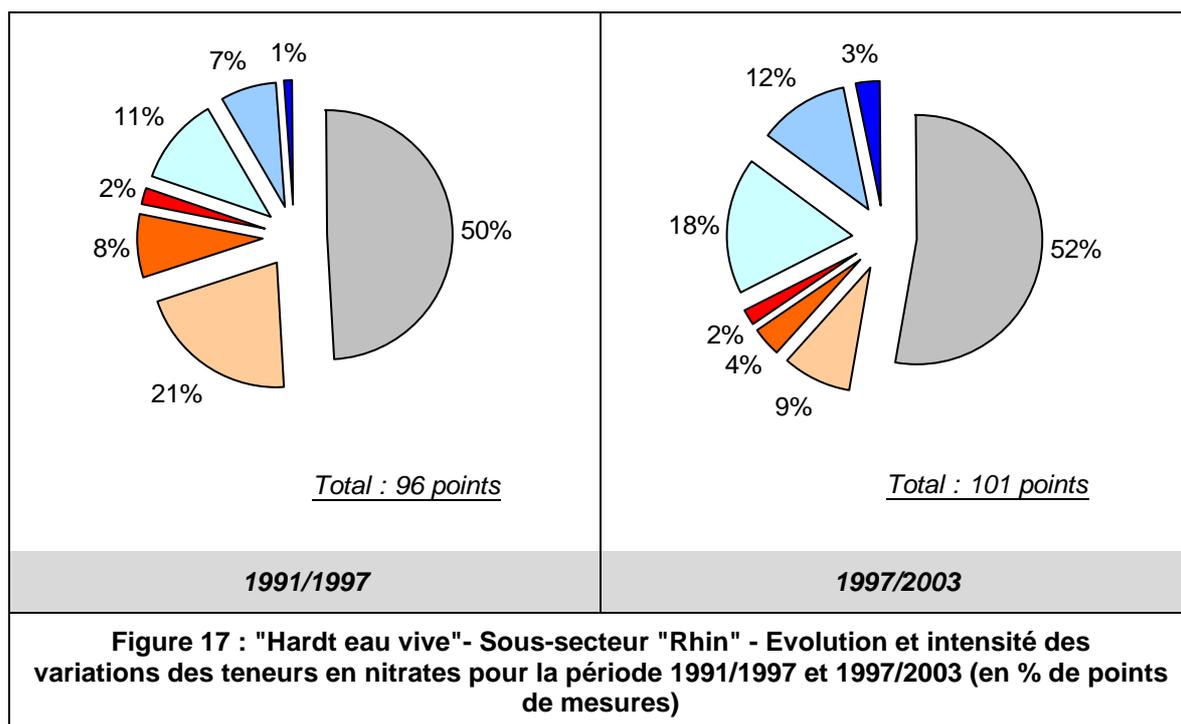


Figure 16 : "Hardt eau vive"- Sous-secteur "Rhin" - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates (en nombre de points de mesures)

On constate que les améliorations de teneurs touchent tous les niveaux d'intensité de variation. Pour ce qui est des dégradations, principalement dans les variations de niveau 1 (inférieure à 10 mg/l), la diminution du nombre de points de mesures est notable.

Il est difficile, compte tenu de l'étendue de ce sous-secteur d'aller plus loin dans l'interprétation de ces résultats. Par contre il apparaît que la moitié des points de mesures sont, depuis 1991, dans un état de stabilisation qui démontre la fragilité de ces améliorations qui vraisemblablement ont du mal à se répercuter sur l'ensemble de la masse d'eau de ce territoire.



3.1.2.4 Analyse de l'évolution du nombre de points de mesures par classe de teneurs et par sous-secteur et relation avec l'évolution et l'intensité des variations

L'analyse de l'évolution et de l'intensité des variations de teneurs pour les périodes 1991/1997 et 1997/2003, présentée ci-dessus, est complétée par une étude sur l'évolution pour les mêmes périodes du nombre de points de mesures par classe de teneurs.

Les classes de teneurs sont celles habituellement utilisées à savoir:

- Inférieure ou égale à 10 mg/l (concentration dite naturelle)
- Supérieure à 10 mg/l et inférieure ou égale à 25 mg/l (25 mg/l est le seuil d'alerte européen)
- Supérieure à 25 mg/l et inférieure ou égale à 38 mg/l (38 mg/l est le seuil DCE - 75% de la limite de potabilité)
- Supérieure à 38 mg/l et inférieure ou égale à 50 mg/l (limite de potabilité)
- Supérieure à 50 mg/l

Pour le sous-secteur "III".

Pour le sous-secteur "III", on constate plusieurs phénomènes. Un statu quo (en nombre de points de mesures) pour les effectifs des classes de teneurs 25/38 mg/l et 38/50 mg/l. Par contre, en 2003 il n'y a plus aucun point de mesure dans la tranche "supérieure à 50 mg/l". Par ailleurs, dans la tranche de teneurs 10/25 mg/l, on dénombre beaucoup plus de points de mesures en 2003 qu'en 1997. Lorsqu'on met en parallèle le constat établi plus haut pour cette même zone [Les évolutions de la qualité de l'eau et l'intensité des variations observées sur ce sous-secteur montrent très nettement une inversion de tendance entre 1991/1997 et 1997/2003. La quasi disparition des points de mesures dont les concentrations sont en dégradation sur la période la plus récente...], on s'étonne de la diminution du nombre de

points de mesures dont les teneurs sont inférieures à 10 mg/l et de l'absence de diminution du nombre de points dans la tranche 25/38 mg/l qui en raison des améliorations enregistrées devraient voir ses effectifs s'amoinrir.

L'explication est à rechercher du côté des points de mesures ajoutés en 2003. Les améliorations de teneurs enregistrées entre 1997 et 2003 ont bien entraîné des transferts de points de la classe 25/38 mg/l vers la classe 10/25 mg/l. L'augmentation du nombre de points dans cette tranche est donc bien à relier avec l'amélioration de la qualité de l'eau observée entre 1997 et 2003. L'ajout de nouveaux points de mesures en 2003 a presque exclusivement concerné des zones dont la concentration était comprise entre 25 et 38 mg/l ce qui explique que l'on n'observe pas de diminution des effectifs de cette tranche de teneur.

En conclusion, même si le graphique ne le montre pas, le secteur est bien dans une phase d'amélioration de la qualité de l'eau souterraine vis-à-vis des nitrates, mais cette amélioration est très rapidement stoppée vers l'ouest en raison des apports en nitrates élevés des eaux du piémont vosgien ainsi que des eaux du cône de déjection de la Thur (la quasi-totalité des points de mesures ajoutés en limite de la zone présentent des teneurs comprises entre 25 et 38 mg/l).

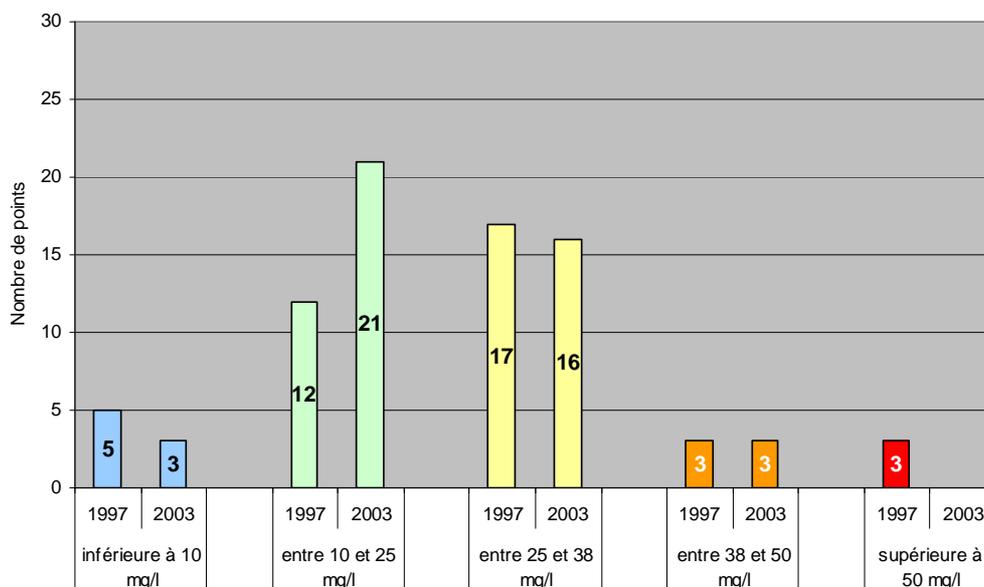


Figure 18 : "Hardt eau vive"- Sous-secteur "III" : Répartition du nombre de points de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire

Pour le sous-secteur "Rhin",

Le sous-secteur "Rhin" est une grande zone qui globalement voit la qualité des eaux s'améliorer depuis 1997. Le graphique ci-dessous ne permet pas de visualiser ces évolutions en raison de transfert de classes et de l'ajout de nouveaux points de mesures en 2003.

Les améliorations les plus significatives s'observent dans les secteurs fortement contaminés ainsi que dans la classe de teneurs comprises entre 25 et 38 mg/l.

Dans les zones fortement contaminées (Piémont du Sundgau et secteur de Chalampé), il est noté des améliorations sensibles avec des points de mesures qui rejoignent principalement

la tranche 38/50 mg/l, mais aussi la tranche 25/38 mg/l. Ce transfert de points dans la zone 25/38 mg/l n'est pas visible en raison du glissement de points vers la tranche 10/25 mg/l et même dans la tranche "inférieure à 10 mg/l". L'apport des nouveaux points de mesures (9 dans la tranche "25/38 mg/l", 6 dans la zone 10/25, 3 dans la tranche 38/50 et 3 dans la tranche "inférieure à 10 mg/l", limite considérablement les possibilités de lecture de ce graphique. Ce cas met bien en lumière la nécessité d'une comparaison multicritères des données et de croisement d'informations. Moyenne et médiane sont donc des outils très insuffisants et la comparaison simple de l'évolution du nombre de points par classe peut conduire à des erreurs d'interprétation.

Ce secteur est donc bien en amélioration surtout au niveau des points de mesures fortement contaminés mais également en raison de nombreux points dont les concentrations n'évoluent pas suffisamment pour changer de classe de teneurs.

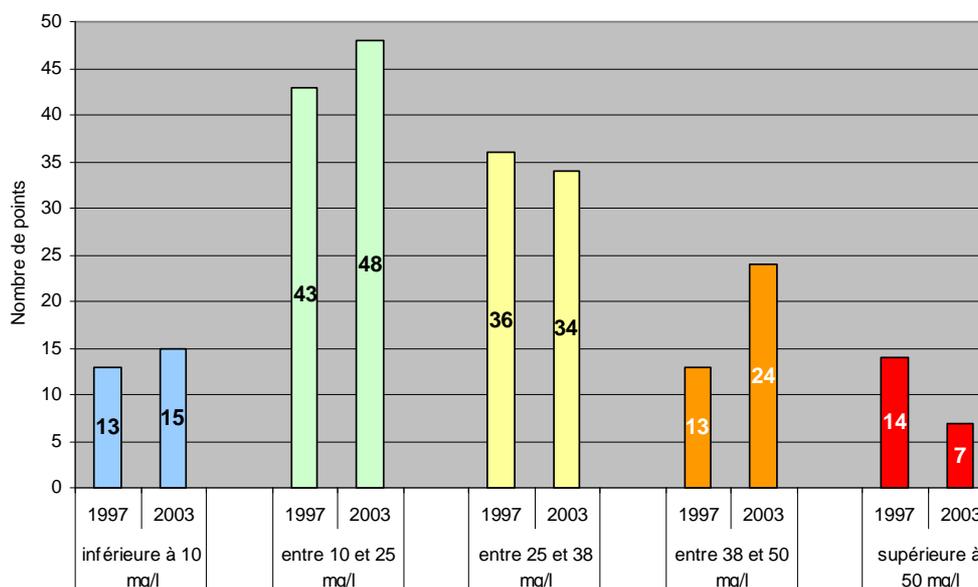


Figure 19 : "Hardt eau vive"- Sous-secteur "Rhin" : Répartition du nombre de points de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire

3.1.2.5 Analyse de l'évolution des pratiques agricoles

L'évaluation des modifications des pratiques de gestion de l'azote par les agriculteurs de l'opération Fertimieux "Hardt eau vive" a été réalisée en 2003.

Le solde CORPEN est de 47 U lors de l'évaluation. Il n'a pas évolué depuis 1997. Sur l'ensemble de la zone, l'Excédent Azoté Global est élevé et atteint 1600 tonnes. Le solde CORPEN des systèmes avec apport de matière organique est le plus élevé.

En ce qui concerne les balances azotées, celles-ci distinguent comme systèmes à risque les systèmes avec apport de matière organique et la monoculture de maïs.

Ces trois indicateurs ne prenant pas en compte le type de sol, une analyse des pratiques de gestion de l'apport d'azote basée sur l'ajustement de la dose d'azote et du fractionnement sur le maïs doit compléter ces premières constatations.

Concernant les doses, depuis 1997, on observe une diminution des écarts par rapport à la dose conseillée. 60 % des agriculteurs suivent les doses préconisées par l'opération "Hardt eau vive". L'apport n'est généralement pas ajusté sur les sols profonds, où les fournitures en azote du sol ne sont pas prises en compte.

Depuis 1997, la gestion du fractionnement s'est améliorée ; deux tiers des agriculteurs est conforme aux préconisations.

En couplant les pratiques de fertilisation (dose et fractionnement), on s'aperçoit que 60 % des agriculteurs obtiennent une bonne note globale pour la gestion de l'azote minéral en suivant les conseils diffusés par l'opération et seuls 5 % ne suivent pas du tout les conseils. Une des problématiques importantes de cette zone est l'utilisation des mêmes pratiques culturales sur les sols superficiels et profonds.

Enfin, les CIPAN se développent peu ; ils recouvrent 22 % des surfaces potentielles.

Il convient d'ajouter que les sols sont très filtrants ce qui implique que tous les agriculteurs doivent ajuster leurs pratiques.

3.1.2.6 Synthèse et interprétation

Comme pour les sous-secteurs de "Fert'III", les sous-secteurs de "Hardt eau vive" ne sont pas impactés de la même façon vis-à-vis de la contamination en nitrates. Le sous-secteur "Rhin" qui comprend une partie du piémont du Sundgau et la langue de pollution de Chalampé est globalement plus contaminé que le sous-secteur "III". Par contre, contrairement à la zone "Fert'III", les deux sous-secteurs de "Hardt eau vive" sont dans une dynamique d'amélioration qui, pour les sous-secteurs "Rhin" et "Centre Plaine" de "Fert'III", n'a pas été observée.

Le sous-secteur "Rhin", nous l'avons vu plus haut, est donc bien en amélioration surtout au niveau des points de mesures fortement contaminés mais il y a également de nombreux points qui ne changent pas de classe de teneurs mais qui sont néanmoins en amélioration. Les points de mesures dont les teneurs sont en stagnation sont répartis sur tout le secteur, ne permettant pas d'affiner d'avantage l'interprétation. Les fortes améliorations observées en aval du piémont Sundgauvien ne sont probablement pas à mettre en relation uniquement avec une amélioration des pratiques agricoles au droit de la zone, il y a probablement un effet bénéfique additionnel en provenance de l'amont c'est-à-dire du piémont oriental du Sundgau.

On note cependant qu'en ce qui concerne les balances azotées étudiées dans le cadre des évaluations de l'opération, on distingue comme systèmes à risque les systèmes avec apport de matière organique et la monoculture de maïs. La monoculture de maïs est très fortement implantée dans le Haut-Rhin et particulièrement en plaine. L'amélioration globale des teneurs sur la zone a probablement plusieurs origines. Les apports d'eau du Rhin ainsi que les fuites des canaux apportent une dilution considérable qui s'observe très bien sur la carte surfacique des nitrates. Mais on ne peut pas ignorer que sur cette zone, 60 % des agriculteurs obtiennent une bonne note globale pour la gestion de l'azote minéral en suivant les conseils diffusés par l'opération. C'est nettement mieux que sur l'opération "Fert'III" où seulement 23 % des agriculteurs obtiennent une bonne note globale pour la gestion de l'azote minéral en suivant les conseils diffusés. D'autre part, seuls 5 % des agriculteurs de "Hardt eau vive" ne suivent pas du tout les conseils. L'adhésion plus importante des agriculteurs sur cette opération, même si elle ne se traduit pas forcément par 100 % de bonnes notes pour la gestion de l'azote minéral peut, peut-être, être un élément qui a conduit à l'inversion de tendance que l'on n'observe pas encore au niveau de "Fert'III". Il ne s'agit pas

de certitude, car il y a de nombreux autres facteurs qu'il faudrait prendre en compte (nature des sols, pluviométrie ...) mais c'est une contribution certaine qui va dans le bon sens et semble indiquer que les efforts massifs du plus grand nombre peuvent s'additionner et, dans certains cas, contribuer à obtenir des améliorations.

Sur le sous secteur "III", les hypothèses proposées pour expliquer l'évolution positive de ce sous-secteur seront décrites plus loin en même temps que pour "Fert'III" (cf paragraphe 3.1.3 Le cas particulier de l'III page 40).

3.1.3 Le cas particulier de l'III

L'analyse de l'évolutions des concentrations sur les deux sous-secteurs "III" des zones "Hardt eau vive" et "Fert'III", semble indiquer une tendance à l'amélioration de la qualité des eaux souterraines vis-à-vis des nitrates de part et d'autre de la rivière. L'occupation du sol, le type de sol ou le type d'agriculture ne permettent pas, quelque soit le jugement que l'on porte sur l'évolution des pratiques agricoles sur ces deux zones, d'expliquer l'amélioration de la contamination en nitrates observée spécifiquement sur ces deux zones. Il n'y a à notre connaissance aucun élément qui permet de penser que ce secteur aurait bénéficié plus largement que les autres d'actions en faveur de la réduction des excédents d'azote. Le présent rapport propose donc une évaluation de l'influence possible des infiltrations des eaux superficielles de l'III sur les teneurs en nitrates de la nappe phréatique.

3.1.3.1 Qualité des eaux de l'III

L'analyse historique de la qualité des eaux de l'III vis-à-vis du paramètre nitrates a été réalisée entre Meyenheim et Oberhergheim d'une part, puis plus en aval au niveau d'Huttenheim d'autre part.

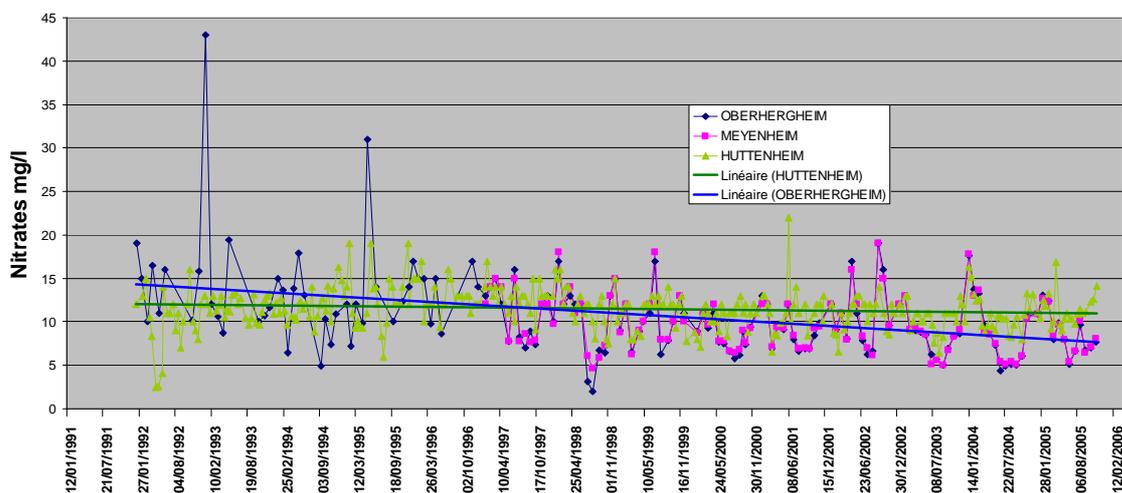


Figure 20 : Concentration en nitrates de l'III à Oberhergheim, Meyenheim et Huttenheim (source : RNB)

La Figure 20 montre que les concentrations en nitrates des eaux de l'III relevées à deux stations du RNB situées sur la zone "Hardt eau vive": Meyenheim et Oberhergheim (cf carte en Annexe 8) présentent une baisse régulière depuis 1992. La qualité des eaux de l'III est donc en amélioration depuis 1992 sur "Hardt eau vive".

Par ailleurs, les teneurs mesurées à ces deux stations sont similaires et montrent que la qualité de l'eau sur ce tronçon reste stable. Cette absence d'évolution est logique car il n'y a pas d'affluent et le ruissellement est négligeable sur ce secteur.

Le même graphique montre également que les teneurs mesurées à la station de Huttenheim, au niveau de Benfeld (plus en aval) ne diminuent pas. Les teneurs restent stables ce qui s'explique par l'arrivée d'eaux plus chargées en nitrates en provenance de cours d'eau vosgiens. Sur "Fert'III", il n'y a donc pas, comme sur "Hardt eau vive" de tendance à la baisse des concentrations moyennes des eaux de l'III.

La concentration des eaux de l'III qui s'infiltrent sur la zone "Fert'III" est plus importante que sur la zone "Hardt eau vive" et augmente de l'amont vers l'aval par l'apport successif des cours d'eau vosgiens. Cependant, les teneurs en nitrates des eaux de l'III sont sur les trois stations toujours inférieures aux concentrations de la nappe. Par conséquent, si il y a infiltration des eaux de l'III dans les eaux souterraines, les eaux superficielles ne peuvent qu'améliorer la qualité des eaux de la nappe par le phénomène de dilution. Rappelons que cette analyse ne vaux que pour les nitrates. Les autres paramètres n'ont pas été étudiés.

Un autre phénomène a pu être observé aux stations RNB d'Oberhergheim et Meyenheim : les périodes où les concentrations sont les plus basses sont, depuis 1999, systématiquement observées en périodes estivales. Les années précédentes, cette corrélation entre les teneurs annuelles les plus faibles et la saison n'était pas aussi bien visible.

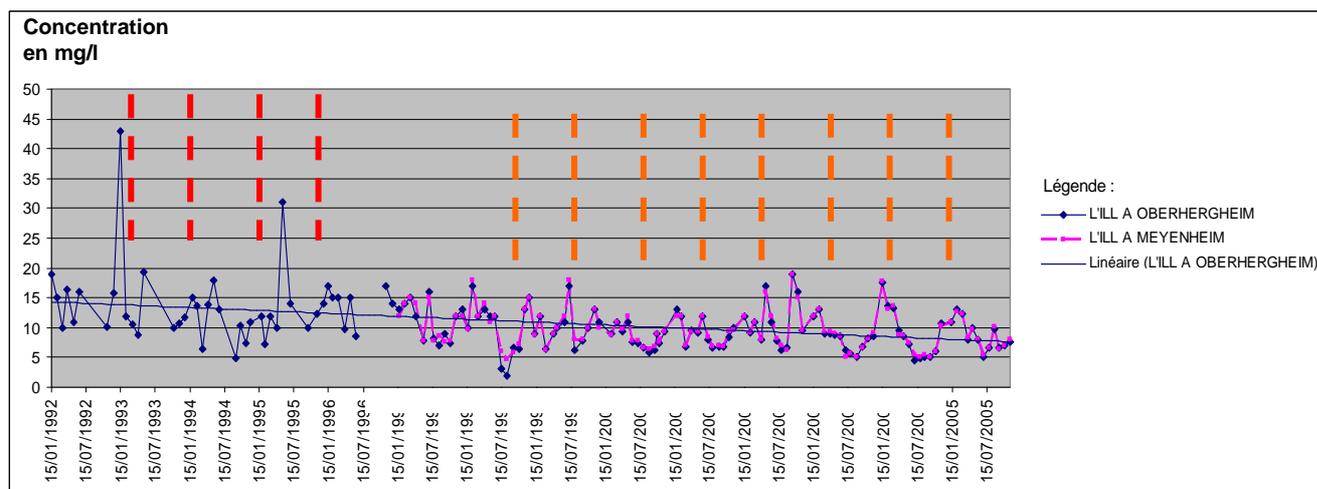


Figure 21 : Concentration en nitrates de l'III à Oberhergheim et Meyenheim (source RNB)

L'explication de ce phénomène pourrait être l'effet du soutien des débits d'étiage de l'III par les eaux de Rhin, peu chargées en nitrates. En effet, ce soutien s'effectue depuis 1998 de mai à septembre chaque année via le bief de Niffer. Un débit de 2 à 2,5 m³/s est ainsi ajouté au niveau de Mulhouse (cf carte en Annexe 8).

Cette réalimentation est mise en évidence sur la Figure 22 représentant le nombre de jours annuels d'assecs de l'III à Oberhergheim. De 1949 jusqu'en 1969, le graphique montre que pendant cette période, presque chaque année des phénomènes d'assec étaient enregistrés puis à partir de 1969, les assecs ne se produisent plus chaque année. D'après les experts de la DIREN Alsace consultés pour avis, ce changement proviendrait d'une climatologie favorable pendant toute cette période. Par contre, l'absence d'assec depuis 1998 est la conséquence directe du soutien des débits d'étiage de l'III par le Rhin via le bief de Niffer. Durant cette période les conditions climatiques n'étaient pas particulièrement favorables et de nombreux autres cours d'eau du secteur ont enregistré des périodes où les débits étaient particulièrement faibles (notamment en 2003 et 2005).

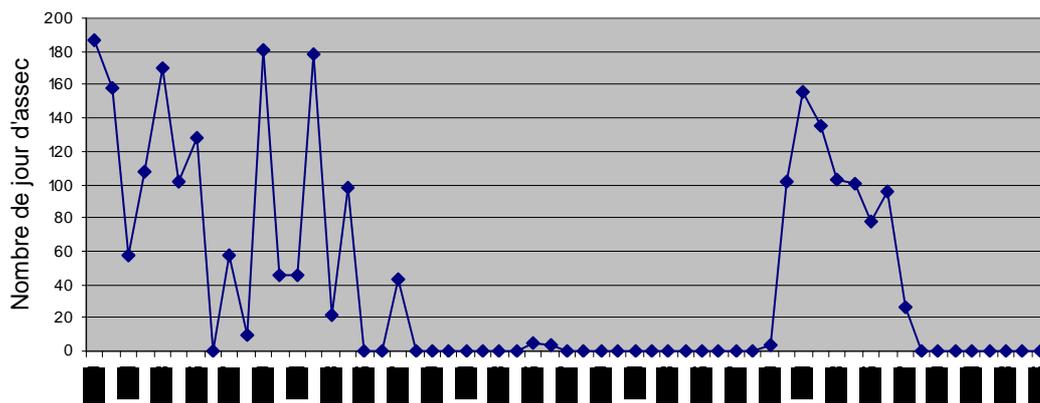


Figure 22 : Nombre de jour d'assecs de l'III à Oberhergheim (par année)

Conclusion :

Le secteur Hardt eau vive bénéficie donc du soutien des débits d'étiage de l'III par les eaux du Rhin, peu concentrées en nitrates pendant les périodes estivales.

L'infiltration des eaux de l'III de meilleure qualité que celles de la nappe améliorerait la qualité des eaux souterraines vis-à-vis des nitrates, depuis longtemps mais d'autant plus depuis le soutien des débits d'étiage de l'III par les eaux du Rhin, amorcé en 1999.

Afin de savoir si cette infiltration est suffisante pour participer à une amélioration sensible de la qualité des eaux, il convient d'appréhender, au moins relativement aux autres apports, le volume des eaux de l'III infiltrées dans la nappe.

3.1.3.2 Echange nappe / rivière

Il apparaît que les deux secteurs ne sont pas égaux face aux infiltrations de l'III en termes de concentrations des eaux infiltrées selon le secteur mais également en fonction des situations et donc en termes de débits infiltrés.

3.1.3.2.1 Fonctionnement des échanges nappe / rivière

Pour la zone "Hardt eau vive":

Sur la quasi-totalité de son cours, l'III est « perchée » par rapport à la nappe phréatique (Cf. carte en Annexe 9). En effet, les profondeurs de la nappe par rapport au sol sont supérieures à 10 m dans le secteur de Mulhouse et elles diminuent de façon continue jusqu'au Nord de la zone.

A l'exception de l'extrême Nord de cette zone, l'III alimente la nappe tout au long de l'année quels que soient les niveaux de la nappe et les débits de l'III (hors assecs).

Pour la zone "Fert'III" :

Dans l'ensemble de cette zone, la profondeur de la nappe est presque toujours comprise entre 0 et 3 mètres. Le sens des échanges entre l'III et la nappe dépend des niveaux piézométriques et des débits de l'III (schéma 1 ou 3). Pour une situation de hauteur de nappe donnée, en fonction de la hauteur d'eau dans l'III, l'III peut soit alimenter la nappe (fort débit donc hauteur d'eau importante : schéma 1) ou drainer la nappe (faible débit donc faible hauteur d'eau : schéma 3). Pour ce secteur, les échanges varient en fonction de la topographie, des débits de l'III et du niveau piézométrique.

Le comportement n'est donc pas uniforme et varie de manière spatiale et temporelle.

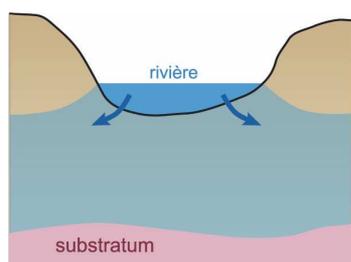


Figure 23 : Cas 1 - la rivière alimente la nappe

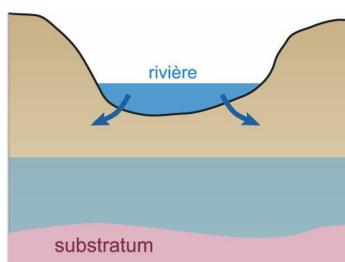


Figure 24 : Cas 2 - la rivière alimente la nappe. La rivière est perchée par rapport à la nappe.

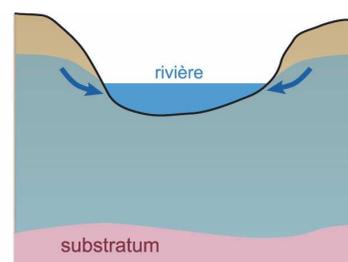


Figure 25 : Cas 3 la rivière draine la nappe

3.1.3.2 Evaluation des débits de l'III entrant dans la nappe

Les échanges nappe rivière (III) sont évalués grâce à des bilans hydrauliques calculés à partir du modèle hydrodynamique régional de la nappe comme cela est expliqué au § 2.1.1.3 Les données du modèle hydrodynamique régional page 9 et 2.1.2.3.2 Calcul des bilans hydrauliques page 12.

Les trois graphiques pour chaque sous zone (Figure 26, Figure 27 et Figure 28) pour la zone "Hardt eau vive" et Figure 29, Figure 30 et Figure 31 pour la zone "Fert'III") montrent la part de chaque type de transfert en terme de débits entrant et sortant en m³/s de la masse d'eau souterraine considérée.

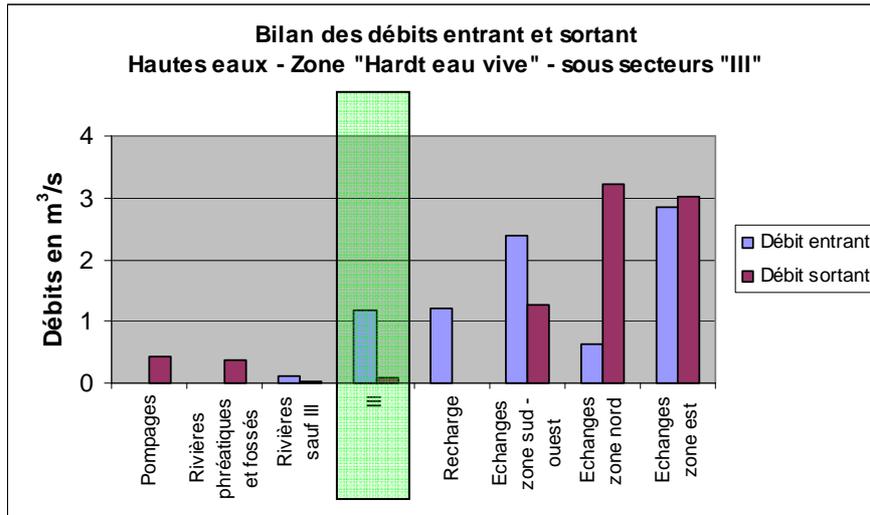
Les apports considérés sont les pompages, les rivières phréatiques associées aux fossés, la recharge par la pluie, les échanges avec les zones voisines, les rivières à l'exception de l'III qui est individualisée.

Les résultats du modèle mettent en évidence plusieurs phénomènes :

- En situation de moyennes eaux, l'III représente 15 % des débits entrant dans la nappe sur les deux zones.
- En situation de hautes eaux, l'infiltration de l'III représente 23 % des apports sur la zone "Hardt eau vive" mais ils sont évalués à moins de 5 % sur la zone "Fert'III".
- En situation de basses eaux (septembre 1991), les apports de l'III calculés sont représentatifs pour les années où le phénomène d'assec s'est produit, c'est-à-dire de

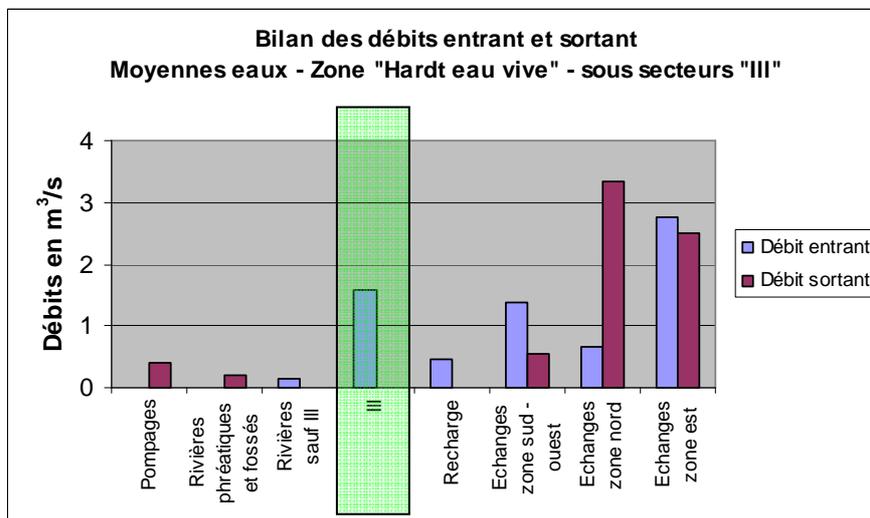
1989 à 1997 (cf. Figure 22). En effet, le phénomène d'assec a été observé sur 156 jours et le débit de l'III était nul d'Ensisheim à Sundhoffen du 18 juillet au 26 septembre 1991. Ainsi, pour une période de basses eaux sans assec, la part de l'III pour la zone "Hardt eau vive" est probablement supérieure.

Par rapport à la somme des débits entrant, l'III représente :



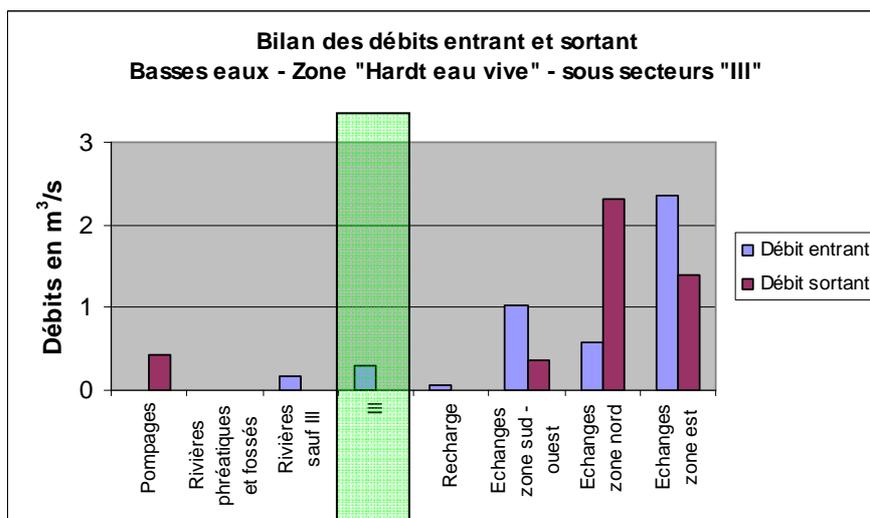
➤ en hautes eaux :
23 %

Figure 26 : Bilan des débits entrant et sortant en hautes eaux - "Hardt eau vive"



➤ en moyennes eaux :
14 %

Figure 27 : Bilan des débits entrant et sortant en moyennes eaux - "Hardt eau vive"

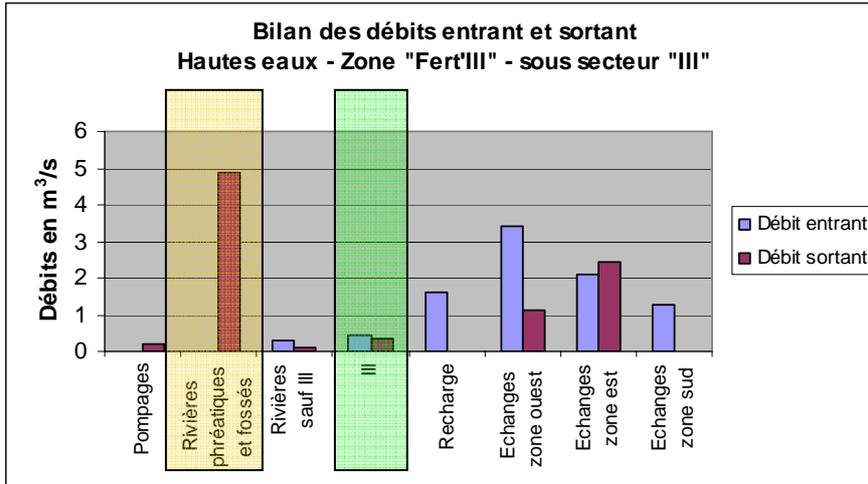


➤ en basses eaux :
6 %

Avec 150 jours d'assec
(Situation septembre 1991)

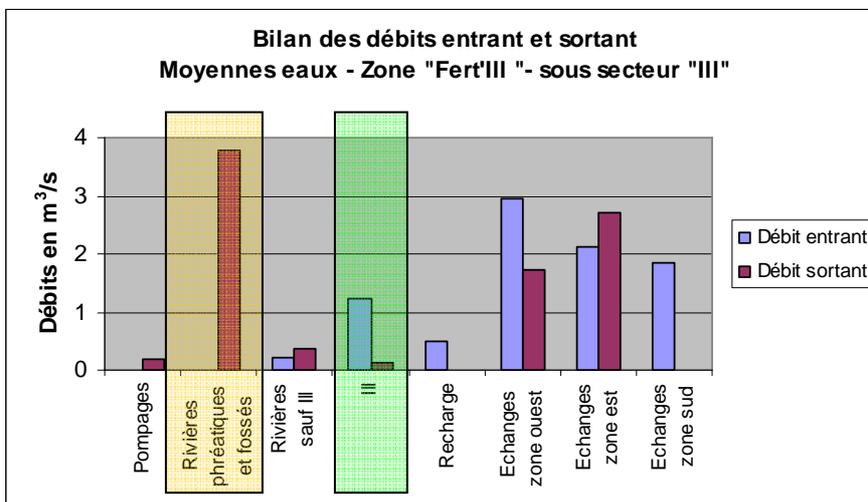
Figure 28 : Bilan des débits entrant et sortant en basses eaux - "Hardt eau vive"

Par rapport à la somme des débits entrant, l'III représente :



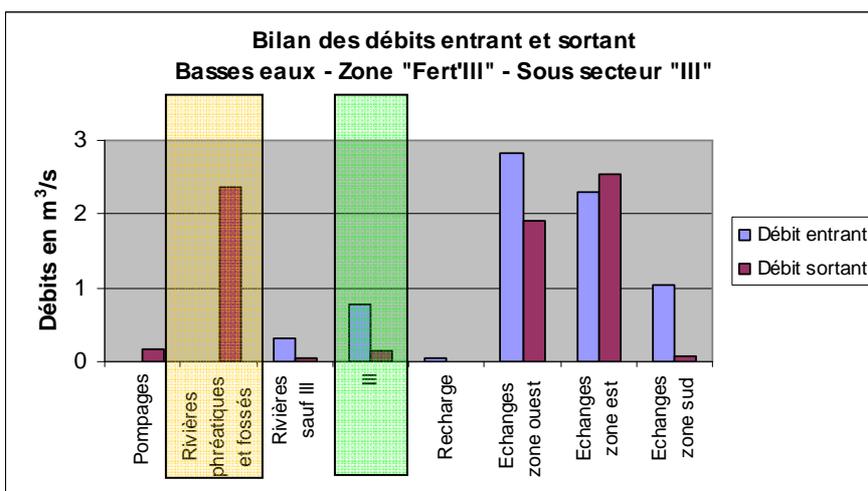
➤ en hautes eaux :
< 5 %

Figure 29 : Bilan des débits entrant et sortant en hautes eaux - "Fert'III"



➤ en moyennes eaux :
14 %

Figure 30 : Bilan des débits entrant et sortant en moyennes eaux - "Fert'III"



➤ en basses eaux :
11 %
Avec 0 jour d'assec

Figure 31 : Bilan des débits entrant et sortant en basses eaux - "Fert'III"

3.1.4 CONCLUSION

Zone "Fert'III"

Quatre grands secteurs se détachent par la répartition et l'évolution des teneurs en nitrates :

- La zone sous influence du Rhin évolue peu du fait d'un phénomène de dilution constant.
- En "Centre Plaine" où les teneurs en nitrates sont importantes et présentent peu d'évolution, le risque de lessivage en nitrates sur les sols est élevé (rieds noirs, gris, brun). Sur ces sols filtrants, avec une nappe proche de la surface, les efforts des agriculteurs en matière de gestion d'azote ne suffisent pas à améliorer de manière significative la qualité de l'eau.
- La zone du piémont vosgien concentre toujours les fortes teneurs, supérieures à 50 mg/l, qui ont tendance à augmenter. Ces concentrations peuvent s'expliquer par l'arrivée d'eaux contaminées des collines sous vosgiennes, à une occupation du sol majoritairement agricole et viticole et par des paramètres peu favorables à une atténuation de teneurs (faible épaisseur de la nappe, nature des sols, faible taux de renouvellement).
- La zone sous influence de l'III bénéficie des infiltrations, cependant plus faiblement que sur la zone "Hardt eau vive". Les teneurs en nitrates du cours d'eau sont plus élevées et le bénéfice de l'infiltration des eaux de l'III est plus faible. L'influence de ces infiltrations se ressent bien jusqu'à Ribeauvillé puis c'est la stabilisation qui prévaut malgré un environnement à l'augmentation.

Zone "Hardt eau vive"

Sur la zone "Hardt eau vive" la tendance est plutôt à l'amélioration (majoritairement faible entre 5 et 10 mg/l) ou à la stagnation avec plusieurs sous secteurs qui se détachent :

- en bordure de nappe au niveau du piémont du Sundgau, les fortes teneurs n'augmentent plus. On note une amélioration des teneurs au niveau du piémont oriental du Sundgau et plus précisément sur la langue de contamination Blotzheim / Kembs / Hombourg. Le peu de recul sur les données ne permet pas de connaître le poids de l'impact de l'amélioration des pratiques agricoles sur la diminution des teneurs, d'autant que ce secteur est très fortement influencé par les infiltrations des rivières du piémont oriental du Sundgau. Il n'y a d'ailleurs pas d'indicateur fiable qui laisse penser que la qualité des eaux superficielles des cours d'eau du Sundgau est en amélioration suffisante pour permettre une inversion durable de la qualité des eaux souterraines de ce secteur. Le constat d'amélioration est donc fragile et il est important de poursuivre la collecte de données sur l'évolution des pratiques agricoles en zone de plaine ainsi qu'au niveau du piémont oriental du Sundgau. La connaissance de la qualité des cours d'eau de ce dernier secteur est également primordiale,
- la plupart des points de mesures dont les concentrations sont en stagnation sont localisés le long de l'III, entre l'III et le canal de la Hardt, ainsi qu'aux alentours de Neuf Brisach et sur tout le secteur au nord de la ville. L'amélioration des pratiques agricoles peut être une des causes de ce début d'amélioration des teneurs. Les eaux souterraines sous influence directe du Rhin et de l'III évoluent à la baisse grâce aux

phénomènes de dilution constants où les infiltrations du cours d'eau jouent un rôle positif. Le long de l'III, les améliorations de teneurs observées sont principalement le fait des infiltrations du cours d'eau, ce qui n'exclut pas qu'une part de ce bilan soit probablement à attribuer à l'amélioration des pratiques agricoles au droit du secteur. La zone "Hardt eau vive" est plus influencée par les infiltrations que la zone "Fert'III" (plus d'infiltration, concentration des eaux infiltrées plus faible et tendance durable à la baisse) ce qui confirme que les zones ne sont pas égales face aux risques de pollution par les nitrates.

Cependant, l'influence de ces infiltrations pour "Hardt eau vive" comme pour "Fert'III" est limitée :

- à l'ouest par des teneurs importantes en provenance du piémont qui n'ont pas tendance à diminuer,
- à l'est par des teneurs en "Centre Plaine" qui sont en stabilisation mais qui ne diminuent pas suffisamment pour que les bénéfices des infiltrations puissent se ressentir plus loin.

C'est donc un constat en demi-teinte pour ces deux zones, avec quelques premiers bénéfices pour les eaux souterraines à partager entre les infiltrations des cours d'eau, du Rhin et des canaux et les améliorations des pratiques agricoles. Si le bénéfice apporté par les cours d'eau est très net, celui permis par l'amélioration des pratiques agricoles est plus contrasté mais l'adhésion massive des agriculteurs semble être une nécessité pour espérer inverser les tendances. Il apparaît également que les différents secteurs, sous-secteurs, zones ne sont pas égales face aux risques de pollution. Il est aujourd'hui clair que les agriculteurs des zones de bordures qui, d'après les évaluations Fertimieux, font le même effort que les agriculteurs de plaine n'obtiennent pas les mêmes résultats. Leur implication devra donc être supérieure et leur sensibilité encore plus marquée. C'est un préalable nécessaire pour permettre au moins la stabilisation qui dans ces zones n'est pas encore constatée. Dans tous les secteurs mais particulièrement dans les zones de bordure, il semble également nécessaire d'évaluer l'amélioration des teneurs en nitrates liée à la multiplication des stations d'épuration et à l'amélioration des rendements. C'est autant de facteurs qui s'additionnent pouvant, dans certains cas, conforter les améliorations et dans d'autres cas, annuler l'effort, soit des agriculteurs, soit des gestionnaires de stations d'épuration.

3.2 ZONE FERTIMIEUX "COLLINES EAU ET TERROIRS"

3.2.1 Caractéristiques générales de la zone

La zone "Collines eau et terroirs" s'étend sur une superficie de 743,2 km² et sa surface agricole utile concerne environ 30 % de la zone avec une surface de 23 953 ha en 2001. La carte en Annexe 10 situe la zone dans son environnement.

Cette zone peut être subdivisée en trois petites régions naturelles de l'ouest vers l'est : le massif vosgien, les collines sous vosgiennes et la plaine ello-rhénane qui se distribuent globalement suivant trois unités hydrogéologiques distinctes : le socle hercynien, les champs de fracture et la plaine alluviale rhénane. Le plus important de ces aquifères est celui de la plaine rhénane.

L'ensemble de ces domaines est traversé par 8 cours d'eau principaux : le Strengbach, la Weiss, la Fecht, la Lauch, la Thur, la Vieille Thur, la Doller et l'III. Leur direction d'écoulement est principalement Ouest en Est, à l'exception de l'III qui va du Sud-Est vers le Nord-Ouest.

L'aquifère de la plaine rhénane comprend dans la zone d'étude, les cônes alluviaux des cours d'eau vosgiens et la plaine jusqu'à l'III, appelée « plaine limoneuse de l'III ». L'épaisseur des alluvions aquifères augmente d'Est en Ouest de la bordure des Vosges vers l'III et du Sud vers le Nord, parallèlement à l'accroissement de la profondeur du substratum. La nappe des alluvions se situe à quelques mètres sous le niveau du sol, entre 1 et 13 mètres de profondeur.

3.2.2 Statistiques descriptives

Les éléments de statistiques descriptives calculées en utilisant l'ensemble des points de mesures disponibles pour chaque année d'Inventaire sont présentés dans le Tableau 8.

	unité	1983	1991	1997	2003
Nombre de points de mesures		53	110	111	115
Moyenne	mg/l	26,0	33,3	34,6	33,5
Médiane	mg/l	26,0	26,0	33,0	30,8
Ecart-type	mg/l	18,3	28,4	27,8	24,7
Min	mg/l	LQ	LQ	LQ	LQ
Max	mg/l	90	182	174	132
CV	mg/l	0,70	0,85	0,80	0,74
IC/2	mg/l	5,02	5,42	5,28	4,61
	%	19,3	16,3	15,27	13,77
Différence Moyenne - Médiane	mg/l	0	7,3	1,6	2,7

Tableau 8 : "Collines eau et terroirs" - Moyennes et médianes sur les quatre années de mesures

Les éléments recueillis montrent que les données de l'année 1983 ne sont pas exploitables avec la même fiabilité que les Inventaires réalisés en 1991, 1997 et 2003. Le nombre de points est nettement inférieur aux autres inventaires c'est pourquoi il est préférable de ne pas tenir compte de l'année 1983 pour la comparaison des statistiques descriptives d'un inventaire à l'autre.

Les moyennes et les médianes des Inventaires de 1997 et 2003 sont en revanche comparables et l'intervalle de confiance calculé, même s'il est plus élevé que pour les zones "Hardt eau vive" et "Fert'III" reste comparable et utilisable. L'année 1991 reste utilisable mais l'écart entre la moyenne et la médiane montre que le réseau était probablement encore en cours de définition.

Au vu de ces résultats, on peut conclure que les variations de la moyenne et de la médiane enregistrées entre ces trois inventaires ne sont pas significatives.

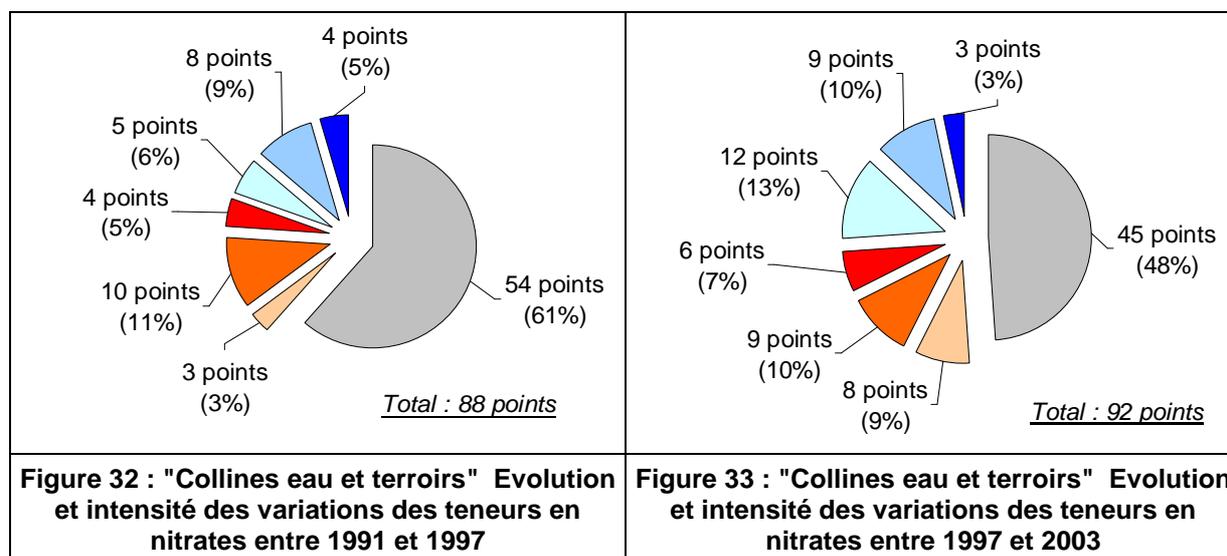
3.2.3 Analyse de l'évolution et de l'intensité des variations

Les points de mesures sélectionnés pour cette analyse correspondent, dans chaque cas, aux points communs aux campagnes choisies (1991/1997 et 1997/2003).

L'évolution des concentrations en nitrates pour un point de mesure peut être de 3 types : l'amélioration ou la dégradation lorsque l'intensité de la variation est significative et la stagnation lorsque l'intensité de la variation est inférieure à 5 mg/l. Lorsque l'évolution dépasse 5 mg/l, trois niveaux permettent de définir l'intensité de la variation. Le tableau ci-dessous récapitule ces informations. Les codes de couleurs présentés sont ceux qui sont utilisés dans les graphiques suivants. Une carte de présentation des évolutions de teneurs entre 1997 et 2003 en fonction des intensités de variation est disponible en Annexe 11 .

Type d'évolution	Intensité des variations			
	<i>Niveau 0</i> (Inférieure à 5 mg/l)	<i>Niveau 1</i> (entre 5 et 10 mg/l)	<i>Niveau 2</i> (entre 10 et 25 mg/l)	<i>Niveau 3</i> (supérieure à 25 mg/l)
Stagnation				
Amélioration				
Dégradation				

Tableau 9 : "Collines eau et terroirs" - Définition de l'évolution et de l'intensité des variations possibles des concentrations en nitrates



La zone "Collines eau et terroirs" complète rassemble 88 points de mesures communs aux inventaires de 1991 et 1997 et 92 points de mesures communs aux inventaires de 1997 et 2003. Cette augmentation de 4 points est la conséquence des ajustements du réseau de mesure opérés en 1997. Les nouveaux points de mesures étant répartis géographiquement de manière uniforme et dans toutes les tranches de teneurs, la comparaison entre 1991/1997 et 1997/2003 est possible sans entraîner de biais dans l'interprétation.

Les évolutions constatées entre 1991 et 1997 indiquent que plus de la moitié des concentrations des points de mesures (61%) sont en stagnation. Le reste de l'effectif des points de mesures est équitablement réparti (20% / 20%) selon que leur teneur sont en dégradation ou en amélioration. Parmi les points de mesures dont les concentrations se dégradent, plus de la moitié d'entre eux, enregistre une augmentation de leur teneur comprise entre 10 et 25 mg/l (niveau 2). Les points de mesures en diminution sont eux mieux répartis sur les trois niveaux d'intensité.

Entre 1997 et 2003, les points de mesures dont les concentrations stagnent sont en régression au profit des points dont les teneurs s'améliorent comme se dégradent. La répartition de ces points de mesures en fonction de leur concentration, dans l'un ou l'autre des niveaux d'intensité de variation est relativement homogène puisqu'on retrouve 26% de points de mesures dont les teneurs sont en amélioration et 26% en dégradation.

L'analyse des évolutions des teneurs pour les deux périodes (1991/1997 et 1997/2003) ne permet pas de constater d'évolution importante vers la dégradation ou l'amélioration Par contre on constate que pendant la période la plus récente, davantage de points de mesures sont affectés par une évolution de leur concentration (61 % de points de mesures en stagnation pendant la période 1991/1997 contre 48% pendant la période 1997/2003).

3.2.4 Analyse de l'évolution du nombre de points de mesures par classe de teneurs et relation avec l'évolution et l'intensité des variations

L'analyse de l'évolution et de l'intensité des variations pour les périodes 1991/1997 et 1997/2003 présentée ci-dessus est complétée par une étude sur l'évolution, pour les mêmes périodes, du nombre de points de mesures par classe de teneurs.

Les classes de teneurs sont celles habituellement utilisées, à savoir:

- Inférieure ou égale à 10 mg/l (concentration dite naturelle)
- Supérieure à 10 mg/l et inférieure ou égale à 25 mg/l (25 mg/l est la valeur guide européen)
- Supérieure à 25 mg/l et inférieure ou égale à 50 mg/l (limite de potabilité)
- Supérieure à 50 mg/l

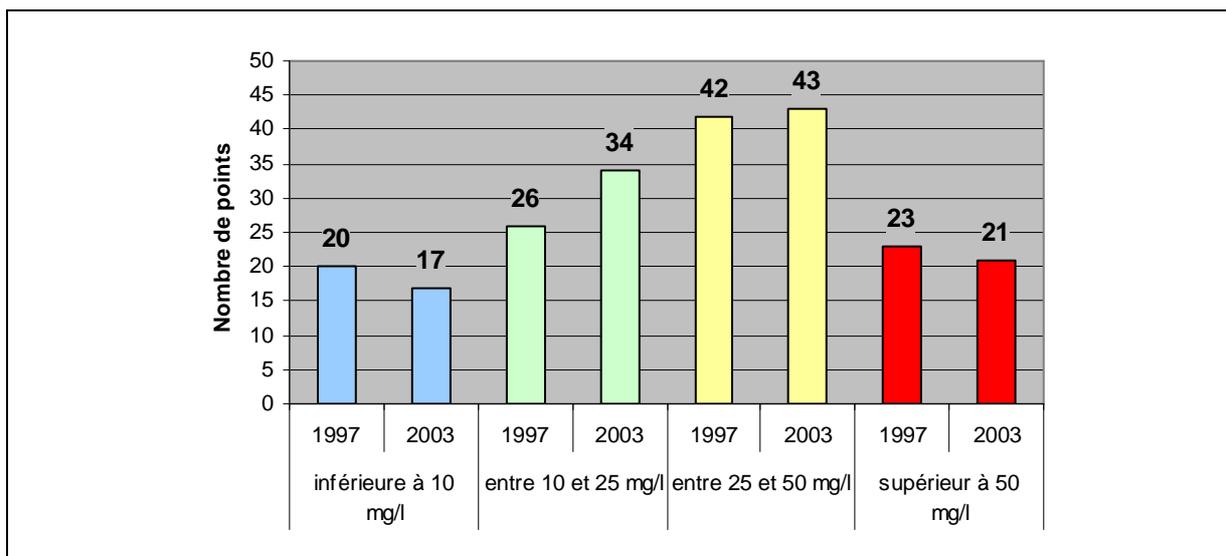


Figure 34 : "Collines eau et terroirs" Répartition du nombre de points de mesures de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire (en nombre de points de mesures)

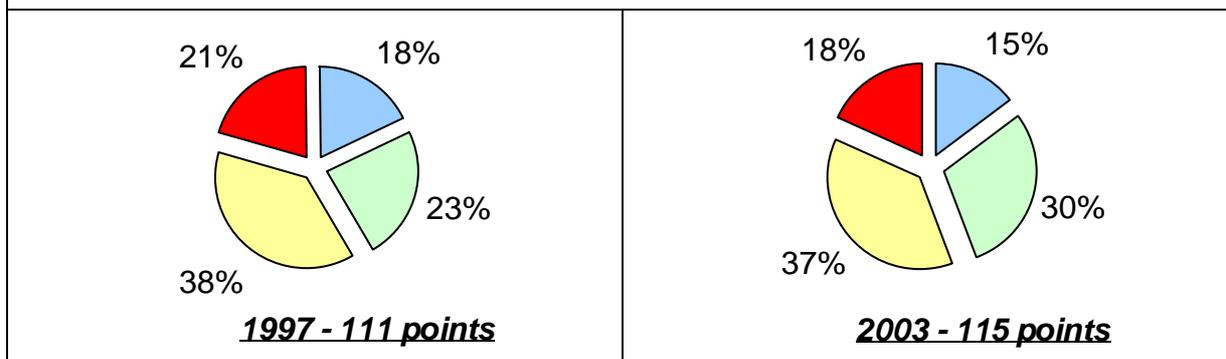


Figure 35 : "Collines eau et terroirs" Pourcentage de points par classe de concentration pour 1997 et 2003

On constate qu'entre 1997 et 2003, la répartition du nombre de points de mesures par classe de teneurs a peu évolué. Dans cette zone, certains points de mesures dont la concentration était inférieure à 10 mg/l en 1997 sont passés dans la tranche de teneurs supérieures (10/25 mg/l) et même 25/50 mg/l. Ces points de mesures sont essentiellement localisés dans un secteur situé en rive gauche de la vieille Thur à la hauteur de Ensisheim. C'est dans la même zone que l'on retrouve une partie des points de mesures dont les intensités de variations sont comprises entre 10 et 25 mg/l et supérieures à 25 mg/l. Trop éloignées de la rivière, ces dégradations ne sont pas à mettre en relation avec les infiltrations du cours d'eau.

Il y a donc peu de points de mesures qui ont changé de classe, et les nouveaux points ajoutés en 2003 étant peu nombreux, il n'y a pas d'effet de compensation qui masquerait les évolutions. Les points de mesures qui enregistrent des évolutions de teneurs n'entraînent donc pas de changement de classe significatif.

En dehors du secteur proche d'Ensisheim cité ci-dessus, on trouve les points de mesures dont les concentrations sont en dégradation essentiellement dans les zones de bordures fortement contaminées (supérieures à 50 mg/l) et essentiellement en aval de Rouffach. Il est également important de signaler la dégradation de la qualité des eaux souterraines entre le débouché de la vallée de la Doller et Mulhouse. Pour la partie amont de ce secteur, la

contamination provient de la rive gauche de la rivière (zone de bordure entre Aspach-le-Haut et Reiningue), pour la partie avale, il s'agit principalement des apports du Sundgau dans une large bande relativement contaminée, comprise entre la rive droite de la Doller et la rive gauche de l'III.

Les points de mesures dont la concentration est en amélioration comme en stagnation sont mieux répartis que les points en dégradation. En dehors d'une zone fortement contaminée, localisée entre Rouffach et Guebwiller, qui semble s'améliorer uniformément (mais sans que les effectifs des classes de teneur ne changent), il semble se dessiner une tendance à l'amélioration des teneurs le long de la Thur, de la Lauch (dans sa partie avale) et de l'III.

3.2.5 Analyse de l'évolution des pratiques agricoles

L'évaluation des modifications des pratiques de gestion de l'azote par les agriculteurs de l'opération "Collines eau et terroirs" réalisée en 2001 permet de faire un constat sur la gestion de l'azote.

Le solde CORPEN est de 40 U lors de l'évaluation, tandis que l'excédent azoté global est de 550 tonnes. Le solde CORPEN est variable entre les exploitations. Les soldes les plus forts concernent les céréaliers utilisateurs de matière organique et les éleveurs. Entre 1997 et 2001, on note tout de même une diminution du solde chez les éleveurs et les agriviticulteurs. En ce qui concerne les balances azotées, les plus élevées sont celles des cultures avec apport de matière organique et ceux de la monoculture de maïs. Elles ont cependant été réduites entre 1997 et 2001 à l'exception du système monoculture de maïs.

Ces trois indicateurs ne prenant pas en compte le type de sol, une analyse des pratiques de gestion de l'apport d'azote basée sur l'ajustement de la dose d'azote et du fractionnement doit compléter ces premières constatations.

En termes de doses, on note qu'elles ont peu évolué entre 1997 et 2001. La dose apportée au maïs montre une surfertilisation assez générale, accrue lors de l'utilisation de matière organique. L'apport n'est généralement pas ajusté sur les sols profonds, où les fournitures en azote du sol ne sont pas prises en compte. Les doubles actifs qui n'utilisent pas de matières organiques surfertilisent plus que leurs homologues à temps complets, car en utilisant la même dose d'azote, leurs rendements sont souvent inférieurs. Par ailleurs, les doses d'engrais azoté sur vigne sont très majoritairement conformes aux conseils, cependant la forme de l'azote et sa teneur dans l'engrais sont parfois mal connues.

Globalement, le fractionnement a peu évolué sur les quatre années.

En couplant les pratiques de fertilisation (dose et fractionnement), on s'aperçoit que seuls 6 % des agriculteurs obtiennent une bonne note globale pour la gestion de l'azote minérale en suivant les conseils diffusés par l'opération Ferti – Mieux et 32 % ont des mauvaises évaluations.

Enfin, les CIPAN se sont bien développées de 1991 à 2001 et recouvrent 35 % des surfaces potentielles non ensemencées.

3.2.6 Synthèse et interprétation

Les données recueillies et les analyses effectuées ne permettent pas de faire une synthèse à l'échelle de la zone.

Par contre on peut distinguer quelques sous-ensembles :

Les rivières vosgiennes jouent toujours leur rôle de dilution des concentrations en nitrates à leur débouché dans la plaine. Les points de mesures qui enregistrent leur influence montre une certaine stagnation de leur teneur depuis 1997 pour la Doller, la Fecht et la Weiss et même quelques améliorations pour la Thur et la Lauch.

Au niveau des zones de bordures fortement contaminées, il y a deux cas, le secteur au Nord de Rouffach et celui au Sud. Au Nord, c'est la stagnation des teneurs voir l'amélioration qui semble être la règle, au Nord c'est au contraire presque exclusivement la dégradation des teneurs qui prévaut avec des intensités de variation qui dépassent souvent 25 mg/l.

Pour tous les autres secteurs situés au Sud de la Thur, il n'y a pas de règle précise, si ce n'est que les zones de bordure Ouest et Sud de la nappe, alimentent la nappe avec une eau souterraine qui continue à se dégrader.

Etant donné que l'évolution des pratique agricoles est réalisée à l'échelle de la zone Fertmieux complète, il est difficile de faire des relations mais il apparaît que les résultats de l'évaluation ne sont pas comparables avec les résultats de "Hardt eau vive" ou même "Fert'III". Si ces résultats en demi-teinte ne portent pas vraiment préjudice à la grande moitié Sud de la zone, il semble que dans la partie Nord, où la nappe est beaucoup moins épaisse et où la viticulture et l'agriculture intensive se côtoient, les conséquences d'un manque d'adhésion de la profession agricole se font vraisemblablement sentir. Ainsi les zones fortement contaminées sont toujours dans une dynamique d'augmentation qui n'a pas du tout tendance à s'infléchir.

3.3 ZONE "PIEMONT EAU ET TERROIRS"

3.3.1 Caractéristiques générales de la zone

La zone Fertimieux "Piémont eau et terroirs" s'étend sur une superficie de 350 km² comportant 15 000 ha surface agricole (données PAC) et 4 000 ha de vignes (données CIVA). La carte en Annexe 12 situe la zone dans son environnement.

Les principales rivières s'écoulent de l'Ouest vers Est et prennent leur source dans les Vosges. Il s'agit de la Scheerr, la Schernetz, l'Andlau, la Kirneck, l'Ehn, le Rosenmeer et le Bras d'Altorf, affluent de la Bruche.

La zone Fertimieux est caractérisée par trois unités géographiques (le Massif vosgien, les collines sous vosgiennes et la plaine rhénane. Les données que nous allons interpréter sont issues de l'unité plaine rhénane. Les cultures annuelles sont largement dominantes dans l'unité plaine rhénane et la limite de la nappe correspond souvent la limite d'extension des vignes vers l'Est.

L'épaisseur de la nappe est très variable : en bordure, elle est relativement faible (quelques mètres), puis elle s'accroît rapidement vers l'Est. La direction d'écoulement général de la nappe varie fortement sur l'ensemble du secteur et notamment au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la bordure de la nappe. A proximité du Piémont vosgien, l'écoulement des eaux souterraines se fait en direction de l'Est, de l'Est-Nord-Est et très localement de l'Est-Sud-Est. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne des collines, la direction générale d'écoulement s'infléchit vers le Nord-Est ou le Nord-Nord-Est.

3.3.2 Statistiques descriptives

Les éléments de statistiques descriptives calculés en utilisant l'ensemble des points de mesures disponibles pour chaque année d'Inventaire sont présentés dans le Tableau 10.

	unité	1983	1991	1997	2003
Nombre de points de mesures		32	59	59	55
Moyenne	mg/l	33.5	42.5	45.2	42.7
Médiane	mg/l	26.5	33.9	38.0	40.7
Ecart-type	mg/l	27.7	46.9	47.0	34.2
Min	mg/l	LQ	LQ	LQ	LQ
Max	mg/l	123.0	277.0	295.0	217.0
CV	mg/l	0.83	1.10	1.04	0.80
IC/2	mg/l	9.81	12.21	12.24	9.24
	%	37	36	32	23
Différence Moyenne - Médiane	mg/l	7.0	8.6	7.2	2.0

Tableau 10 : "Piémont eau et terroirs" - Moyennes et médianes sur les quatre années de mesures

Les éléments recueillis montrent que les données de l'année 1983 ne sont pas exploitables avec la même fiabilité que les Inventaires réalisés en 1991, 1997 et 2003. Le nombre de points est inférieur aux autres inventaires, c'est pourquoi il est préférable de ne pas tenir compte de l'année 1983 pour la comparaison des statistiques descriptives.

Etude de valorisation des Inventaires de la qualité des eaux souterraines de la plaine d'Alsace (1983 et 2003)

Au vu de ces résultats, on peut conclure que les variations de la moyenne et de la médiane enregistrées entre ces trois inventaires ne sont pas significatives.

3.3.3 Analyse de l'évolution et de l'intensité des variations

Les points de mesures sélectionnés pour cette analyse correspondent, dans chaque cas, aux points communs aux campagnes choisies (1991/1997 et 1997/2003).

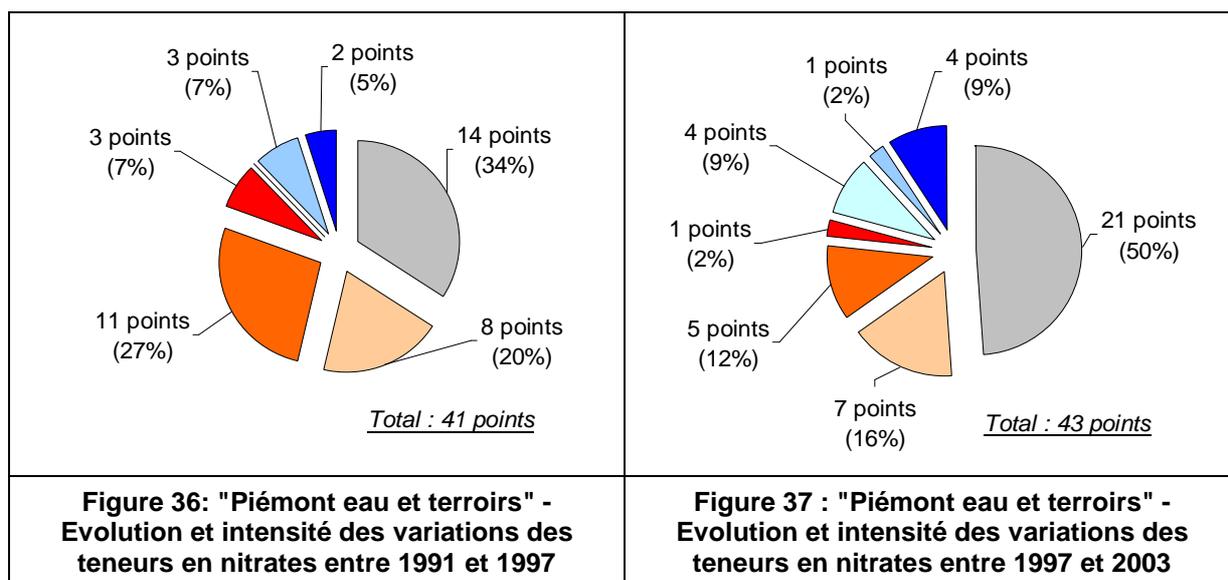
L'évolution des concentrations en nitrates pour un point de mesure peut être de 3 types : l'amélioration ou la dégradation lorsque l'intensité de la variation est significative et la stagnation lorsque l'intensité de la variation est inférieure à 5 mg/l. Lorsque l'évolution dépasse 5 mg/l, trois niveaux permettent de définir l'intensité de la variation. Le tableau ci-dessous récapitule ces informations. Les codes de couleurs présentés sont ceux qui sont utilisés dans les graphiques suivants. Une carte de présentation des évolutions de teneurs entre 1997 et 2003 en fonction des intensités de variation est disponible en Annexe 13 .

Type d'évolution	Intensité des variations			
	<u>Niveau 0</u> (Inférieure à 5 mg/l)	<u>Niveau 1</u> (entre 5 et 10 mg/l)	<u>Niveau 2</u> (entre 10 et 25 mg/l)	<u>Niveau 3</u> (supérieur à 25 mg/l)
Stagnation				
Amélioration				
Dégradation				

Tableau 11 : "Piémont eau et terroirs" - Définition de l'évolution et de l'intensité des variations possibles des concentrations en nitrates

La zone "Piémont eau et terroirs" rassemble 41 points de mesures communs aux inventaires de 1991 et 1997 et 150 points de mesures communs aux inventaires de 1997 et 2003. L'augmentation de 2 points de mesures ne pose pas de problème d'interprétation.

Entre 1991/1997 et 1997/2003, on constate une diminution du nombre de points de mesures dont les concentrations sont en dégradation, qui passe de 54 % à 30 % au profit des points de mesures dont les teneurs stagnent (+ 16 %) et des points de mesures dont les concentrations s'améliorent (+8%). Le secteur est donc dans une phase de stabilisation et montre déjà des phénomènes d'amélioration des teneurs. Compte tenu du nombre de points de mesures disponibles sur la zone, il est difficile d'aller plus loin dans l'interprétation de ces données.



3.3.4 Analyse de l'évolution du nombre de points de mesures par classe de teneurs et relation avec l'évolution et l'intensité des variations

L'analyse de l'évolution et de l'intensité des variations pour les périodes 1991/1997 et 1997/2003 présentée ci-dessus est complétée par une étude sur l'évolution, pour les mêmes périodes, du nombre de points de mesures par classe de teneurs.

Les classes de teneurs sont celles habituellement utilisées, à savoir:

- Inférieure ou égale à 10 mg/l (concentration dite naturelle)
- Supérieure à 10 mg/l et inférieure ou égale à 25 mg/l (25 mg/l est le seuil d'alerte européen)
- Supérieure à 25 mg/l et inférieure ou égale à 50 mg/l (limite de potabilité)
- Supérieure à 50 mg/l

A première vue, ce graphique montre une augmentation du nombre de points de mesures dans la tranche de teneurs "supérieures à 50 mg/l" et une diminution dans les autres tranches de teneurs. Ce constat semble surprenant au regard du constat d'amélioration et de stagnation énoncé plus haut.

L'analyse a donc été poussée plus loin et on se rend compte que, parmi les points de mesures ajoutés en 2003, il y a 5 points dans la classe "supérieure à 50 mg/l" et 5 dans la classe 25/50 mg/l. Les points de mesures abandonnés en 1997 étaient au nombre de 4 dans la classe 25/50 mg/l, 4 dans la classe 10/25 mg/l et 1 dans la classe "inférieure à 10 mg/l".

Si les points de mesures abandonnés en 1997 et ceux rajoutés en 2003 se compensent, ce n'est pas le cas dans la classe de teneurs "supérieures à 50 mg/l" qui voit son nombre de points de mesures augmenter par l'ajout de nouveaux points de mesures. Il y a donc peu de points de mesures qui changent de classe dans les tranches de teneurs supérieures à 25 mg/l. Le constat d'amélioration énoncé ci-dessus (augmentation du nombre de points de mesures dont les concentrations sont en amélioration) n'entraîne donc pas de déclassement

pour ces deux classes de teneur. L'intensité des variations reste trop faible; c'est notamment le cas des points de mesures en amélioration situés entre Obernai et Molsheim.

Les principaux changements de classe s'observent entre les points de mesures dont la concentration est "inférieure à 10 mg/l" et ceux dont la concentration est comprise entre 10 et 25 mg/l. Ces changements de classe sont localisés à un seul secteur, situé à la hauteur de Obernai entre l'Ehn et l'Andlau où toute une zone est en dégradation.

On note également que pour la partie en amont de Obernai, à l'exception d'un point à la hauteur de Barr, tous les points de mesures présentent des concentrations qui stagnent ou se dégradent. Il y a donc une partie Nord de cette zone qui tend à s'améliorer et une partie Sud où la stagnation prédomine.

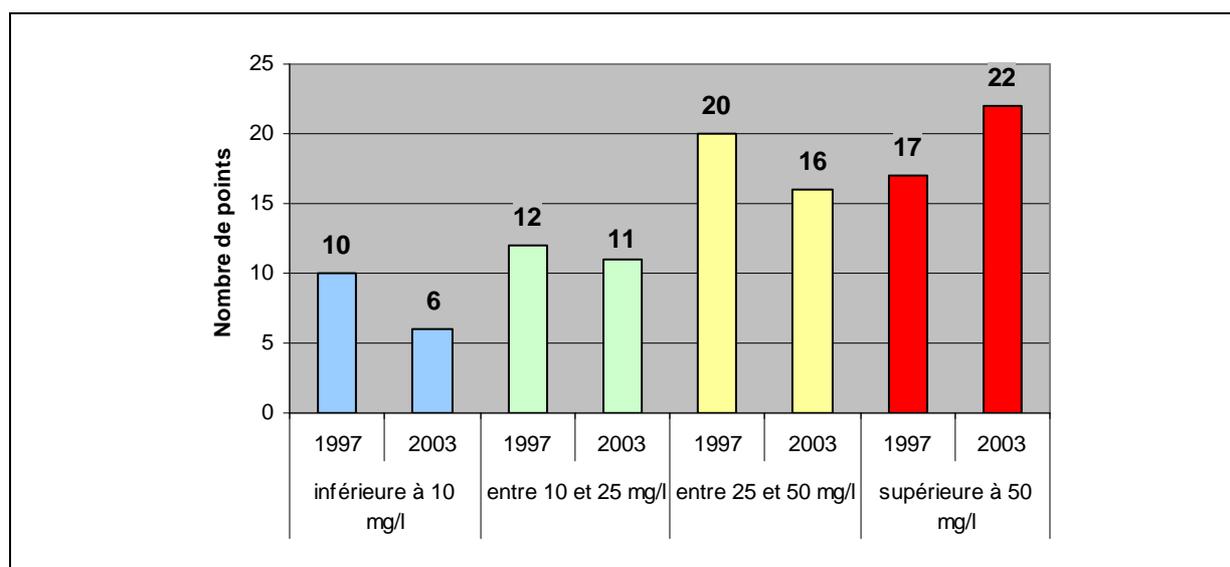


Figure 38 : "Piémont eau et terroirs" - Répartition du nombre de points de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire (en nombre de points de mesures)

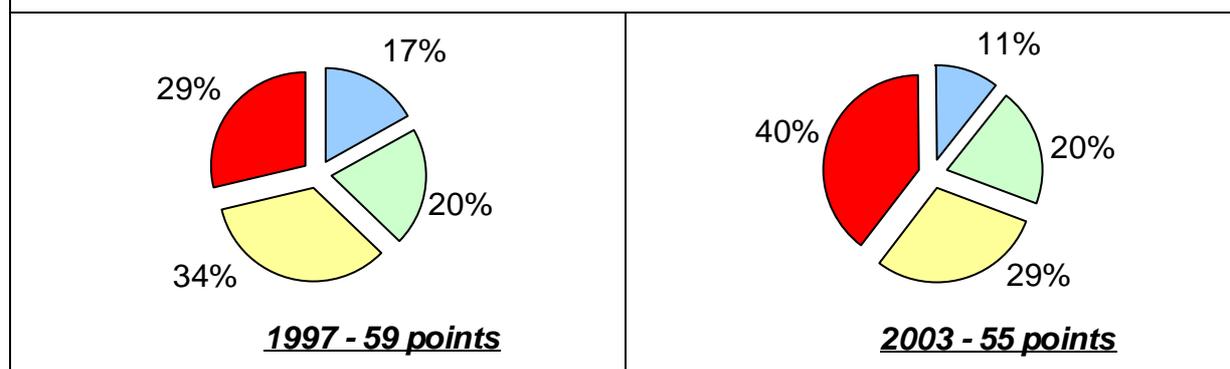


Figure 39 : "Piémont eau et terroirs" - Pourcentage de point par classe de concentrations pour 1997 et 2003

3.3.5 Analyse de l'évolution des pratiques agricoles

L'évaluation des modifications des pratiques de gestion de l'azote par les agriculteurs de l'opération "Piémont eau et terroirs" a été réalisée en 2003. Elle permet de faire un constat sur la gestion de l'azote.

Le solde CORPEN est de 37 U lors de l'évaluation, tandis que l'Excédent Azoté Global est de 230 tonnes. Le solde CORPEN est plus élevé chez les éleveurs. En ce qui concerne les balances azotées, elles montrent que les systèmes avec apport de matière organique sont les systèmes les plus à risque.

Ces trois indicateurs ne prenant pas en compte le type de sol, une analyse des pratiques de gestion de l'apport d'azote basée sur l'ajustement de la dose d'azote et du fractionnement doit compléter ces premières constatations.

En terme de doses, on note qu'elles ont peu évolué entre 1998 et 2003, seuls 26 % des agriculteurs suivent les conseils de l'opération. Les surfertilisations les plus fortes concernent les systèmes avec apports de matière organique et la monoculture de maïs.

Par ailleurs, les doses d'engrais azoté sur vigne sont très majoritairement conformes aux conseils, cependant la forme de l'azote et sa teneur dans l'engrais sont parfois mal connues. Effectivement, peu d'analyses de sols sont réalisées. Par contre, l'enherbement est devenu pratique courante.

Le fractionnement a été amélioré chez les éleveurs au nord du secteur et sur les limons.

En couplant les pratiques de fertilisation (dose et fractionnement), on s'aperçoit que seuls 22 % des agriculteurs obtiennent une bonne note globale pour la gestion de l'azote minéral en suivant les conseils diffusés par l'opération Fertimieux et 42 % ont des mauvaises évaluations.

Enfin, les CIPAN recouvrent 22 % des surfaces potentielles non ensemencées.

3.3.6 Synthèse et interprétation

L'analyse de l'évolution, de l'intensité des variations et du nombre de points de mesures par classe, montre que pour un diagnostic cohérent, il est nécessaire de combiner les résultats obtenus par chacune des approches.

On constate globalement pour cette zone, contrairement à la zone "Fert'III", que les secteurs les plus contaminés sont plutôt en stagnation et que des améliorations sont même constatées dans la partie Nord de la zone Fertimieux. Ces résultats sont surprenant au regard de l'évaluation Fertimieux qui annonce que " seuls 22 % des agriculteurs obtiennent une bonne note globale pour la gestion de l'azote minéral en suivant les conseils diffusés par l'opération Fertimieux et 42 % ont des mauvaises évaluations." D'autant plus que les zones concernées sont essentiellement au droit de cultures annuelles où le maïs domine et où, d'après l'évaluation Fertimieux, "Les surfertilisations les plus fortes concernent les systèmes avec apports de matière organique et la monoculture de maïs." L'explication est peut être à chercher du côté de la viticulture qui se trouve systématiquement en amont de ces zones et qui, d'après l'ARAA, seraient majoritairement conformes aux conseils " les doses d'engrais azoté sur vigne sont très majoritairement conformes aux conseils". Ces hypothèses restent évidemment à confirmer par des analyses plus poussées et probablement un suivi saisonnier.

Concernant les améliorations constatées essentiellement sur la partie Nord de la zone Fertimieux, il n'y a pas d'explication particulière qui apparaisse, mais l'évaluation indique que " Le fractionnement a été amélioré chez les éleveurs au nord du secteur et sur les limons." Il s'agit peut-être d'un facteur agissant dans le bon sens. Des études spécifiques sont bien sûr nécessaires pour confirmer cette hypothèse.

Cette zone n'échappe pas à la règle, même les zones de bordure qui a priori sont concernées par les mêmes problématiques n'évoluent pas uniformément. Il apparaît donc nécessaire d'agir différemment selon les sous-secteurs pour reconquérir uniformément la qualité de l'eau souterraine.

3.4 ZONE FERTIMIEUX "FERTI ZORN"

3.4.1 Caractéristiques générales de la zone

La zone Fertimieux "Ferti Zorn" porte sur une superficie de 400 km². La carte en Annexe 14 situe la zone dans son environnement.

Cette zone peut être subdivisée en 2 grandes unités géographiques, les collines sous-vosgiennes (vallée sous-vosgienne de la Zorn) et la plaine rhénane. Cette dernière est celle que nous étudions dans le présent rapport.

L'unité géographique plaine rhénane comprend le cône de déjection de la Zorn, le Kochersberg, les collines de Brumath et la vallée du Rhin. Elle est le siège d'une activité agricole importante composée essentiellement de cultures annuelles.

Sur la zone qui nous intéresse, on distingue 2 aquifères, l'aquifère principal de la plaine rhénane et l'aquifère pliocène.

L'aquifère pliocène est alimenté par les eaux de pluies qui s'infiltrent. Les eaux souterraines de cet aquifère ont un écoulement divergent avec une vitesse de circulation faible (de l'ordre d'1 mètre par jour). Surmontée en grande partie d'une couche de loess, ces terrains constituent une protection contre les pollutions, plus importante que pour l'aquifère principal.

L'aquifère principal rhénan reçoit dans ce secteur, en plus des pluies efficaces et des apports latéraux habituels (aquifère de bordure, eaux de ruissellements et cours d'eau), les eaux de l'aquifère Pliocène en contact direct avec la nappe phréatique du Rhin.

3.4.2 Statistiques descriptives

Les éléments de statistiques descriptives calculés en utilisant l'ensemble des points de mesures disponibles pour chaque année d'Inventaire sont présentés dans le Tableau 12.

	unité	1983	1991	1997	2003
Nombre de points de mesures		23	39	47	49
Moyenne	mg/l	18.8	36.7	27.1	30.0
Médiane	mg/l	14.0	14.5	14.2	15.2
Ecart-type	mg/l	17.1	68.3	38.8	38.9
Min	mg/l	LQ	LQ	LQ	LQ
Max	mg/l	69.0	280.0	152.0	156.0
CV	mg/l	0.91	1.86	1.43	1.29
IC/2	mg/l	7.12	21.88	11.33	11.11
	%	51	151	80	73
Différence Moyenne - Médiane	mg/l	4.8	22.2	12.9	14.8

Tableau 12 : "Ferti Zorn" - Moyennes et médianes sur les quatre années de mesures

La variation du nombre de points de mesures sur ce secteur illustre très bien la difficulté de trouver des points d'accès à la nappe de qualité. Il est également difficile de garder les mêmes points de mesures d'un inventaire sur l'autre. En conséquence, au vu de ces résultats, on peut conclure que les variations de la moyenne et de la médiane enregistrées

entre ces quatre inventaires ne sont pas significatives. Nous proposons également de limiter les interprétations à la comparaison des résultats des inventaires de 1997 et 2003.

3.4.3 Analyse de l'évolution et de l'intensité des variations

Les points de mesures sélectionnés pour cette analyse correspondent, aux points communs des campagnes de 1997 et 2003.

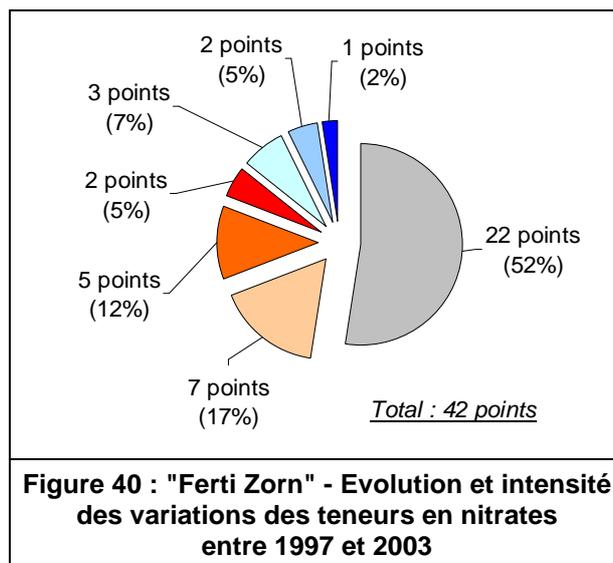
L'évolution des concentrations en nitrates pour un point de mesure peut être de 3 types : l'amélioration ou la dégradation lorsque l'intensité de la variation est significative et la stagnation lorsque l'intensité de la variation est inférieure à 5 mg/l. Lorsque l'évolution dépasse 5 mg/l, trois niveaux permettent de définir l'intensité de la variation. Le tableau ci-dessous récapitule ces informations. Les codes de couleurs présentés sont ceux qui sont utilisés dans les graphiques suivants. Une carte de présentation des évolutions de teneurs entre 1997 et 2003 en fonction des intensités de variation est disponible en Annexe 15 .

Type d'évolution	Intensité des variations			
	<i>Niveau 0</i> (Inférieure à 5 mg/l)	<i>Niveau 1</i> (entre 5 et 10 mg/l)	<i>Niveau 2</i> (entre 10 et 25 mg/l)	<i>Niveau 3</i> (supérieur à 25 mg/l)
Stagnation				
Amélioration				
Dégradation				

Tableau 13 : "Ferti Zorn" - Définition de l'évolution et de l'intensité des variations possibles des concentrations en nitrates

On constate d'après ces données que le secteur est plutôt en phase de dégradation que d'amélioration. 34 % des points de mesures ont une concentration en dégradation contre seulement 14% des points de mesures qui enregistrent une amélioration de leur teneur en nitrates. Il peut être noté que la répartition des dégradations et des augmentations dans les différents niveaux d'intensité n'est pas sensiblement différente d'un type d'évolution (dégradation, amélioration ou stabilisation) à l'autre.

Un peu plus de la moitié des points de mesures présente une teneur en stagnation, il est donc important de vérifier la localisation de ces ouvrages notamment par rapport aux deux aquifères qui constituent le réservoir d'eau souterraine de ce secteur.



3.4.5 Analyse de l'évolution du nombre de points de mesures par classe de teneurs et relation avec l'évolution et l'intensité des variations

L'analyse de l'évolution et de l'intensité des variations pour la période 1997/2003 présentée ci-dessus est complétée par une étude sur l'évolution, pour les mêmes périodes, du nombre de points de mesures par classe de teneurs.

Les classes de teneurs sont celles habituellement utilisées, à savoir:

- Inférieure ou égale à 10 mg/l (concentration dite naturelle)
- Supérieure à 10 mg/l et inférieure ou égale à 25 mg/l (25 mg/l est le seuil d'alerte européen)
- Supérieure à 25 mg/l et inférieure ou égale à 50 mg/l (limite de potabilité)
- Supérieure à 50 mg/l

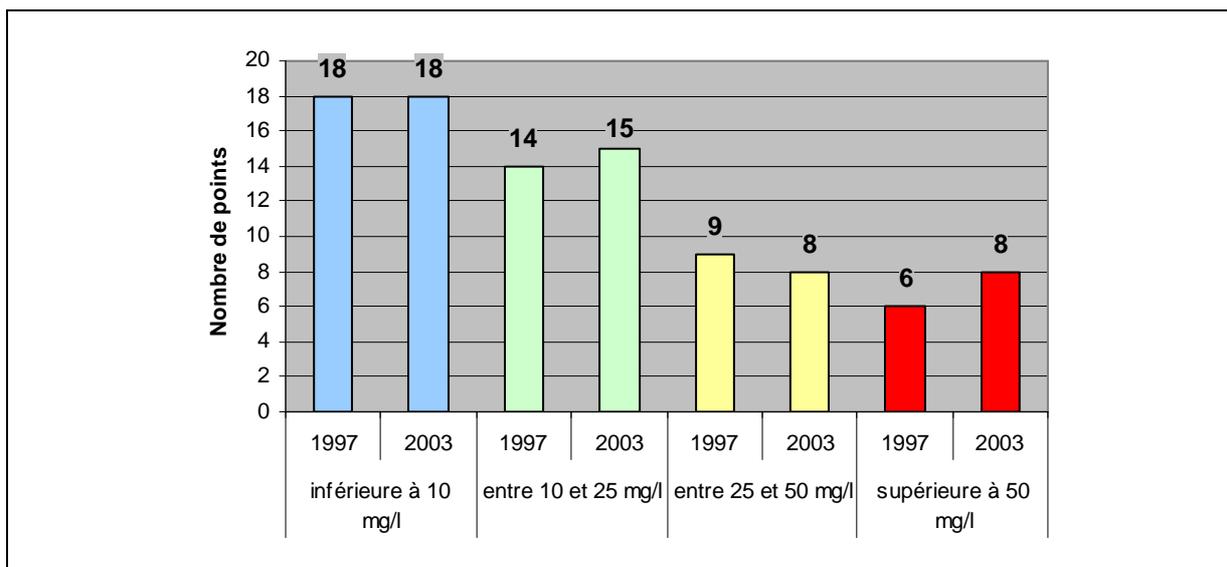


Figure 41 : "Ferti Zorn" - Répartition du nombre de points de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire (en nombre de points de mesures)

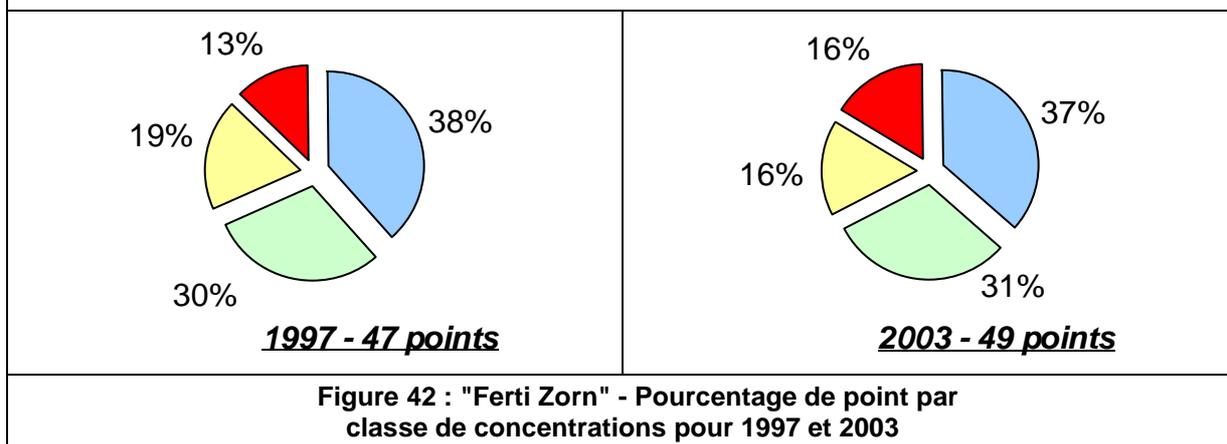


Figure 42 : "Ferti Zorn" - Pourcentage de point par classe de concentrations pour 1997 et 2003

Le graphique présenté ci-dessus ne permet pas de conclure sur des évolutions de teneurs qui auraient permis le passage de points de mesures d'une classe de teneurs à l'autre.

On peut cependant remarquer une dégradation de la qualité des eaux souterraines au débouché de la Zorn dans la plaine avec des dégradations comprises entre 10 et 25 mg/l qui révèlent la présence d'une zone de pollution supérieure à 50 mg/l en rive gauche de la Zorn. Il n'y a d'ailleurs plus dans ce secteur de points de mesures dans la classe de teneurs "inférieures à 10 mg/l" malgré la présence d'un cours d'eau important.

Les autres améliorations et dégradations des teneurs constatées n'ont pas conduit à des changements de classe mais on notera une dégradation générale, sur pratiquement tous les points de mesures, du front aval de la zone de concentration "supérieure à 50 mg/l".

En dehors de l'aquifère du Pliocène, c'est sans conteste la stabilisation qui domine en plaine avec plus de 80% des points de mesures qui ne présentent aucune évolution significative de la qualité des eaux souterraines.

3.5.5 Analyse de l'évolution des pratiques agricoles

L'évaluation des modifications des pratiques de gestion de l'azote par les agriculteurs de l'opération "Ferti Zorn" a été réalisée en 2002.

Le solde CORPEN est de 41 U lors de l'évaluation. Sur l'ensemble de la zone, l'Excédent Azoté Global est de 895 tonnes, il a diminué de 30 % depuis 1996, ce qui montre une réduction de la pression des agriculteurs. En ce qui concerne les balances azotées, celles-ci distinguent comme systèmes à risque, les systèmes avec déjections animales et la monoculture de maïs.

Ces trois indicateurs ne prenant pas en compte le type de sol, une analyse des pratiques de gestion de l'apport d'azote basée sur l'ajustement de la dose d'azote et du fractionnement doit compléter ces premières constatations.

Concernant les doses, 60 % des d'agriculteurs suivent les doses préconisées par l'opération "Ferti Zorn". Elles montrent que la surfertilisation concerne surtout la culture du maïs. En effet, 60 % des surfaces de maïs sont surfertilisées, avec un maximum de 20 U par dose conseillée. L'apport n'est généralement pas ajusté sur les sols profonds, où les fournitures en azote du sol ne sont pas prises en compte.

En couplant les pratiques de fertilisation (dose et fractionnement), on s'aperçoit que seuls 13 % des agriculteurs obtiennent une bonne note globale pour la gestion de l'azote minérale en suivant les conseils diffusés par l'opération "Ferti Zorn".

Enfin, les CIPAN se sont bien développées de 1996 à 1998 et recouvrent 35 % des surfaces potentielles.

3.5.6 Synthèse et interprétation

L'analyse de l'évolution de la qualité des eaux souterraines montre que la partie de la zone située en plaine Rhénane est en stabilisation presque "parfaite". De toutes les zones, c'est ce secteur qui représente le mieux la stabilisation. Ce résultat est probablement à mettre en relation avec les capacités réductrices de la zone et la participation assez importante des agriculteurs (par rapport aux autres zones Fertimieux) : "60 % des d'agriculteurs suivent les doses préconisées par l'opération "Ferti Zorn"". Les améliorations ne sont pas encore effectives, peut-être parce que la surfertilisation qui persiste concerne surtout la culture du maïs : "60 % des surfaces de maïs sont surfertilisées, avec un maximum de 20 U par dose conseillée" et que la culture intensive de maïs concerna particulièrement ce secteur.

Pour le secteur au droit du Pliocène de Haguenau, le bilan est plus contrasté mais plutôt négatif. Les améliorations et les dégradations de teneurs les plus significatives sont essentiellement localisées dans les zones contaminées (25/50 mg/l et supérieures à 50 mg/l) mais reste insuffisantes pour permettre des changements de classe. Il est également inquiétant de constater une dégradation des teneurs sur plus de 50% des points de mesures situés en bordure de la grande zone fortement contaminées (supérieures à 50 mg/l). Les résultats de l'évaluation Fertimieux ne permettent pas de faire des parallèles entre l'évolution des pratiques agricole et la qualité des eaux souterraines, notamment parce qu'elle ne permet pas une localisation des secteurs les plus concernés par la surfertilisation. Il n'est donc pas possible de rapprocher ce diagnostic des observations faites sur l'évolution de la qualité des eaux souterraines du Pliocène de Haguenau.

3.6 ZONE FERTIMIEUX "KOCHERSBERG"

3.6.1 Caractéristiques générales de la zone

La zone Fertimieux "Ferti-Kochersberg" s'étend selon un axe Ouest / Est contrairement aux zones "Hardt eau vive", "Fert'III", "Collines eau et terroirs" et "Piémont eau et terroirs". La carte en Annexe 16 situe la zone dans son environnement.

Les principaux cours d'eau s'écoulent majoritairement d'Ouest en Est, il s'agit de la Mossig, la Souffel et le Landgraben. La grande majorité de la surface de cette zone est en dehors de l'emprise de la nappe. Si l'agriculture intensive est très largement majoritaire dans l'ensemble de la zone (par rapport à la vigne), le secteur que nous étudions ne contient pas de vigne et est plus urbain que le reste de la zone. La périphérie de Strasbourg qui est comprise dans cette zone en est la principale raison.

La profondeur du toit de la nappe est globalement élevée (entre 5 et 20 m) et l'on constate des secteurs où la profondeur dépasse 20 mètres (cf carte en Annexe 9). L'écoulement de la nappe est globalement Nord-Est à Est-Nord-Est.

3.6.2 Statistiques descriptives

Les éléments de statistiques descriptives calculés en utilisant l'ensemble des points de mesures disponibles pour chaque année d'Inventaire sont présentés dans le Tableau 14.

	unité	1983	1991	1997	2003
Nombre de points de mesures		15	29	31	35
Moyenne	mg/l	12.6	22.1	26.7	28.4
Médiane	mg/l	9.5	12.9	13.6	18.2
Ecart-type	mg/l	14.7	37.3	41.5	36.6
Min	mg/l	LQ	LQ	LQ	LQ
Max	mg/l	55.0	174.0	180.0	148.0
CV	mg/l	1.17	1.69	1.56	1.29
IC/2	mg/l	7.61	13.84	14.89	12.37
	%	80	107	110	68
Différence Moyenne - Médiane	mg/l	3.1	9.2	13.1	10.2

Tableau 14 : "Ferti-Kochersberg" - Moyennes et médianes sur les quatre années de mesures

Les éléments recueillis montrent que les données disponibles ne sont pas fiables pour une utilisation de la moyenne et de la médiane ou de tout autre analyse statistique sur ce secteur. On peut simplement retenir que le secteur semble moins contaminé que par exemple "Collines eau et terroirs" ou "Fert'III" mais de très fortes valeurs ont tout de même été mesurées dans cette zone.

3.6.3 Analyse de l'évolution et de l'intensité des variations

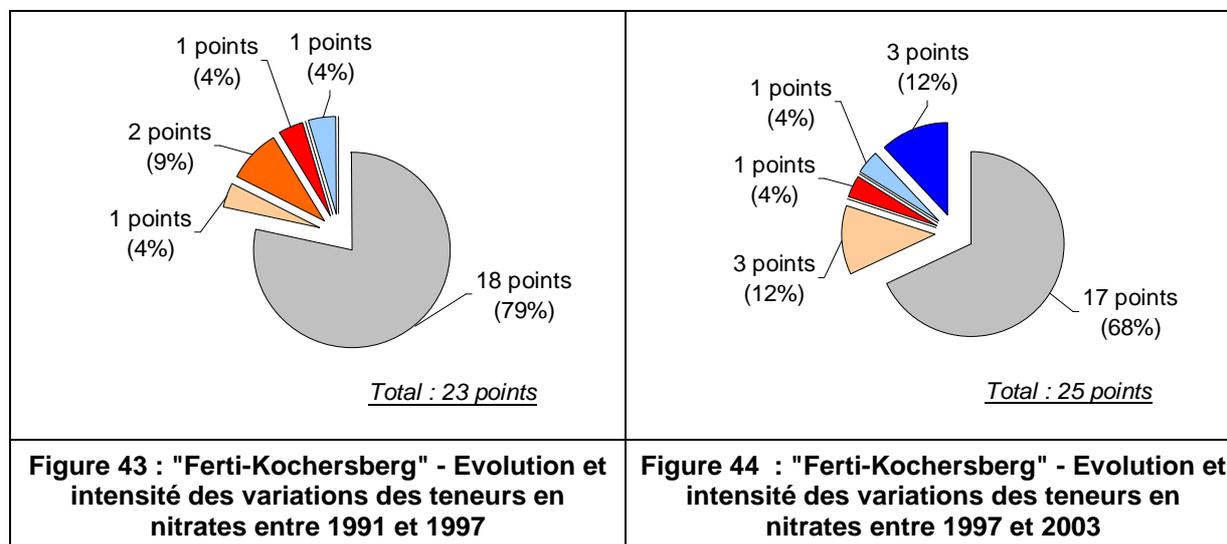
Les points de mesures sélectionnés pour cette analyse correspondent, dans chaque cas, aux points de mesures communs aux campagnes choisies (1991/1997 et 1997/2003).

L'évolution des concentrations en nitrates pour un point de mesure peut être de 3 types : l'amélioration ou la dégradation lorsque l'intensité de la variation est significative et la stagnation lorsque l'intensité de la variation est inférieure à 5 mg/l. Lorsque l'évolution dépasse 5 mg/l, trois niveaux permettent de définir l'intensité de la variation. Le tableau ci-dessous récapitule ces informations. Les codes de couleurs présentés sont ceux qui sont utilisés dans les graphiques suivants. Une carte de présentation des évolutions de teneurs entre 1997 et 2003 en fonction des intensités de variation est disponible en Annexe 17 .

Type d'évolution	Intensité des variations			
	<u>Niveau 0</u> (Inférieure à 5 mg/l)	<u>Niveau 1</u> (entre 5 et 10 mg/l)	<u>Niveau 2</u> (entre 10 et 25 mg/l)	<u>Niveau 3</u> (supérieur à 25 mg/l)
Stagnation				
Amélioration				
Dégradation				

Tableau 15 : "Ferti-Kochersberg" - Définition de l'évolution et de l'intensité des variations possibles des concentrations en nitrates

L'analyse porte sur très peu de points de mesures, il est donc hasardeux de proposer une interprétation. Il semble néanmoins que la stagnation des teneurs prévaut dans ce secteur. L'augmentation du nombre de points de mesures dont les concentrations sont en amélioration laisse éventuellement penser que l'amélioration prime sur les dégradations de teneurs, mais sans que cette affirmation soit irréfutable.



3.6.4 Analyse de l'évolution du nombre de points de mesures par classe de teneurs et relation avec l'évolution et l'intensité des variations

L'analyse de l'évolution et de l'intensité des variations pour les périodes 1991/1997 et 1997/2003 présentée ci-dessus est complétée par une étude sur l'évolution, pour les mêmes périodes, du nombre de points de mesures par classe de teneurs.

Les classes de teneurs sont celles habituellement utilisées, à savoir:

- Inférieure ou égale à 10 mg/l (concentration dite naturelle)
- Supérieure à 10 mg/l et inférieure ou égale à 25 mg/l (25 mg/l est le seuil d'alerte européen)
- Supérieure à 25 mg/l et inférieure ou égale à 50 mg/l (limite de potabilité)
- Supérieure à 50 mg/l

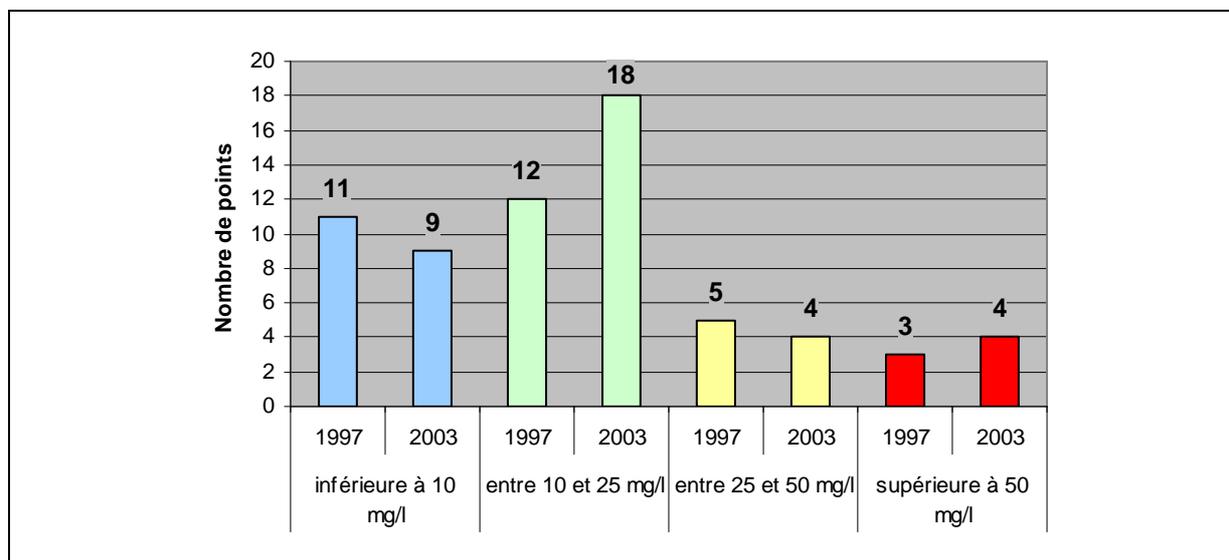


Figure 45 : "Ferti-Kochersberg" - Répartition du nombre de points de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire (en nombre de points de mesures)

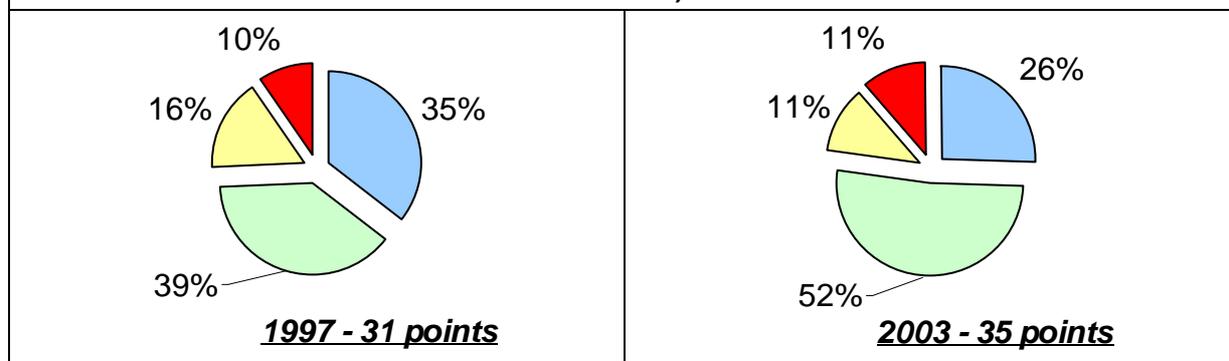


Figure 46 : "Ferti-Kochersberg" - Pourcentage de points par classe de concentration pour 1997 et 2003

L'observation de la répartition des points de mesures par classe de teneur en tenant compte des ajouts de points de mesures en 2003 ne permet pas de tirer d'informations importantes de ces données. On constate simplement qu'il y a quelques points de mesures qui ont changé de classe pour augmenter les effectifs de la classe de teneurs 10/25 mg/l. Ces points de mesures proviennent essentiellement de la zone 25/50 mg/l qui compense la perte par de nouveaux points de mesures. Il n'est cependant pas envisageable de parler d'une amélioration globale et significative de la qualité des eaux du secteur. Tout au plus on peut parler d'une stabilisation de la situation.

3.6.5 Analyse de l'évolution des pratiques agricoles

L'évaluation des modifications des pratiques de gestion de l'azote par les agriculteurs de l'opération "Ferti-Kochersberg" a été réalisée en 1998. Elle permet de faire un constat sur la gestion de l'azote et de mettre en évidence certaines améliorations.

Le solde CORPEN est de 26 U lors de l'évaluation. Sur l'ensemble de la zone, l'Excédent Azoté Global est de 670 tonnes. En ce qui concerne les balances azotées, celles-ci montrent que les systèmes les plus à risque sont les systèmes utilisant les déjections animales et la monoculture de maïs avec cultures d'été dominantes.

Ces trois indicateurs ne prenant pas en compte le type de sol, une analyse des pratiques de gestion de l'apport d'azote basée sur l'ajustement de la dose d'azote et du fractionnement doit compléter ces premières constatations.

En ce qui concerne les doses, l'apport n'est généralement pas ajusté sur les loess, où les fournitures en azote du sol ne sont pas prises en compte. Quand au fractionnement, il semble avoir été bien adopté par les agriculteurs.

En couplant les pratiques de fertilisation (dose et fractionnement), on s'aperçoit que seuls 23 % des agriculteurs obtiennent une bonne note globale pour la gestion de l'azote minéral en suivant les conseils diffusés par l'opération "Ferti-Kochersberg".

Enfin, les CIPAN sont rares et ne recouvrent que 12 % des surfaces potentielles.

3.6.6 Synthèse et interprétation

Compte tenu de la faible proportion de la surface totale que nous avons étudiée, il est impossible de relier l'évolution des pratiques agricoles avec les quelques évolutions de la qualité des eaux souterraines constatées au droit du secteur d'étude.

Concernant strictement la qualité des eaux de la zone, c'est la stagnation qui semble être l'information la plus pertinente à retenir avec cependant un espoir d'amélioration au niveau de la zone fortement contaminée au débouché du Landgraben.

3.7 ZONE FERTIMIEUX "FERTI NORD ALSACE"

3.7.1 Caractéristiques générales de la zone

L'opération Fertimieux "Ferti Nord Alsace" est l'opération située la plus au Nord de la Région. Elle s'étend sur 570 km² et concerne 18 360 ha de surface agricole utile. Cette opération a débuté en 2000. La première évaluation a eu lieu en 2005. La carte en Annexe 18 situe la zone dans son environnement.

La zone est parcourue par plusieurs cours d'eau importants qui dans un premier temps s'écoulent d'Ouest en Est puis qui s'infléchissent progressivement pour prendre une direction d'écoulement parallèle au Rhin. Cet infléchissement se fait au moment du passage du cours d'eau au droit du contact entre l'aquifère du Pliocène et l'aquifère rhénan.

L'aquifère du Pliocène, localisé sous la terrasse de Haguenau est une nappe moins productive que l'aquifère rhénan. Cet aquifère contigu à celui de la zone "Ferti Zorn" s'écoule vers l'Est à une vitesse plus lente que l'aquifère rhénan (de l'ordre de 30 cm par jour). Les alluvions du Pliocène débutent au pied des Vosges où elles sont peu épaisses et plongent sous les alluvions rhénanes aux environs de Soufflenheim.

Les deux nappes sont situées à faible profondeur et sont très vulnérables aux pollutions. Les eaux du Rhin s'infiltrent dans la nappe et il en est de même pour les eaux de la Moder, de la Sauer et du Seltzbach sur la partie Ouest du secteur. Plus à l'Est, dans la plaine, les relations nappe / rivière s'inversent et c'est la Moder et la Sauer qui drainent la nappe. On peut également signaler que l'Eberbach est alimenté en partie par la nappe du Pliocène de Haguenau.

3.7.2 Statistiques descriptives

Les éléments de statistiques descriptives calculés en utilisant l'ensemble des points de mesures disponibles pour chaque année d'Inventaire sont présentés dans le Tableau 16.

	unité	1983	1991	1997	2003
Nombre de points de mesures		27	62	72	69
Moyenne	mg/l	5.2	21.2	20.0	15.3
Médiane	mg/l	3.5	6.9	9.1	5.9
Ecart-type	mg/l	6.1	38.1	25.9	19.8
Min	mg/l	LQ	LQ	LQ	LQ
Max	mg/l	28.0	190.0	1.29	1.30
CV	mg/l	1.18	1.80	1.29	1.30
IC/2	mg/l	2.36	9.67	6.10	4.77
	%	67	141	67	81
Différence Moyenne - Médiane	mg/l	1.7	14.4	11.0	9.4

Tableau 16 : "Ferti Nord Alsace" - Moyennes et médianes sur les quatre années de mesures

Les éléments recueillis montrent que les données de l'année 1983 ne sont pas exploitables avec la même fiabilité que les Inventaires réalisés en 1991, 1997 et 2003. Le nombre de points de mesures est nettement inférieur aux autres inventaires et n'avait pas pour objectif de dresser un constat global sur toute la zone.

Etude de valorisation des Inventaires de la qualité des eaux souterraines de la plaine d'alsace (1983 et 2003)

Les moyennes et les médianes des Inventaires de 1991, 1997 et 2003 sont plus fiables que celles calculées en 1983 et l'intervalle de confiance calculé, même s'il est plus élevé en 1991, tend à diminuer. Les variations d'une année à l'autre de plusieurs paramètres de statistiques étant relativement importantes sur ce secteur, il est difficile de se fier aux évolutions de la moyenne et de la médiane.

Au vu de ces résultats, on peut conclure que les variations de la moyenne et de la médiane enregistrées entre ces trois inventaires ne sont pas significatives.

3.7.3 Analyse de l'évolution et de l'intensité des variations

Les points de mesures sélectionnés pour cette analyse correspondent, dans chaque cas, aux points de mesures communs aux campagnes choisies (1991/1997 et 1997/2003).

L'évolution des concentrations en nitrates pour un point de mesure peut être de 3 types : l'amélioration ou la dégradation lorsque l'intensité de la variation est significative et la stagnation lorsque l'intensité de la variation est inférieure à 5 mg/l. Lorsque l'évolution dépasse 5 mg/l, trois niveaux permettent de définir l'intensité de la variation. Le tableau ci-dessous récapitule ces informations. Les codes de couleurs présentés sont ceux qui sont utilisés dans les graphiques suivants. Une carte de présentation des évolutions de teneurs entre 1997 et 2003 en fonction des intensités de variation est disponible en Annexe 19 .

Type d'évolution	Intensité des variations			
	<i>Niveau 0</i> (Inférieure à 5 mg/l)	<i>Niveau 1</i> (entre 5 et 10 mg/l)	<i>Niveau 2</i> (entre 10 et 25 mg/l)	<i>Niveau 3</i> (supérieure à 25 mg/l)
Stagnation				
Amélioration				
Dégradation				

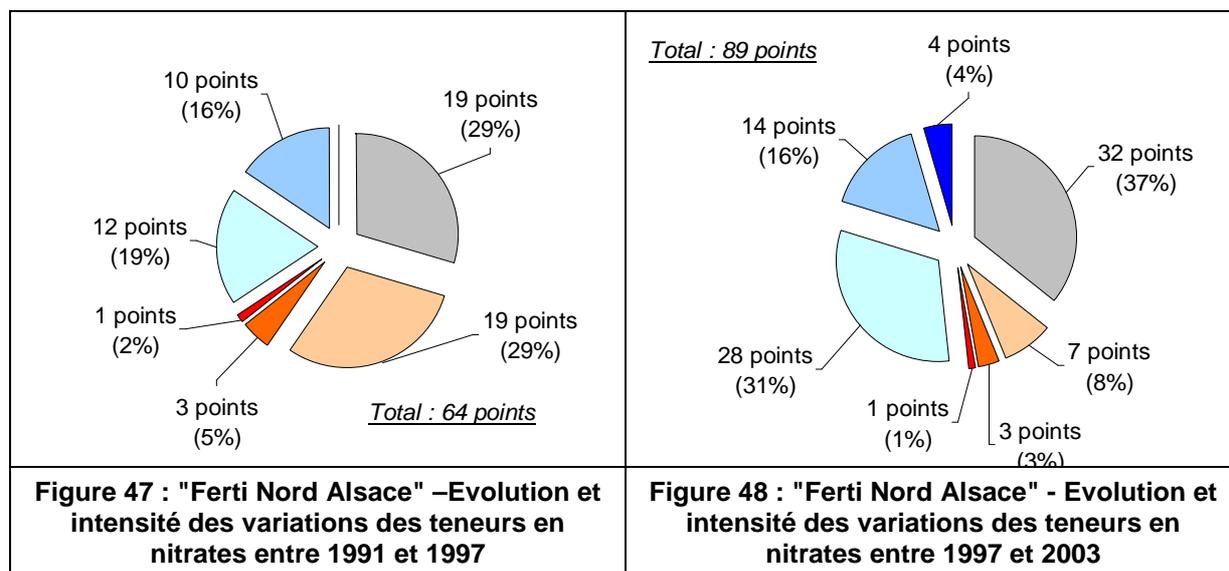
Tableau 17 : "Ferti Nord Alsace" - Définition de l'évolution et de l'intensité des variations possibles des concentrations en nitrates

Tout d'abord, on constate une progression significative du nombre de points de mesures communs pour la période 1997/2003. Les ajouts de points de mesures réalisés en 1997 et maintenus en 2003 permettent un diagnostic fiable au moins pour les évolutions observées entre 1997 et 2003.

Il apparaît assez juste de considérer que sur la période 1991/1997, la qualité de l'eau s'est dégradé dans ce secteur et surtout dans la partie pliocène de la zone. Le faible nombre de points de mesures dont les concentrations sont en stabilisation montre que, même dans la partie rhénane de la zone, les évolutions observées ne suivent pas un schéma clair. En d'autres termes, l'évolution est aléatoire et très conditionnée par probablement les facteurs climatiques et les pratiques agricoles encore peu encadrées à l'époque.

Sur la période 1997/2003, c'est très nettement les améliorations de teneurs qui sont observables. Même si ces améliorations sont majoritairement de faible intensité (entre 5 et 10 mg/l) c'est tout de même 18 points de mesures sur 65 qui ont une concentration qui diminue de plus de 10 mg/l.

L'observation de la localisation des points de mesures qui ont une concentration stagnante mais dont les effectifs augmentent, est intéressante, notamment pour constater ou non des évolutions dans le Pliocène de Haguenau.



3.7.4 Analyse de l'évolution du nombre de points de mesures par classe de teneurs et relation avec l'évolution et l'intensité des variations

L'analyse de l'évolution et de l'intensité des variations pour les périodes 1991/1997 et 1997/2003 présentée ci-dessus est complétée par une étude sur l'évolution, pour les mêmes périodes, du nombre de points de mesures par classe de teneurs.

Les classes de teneurs sont celles habituellement utilisées, à savoir:

- Inférieure ou égale à 10 mg/l (concentration dite naturelle)
- Supérieure à 10 mg/l et inférieure ou égale à 25 mg/l (25 mg/l est le seuil d'alerte européen)
- Supérieure à 25 mg/l et inférieure ou égale à 50 mg/l (limite de potabilité)
- Supérieure à 50 mg/l

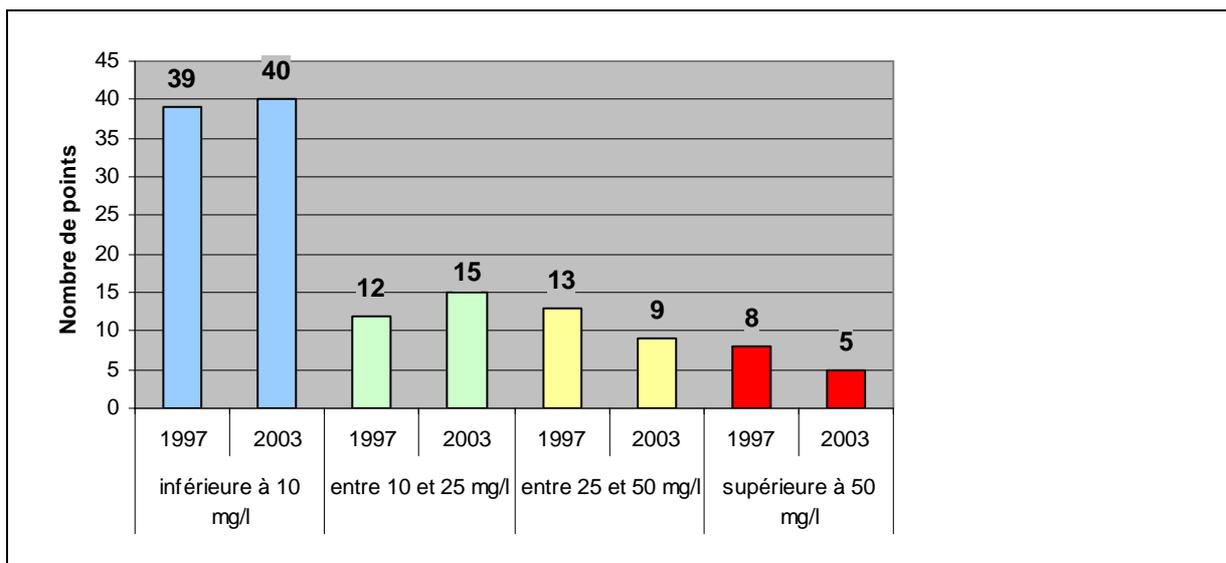


Figure 49 : "Ferti Nord Alsace" - Répartition du nombre de points de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire (en nombre de points de mesures)

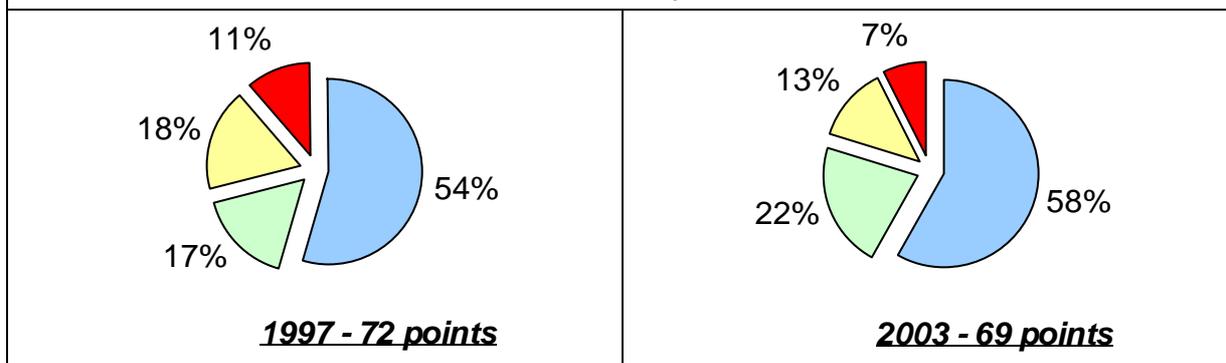


Figure 50 : "Ferti Nord Alsace" - Pourcentage de points de mesures par classe de concentration pour 1997 et 2003

Dans ce cas, le graphique représente assez bien la réalité des changements de classe. Dans le Pliocène de Haguenau, les changements de classe constatés sont corrélés avec les améliorations de teneurs observées sur les points de mesures. 4 points de mesures dont la concentration était "supérieure à 50 mg/l" sont passés dans la tranche inférieure, et malgré ce transfert, le nombre de points de mesures dans la classe 25/50 mg/l a globalement diminué. En parallèle, certains points dont la concentration était comprise entre 25 et 50 mg/l ont vu leur teneur diminué et sont allés enrichir l'effectif des points de mesures de la classe 10/25 mg/l.

En dehors de quelques points localisés, enregistrant de faibles augmentations mais sans réel impact sur l'aquifère, il est assez inquiétant de constater que tout un secteur du Pliocène de Haguenau situé au Nord de la zone enregistre des augmentations dans les trois niveaux d'intensité de variation.

Par contre, en plaine d'Alsace, c'est la stabilisation et l'amélioration qui se côtoie. Ainsi 2/3 des points de mesures ont des concentrations en stabilisation et le restant des points de mesures enregistre des améliorations de teneurs. Seul un point au niveau de Lauterbourg enregistre une évolution négative de sa teneur en nitrates.

3.7.5 Analyse de l'évolution des pratiques agricoles

L'évaluation des modifications des pratiques de gestion de l'azote par les agriculteurs de l'opération "Ferti Nord Alsace" réalisée en 2004 permet de faire un constat sur la gestion de l'azote et de mettre en évidence certaines améliorations.

Le solde CORPEN est de 45 U lors de l'évaluation. Sur l'ensemble de la zone, l'Excédent Azoté Global est de 570 tonnes, il a diminué de 10 % depuis 1999, ce qui montre une réduction de la pression des agriculteurs. Le solde CORPEN des systèmes des éleveurs est le plus élevé.

Ces indicateurs ne prenant pas en compte le type de sol, une analyse des pratiques de gestion de l'apport d'azote basée sur l'ajustement de la dose d'azote et du fractionnement doit compléter ces premières constatations.

L'analyse des doses montre qu'il y a une meilleure prise en compte des matières organiques épandues. L'apport n'est généralement pas ajusté sur les sols limoneux profonds, où les fournitures en azote du sol ne sont pas prises en compte.

En couplant les pratiques de fertilisation (dose et fractionnement), on s'aperçoit qu'il reste des progrès à réaliser notamment chez les agriculteurs de moins de 30 ha et chez les éleveurs avec cultures spéciales. 38 % des surfaces de maïs sont bien fertilisées.

Enfin, les CIPAN se sont bien développées de 1999 à 2003 et recouvrent 12 % des surfaces potentielles.

3.7.6 Synthèse et interprétation

L'analyse de l'évolution de la qualité des eaux souterraines montre que la partie de la zone située en plaine rhénane présente une qualité d'eau souterraine en stabilisation avec une tendance nette à l'amélioration. De toutes les zones, c'est ce secteur qui est entré dans la dynamique d'amélioration la plus certaine.

Ce résultat est probablement à mettre en relation avec les capacités réductrices de la zone. Il est très incertain, dans l'état actuel des données, d'évaluer la part d'amélioration liée à l'évolution des pratiques agricoles. On peut cependant souligner que les agriculteurs de plaine sont ceux qui pratiquent majoritairement la culture intensive de maïs, et d'après les résultats de l'évaluation Fertimieux, 38 % des surfaces de maïs sont bien fertilisées.

Pour le secteur au droit du Pliocène, le bilan est plus contrasté mais pour l'essentiel de la zone, plutôt positif. Stagnation et amélioration sont majoritaires par rapport aux dégradations qui concernent soit une zone précise, soit sont ponctuels et répartis aléatoirement. Seul un secteur du Pliocène tout au Nord de la zone se dégrade significativement. Ce secteur subit vraisemblablement une dégradation locale de la qualité des eaux souterraines vis-à-vis des nitrates, qu'il est essentiel de surveiller et de diminuer pour éviter la migration massive de cette pollution vers la nappe rhénane. Phénomène qui est peut-être déjà engagé dans le secteur de Lauterbourg. Les résultats de l'évaluation Fertimieux ne permettent pas de faire des parallèles entre l'évolution des pratiques agricoles et la qualité des eaux souterraines, notamment car elle ne permet pas une localisation des exploitations de moins de 30 ha où des progrès restent à faire : "En couplant les pratiques de fertilisation (dose et fractionnement), on s'aperçoit qu'il reste des progrès à réaliser notamment chez les agriculteurs de moins de 30 ha et chez les éleveurs avec cultures spéciales". Il n'est donc

pas possible de rapprocher ce diagnostic des observations faites sur l'évolution de la qualité des eaux souterraines du Pliocène de Haguenau.

4 EVOLUTION DES TENEURS EN PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Pour l'étude de l'évolution des teneurs en produits phytosanitaires, l'analyse sera décomposée par bassin versant (cf Annexe 3) sur toute l'étendue de la plaine d'Alsace, Pliocène compris.

4.1 ATRAZINE ET SES METABOLITES

4.1.1 Introduction

4.1.1.1 Généralités sur l'atrazine et ses métabolites

L'atrazine est un herbicide utilisé jusqu'en 2003 essentiellement dans la culture du maïs, mais également en viticulture, dans la culture des asperges et en horticulture. Elle a également été longtemps utilisée pour le désherbage des voiries, des voies ferrées ou des espaces verts.

La molécule d'atrazine est caractérisée dans les eaux souterraines par une forte rémanence et par une grande mobilité.

Elle est dégradée en déséthylatrazine et en d'autres métabolites (notamment la désisopropylatrazine), qui sont également rémanents.

En France, de juillet 1997 à janvier 2003, l'autorisation d'utilisation de cet herbicide a été limitée aux seuls usages agricoles, l'apport d'atrazine ou de simazine, ou du mélange atrazine/simazine, ne devant pas dépasser 1000 g/ha. Depuis 2003, son utilisation a été totalement interdite.

4.1.1.2 Diagnostic 2003

Les prélèvements ont été effectués sur 733 points de mesures en Alsace, contre 422 en 1997 pour l'atrazine (Atra.) et ses deux métabolites, la déséthylatrazine (DEA) et la désisopropylatrazine (DIA).

La carte en Annexe 20, présentant les résultats de l'Inventaire de 2003, permet de relever la présence d'atrazine ou/et de ses métabolites dans les eaux souterraines pour une concentration supérieure à 0,025 µg/l (limite de quantification maximale pour les trois molécules). Elle permet de disposer d'un diagnostic rassemblant toutes les données disponibles sur cette problématique et de faire ressortir les secteurs les plus contaminés.

Pour l'Inventaire 2003, différentes limites de quantification ont été utilisées selon la zone géographique de l'échantillon et selon la nature de la molécule. L'analyse globale sur l'atrazine et ses métabolites est réalisée à partir de la limite de quantification maximale commune à toutes les molécules (0,025 µg/l), tandis que pour les molécules prises individuellement, la limite de quantification propre à chaque molécule est prise en compte.

Sur l'ensemble des 733 points de mesures du réseau, on observe un dépassement de la limite de potabilité (0,1 µg/l) pour l'atrazine ou l'un de ses métabolites sur 123 points de mesures (soit 16,8 %). Parmi ces points de mesures, 77 présentent des dépassements pour 1 seule des molécules, 42 points dépassent la limite de potabilité pour 2 des 3 molécules et 4 points dépassent à la fois pour l'atrazine et ses deux métabolites.

L'atrazine et/ou l'un de ses métabolites sont détectés sur plus de 60 % des points de mesures du réseau en considérant la limite de quantification 0,025 µg/l, ce qui montre que l'atrazine et plus encore ses métabolites, sont des molécules stables dans les eaux souterraines. Même si l'usage est désormais interdit, la contamination de la nappe, inhérente à l'emploi de cette substance dans le passé, est durable.

Même si l'ensemble de la nappe est touchée par cette pollution, la partie amont de la plaine, au Sud de Colmar, apparaît plus fortement contaminée (Nord de Mulhouse, notamment en rive droite de l'Ill et dans le piémont oriental du Sundgau).

Par ailleurs, la Figure 51 montre que le pourcentage de points de mesures supérieurs à 0,25 µg/l est à peu près équivalent sur les bassins versants à moyenne, importante et très importante sensibilité, aux alentours de 60 % des points. Par contre, on remarque une augmentation régulière du pourcentage de points de mesures dépassant la limite de potabilité (0,01 µg/l) en fonction du type de sensibilité des bassins versants.

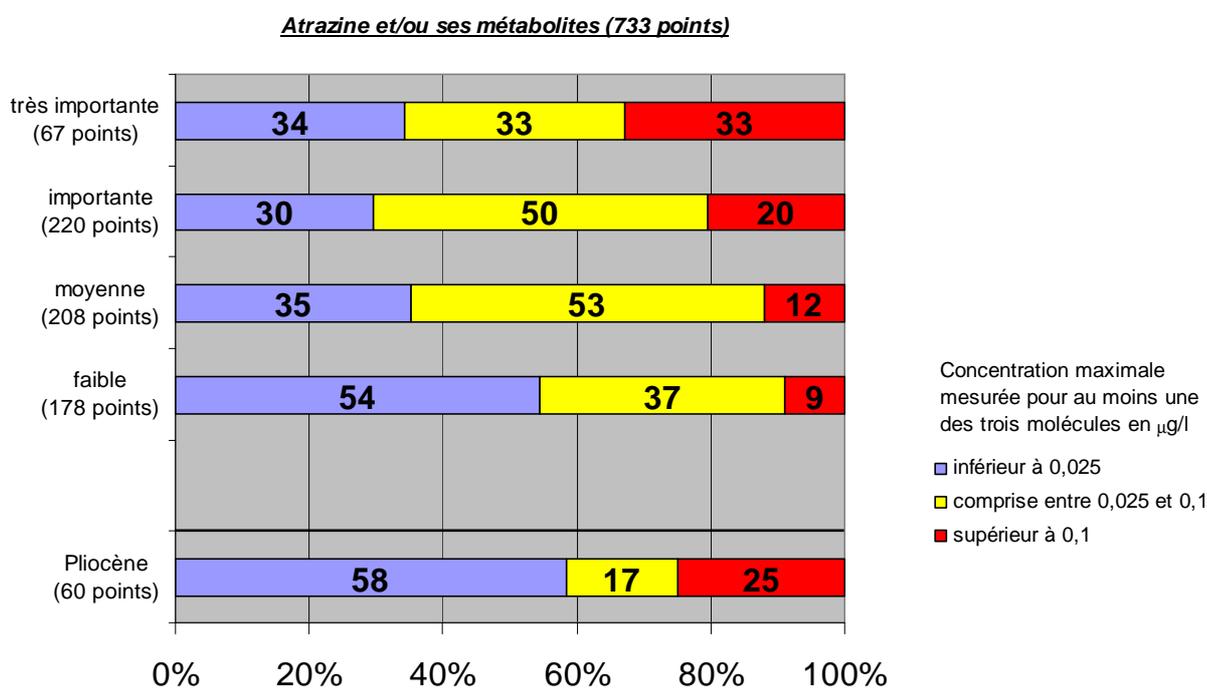


Figure 51 : Atrazine et ses métabolites – Pourcentage de points de mesures pour chaque classe de concentrations par type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène)

Distinction entre l'atrazine et ses deux métabolites

L'interprétation des résultats d'analyses pour chacune des molécules permet de constater que l'essentiel de la contamination est due à l'atrazine et à la déséthylatrazine. Ces deux molécules sont présentes avec des proportions relativement équivalentes en considérant les points de mesures où les concentrations dépassent 0,025 µg/l. Avec respectivement 12,1 % et 13,0 % des concentrations dépassant la limite de qualité pour l'eau potable en Alsace, l'atrazine et la déséthylatrazine apparaissent comme les deux principaux facteurs de déclassement de la qualité de l'eau de la nappe d'Alsace.

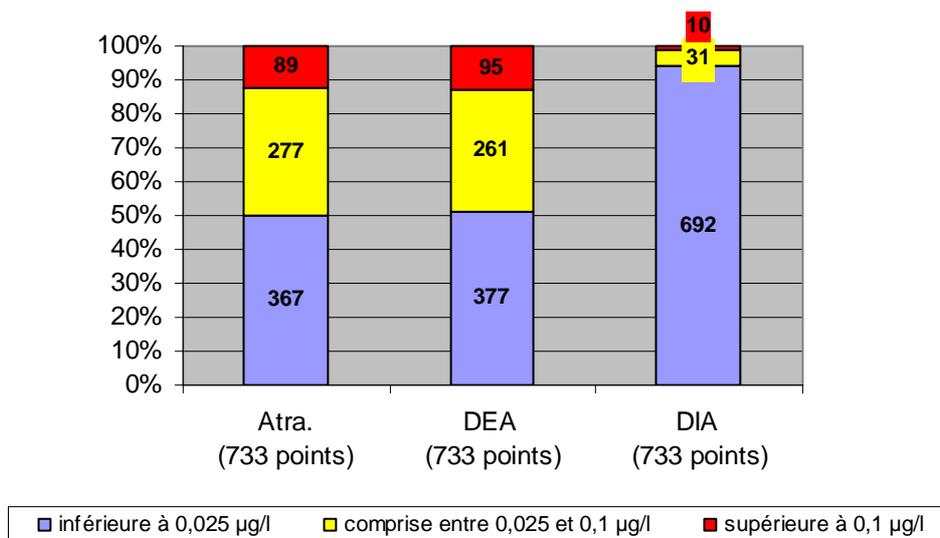


Figure 52 : Répartition des points de mesures par classes de concentrations en atrazine, déséthylatrazine et désisopropylatrazine (en nombre de points et en %)

D'autre part, la comparaison de la répartition régionale de ces deux substances montre qu'elles sont détectées généralement sur les mêmes points d'observation. Ainsi, il paraît pertinent de les étudier conjointement.

4.1.2 Atrazine et déséthylatrazine

4.1.2.1 Diagnostic 2003

En 2003, l'atrazine et la déséthylatrazine ont été recherchées sur 733 points d'accès à la nappe, contre 422 points en 1997. Les cartes en Annexe 21 et en Annexe 22 présentent respectivement la répartition des points de la molécule d'atrazine et de la molécule de déséthylatrazine sur la plaine d'Alsace ainsi que leurs concentrations mesurées en 2003. La classification des bassins versants alsaciens vis à vis de leur sensibilité aux pesticides apparaît en fond de carte.

Pour l'Inventaire 2003, trois limites de quantification ont été pratiquées pour ces molécules selon la zone géographique de l'échantillon. 0,02 µg/l sur la partie Nord de la zone, 0,01 µg/l sur la partie Sud-Est ainsi que 0,025 µg/l sur quelques points de mesures non regroupés géographiquement. Afin de prendre en compte la majorité des points, il sera réalisé une analyse plus précise pour l'atrazine considérant la limite de 0,02 µg/l.

L'atrazine est détectée sur 366 points de mesures avec la limite de quantification maximale (0,025 µg/l), soit sur 50 % des points. La limite de potabilité (0,1µg/l) est dépassée sur 89 points de mesures, cf Tableau 18.

		Type de sensibilité des bassins versants				Pliocène	Nombre total de points de mesures par classes de concentrations
		faible	moyenne	importante	très importante		
Concentration en atrazine en µg/l	Inférieure à 0,025 (limite maximale de quantification)	100	104	95	33	35	367
	Inférieure à 0,02 (limite de quantification)	98	78	66	26	43	313
	Comprise entre 0,025 et 0,1	70	88	88	21	10	277
	Comprise entre 0,02 et 0,1	72	114	117	28	2	334
	Supérieure à 0,1 (limite de potabilité)	11	15	37	11	15	89
	Nombre total de points de mesures par type de bassin versant	181	207	220	65	60	733

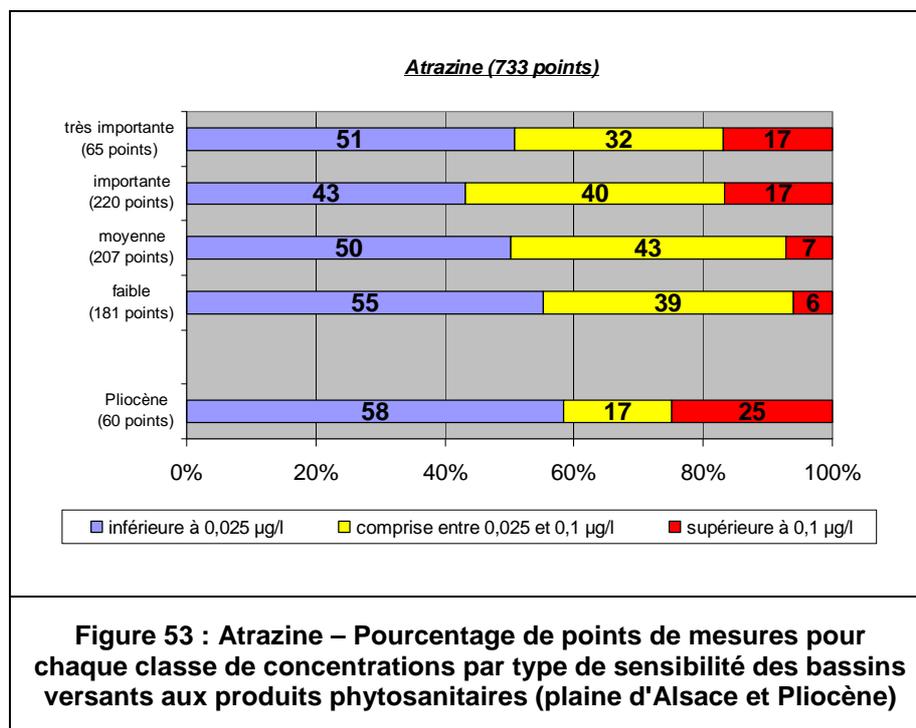
Tableau 18 : Nombre de points de mesures par classe de concentrations en atrazine en fonction du type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène)

En ce qui concerne la déséthylatrazine, le constat est ressemblant : 356 points de mesures dépassent 0,025 µg/l, soit 48 % des points, et 95 points ont des teneurs supérieures au seuil de potabilité de 0,1 µg/l, cf. Tableau 19.

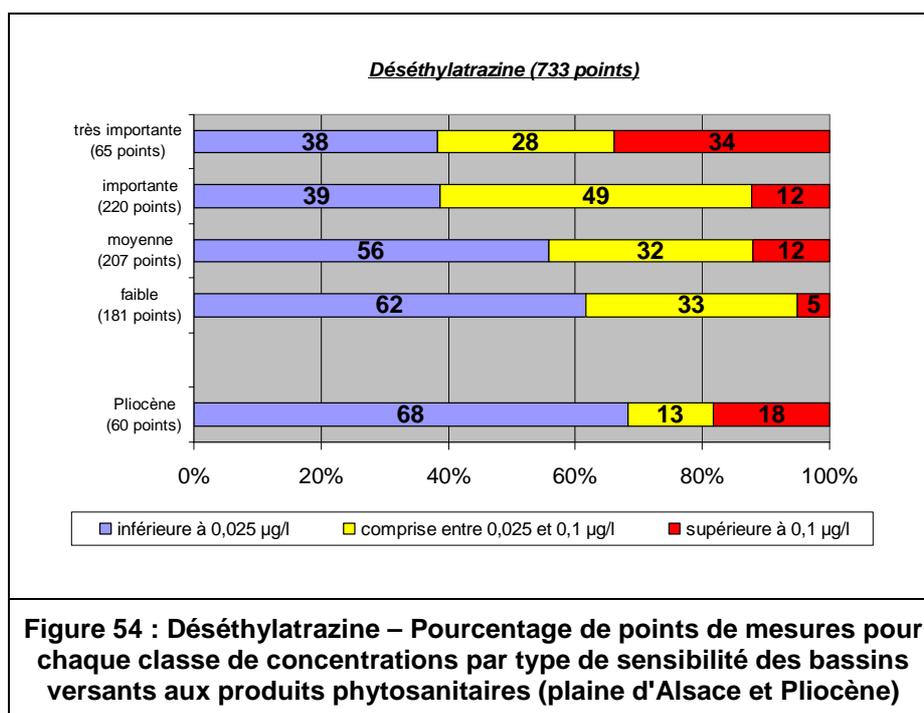
		Type de sensibilité des bassins versants				Pliocène	Nombre total de points de mesures par classes de concentrations
		faible	moyenne	importante	très importante		
Concentration en déséthylatrazine en µg/l	Inférieure à 0,025 (limite maximale de quantification)	109	116	85	26	41	377
	Comprise entre 0,025 et 0,1	59	67	108	19	8	261
	Supérieure à 0,1 (limite de potabilité)	9	25	27	23	11	95
	Nombre total de points de mesures par type de bassin versant	177	208	220	68	60	733

Tableau 19 : Nombre de points de mesures par classe de concentrations en déséthylatrazine en fonction du type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène)

Par ailleurs, la Figure 53 montre que pour l'atrazine, le pourcentage de points de mesures dont les teneurs sont supérieures à la limite de potabilité est plus importante sur les bassins versants à sensibilité importante et très importante.



Pour la déséthylatrazine (cf. Figure 54), le contraste est plus marqué : les fortes teneurs, supérieures à 0,1 µg/l concernent davantage les bassins versants à sensibilité très importante. De plus, les points de mesures dont les teneurs sont supérieures à 0,025 µg/l se situent majoritairement sur les bassins versants à sensibilité importante que sur ceux à faible et moyenne sensibilité.

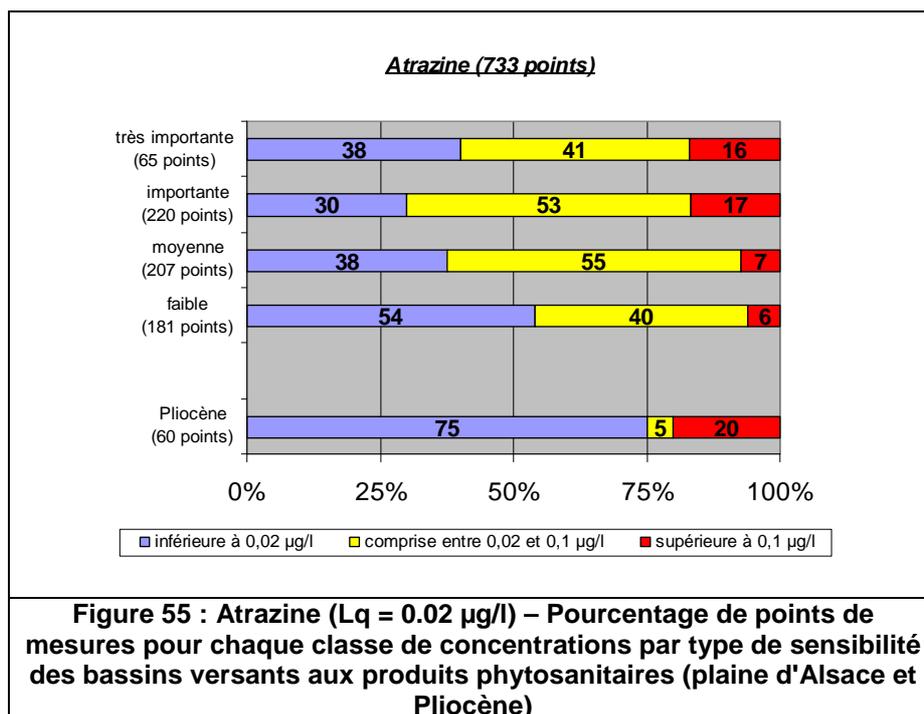


En outre, bien que les points de mesures où les concentrations sont élevées soient répartis uniformément sur l'ensemble de la nappe, des zones de pollution caractéristiques se détachent : principalement en aval hydraulique de Mulhouse et au niveau du piémont oriental du Sundgau. Les molécules ont également été détectées avec des concentrations supérieures à 0,025 µg/l à l'Est de l'Ill sur une zone étendue allant de Mulhouse à Erstein.

4.1.2.2 Diagnostic 2003 affiné

Comme de nombreux points de mesures se situent entre la limite maximale de quantification 0,025 et la limite de quantification 0,02 µg/l, nous avons procédé à un second diagnostic avec le seuil 0,02 µg/l.

Avec la limite de quantification de 0,02 µg/l, la contamination à l'atrazine est encore plus distinctement mise en évidence (cf. Figure 55). Pour 2 types de sensibilité (moyenne et importante), plus de 60 % des points de mesures présentent des teneurs supérieures à 0,02 µg/l (comme l'illustre la Figure 55) contre 50 % si on prend la limite de quantification à 0,025 µg/l (cf. Figure 53). C'est notamment les bassins versants à moyenne et importante sensibilité qui rassemblent les points de mesures dont les teneurs sont comprises entre 0,02 et 0,025 µg/l.



4.1.2.3 Evolution des concentrations entre 1997 et 2003

Sur l'ensemble des 733 points du réseau, on observe un dépassement de la limite de potabilité (0,1 µg/l) pour l'atrazine ou l'un de ses métabolites sur 123 points de mesures (soit 16,8 %) contre 87 des 422 points (20,3 %) en 1997.

En 2003, l'atrazine est détectée sur 50 % des points de mesures avec une limite de quantification maximale à 0,025 µg/l, tandis qu'en 1997 ce chiffre est de 51 % (cf. Figure 56).

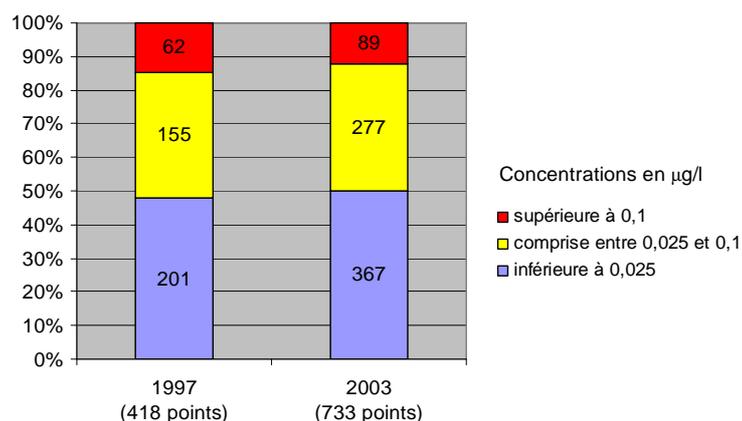


Figure 56 : Atrazine - Pourcentages de points de mesures pour chaque classe de concentrations en 1997 et 2003 (avec indication du nombre de points)

Malgré une légère amélioration sur les très fortes teneurs, la situation reste préoccupante puisque la limite de potabilité est toujours dépassée pour l'atrazine sur plus de 10 % des points de mesures de chaque inventaire et sur 10 % des 352 points communs aux deux Inventaires.

De même, les teneurs en déséthylatrazine restent supérieures à la limite de potabilité sur 10,3 % des points communs, contre 16,5 % en 1997. La Figure 57 montre une légère diminution du pourcentage de points où la molécule est détectée avec une teneur supérieure ou égale à 0,025 µg/l. En 1997, la déséthylatrazine était détectée sur 54 % des points de mesures et en 2003, on la retrouve sur 48,5 % des points.

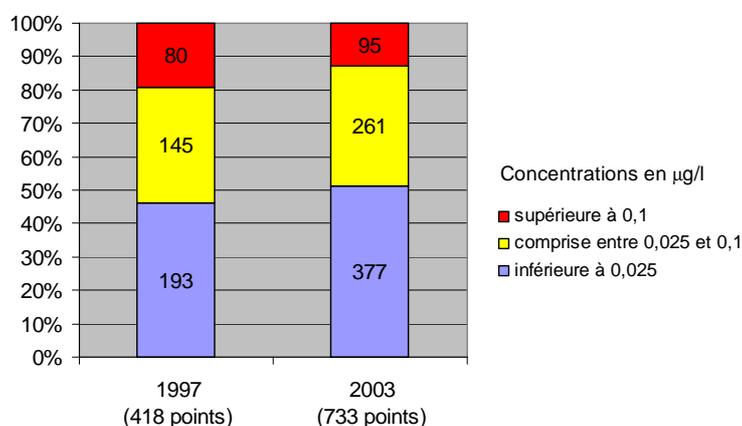


Figure 57 : Déséthylatrazine - Pourcentages de points de mesures pour chaque classe de concentrations en 1997 et 2003 (avec indication du nombre de points)

D'après les cartes en Annexe 23 et en Annexe 24, l'évolution des concentrations pour les molécules d'atrazine et de déséthylatrazine sont assez similaires. Elle concerne en majorité les points de mesures où ces molécules étaient déjà détectées en 1997, et notamment ceux où la concentration dépassait la limite de potabilité.

Au niveau de la partie amont de la plaine, au Sud de Colmar et sur le piémont oriental du Sundgau prédomine une stagnation des valeurs avec quelques faibles diminutions pour

l'atrazine. Ce type d'évolution concerne les bassins versants à sensibilité importante et très importante.

En aval hydraulique de Mulhouse, une amélioration semble s'être amorcée. Cependant, comme en 1997, de nombreux points de mesures dépassent largement les limites de potabilité ; l'amélioration ne permet donc pas d'abaisser les teneurs sous le seuil des 0,1 µg/l.

Par ailleurs, certains points de mesures dispersés qui ne sont pas forcément les mêmes pour les deux molécules montrent de fortes intensités d'augmentation et il n'est pas possible de les relier à un type de sensibilité de bassin versant.

4.1.2.4 Interprétations

Les fortes teneurs en atrazine et en déséthylatrazine relevées s'expliquent soit par des pratiques agricoles mal adaptées, soit plus vraisemblablement, par un usage généralisé d'une molécule aux caractéristiques défavorables.

L'interdiction de l'atrazine depuis juillet 1997 à tous les usages exceptés ceux agricoles et, depuis janvier 2003 à tous les usages, ne permet pas d'observer une évolution significative des teneurs en relation avec l'interdiction. L'atrazine étant très fortement utilisée en agriculture intensive, la date d'interdiction est trop proche de celle de l'Inventaire 2003 pour pouvoir faire des interprétations sérieuses. Néanmoins, grâce à l'expérience allemande (interdiction de l'atrazine depuis plus de 10 ans) on sait que l'atrazine est une molécule stable dans les eaux souterraines, et que son impact ainsi que celui de ses métabolites est durable (cf. Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur – Région Alsace 2003).

Néanmoins, une légère amélioration semble s'amorcer ; mais le manque de recul ne nous permet pas de confirmer la tendance. L'amélioration globale des pratiques agricoles, la formation des agriculteurs et les contrôles sont probablement pour quelque chose dans ce diagnostic.

4.1.3 Désisopropylatrazine

4.1.3.1 Diagnostic 2003 et évolution des concentrations entre 1997 et 2003

La carte en Annexe 25 montre que la désisopropylatrazine est très peu détectée et concerne principalement les zones urbanisées : Strasbourg, Sélestat et Mulhouse.

La carte qui présente les évolutions des teneurs en désisopropylatrazine entre 1997 et 2003, indique qu'elles sont partout faibles et en diminution par rapport à 1997 (cf. carte en Annexe 26). Par ailleurs, la Figure 58 ci-dessous, montre que le pourcentage de points de mesures où les teneurs sont supérieures à 0,025 µg/l est passé de 10% en 1997 à 5 % en 2003.

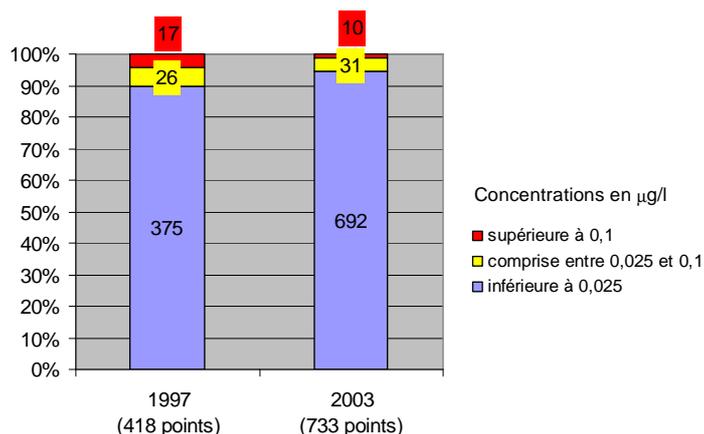


Figure 58 : Désisopropylatrazine - Pourcentages de points de mesures pour chaque classe de concentrations en 1997 et 2003 (avec indication du nombre de points)

4.1.3.2 Interprétations

L'absence de relation avec la contamination ancienne et importante de l'atrazine laisse penser que le processus de dégradation de l'atrazine est conditionné par d'autres éléments. La désisopropylatrazine serait peu rémanente et pourrait se dégrader en un troisième métabolite. Il semble important de pousser plus loin ce travail dans le cadre d'une étude spécifique complémentaire. D'importantes données bibliographiques sur la métabolisation de l'atrazine sont probablement disponibles et exploitables. La mise en perspective des données bibliographiques et du contexte local est par contre plus délicate à mettre en œuvre. Une collaboration entre scientifiques et experts du sujet paraît essentielle.

4.2 AUTRES TRIAZINES

4.2.1 Constat global et généralités sur les molécules

La simazine était essentiellement employée pour la protection de la vigne et des vergers. La molécule a été interdite d'emploi pour les usages non agricoles en 1997 puis pour tous les usages en 2001.

La terbuthylazine a été essentiellement utilisée en viticulture. Interdite en France en 2003 pour les usages non agricoles et toutes les cultures autres que la vigne, elle est finalement interdite depuis juillet 2004 pour tous les usages.

Ces deux molécules font l'objet d'une analyse détaillée dans les paragraphes suivants.

Pour la cyanazine, herbicide du groupe des triazines, aucun point ne dépasse les limites de quantification en 2003. En 1997, 6 points de mesures dépassaient la limite de quantification (qui est comparable à celle de 2003) et 1 point la limite de potabilité de 0,1 µg/l. La situation semble donc s'être améliorée.

4.2.2 Simazine

4.2.2.1 Diagnostic 2003

La simazine est, après l'atrazine et ses métabolites, la substance la plus fréquemment détectée.

Analysée sur 734 points de mesures en 2003, elle est détectée sur 12 % des points en considérant la limite de quantification maximale (0,025 µg/l). La limite de potabilité est dépassée sur 11 points de mesures (cf. Tableau 20).

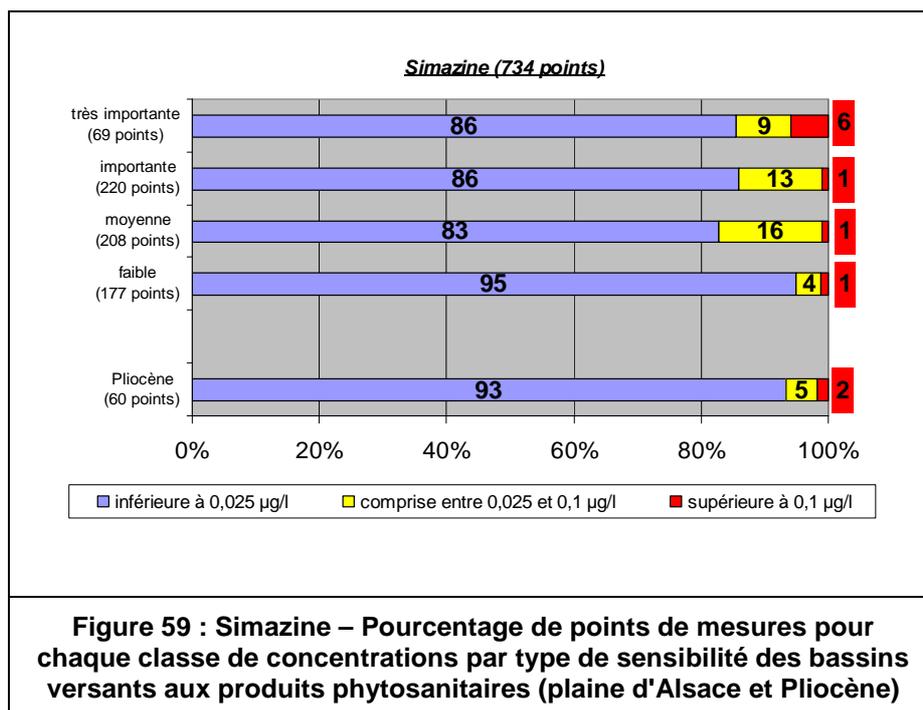
		Type de sensibilité des bassins versants				Pliocène	Nombre total de points de mesures par classes de concentrations
		faible	moyenne	importante	très importante		
Concentration en µg/l	Inférieure à 0,025 (limite maximale de quantification)	168	172	189	59	56	644
	Comprise entre 0,025 et 0,1	7	34	29	6	3	79
	Supérieure à 0,1 (limite de potabilité)	2	2	2	4	1	11
	Nombre total de points de mesures par type de bassin versant	177	208	220	69	60	734

Tableau 20 : Nombre de points de mesures par classe de concentrations en simazine en fonction du type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène)

La carte en Annexe 27 présentant les résultats de l'Inventaire de 2003 permet de relever la présence de la simazine dans les points de mesures dont la concentration est supérieure à

0,025 µg/l (limite de quantification maximale). Cette carte montre que les fortes teneurs se concentrent le long du piémont vosgien. On détecte également la molécule près de Bâle, de Strasbourg ainsi qu'en rive française du Rhin entre Rhinau et Lauterbourg. Une zone de pollution étendue d'orientation Sud-Est / Nord-Ouest est observée de Chalampé / Niffer à Colmar / Guebwiller.

La Figure 59 montre qu'une minorité de détections se situe sur les bassins versants à faible sensibilité. La majorité des détections se situe sur les autres types de bassins versants et concerne de 15 à 20 % des points de mesures pour chaque type de bassin versant. Par ailleurs, malgré un faible nombre de points, les bassins versants à très importante sensibilité rassemblent 4 points sur les 11 points dépassant le seuil de potabilité.



4.2.2.2 Evolution des concentrations entre 1997 et 2003

Une première exploitation statistique des résultats avec le seuil de 0,025 µg/l fait apparaître que les détections concernent 12,3 % des points de mesures en 2003, contre 11 % des points en 1997.

En utilisant la limite de quantification maximale de 1997 (0,05 µg/l) pour les deux Inventaires, on passe de 8 % des points en 1997 à un peu plus de 5 % en 2003. Cette baisse est d'autant plus significative que la limite de quantification maximale a été abaissée.

Quant au nombre de points de mesures qui dépassent le seuil de potabilité, il reste stable aux alentours de la dizaine de points.

A contrario, l'observation de la carte en Annexe 28 présentant l'évolution des concentrations indique que la tendance est plutôt à l'augmentation. Ce type d'évolution est observé notamment au niveau de la bande Nord-Est / Sud-Ouest allant de Chalampé / Niffer à Colmar / Guebwiller, au niveau de Bâle ainsi que sur plusieurs points de mesures du piémont vosgien. Par ailleurs, ces points de mesures contaminés se situent majoritairement sur des bassins versants à sensibilité moyenne à importante vis-à-vis de la contamination en pesticides.

4.2.2.3 Interprétations

La simazine détectée sur plus de 10 % des points de mesures reste une problématique comme l'atrazine et ses métabolites.

Au niveau du piémont vosgien les pratiques viticoles, mises en œuvre jusqu'à l'interdiction, sont mises en cause.

La pollution généralisée au nord de Mulhouse sur la bande sud-est / nord-ouest peut être assimilée à une pollution diffuse d'origine agricole ou en provenance des zones urbaines. En outre ces zones contaminées correspondent à des bassins versants à moyenne et importante sensibilité aux pesticides.

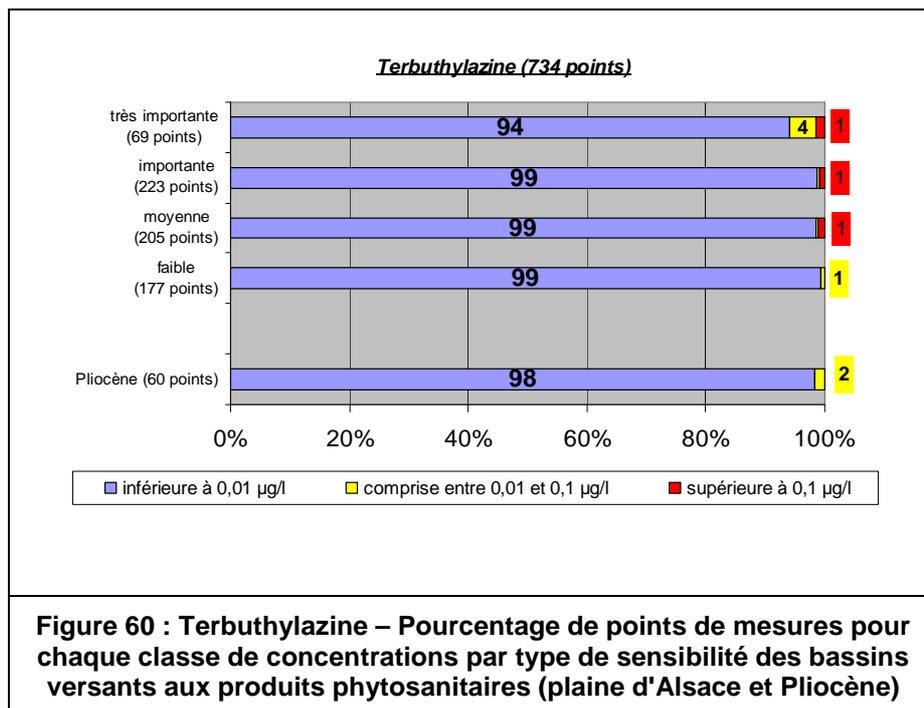
Les augmentations de concentrations sont inquiétantes au regard de l'interdiction de l'utilisation de la simazine depuis 2001. Ceci s'explique peut-être par deux facteurs : l'écoulement des stocks par les utilisateurs (viticulteurs, gestionnaires d'espace et particuliers) et par le lessivage lent des contaminants dans le sol.

4.2.3 Terbutylazine

4.2.3.1 Diagnostic 2003

La contamination en terbutylazine est plus faible que celle en atrazine (cf carte en Annexe 29). Cependant, la molécule est toujours mise en évidence sur plus de 2 % des points de mesures du réseau. De plus, cinq points présentent des teneurs supérieures à la limite de potabilité de 0,1 µg/l dont deux nouveaux points utilisés pour la première fois en 2003.

Par ailleurs, la Figure 60 montre que malgré un nombre de points de mesures plus faible, ce sont les bassins versants à très importante sensibilité qui concentrent le plus de détections.



4.2.3.2 Evolution des concentrations entre 1997 et 2003

Les points de mesures aux teneurs supérieures à la limite de quantification maximale de $0,025 \mu\text{g/l}$ ont augmenté de 1997 à 2003, avec deux nouveaux points dépassant la limite de potabilité. Par contre, si l'on considère toutes les détections en prenant les limites de quantification propres à chaque laboratoire, on remarque une diminution des détections. Il y aurait donc amélioration en ce qui concerne les faibles teneurs.

La carte en Annexe 30 montre bien que les augmentations se situent davantage au niveau du piémont vosgien qu'ailleurs en plaine.

4.2.3.3 Interprétations

La terbutylazine demeure une problématique en Alsace. L'interdiction récente de la molécule ne permet pas encore de voir une diminution des teneurs. Les points de mesures contaminés présentant des tendances en augmentation sont situés principalement sur le piémont vosgien et s'expliqueraient par des pratiques agricoles, peut-être parfois inadaptées au regard de la sensibilité élevée des eaux souterraines aux produits phytosanitaires de ces secteurs.

4.2.4 Somme des triazines

La somme des concentrations en triazines (atrazine, déséthylatrazine, désisopropylatrazine, simazine et terbutylazine) sur l'ensemble de la zone étudiée est supérieure à la limite de qualité pour l'eau potable de $0,5 \mu\text{g/l}$ (somme des phytosanitaires) pour 2,3 % des points de mesures en 2003 contre 4,9 % des points de mesures en 1997. Cette amélioration est la conséquence des diminutions de teneurs observées en 2003, principalement pour l'atrazine. Les évolutions concernant la déséthylatrazine ne sont pas significatives pour qu'elles se traduisent dans la somme des triazines. Cependant, il convient de rappeler que, dans bien

des cas, les diminutions des teneurs en atrazine ne sont pas suffisantes pour passer sous le seuil des 0,1 µg/l pour 1 molécule, ce qui engendre toujours le déclassement du point aux regard des normes de qualité pour l'eau potable.

Les triazines, malgré leur interdiction, sont toujours responsables de la plupart des dépassements de norme de potabilité des pesticides, que ce soit pour un paramètre ou pour leur somme.

Par ailleurs, certains points de mesures présentant de très fortes teneurs regroupent parfois toutes les triazines. C'est le cas pour cinq points situés :

- à proximité du village de Bolsenheim, entre l'Andlau et l'Ehn,
- en limite ouest de la nappe, au niveau de l'Ehn,
- en limite ouest de la nappe, au niveau de Ribauvillé,
- en bordure de nappe, au sud de Molsheim,
- juste en aval de Bâle.

Ces points de mesures contaminés doivent faire l'objet d'une expertise, notamment au regard d'éventuelles pollutions ponctuelles. Ils devraient être surveillés plus régulièrement.

4.3 UREES SUBSTITUEES

4.3.1 Diuron

Le diuron une des substances de la classe des urées substituées. C'est un herbicide qui s'utilise essentiellement pour les vignes, pour les cultures spéciales (asperge, arboriculture fruitière) et les zones non cultivées.

Il est réglementé depuis le 30 juin 2003 par l'interdiction d'usage en préparation seule.

4.3.1.1 Diagnostic 2003

En 2003, le diuron a été recherché sur 405 points d'accès à la nappe, contre 422 points en 1997.

La carte en Annexe 31 présente la répartition de ces points de mesures sur la plaine d'Alsace ainsi que les concentrations en diuron mesurées en 2003. La classification des bassins versants alsaciens vis à vis de leur sensibilité aux pesticides apparaît en fond de carte.

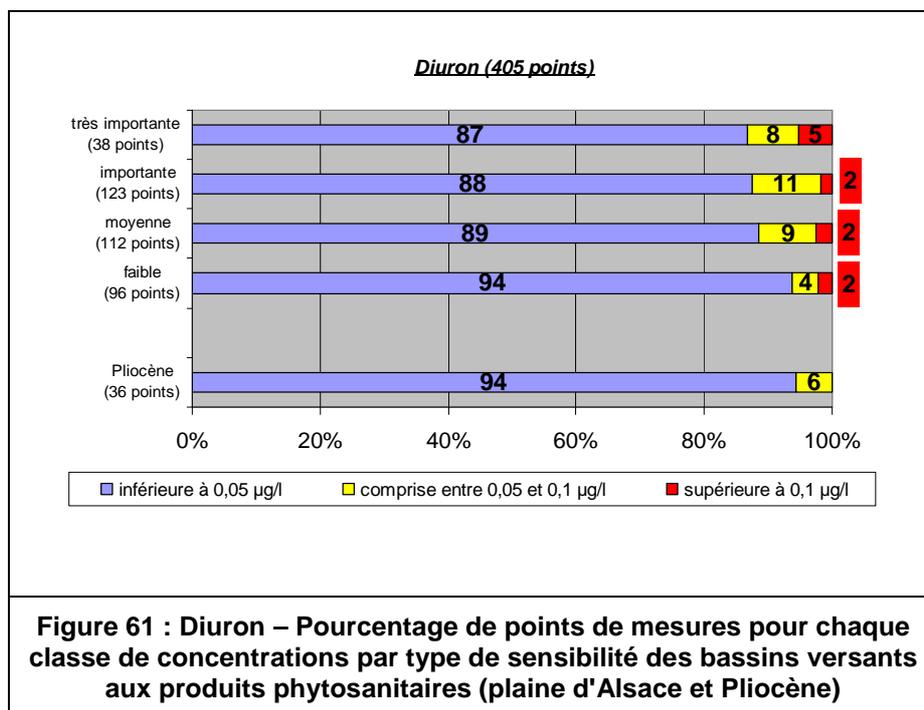
Pour l'Inventaire 2003, deux limites de quantification ont été pratiquées selon la zone géographique de l'échantillon : 0,02 µg/l sur la partie nord de la zone et 0,05 µg/l sur la partie sud. Seuls 5 points de mesures de la partie nord ont des teneurs comprises entre ces deux limites de quantification, l'analyse peut donc être réalisée à partir de la limite maximale de quantification de 0,05 µg/l.

Le diuron est détecté sur 10 % des points de mesures en considérant la limite de quantification maximale (0,05 µg/l). La limite de potabilité (0,1µg/l) est dépassée sur 9 points de mesures, soit 2 % des points (cf. Tableau 21). Par ailleurs, la molécule a été détectée de façon significative essentiellement sur le piémont vosgien ainsi qu'en aval hydraulique de Mulhouse (cf. Annexe 31).

		Type de sensibilité des bassins versants				Pliocène	Nombre total de points de mesures par classes de concentrations
		faible	moyenne	importante	très importante		
Concentration en µg/l	Inférieure à 0,05 (limite maximale de quantification)	90	98	109	33	34	364
	Comprise entre 0,05 et 0,1	4	12	11	3	2	32
	Supérieure à 0,1 (limite de potabilité)	2	2	3	2	0	9
	<i>Nombre total de points de mesures par type de bassin versant</i>	96	112	123	38	36	405

Tableau 21 : Nombre de points de mesures par classe de concentrations en diuron en fonction du type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène)

La Figure 61 montre que l'effet de la sensibilité ne semble affecter que les points de mesures dont les teneurs sont supérieures à 0,1 µg/l, majoritairement retrouvés sur les bassins versants à très importante sensibilité.



4.3.1.2 Evolution des concentrations entre 1997 et 2003

Le diuron est détecté sur 10 % des points de mesures en 2003 en considérant la limite maximale de quantification (0,05 µg/l), contre 7 % en 1997. Le nombre de détections a donc augmenté de 1997 à 2003, notamment dans la classe des concentrations comprises entre 0,05 et 0,1 µg/l (cf Figure 62).

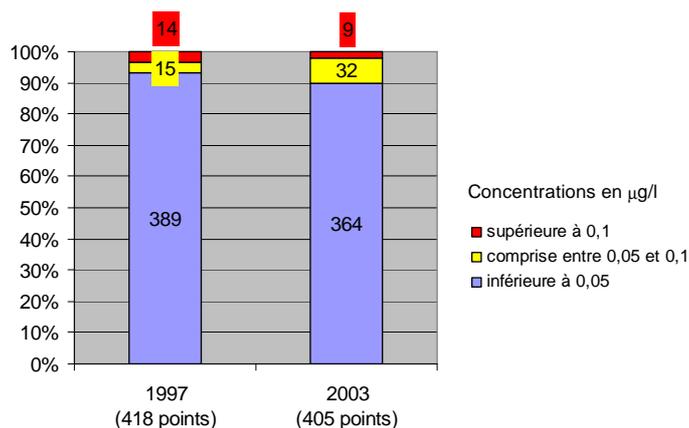


Figure 62 : Diuron - Pourcentages de points de mesures pour chaque classe de concentrations en 1997 et 2003 (avec indication du nombre de points)

D'après la carte 13, l'évolution des concentrations concerne les points de mesures où le diuron était déjà détecté en 1997.

Dans le secteur de Mulhouse et dans le secteur de la Thur au niveau de Cernay prédomine une stagnation des valeurs.

L'évolution en bordure de nappe est plus contrastée. L'augmentation significative des valeurs se concentre sur les bassins versants à sensibilité importante et très importante aux produits phytosanitaires à l'exception des secteurs de Cernay, de Mulhouse et du piémont oriental du Sundgau. Les zones en dégradation se situent principalement au niveau du Piémont vosgien au nord de Sélestat.

Quelques diminutions de teneurs sont observées dans le piémont vosgien au sud de Sélestat au niveau de bassins versants à sensibilité moyenne.

Au niveau de l'III, en aval d'Ensisheim, alors que la sensibilité du bassin versant est importante, on observe des diminutions des teneurs.

La relation entre la sensibilité du bassin versant et la concentration mesurée ne se vérifie pas toujours car l'influence des pratiques culturales n'a pas été prise en compte dans la détermination du type de sensibilité attribué au bassin versant.

4.3.1.3 Interprétations

La répartition des concentrations en diuron s'explique certainement par un usage du diuron en viticulture (piémont) ou pour le désherbage des zones urbaines (Mulhouse).

La superposition des points de mesures à très fortes teneurs en diuron avec ceux des triazines montre qu'ils sont localisés aux mêmes endroits. Ceci peut avoir plusieurs origines, soit de mauvaises pratiques agricoles tant dans l'application du diuron que de l'atrazine, soit des problèmes de pollutions ponctuelles (zone de stockage, zone de lavage de pulvérisateur, décharge ...). En tout état de cause, ces points sont à surveiller de près.

Par ailleurs, les améliorations peuvent provenir de changement de pratiques agricoles ou d'infiltration d'eaux superficielles.

Par contre, en bordure de nappe, les dégradations qui concernent des points de mesures où les concentrations étaient supérieures à 0,1 µg/l sont à mettre en relation avec des pratiques viticoles probablement inadaptées à la sensibilité de la zone.

Les diminutions de teneurs au niveau de l'III pourraient être liées à des dilutions par les eaux superficielles de l'III. En effet, l'étiage de l'III est soutenu depuis l'année 2000 par les eaux du Rhin via le bief de Niffer (cf. paragraphe 3.1.3 Le cas particulier de l'III page 40), cependant pour confirmer cette hypothèse, des investigations complémentaires sont nécessaires notamment sur les concentrations en produits phytosanitaires de l'III et leur variation au cours des saisons et des années. Ce travail n'a pas pu être réalisé dans le cadre de cette étude.

4.3.2 Autres urées substituées

4.3.2.1 Généralités sur les autres urées substituées

L'isoproturon comme le chlortoluron sont des herbicides et s'attaquent principalement aux graminées. Ils sont absorbés principalement par les racines. Ils sont largement utilisés pour le désherbage des céréales. Souvent utilisées par la profession agricole, leur spectre est

parfois commun, c'est pourquoi des recommandations existent en France pour ces deux molécules.

Depuis le 1er janvier 2004 pour l'isoproturon et le 1er septembre 2004 pour le chlortoluron, de nouvelles doses maximales d'emploi ont été fixées en raison de leur présence dans les eaux souterraines. Il est également demandé aux professionnels utilisant ces produits de n'utiliser que l'un ou l'autre de ces deux produits par campagne en fonction de leur spectre.

Le linuron est un herbicide utilisé pour des traitements sélectifs ou non sélectifs. Il peut être utilisé dans certains cas précis en traitement complémentaire à la trifluraline.

4.3.2.2 Diagnostic 2003 et comparaison entre 1997 et 2003

Par rapport à 1997, seul l'isoproturon a été analysé les deux années. Les molécules de néburon et de flufénoxuron n'ont pas fait l'objet d'analyse en 2003, n'ayant que pas ou très faiblement été détectées en 1997, tandis que deux nouvelles molécules sont analysées : le chlortoluron et le linuron.

Après le diuron, l'isoproturon est l'urée substituée la plus retrouvée en 2003. Six points sont supérieurs à la limite de quantification maximale (0,05 µg/l) et un point dépasse la limite de potabilité (0,1 µg/l) ; il est situé dans le Pliocène au sud de Haguenau.

Les résultats de 1997 étaient similaires en terme de nombre de points supérieurs à la limite de quantification maximale et à la limite de potabilité.

Pour le chlortoluron, un seul point dépasse la limite de potabilité (0,1 µg/l) ; situé au sud de Haguenau, il s'agit du même point contaminé par l'isoproturon.

De même, le linuron n'est détecté que sur un point mais celui-ci dépasse de 2 fois la limite de potabilité.

4.3.2.3 Interprétations

Il n'est pas possible de formuler un diagnostic sur l'origine de la pollution pour ces molécules. Ces contaminations s'apparentent à des pollutions ponctuelles et il est donc nécessaire de faire une analyse de terrain et des enquêtes sur les pratiques agricoles propres à ce secteur pour avancer dans la compréhension de ces problèmes.

Ce travail n'a pas été réalisé dans le cadre de cette étude, il nécessite une étude particulière.

4.4 COMPOSES ORGANO-PROSPHORES

Les composés organo-phosphorés sont généralement utilisés comme insecticides ou acaricides sélectifs.

Dans le cadre de l'Inventaire de 2003, les substances retenues sont les suivantes : le chlorfenvinphos, le chlorpyriphos, le dichlorvos, le disulfoton, l'ethopropos et le fénitrothion. Parmi ces six substances, le disulfoton est interdit d'usage et le chlorfenvinphos sera interdit a priori au plus tard fin 2007.

Seuls le chlorpyriphos et le disulfoton sont communs à l'Inventaire de 1997.

En 2003, l'analyse des six molécules organo-phosphorées ne présente aucune valeur supérieure au seuil de quantification. Les résultats sont cohérents avec ceux de 1997 pour les deux molécules analysées communément.

4.5 COMPOSES ORGANO-CHLORES

Dans le cadre de l'Inventaire 2003, cinq composés organo-chlorés ont été analysés, l'alpha- (α), le bêta- (β) et le delta- (δ) hexachlorocyclohexane (HCH) ainsi que le lindane (gamma-HCH) et l'endosulfan.

4.5.1 Constat global et généralités sur les molécules

Les composés organo-chlorés ont été, par le passé, essentiellement utilisés comme insecticides. L'utilisation de la plupart d'entre eux a été interdite après qu'il fut démontré que ces composés étaient difficilement dégradables et qu'ils se concentraient dans la chaîne alimentaire (ex. : le Dichloro-diphényl-trichloroéthane ou DDT – dont l'emploi est interdit).

Le lindane est le nom courant donné au gamma-hexachlorocyclohexane. L'utilisation du lindane est interdite en France depuis le 1er juillet 1998.

4.5.2 Lindane

Le lindane a été retrouvé sur 5 points de mesures en 2003. Cependant, aucun des points n'est commun avec les 6 points « positif » de 1997 qui ont été reprélevés en 2003.

Cette différence ne peut être attribuée à l'élévation du seuil de détection entre 1997 et 2003 qui est passée de 0,001 $\mu\text{g/l}$ en 1997 à 0,01 $\mu\text{g/l}$ en 2003 car les 9 points "positifs" de 1997 étaient supérieurs à la limite de détection de 2003.

Rappelons que la contamination des eaux souterraines par le lindane est souvent associée à des pollutions ponctuelles (ancienne décharge, zone de stockage, ...). Si le point de mesure est situé à l'aval hydraulique d'un ancien site, selon les conditions hydrodynamiques au moment du prélèvement, les concentrations peuvent être très différentes d'un Inventaire à l'autre. Il n'est donc pas certain que la source de pollution qui affectait les points de mesures en 1997 soit tarie. Des analyses de confirmation et de contrôle régulier seraient nécessaires pour lever le doute et identifier les sources de pollution et les traiter.

4.5.3 Autres organo-chlorés

L'Inventaire 2003 met en évidence quelques détections pour les autres organo-chlorés : 2 pour l' α -HCH, 3 pour le β -HCH et 5 pour le δ -HCH. Ce constat est équivalent à celui de 1997.

Sur ces 10 détections, seuls 2 points de mesures présentent des concentrations supérieures à la limite de quantification maximale de 0,03 $\mu\text{g/l}$. Un seul de ces résultats (pour le β -HCH) dépasse la limite de potabilité. Il s'agit d'un point en bordure du piémont oriental du Sundgau provenant probablement d'une pollution ponctuelle (supérieure de 10 fois à la limite de potabilité). Des investigations complémentaires sur le point ainsi qu'une évaluation du panache de pollution est primordiale pour ce secteur. Ce travail n'a pas été réalisé dans le cadre de cette étude, des investigations complémentaires sont nécessaires (Etude du site, analyses complémentaires, étude hydrogéologique etc.).

4.6 AUTRES COMPOSES ANALYSES EN 1997 ET 2003

4.6.1 Constat global et généralités

Trois substances ont également été analysées en 1997 et 2003 (aldicarbe, trifluraline et alachlore). Elles se regroupent dans deux catégories de produits phytosanitaires :

- les herbicides (l'alachlore et la trifluraline),
- les nématicides (l'aldicarbe),

Parmi ces trois matières actives, l'aldicarbe et la trifluraline n'ont pas été détectées en Alsace pour l'Inventaire 2003 alors qu'en 1997, on comptait deux détections pour l'aldicarbe et une détection pour la trifluraline.

Quant à l'alachlore, herbicide de la famille des chlorocétamides qui inhibe l'émergence des jeunes plants, son utilisation massive est récente (remplacement de l'atrazine). Il fait donc l'objet d'un diagnostic particulier dans le paragraphe suivant.

4.6.2 Alachlore

En 2003, l'alachlore a été recherché sur 405 points d'accès à la nappe. 11 points de mesures sont supérieurs à la limite de quantification maximale de 0,01 $\mu\text{g/l}$ (cf. Tableau 22). 8 points parmi ces 11 coïncident avec une contamination en atrazine qui montre l'association d'usage de ces deux substances actives.

		Type de sensibilité des bassins versants				Pliocène	Nombre total de points de mesures par classes de concentrations
		faible	moyenne	importante	très importante		
Concentration en µg/l	Inférieure à 0,01 (limite maximale de quantification)	98	113	113	36	34	394
	Comprise entre 0,01 et 0,1	0	1	4	1	1	7
	Supérieure à 0,1 (limite de potabilité)	1	0	3	0	0	4
	<i>Nombre total de points de mesures par type de bassin versant</i>	<i>99</i>	<i>114</i>	<i>120</i>	<i>37</i>	<i>35</i>	<i>405</i>

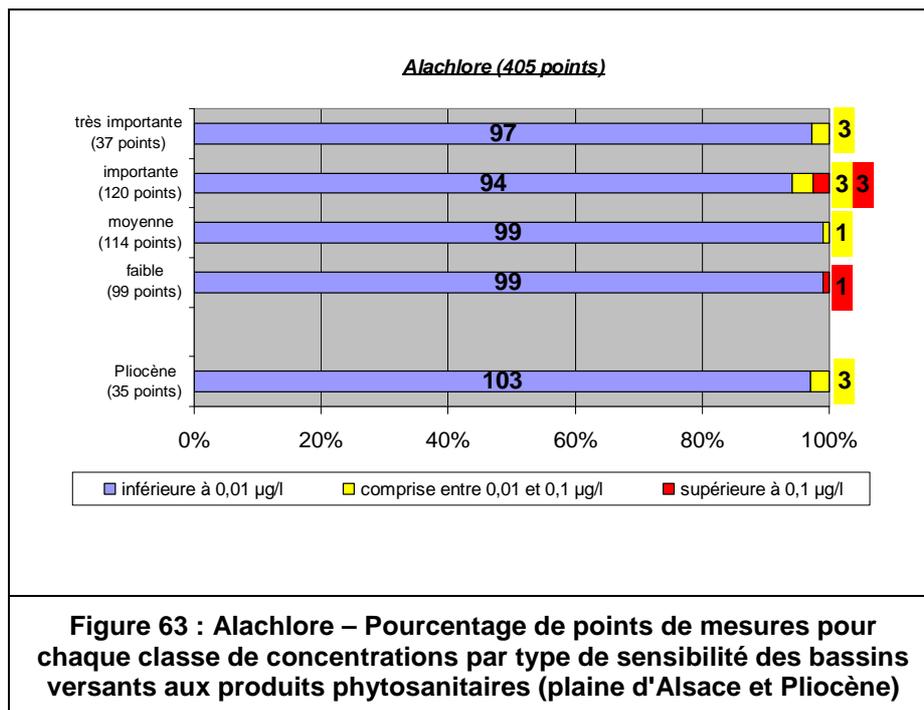
Tableau 22 : Nombre de points de mesures par classe de concentrations en alachlore en fonction du type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène)

La Figure 63 montre, qu'a priori, il n'y aurait pas de relation entre la sensibilité des bassins versant et le niveau de contamination. L'usage de cette substance étant beaucoup moins répandu que l'atrazine, on ne peut pas parler de pollution diffuse, le constat fait par rapport à la sensibilité n'est donc probablement pas adapté à l'échelle d'utilisation de la molécule. Nous poursuivons donc l'interprétation par une analyse des problèmes ponctuels liés à cette molécule.

Parmi ces 11 points de mesures, 4 points dispersés situés entre Mulhouse et Sélestat sont supérieurs à la limite de potabilité de 0,1 µg/l (cf. carte en Annexe 33). En outre, cette limite est dépassée de 50 fois sur un point au nord de Mulhouse et de 20 fois sur celui situé proche de Sundhouse au niveau du canal du Rhône au Rhin.

En 1997, 5 points de mesures ont révélé des teneurs en alachlore supérieures à 0,02 µg/l. Cependant, aucun ne dépassait la limite de potabilité.

Comme le montre la carte en Annexe 34, les concentrations ont donc particulièrement augmenté sur certains points isolés. Ces nouvelles contaminations en alachlore sont certainement dues à des pollutions ponctuelles qui nécessitent d'être surveillées.



4.7 POINT SUR LES NOUVEAUX COMPOSES ANALYSES EN 2003

4.7.1 Constat global et généralités

26 produits phytosanitaires non analysés en 1997 ont été analysés pour la première fois en 2003 ; il s'agit de :

acétochlore, butraline, propachlore, tébutame, aminotriazole, cymoxanil, fluquinquinazole, imidaclopride, mercaptodiméthur, méthomyl, nicosulfuron, nonylphénol, sulcotrione l'oxadixyl, métolachlore, glyphosate, AMPA, métalaxyl, bentazone, 2,4-Dichlorobenzamide, carbofuran, dicamba, ioxynil, mecoprop, métamitron et métribuzine.

Les détections sont quasi inexistantes pour toutes ces molécules à l'exception de huit d'entre elles : le métolachlore, le glyphosate, l'AMPA, le métalaxyl, la bentazone, le méthomyl, le nicosulfuron et le tébutame.

Deux nouvelles problématiques ont été mises en évidence avec une contamination non négligeable au métolachlore et au glyphosate / AMPA. Ces molécules font donc l'objet d'une analyse détaillée aux paragraphes suivants.

Le bentazone, produit inhibant le processus de la photosynthèse, est détecté sur 3 points de mesures sur 405 et 2 d'entre eux présentent des teneurs supérieures à la limite de potabilité (de 0,1 µg/l).

Quant au métalaxyl, fongicide, on compte 8 détections en considérant la limite de quantification maximale de 0,01 µg/l.

Pour le méthomyl, le nicosulfuron et le tébutame, quelques teneurs supérieures aux limites de quantification ont été repérées.

4.7.2 Métolachlore

Tout comme l'alachlore, le métolachlore est un herbicide de la famille des chlorocétamides. Il inhibe l'émergence des jeunes plants. Il a été utilisé massivement (remplacement de l'atrazine) jusqu'à son interdiction le 31 décembre 2003. Il a ensuite été remplacé par un isomère, le S-métolachlore, plus actif et donc utilisé à des doses plus faibles.

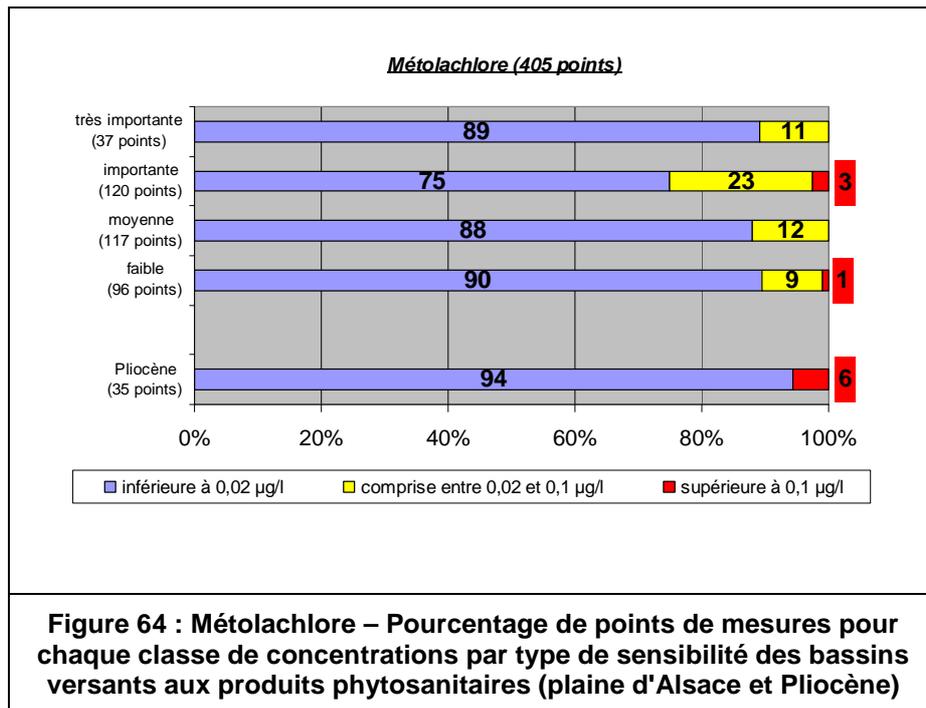
Il convient de préciser que les méthodes analytiques ne permettent pas de distinguer les deux molécules. Cependant, comme les plus récentes données utilisées sont celles de 2003, les teneurs mesurées sont essentiellement celles du métolachlore.

En 2003, le métolachlore a été recherché sur 405 points de mesures d'accès à la nappe. Comme l'indique le Tableau 23, 60 points présentent des teneurs supérieures à la limite de quantification maximale de 0,02 µg/l, soit 14 % des points de mesures. 6 points sont supérieurs à la limite de potabilité de 0,1 µg/l, dont 4 sont situés entre Ensisheim et Sélestat et 2 au niveau du Pliocène au Sud d'Haguenau, cf. carte en annexe Annexe 35.

		Type de sensibilité des bassins versants				Pliocène	Nombre total de points de mesures par classes de concentrations
		faible	moyenne	importante	très importante		
Concentration en µg/l	Inférieure à 0,02 (limite maximale de quantification)	86	103	90	33	33	345
	Comprise entre 0,02 et 0,1	9	14	27	4	0	54
	Supérieure à 0,1 (limite de potabilité)	1	0	3	0	2	6
	<i>Nombre total de points de mesures par type de bassin versant</i>	96	117	120	37	35	405

Tableau 23 : Nombre de points de mesures par classe de concentrations en métolachlore en fonction du type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène)

Le nombre de points de mesures dont les teneurs sont supérieures à 0,02 µg/l augmente avec le type de sensibilité des bassins versants à l'exception des bassins versants à très importante sensibilité, ce qui est probablement dû à une plus faible utilisation de la molécule. La zone de contamination généralisée se situe en "Centre Plaine" de Mulhouse à Sélestat. Cette pollution semble être diffuse et provient sans doute des pratiques agricoles.



4.7.3 Glyphosate et AMPA

Le glyphosate est un herbicide utilisé sur les zones cultivées avant ou après récolte, sur les vignes et les jachères semées. La dégradation du glyphosate dans les sols en son premier métabolite (AMPA) est très rapide (quelques jours).

En 2003, le glyphosate a été détecté sur 4 échantillons sur les 405 analysés alors que la limite de quantification est élevée, (0,1 µg/l) égale à la limite de potabilité. Parmi ces 4 points de mesures, 3 présentent des teneurs très élevées supérieures à la limite de potabilité (de 0,1 µg/l) ; 9 fois la norme de potabilité pour la plus élevée. Ces pollutions sont certainement liées à des pollutions ponctuelles.

Il convient de préciser que les difficultés liées à l'analyse de cette substance peuvent occulter une partie de la contamination réelle. En abaissant le seuil de quantification, davantage de détections seraient probablement relevées.

Quant à l'AMPA, il est détecté sur 3 points de mesures dont 1 dépasse la limite de quantification maximale de 0,1 µg/l. Le dépassement localisé en Alsace est situé à moins de 10 km au sud de Colmar et atteint une teneur très élevée (0,3 µg/l). Il est important de relever qu'aucun des 7 points de mesures où le glyphosate est détecté ne présente de trace d'AMPA. Il conviendrait de rechercher les causes de ce constat et en particulier travailler sur la bibliographie disponible.

Ce travail n'a pas été réalisé dans le cadre de cette étude. Il conviendrait de créer un groupe de travail sur les métabolites de produits phytosanitaires en général pour rassembler les connaissances sur ce sujet.

4.8 SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS

Au regard des résultats des deux Inventaires de 1997 et 2003, la contamination en produits phytosanitaires de la nappe d'Alsace semble être stable pour l'atrazine et ses métabolites mais toujours aussi préoccupante. Pour les autres produits phytosanitaires, on constate une certaine stabilisation sur les autres triazines mais une augmentation, principalement des détections, pour le diuron et du niveau global de la contamination pour l'alachlore avec des teneurs relevées parfois très importantes. Mais la préoccupation est encore renforcée par le constat établi sur les nouvelles molécules analysées en 2003, qui font apparaître une contamination significative au métolachlore et des points de mesures révélant la présence d'autres produits phytosanitaires. Par ordre croissant de fréquence de détection et pour au moins 3 cas de détections, on peut citer le métalaxyl, le tébutame, le glyphosate, l'AMPA et la bentazone.

Les triazines, malgré les restrictions d'usage puis leur interdiction en 2003, sont toujours responsables de la plupart des dépassements de norme de potabilité des pesticides, que ce soit pour un paramètre ou pour la somme. Il est souhaitable que le suivi de l'évolution de leurs concentrations reste d'actualité. Ces prochaines données, ajoutées au taux de renouvellement de la nappe et aux autres données disponibles sur l'hydrodynamisme de la nappe, pourraient peut-être, dans le cadre d'une étude particulière, permettre de proposer des scénarios sur la vitesse de décroissance des teneurs de ces molécules.

Pour la plupart des molécules recherchées, et lorsqu'il y a un nombre significatif de détections (Atrazine, déséthylatrazine, simazine, terbuthylazine et diuron), deux constats majeurs s'imposent. Le pourcentage de points où des détections sont enregistrées est systématiquement moins important pour les bassins versants à sensibilité faible que pour les bassins classés en sensibilité moyenne, importante et très importante qui sont globalement équivalents entre eux. Par contre, pour les points de mesures qui dépassent la limite de potabilité, le pourcentage de points de mesures concernés augmente avec la sensibilité. Les zones les plus contaminées sont donc bien associées à des bassins versants où la sensibilité est reconnue.

Une certaine relation entre le niveau de sensibilité du bassin versant et l'importance de la concentration mesurée de certaines molécules est ainsi mise en évidence. Sur ces secteurs où les paramètres intrinsèques au milieu naturel ne permettent pas une bonne protection des eaux souterraines, il est d'autant plus important que les conseils déjà prodigués et indispensables pour l'ensemble de la nappe, soient encore plus adaptés pour atteindre les objectifs fixés autant par le SAGE que par la DCE. Evidemment, il s'agit d'une approche différente, mais il apparaît clairement aujourd'hui que les territoires ne sont pas égaux face au risque de pollution des eaux par les produits phytosanitaires, et que ce paramètre doit être pris en compte pour des actions efficaces.

Néanmoins, certains points de mesures apparaissent très contaminés par les triazines et le diuron et ne coïncident pas avec la sensibilité du bassin versant considéré. Ces points de mesures devront faire l'objet d'une expertise particulière à laquelle il faut associer des cas de détections isolées de molécules.

Il faut rappeler que l'analyse de la sensibilité des bassins versants (réalisée par l'APRONA et l'ARAA pour le compte de la DIREN en 2003) n'est qu'une première étape. Effectivement, le croisement de la sensibilité et des pratiques qui détermineraient l'aléa, et le croisement de cet aléa avec les enjeux qui caractériserait le risque n'ont pas été réalisés. Au regard des données disponibles pour cette étude, il ne paraît pas possible d'aller plus loin dans l'analyse et l'interprétation. En revanche, il semble nécessaire d'approfondir l'étude de 2003. C'est après les étapes de croisement de pratiques puis des enjeux que des zones d'action spécifiques pourront être définies au regard de l'utilisation des produits phytosanitaires.

Une modélisation du transfert des substances actives à l'échelle de la nappe serait l'idéal mais sa réalisation semble difficile d'un point de vue technique. Dans un premier temps, la faisabilité d'une modélisation simplifiée considérant des groupes de molécules à comportements similaires et différents types de sols caractéristiques de la plaine d'Alsace pourrait être étudiée par un groupe de travail créé à cet effet. L'objectif final serait, grâce aux résultats d'une telle modélisation, de rationaliser les actions à mener sur les territoires identifiés.

Pour une action immédiate et dans le cadre du diagnostic établi en 2003, le métolachlore et le diuron apparaissent les plus problématiques à l'égard de la qualité de la nappe. La relation avec la sensibilité intrinsèque du bassin versant n'est pas significative pour le diuron probablement en raison d'une utilisation plus ciblée, mais les dépassements de la norme de potabilité sont tout de même fréquents. Les actions à mener devront surtout cibler le domaine viticole.

Quant au métolachlore, du fait de son remplacement par l'isomère S-métolachlore, il convient de poursuivre les investigations pour ce nouvel isomère avec des diagnostics complémentaires sur les zones les plus contaminées. Ces diagnostics pourraient être menés tant au niveau de la qualité de l'eau que de l'occupation du sol et de la nature des sols.

Par ailleurs, certaines nouvelles molécules analysées ont été détectées dans la nappe d'Alsace. Ces analyses sont donc à poursuivre afin de surveiller l'évolution des teneurs, notamment pour le bentazone, le glyphosate et l'AMPA. Il est également important d'inclure dans les listes de substances à rechercher, à chaque fois que les données scientifiques le permettent, les métabolites des substances actives analysées. De nombreux exemples dans la littérature montrent que l'on détecte souvent les métabolites en plus grande quantité que la molécule originale. Evidemment la recherche de nouvelles substances phytosanitaires dans les eaux souterraines doit se poursuivre car, on le constate presque systématiquement, de nouvelles molécules sont régulièrement retrouvées dans les eaux souterraines et leur taux de détection augmente avec l'abaissement des limites de détection.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : "Fert'III" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates entre 1991 et 1997...	17
Figure 2 : "Fert'III" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates entre 1997 et 2003..	18
Figure 3 : "Fert'III" - Sous-secteur "III" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates (en nombre de points de mesures).....	19
Figure 4 : "Fert'III" - Sous-secteur "III" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates pour la période 1991/1997 et 1997/2003 (en % de points de mesures)	20
Figure 5 : "Fert'III" - Sous-secteur "Centre Plaine" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates (en nombre de points de mesures)	20
Figure 6 : "Fert'III" - Sous-secteur "Centre Plaine" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates pour la période 1991/1997 et 1997/2003 (en % de points de mesures).....	21
Figure 7 : "Fert'III" - Sous-secteur "Rhin" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates (en nombre de points de mesures)	22
Figure 8 : "Fert'III" - Sous-secteur "Rhin" - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates pour la période 1991/1997 et 1997/2003 (en % de points de mesures)	22
Figure 9 : "Fert'III" - Autres sous-secteurs - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates (en nombre de points de mesures)	23
Figure 10 : "Fert'III" - Autres sous-secteurs - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates pour la période 1991/1997 et 1997/2003 (en % de points de mesures).....	24
Figure 11 : "Fert'III" - Répartition du nombre de points de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire	25
Figure 12 : "Hardt eau vive" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates entre 1991 et 1997	31
Figure 13 : "Hardt eau vive" - Evolution et intensité des variations de teneurs en nitrates entre 1997 et 2003	32
Figure 14 : "Hardt eau vive"- Sous-secteur "III" - Evolution et intensité des variation des teneurs en nitrates (en nombre de points de mesures)	33
Figure 15 : "Hardt eau vive"- Sous-secteur "III" - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates pour la période 1991/1997 et 1997/2003 (en % de points de mesures).....	33
Figure 16 : "Hardt eau vive"- Sous-secteur "Rhin" - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates (en nombre de points de mesures)	34
Figure 17 : "Hardt eau vive"- Sous-secteur "Rhin" - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates pour la période 1991/1997 et 1997/2003 (en % de points de mesures).....	35
Figure 18 : "Hardt eau vive"- Sous-secteur "III" : Répartition du nombre de points de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire	36
Figure 19 : "Hardt eau vive"- Sous-secteur "Rhin" : Répartition du nombre de points de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire	37
Figure 20 : Concentration en nitrates de l'III à Oberhergheim, Meyenheim et Huttenheim (source : RNB).....	40
Figure 21 : Concentration en nitrates de l'III à Oberhergheim et Meyenheim (source RNB)	41
Figure 22 : Nombre de jour d'assecs de l'III à Oberhergheim (par année)	42
Figure 23 : Cas 1 - la rivière alimente la nappe.....	43
Figure 24 : Cas 2 - la rivière alimente la nappe. La rivière est perchée par rapport à la nappe.	43
Figure 25 : Cas 3 la rivière draine la nappe	43
Figure 26 : Bilan des débits entrant et sortant en hautes eaux - "Hardt eau vive".....	45
Figure 27 : Bilan des débits entrant et sortant en moyennes eaux - "Hardt eau vive".....	45
Figure 28 : Bilan des débits entrant et sortant en basses eaux - "Hardt eau vive".....	45
Figure 29 : Bilan des débits entrant et sortant en hautes eaux - "Fert'III"	46
Figure 30 : Bilan des débits entrant et sortant en moyennes eaux - "Fert'III"	46
Figure 31 : Bilan des débits entrant et sortant en basses eaux - "Fert'III".....	46

Figure 32 : "Collines eau et terroirs" Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates entre 1991 et 1997.....	50
Figure 33 : "Collines eau et terroirs" Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates entre 1997 et 2003.....	50
Figure 34 : "Collines eau et terroirs" Répartition du nombre de points de mesures de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire (en nombre de points de mesures)	52
Figure 35 : "Collines eau et terroirs" Pourcentage de points par classe de concentration pour 1997 et 2003.....	52
Figure 36: "Piémont eau et terroirs" - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates entre 1991 et 1997.....	57
Figure 37 : "Piémont eau et terroirs" - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates entre 1997 et 2003	57
Figure 38 : "Piémont eau et terroirs" - Répartition du nombre de points de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire (en nombre de points de mesures)	58
Figure 39 : "Piémont eau et terroirs" - Pourcentage de point par classe de concentrations pour 1997 et 2003.....	58
Figure 40 : "Ferti Zorn" - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates entre 1997 et 2003.....	63
Figure 41 : "Ferti Zorn" - Répartition du nombre de points de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire (en nombre de points de mesures)	64
Figure 42 : "Ferti Zorn" - Pourcentage de point par classe de concentrations pour 1997 et 2003	64
Figure 43 : "Ferti-Kochersberg" - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates entre 1991 et 1997.....	67
Figure 44 : "Ferti-Kochersberg" - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates entre 1997 et 2003.....	67
Figure 45 : "Ferti-Kochersberg" - Répartition du nombre de points de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire (en nombre de points de mesures)	68
Figure 46 : "Ferti-Kochersberg" - Pourcentage de points par classe de concentration pour 1997 et 2003.....	68
Figure 47 : "Ferti Nord Alsace" –Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates entre 1991 et 1997.....	72
Figure 48 : "Ferti Nord Alsace" - Evolution et intensité des variations des teneurs en nitrates entre 1997 et 2003.....	72
Figure 49 : "Ferti Nord Alsace" - Répartition du nombre de points de mesures en fonction des classes de concentration et des années d'inventaire (en nombre de points de mesures)	73
Figure 50 : "Ferti Nord Alsace" - Pourcentage de points de mesures par classe de concentration pour 1997 et 2003.....	73
Figure 51 : Atrazine et ses métabolites – Pourcentage de points de mesures pour chaque classe de concentrations par type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène).....	77
Figure 52 : Répartition des points de mesures par classes de concentrations en atrazine, déséthylatrazine et désisopropylatrazine (en nombre de points et en %)	78
Figure 53 : Atrazine – Pourcentage de points de mesures pour chaque classe de concentrations par type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène) ..	80
Figure 54 : Déséthylatrazine – Pourcentage de points de mesures pour chaque classe de concentrations par type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène).....	80
Figure 55 : Atrazine (Lq = 0.02 µg/l) – Pourcentage de points de mesures pour chaque classe de concentrations par type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène).....	81
Figure 56 : Atrazine - Pourcentages de points de mesures pour chaque classe de concentrations en 1997 et 2003 (avec indication du nombre de points)	82
Figure 57 : Déséthylatrazine - Pourcentages de points de mesures pour chaque classe de concentrations en 1997 et 2003 (avec indication du nombre de points).....	82
Figure 58 : Désisopropylatrazine - Pourcentages de points de mesures pour chaque classe de concentrations en 1997 et 2003 (avec indication du nombre de points).....	84
Figure 59 : Simazine – Pourcentage de points de mesures pour chaque classe de concentrations par type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène) ..	86

Figure 60 : Terbutylazine – Pourcentage de points de mesures pour chaque classe de concentrations par type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène)	88
Figure 61 : Diuron – Pourcentage de points de mesures pour chaque classe de concentrations par type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène) ..	91
Figure 62 : Diuron - Pourcentages de points de mesures pour chaque classe de concentrations en 1997 et 2003 (avec indication du nombre de points)	91
Figure 63 : Alachlore – Pourcentage de points de mesures pour chaque classe de concentrations par type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène) ..	97
Figure 64 : Métolachlore – Pourcentage de points de mesures pour chaque classe de concentrations par type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène)	99

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Teneurs moyennes et médianes en nitrates des trois Inventaires.....	7
Tableau 2 : Comparaison des surfaces cartographiées en 1991, 1997 et 2003	8
Tableau 3 : Sous secteurs pour les zones "Hardt eau vive" et "Fert'III"	12
Tableau 4 : "Fert'III" - Moyennes et médianes pour les quatre années de mesures.....	16
Tableau 5 : "Fert'III" - Définition de l'évolution et de l'intensité des variations possible des concentrations en nitrates	17
Tableau 6 : "Hardt eau vive" - Moyennes et médianes sur les quatre années de mesures	30
Tableau 7 : "Hardt eau vive" - Définition de l'évolution et de l'intensité des variations possible des concentration en nitrates	31
Tableau 8 : "Collines eau et terroirs" - Moyennes et médianes sur les quatre années de mesures	49
Tableau 9 : "Collines eau et terroirs" - Définition de l'évolution et de l'intensité des variations possibles des concentrations en nitrates	50
Tableau 10 : "Piémont eau et terroirs" - Moyennes et médianes sur les quatre années de mesures ..	55
Tableau 11 : "Piémont eau et terroirs" - Définition de l'évolution et de l'intensité des variations possibles des concentrations en nitrates	56
Tableau 12 : "Ferti Zorn" - Moyennes et médianes sur les quatre années de mesures.....	61
Tableau 13 : "Ferti Zorn" - Définition de l'évolution et de l'intensité des variations possibles des concentrations en nitrates	62
Tableau 14 : "Ferti-Kochersberg" - Moyennes et médianes sur les quatre années de mesures.....	66
Tableau 15 : "Ferti-Kochersberg" - Définition de l'évolution et de l'intensité des variations possibles des concentrations en nitrates	67
Tableau 16 : "Ferti Nord Alsace" - Moyennes et médianes sur les quatre années de mesures.....	70
Tableau 17 : "Ferti Nord Alsace" - Définition de l'évolution et de l'intensité des variations possibles des concentrations en nitrates	71
Tableau 18 : Nombre de points de mesures par classe de concentrations en atrazine en fonction du type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène) ..	79
Tableau 19 : Nombre de points de mesures par classe de concentrations en déséthylatrazine en fonction du type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène).....	79
Tableau 20 : Nombre de points de mesures par classe de concentrations en simazine en fonction du type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène) ..	85
Tableau 21 : Nombre de points de mesures par classe de concentrations en diuron en fonction du type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène) ..	90
Tableau 22 : Nombre de points de mesures par classe de concentrations en alachlore en fonction du type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène) ..	96
Tableau 23 : Nombre de points de mesures par classe de concentrations en métolachlore en fonction du type de sensibilité des bassins versants aux produits phytosanitaires (plaine d'Alsace et Pliocène)	98

ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Carte du zonage des opérations Fertimieux	109
Annexe 2 : Carte de présentation des sous-secteurs des zones "Fert'III" et "Hardt eau vive"	111
Annexe 3 : Sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires en Alsace	113
Annexe 4 : Carte de présentation de la zone "Fert'III"	115
Annexe 5 : Carte de l'évolution des teneurs en nitrates sur la période 1997/2003 – Zone "Fert'III" ...	117
Annexe 6 : Carte de présentation de la zone "Hardt eau vive"	119
Annexe 7 : Carte de l'évolution des teneurs en nitrates sur la période 1997/2003 – Zone " Hardt eau vive"	121
Annexe 8 : Carte de localisation du dispositif de réalimentation artificiel de l'III	123
Annexe 9 : Carte de profondeur du toit de la nappe par rapport au sol (Moyenne eaux – 20/10/1986)	125
Annexe 10 : Carte de présentation de la zone "Collines eau et terroirs"	127
Annexe 11 : Carte de l'évolution des teneurs en nitrates sur la période 1997/2003 – Zone "Collines eau et terroirs"	129
Annexe 12 : Carte de présentation de la zone "Piémont eau et terroirs"	131
Annexe 13 : Carte de l'évolution des teneurs en nitrates sur la période 1997/2003 – Zone "Piémont eau et terroirs"	133
Annexe 14 : Carte de présentation de la zone "Ferti Zorn"	135
Annexe 15 : Carte de l'évolution des teneurs en nitrates sur la période 1997/2003 – Zone "Ferti Zorn"	137
Annexe 16 : Carte de présentation de la zone "Ferti Kochersberg"	139
Annexe 17 : Carte de l'évolution des teneurs en nitrates sur la période 1997/2003 – Zone "Ferti Kochersberg"	141
Annexe 18 : Carte de présentation de la zone "Ferti Nord Alsace"	143
Annexe 19 : Carte de l'évolution des teneurs en nitrates sur la période 1997/2003 – Zone "Ferti Nord Alsace"	145
Annexe 20 : Carte de présence de l'atrazine et de ses métabolites par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires	147
Annexe 21 : Carte des concentrations en atrazine par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires	149
Annexe 22 : Carte des concentrations en déséthylatrazine par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires	151
Annexe 23 : Evolution des concentrations en atrazine entre 1997 et 2003 par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires	153
Annexe 24 : Evolution des concentrations en déséthylatrazine entre 1997 et 2003 par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires	155
Annexe 25 : Carte des concentrations en désisopropylatrazine par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires	157
Annexe 26: Evolution des concentrations en désisopropylatrazine entre 1997 et 2003 par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires	159
Annexe 27 : Carte des concentrations en simazine par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires	161
Annexe 28 : Evolution des concentrations en simazine entre 1997 et 2003 par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires	163
Annexe 29 : Carte des concentrations en terbuthylazine par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires	165
Annexe 30 : Evolution des concentrations en terbuthylazine entre 1997 et 2003 par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires	167
Annexe 31 : Carte des concentrations en diuron par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires	169
Annexe 32 : Evolution des concentrations en diuron entre 1997 et 2003 par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires	171

Annexe 33 : Carte des concentrations en alachlore par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires.....	173
Annexe 34 : Evolution des concentrations en alachlore entre 1997 et 2003 par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires	175
Annexe 35 : Carte des concentrations en métolachlore par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires.....	177

Annexe 1 : Carte du zonage des opérations Fertimieux

Annexe 2 : Carte de présentation des sous-secteurs des zones "Fert'III" et "Hardt eau vive"

Annexe 3 : Sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires en Alsace

Annexe 4 : Carte de présentation de la zone "Fert'III"

Annexe 5 : Carte de l'évolution des teneurs en nitrates sur la période 1997/2003 – Zone "Fert'III"

Annexe 6 : Carte de présentation de la zone "Hardt eau vive"

**Annexe 7 : Carte de l'évolution des teneurs en nitrates sur la période 1997/2003 – Zone " Hardt
eau vive"**

Annexe 8 : Carte de localisation du dispositif de réalimentation artificiel de l'III

Annexe 9 : Carte de profondeur du toit de la nappe par rapport au sol (Moyenne eaux – 20/10/1986)

Annexe 10 : Carte de présentation de la zone "Collines eau et terroirs"

**Annexe 11 : Carte de l'évolution des teneurs en nitrates sur la période 1997/2003 – Zone
"Collines eau et terroirs"**

Annexe 12 : Carte de présentation de la zone "Piémont eau et terroirs"

**Annexe 13 : Carte de l'évolution des teneurs en nitrates sur la période 1997/2003 – Zone
"Piémont eau et terroirs"**

Annexe 14 : Carte de présentation de la zone "Ferti Zorn"

Annexe 15 : Carte de l'évolution des teneurs en nitrates sur la période 1997/2003 – Zone "Ferti Zorn"

Annexe 16 : Carte de présentation de la zone "Ferti Kochersberg"

Annexe 17 : Carte de l'évolution des teneurs en nitrates sur la période 1997/2003 – Zone "Ferti Kochersberg"

Annexe 18 : Carte de présentation de la zone "Ferti Nord Alsace"

Annexe 19 : Carte de l'évolution des teneurs en nitrates sur la période 1997/2003 – Zone "Ferti Nord Alsace"

**Annexe 20 : Carte de présence de l'atrazine et de ses métabolites par rapport à la sensibilité
des eaux souterraines aux produits phytosanitaires**

Annexe 21 : Carte des concentrations en atrazine par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires

Annexe 22 : Carte des concentrations en déséthylatrazine par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires

Annexe 23 : Evolution des concentrations en atrazine entre 1997 et 2003 par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires

Annexe 24 : Evolution des concentrations en déséthylatrazine entre 1997 et 2003 par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires

Annexe 25 : Carte des concentrations en désisopropylatrazine par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires

Annexe 26: Evolution des concentrations en désisopropylatrazine entre 1997 et 2003 par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires

Annexe 27 : Carte des concentrations en simazine par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires

Annexe 28 : Evolution des concentrations en simazine entre 1997 et 2003 par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires

Annexe 29 : Carte des concentrations en terbuthylazine par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires

Annexe 30 : Evolution des concentrations en terbuthylazine entre 1997 et 2003 par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires

Annexe 31 : Carte des concentrations en diuron par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires

Annexe 32 : Evolution des concentrations en diuron entre 1997 et 2003 par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires

Annexe 33 : Carte des concentrations en alachlore par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires

Annexe 34 : Evolution des concentrations en alachlore entre 1997 et 2003 par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires

Annexe 35 : Carte des concentrations en métolachlore par rapport à la sensibilité des eaux souterraines aux produits phytosanitaires



APRONA
140, rue du Logelbach
68000 COLMAR

Tél. : 03 89 80 40 10 Fax : 03 89 80 40 11
N° SIRET 404 943 888 00036 – Code APE 913 E

e-mail : contact@aprona.net
Site Internet : <http://www.aprona.net>