

Efficacité du Plan de Maîtrise des Pollutions d'Origine Agricole en France pour la reconquête de la qualité de l'eau en matière de nitrates

V. Manneville, A. Le Gall, J.-B. Dollé, J. Lucbert

L'impact des différents plans de maîtrise des pollutions d'origine agricole sur la teneur en nitrates des eaux fait l'objet d'un vif débat de société. Cet article apporte une évaluation quantifiée de l'effort réalisé par les éleveurs depuis 20 ans et évalue avec une méthodologie originale la contribution de l'élevage à la réduction de la teneur en nitrate des eaux.

RÉSUMÉ

La méthodologie initiée sur la base des statistiques spatialisées à l'échelle du canton établissent le lien entre l'importance des élevages ayant adhéré au premier programme de maîtrise des pollutions (PMPOA 1) et la baisse de la teneur en nitrates des eaux. De plus, l'analyse d'autres sources d'information précise la nature des efforts réalisés par les éleveurs dans le cadre du second programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole (PMPOA 2 : 2002-2007) pour la zone vulnérable, à savoir la création de nouvelles capacités de stockage des effluents et une meilleure valorisation des effluents conduisant à la réduction de la balance azotée globale. Globalement, les deux PMPOA (de 1994 à 2007) ont conduit à améliorer la gestion de 80% de la quantité d'azote organique produite en zone vulnérable.

SUMMARY

Efficiency of the Plan for the Control of the Pollutions of Agricultural Origin in France for the recovery of the nitrate quality of waters

The effects of the various plans to lower the nitrate contents of the water in order to control the pollutions of agricultural origin has been the source of hot public debate. This paper gives a quantitative assessment of the farmers' achievements for the last twenty years, together with an original methodology for evaluating the contribution of livestock farming to the reduction of the nitrate content in the water. The territorial statistics at the level of the 'canton' (a small subdivision of the département) show the existence of a link between the proportion of farmers having followed the first programme of pollution control (PMPOA) and the reduction of the nitrate contents of the waters. The investments made by the farmers for a better control of the farm effluents and the changes in the agricultural practices are described. The efforts made by livestock farmers from 1994 to 2007 account for 80% in the fate of the organic nitrogen produced in vulnerable zones.

La pollution des eaux par les activités agricoles fait toujours en 2010 l'objet de débats passionnés au sein de la société civile, notamment en Région Bretagne, caractérisée par une forte densité de productions agricoles intensives : élevages hors sol de monogastriques, élevages laitiers avec un système fourrager basé sur le maïs ensilage, cultures légumières. Des impacts visibles, telle la prolifération des algues vertes dans les eaux littorales de plusieurs baies, et leurs conséquences néfastes aux plans sanitaire, touristique et environnemental ont particulièrement attiré l'attention. Pourtant, **des actions de grande envergure ont été mises en œuvre par les pouvoirs publics et la**

profession agricole depuis 1992 pour appliquer la directive européenne 91/676/CEE du 12 décembre 1991 aussi appelée directive Nitrates ; la première de ces actions, mise en place en 1994, est le programme appelé PMPOA 1. **Évaluer l'efficacité de ces actions est donc important pour éclairer le débat actuel.** C'est l'objectif du travail réalisé à la demande du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche en 2007, et dont les principaux résultats sont présentés dans cet article.

Ce travail a comporté deux volets distincts. Le premier a consisté à mesurer ce qui a été concrètement réalisé dans le cadre de la mise en œuvre du second plan

AUTEURS

Institut de l'Élevage - Département technique d'élevage et qualité ; Vincent Manneville : Institut de l'élevage, 9, allée Pierre de Fermat, F-63170 Aubière ; Vincent.manneville@inst-elevage.asso.fr

MOTS CLÉS : Bilan d'azote, bovin, évolution, fertilisation azotée, fertilisation organique, France, fumier, gestion de l'azote, lisier, nitrate, pratiques des agriculteurs, qualité de l'eau, réglementation, système de production.

KEY-WORDS : Cattle, change in time, farmers' practices, France, manure, nitrate, nitrogen balance, nitrogen fertilization, nitrogen management, organic fertilization, production system, regulation, slurry, water quality.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Manneville V., Le Gall A., Dollé J.-B., Lucbert J. (2010) : "Efficacité du Plan de Maîtrise des Pollutions d'Origine Agricole en France pour la reconquête de la qualité de l'eau en matière de nitrates", *Fourrages*, 204, 289-296.

d'action appelé Programme de Maîtrise des Pollutions d'Origine Agricole (PMPOA), et le second, à évaluer l'impact des différents plans d'action sur la qualité des eaux.

La première partie de cet article présente les évolutions de la teneur en nitrates des eaux en étudiant particulièrement le lien, au niveau territorial, et selon une méthodologie spécifiquement créée à cette fin, entre les caractéristiques agronomiques et l'évolution constatée des teneurs en nitrates, en analysant les effets possibles du PMPOA 1. La seconde partie décrit les réalisations concrètes effectuées dans les élevages, en particulier les évolutions en matière de bâtiments et d'ouvrages de stockage ainsi que les évolutions des pratiques de fertilisation dans le cadre du PMPOA 2.

Impact du plan de maîtrise de l'azote sur l'évolution de la teneur en nitrates des eaux dans le cadre de l'application de la directive Nitrates

Prendre des mesures pour augmenter le stockage des effluents et pouvoir ainsi améliorer leur valorisation agronomique n'aboutit pas immédiatement à une réduction significative de la teneur en nitrates des eaux. Le rapport réalisé par l'Inspection des Finances (1999) avait d'ailleurs conclu à l'inefficacité du programme à partir du simple constat de l'augmentation continue de la teneur en nitrates des eaux en zones vulnérables.

Le transfert de l'azote dans l'eau s'opère lorsque l'azote se trouve sous la forme de nitrates en période de drainage important et quand la couverture végétale a très peu de besoins (VERTÈS *et al.*, 2008). Le facteur temps est aussi essentiel, car il est nécessaire de **prendre en compte un pas de temps suffisant** dans les études évaluant l'impact de différents facteurs sur la teneur en nitrates des eaux. En effet, la dynamique de l'azote est liée à de nombreux processus de transformation lors des transferts, dépendant eux-mêmes des conditions de milieu (DURAND *et al.*, 2006). Dans ce transfert, de

nombreux facteurs interviennent comme la pluviosité en période hivernale, les caractéristiques des sols (profondeur, teneur en matière organique...) ainsi que la sensibilité du milieu physique (type de sous-sol, pente...). Dans le cadre du programme Green Dairy, CHAMBAUT *et al.* (2007) ont confirmé la nécessité de prendre en compte non seulement les pratiques annuelles mais aussi la nature du système fourrager, la place de la prairie dans la rotation et les conditions de milieu pour évaluer le niveau de risque de lessivage de l'azote dans les exploitations laitières.

La question posée en préalable à cette étude restait donc : **en quoi la mise en conformité des bâtiments d'élevage couplée à des pratiques agronomiques adaptées participent-elles à une reconquête ou au maintien de la qualité de l'eau en France en matière de nitrates ?**

1. Matériel et méthodes

■ Les données utilisées

Pour répondre à la question posée nous avons utilisé deux sources d'information :

- Les données fournies par le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT) - Direction de l'eau : les teneurs en nitrates du réseau de surveillance de la qualité de l'eau au titre de la directive Nitrates, mesurées à quatre périodes différentes : 1992-1993, 1997-1998, 2000-2001 et 2004-2005 ; ces données portent sur environ 4 000 points de mesure qui ne sont pas totalement les mêmes d'une campagne à l'autre. Dans notre analyse nous avons utilisé pour chaque point de mesure la moyenne de l'ensemble des mesures faites durant chaque campagne qui va d'octobre à mars.

- Les données statistiques, à l'échelle cantonale, relatives aux activités agricoles, fournies par le recensement agricole réalisé par le SCEES du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche en 2000.

	Ensemble de la zone vulnérable	Cantons en augmentation Groupe 1	Cantons stables Groupe 2	Cantons en diminution Groupe 3
Nombre de cantons	1 798	422	676	700
Evolution de l'indicateur nitrate (mg/l) (valeur de la campagne 2004-2005 par rapport à 1997-1998)	- 2,5	+ 9,0	+ 0,1	- 12,7
Indicateur nitrate 2004-2005 (mg/l)	35,8	41,0	32,5	33,7
Indicateur nitrate 1997-1998 (mg/l)	38,2	32,0	32,4	46,3
SAU (ha)	14 151 157	4 593 625	3 515 813	6 154 353
Céréales et autres cultures/SAU (%)	65	76	68	57
Cultures fourragères/SAU (%)	18	10	14	28
STH/SAU (%)	16	14	18	15
Pression d'azote organique/SAU (kg/ha)	45	30	40	59

TABLEAU 1 : **Caractéristiques moyennes des trois groupes différant par l'évolution de l'indicateur nitrate cantonal** entre les campagnes de mesure 1997-1998 et 2004-2005.

TABLE 1 : **Mean characteristics of the three groups differing by the evolution of nitrate indicator in the 'cantons'** between the measurement years 1997-1998 and 2004-2005.

Zone à dominante :	Total (n : nb de Cantons en cantons)	Evolution de l'indicateur nitrates (n)		
		Cantons en augmentation	Cantons stables	Cantons en diminution
- élevage	704	58	265	381
- grandes cultures	1 094	364	411	319

TABEAU 2 : Répartition des cantons selon l'évolution de leur indicateur nitrate entre les campagnes 1997-1998 et 2004-2005 et par type de production dominante.

TABLE 2 : Distribution of the 'cantons' according to the evolution of their nitrate indicator between the measurement years 1997-1998 and 2004-2005, for each type of dominant production.

■ Les analyses réalisées

Ces données ont été analysées finement, à partir d'une méthodologie qui se résume dans les trois points suivants :

- L'expression des teneurs en nitrates des eaux sous une forme unique : les teneurs des eaux superficielles sont converties en "**teneur équivalente nitrates eaux souterraines**" par un coefficient de conversion égal à 1,6. Ce coefficient est une estimation faite sur la totalité des mesures annuelles au niveau national. Il s'avère remarquablement constant sur les 4 campagnes de mesure. Il a été vérifié que cette transformation n'a pas d'effet sur les mesures d'augmentation, de diminution ou stabilité de la teneur en nitrates.

- Le calcul d'un **indicateur nitrate cantonal** par une méthode utilisant les statistiques spatiales, mise au point par FERRAND *et al.* (2009) pour les besoins de cette étude. Cet indicateur est une moyenne locale définie pour chaque zone vulnérable de canton, calculée comme une moyenne pondérée de l'ensemble des teneurs en équivalents nitrates des stations appartenant à un même district hydrographique en utilisant les teneurs en nitrates des eaux souterraines et les "teneurs équivalentes eaux souterraines" des eaux superficielles. Le système de poids appliqué aux mesures décroît exponentiellement avec la distance de la station au centre du canton considéré selon une formule inspirée de travaux

réalisés dans le domaine de l'épidémiologie où l'on cherche à modéliser des mesures d'indices de risques relatifs dans un contexte de représentation géographique de foyers d'évolutions spatio-temporelles (BITHELL, 1995). Les valeurs de cet indicateur sont croisées avec des informations fournies par le Recensement agricole de 2000.

- La réalisation d'une **typologie des cantons** à partir des axes factoriels d'une Analyse Factorielle Multiple Spatialisée à partir de variables regroupées en trois groupes thématiques traduisant l'évolution des indicateurs nitrates, les pratiques agricoles (pression en azote organique exercée par les élevages et relevant de la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)) et la localisation spatiale permettant de prendre en compte la proximité spatiale. Chaque canton est ainsi décrit par des variables d'activités d'élevage, des variables mesurant la qualité des eaux et des variables de localisation.

2. Résultats

■ Evolution générale et par groupe de l'indicateur nitrate

Des évolutions différentes sont observées selon les cantons entre 1997-1998 et 2004-2005. **Pour l'ensemble de la zone vulnérable** définie au titre de la directive Nitrates, l'indicateur nitrate moyen pour 1997-1998 est de 38,2 mg/l et pour 2004-2005, de 35,8 mg/l soit une **diminution de - 2,5 mg/l**. Lors de la campagne 1997-1998, 75% des captages dépassent 25 mg/l alors que, sur la campagne 2004-2005, ce pourcentage a baissé à 70%. Des évolutions différentes sont observées selon les cantons entre 1997-1998 et 2004-2005. Nous avons classé les 1 800 cantons constituant la zone vulnérable **en trois groupes selon que l'indicateur nitrates augmente de plus de 2,5 mg/l**, reste compris entre - 2,5 mg/l et + 2,5 mg/l **ou diminue de plus de 2,5 mg/l entre 1997-1998 et 2004-2005**. Le tableau 1 décrit les caractéristiques de ces trois groupes de cantons. Le tableau 2 met en relief que près de 55% des cantons à dominante élevage amorcent une diminution de la teneur en nitrates.

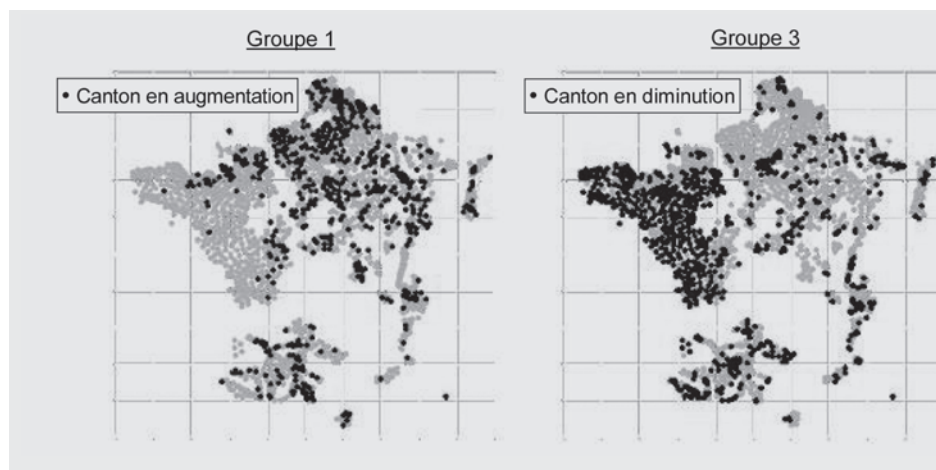


FIGURE 1 : Répartition des cantons du Groupe 1 (indicateur nitrate en augmentation) et du Groupe 3 (indicateur nitrate en diminution) entre les campagnes 1997-1998 et 2004-2005.

FIGURE 1 : Distribution of the 'cantons' in Group 1 (increasing nitrate indicators) and in Group 3 (decreasing nitrate indicators) between the years 1997-1998 and 2004-2005.

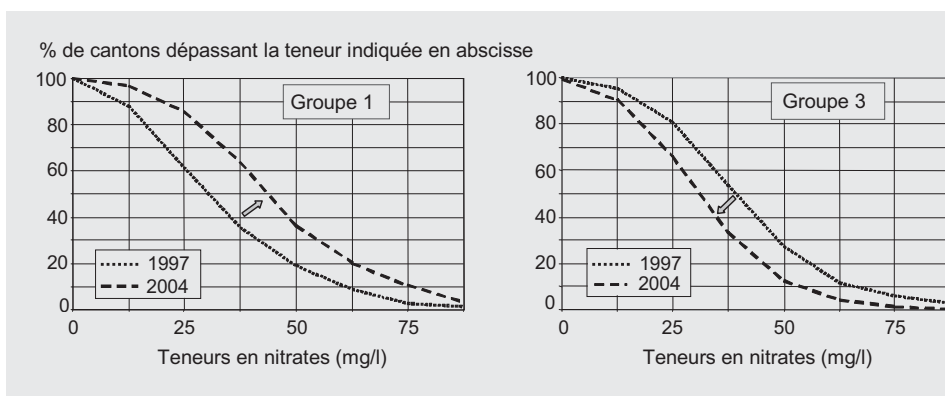


FIGURE 2 : Evolution des profils de l'indicateur nitrate des cantons du Groupe 1 et du Groupe 3 lors des campagnes de mesure 1997-1998 et 2004-2005.

FIGURE 2 : Evolution of the profiles of the nitrate indicator in the 'cantons' of Group 1 and Group 3 in the measurement years 1997-1998 and 2004-2005.

Les trois groupes constitués selon l'évolution de l'indicateur nitrates (tableau 1) diffèrent nettement par leurs caractéristiques agronomiques. Le **Groupe 1** des cantons où l'indicateur nitrates augmente a une pression en azote organique nettement plus faible que celle du Groupe 3 où l'indicateur diminue, 30 kg N/ha SAU *versus* 59 kg N/ha SAU. De même, la part de culture fourragère y est plus faible (10% *vs* 28%). Cela indique que la contribution de l'élevage à la teneur en nitrates du Groupe 1 est faible car la **surface agricole** de cette zone est **majoritairement consacrée aux grandes cultures**. A l'inverse, pour le **Groupe 3**, l'importance de la pression en azote organique ainsi que la part importante de la surface fourragère vont dans le sens d'une **grande contribution de l'élevage dans ces cantons**. On peut constater que l'évolution de l'indicateur nitrates entre les deux campagnes a conduit à une inversion des valeurs de cet indicateur entre les Groupes 1 et 3. La carte situant les cantons des différents groupes (figure 1) montre une bonne correspondance du Groupe 3 avec les zones à forte densité d'élevages.

La figure 2 permet de visualiser l'évolution des profils (en abscisse les teneurs en nitrates ; en ordonnée le pourcentage de cantons dépassant la teneur indiquée en abscisse) de teneur en nitrates des cantons des Groupes 1 et 3. Elle montre une **évolution nettement à la baisse** entre les campagnes 1997-1998 et 2004-2005 **pour le Groupe 3 et une évolution en sens inverse pour le Groupe 1**.

■ Analyse typologique des différentes classes de cantons

L'analyse typologique a abouti à la constitution de **25 classes**. Chaque classe typologique a été ensuite caractérisée à l'aide de trois indicateurs : les deux premiers (pression d'azote organique et pourcentage de SFP dans la SAU) caractérisent la contribution de l'élevage, le troisième (part des exploitations soumises à la réglementation ICPE soumises à Autorisation (ICPE A)) peut être relié au niveau possible d'adhésion au PMPOA 1 qui concernait surtout les exploitations de grande taille. MANNEVILLE *et al.* (2008) décrivent dans le détail ces 25 classes ; nous n'en présentons ici que 2, les classes 01 et 19, très contrastées.

La **Classe 01** (figure 3a) correspond à un ensemble de cantons dont la SAU représente 10% de la SAU de la zone vulnérable française mais 30% de l'ensemble dont l'indicateur nitrate augmente. La pression en azote organique n'est que de 17,0 kg/ha SAU, indiquant une **contribution faible de l'activité élevage**. Les surfaces fourragères et la STH couvrent respectivement 10 et 8% de la SAU. Sur la période considérée, l'indicateur nitrate augmente de 5,1 mg/l pour atteindre 35,5 mg/l en 2004-2005, ce qui reste encore modéré. L'évolution des profils de l'indicateur nitrate montre que près de 75% des cantons dépassaient 25 mg/l en 1997-1998, contre 85% sur la campagne 2004-2005 (figure 3b).

La **Classe 19** correspond à un ensemble de cantons dont la SAU représente 8% de la SAU de la zone vulnérable française. Les cantons qui la constituent sont situés dans le grand Ouest (Sud Bretagne et Pays de la Loire ;

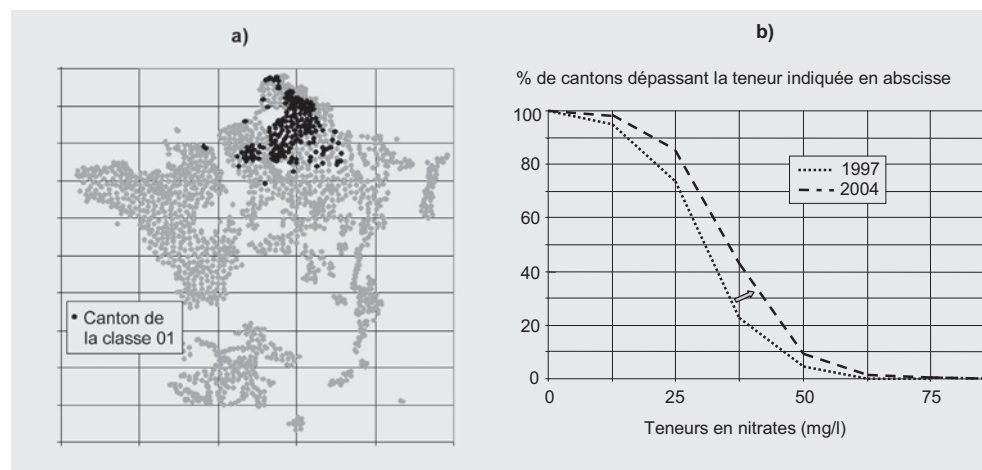


FIGURE 3 : Classe 01 de la typologie des cantons : a) répartition géographique, b) évolution du profil de l'indicateur nitrate entre les campagnes de mesure 1997-1998 et 2004-2005.

FIGURE 3 : Class 01 of the typology of the 'cantons': a) geographical distribution; b) evolution of the nitrate indicator profile between the measurement years 1997-1998 and 2004-2005.

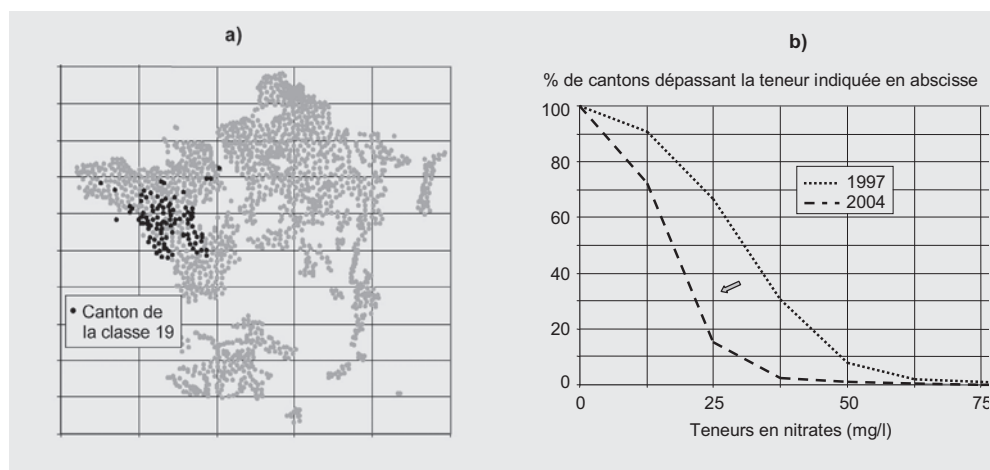


FIGURE 4 : **Classe 19 de la typologie des cantons : a) répartition géographique, b) évolution du profil de l'indicateur nitrate** entre les campagnes de mesure 1997-1998 et 2004-2005.

FIGURE 4 : **Class 19 of the typology of the 'cantons': a) geographical distribution; b) evolution of the nitrate indicator profile** between the measurement years 1997-1998 and 2004-2005.

figure 4a). **La pression en azote organique est élevée** (82,7 kg/ha SAU), caractérisant l'importance de l'élevage, et les installations classées à autorisation représentent plus de 20% de l'azote total organique, ce qui est modéré, et contribuent pour plus de 18% de l'azote total produit par les animaux. **Les surfaces fourragères occupent près de 70% de ce territoire**, dont 15% sont de la STH alors que les grandes cultures ne représentent que 30%. **L'indicateur nitrate chute de 13,5 mg/l** et atteint, en 2004-2005, 17,6 mg/l. L'évolution des profils de l'indicateur nitrate entre les deux campagnes indique que la proportion des cantons dépassant 25 mg/l est passée de 70% (campagne 1997-1998) à 10% (2004-2005). L'évolution positive des valeurs des profils de cette zone (figure 4b) est vraisemblablement à relier à la densité d'ICPE A dans cette zone qui ont été intégrées dans le PMPOA 1.

3. Discussion : une tendance à confirmer sur les prochaines campagnes d'analyse du réseau

Les résultats de cette étude vont dans le sens d'un **lien positif entre la densité d'élevages et une diminution de la teneur en nitrates des eaux**, notamment pendant la période s'étendant de 1997-1998 à 2004-2005. Le lien avec l'indicateur ICPE A indique un **lien avec le premier programme PMPOA 1**, 1997-1998 correspondant au démarrage du programme et 2004-2005, à la fin des travaux de ce programme. De plus, en 2004-2005, pratiquement aucun des travaux programmés dans le cadre du PMPOA 2 n'était réalisé.

Nous avons constaté que les teneurs en nitrates diminuent dans les zones avec une représentation importante d'exploitations soumises à la réglementation ICPE A, relevant donc du premier programme PMPOA ; cela nous incite à penser que ce sont **les effets de ce programme qui commencent à se faire sentir**. De plus, dans les zones où cette présence d'exploitations ICPE soumises à autorisation est faible, l'indicateur nitrate est stable, voire en augmentation, ce qui conforte cette hypothèse.

Cependant, **d'autres facteurs peuvent aussi intervenir** comme les cycles hydrologiques en lien avec les variations plus globales du climat régional

(AUROUSSEAU et VINSON, 2006). Les deux campagnes particulièrement étudiées ici, 1997-1998 et 2004-2005, sont marquées par des déficits hydriques assez importants et sont proches. Mais cette similarité à l'échelle de l'année ne peut exclure des variations saisonnières significatives.

Les évolutions en nitrates observées entre ces deux campagnes sont proches de celles observées pour des bassins versants bretons sur des pas de temps similaires en modélisant des pratiques agricoles voisines de celles prises en compte dans ce programme (DURAND *et al.*, 2006 ; BORDENAVE *et al.*, 2006 ; CHAMBAUT *et al.*, 2007).

Le temps de réponse des bassins versants aux modifications de pratiques agricoles est un point très important pour évaluer l'impact des programmes d'action agricoles sur la teneur en azote des eaux. Or celui-ci dépend des caractéristiques hydrologiques et hydrochimiques de chaque bassin et peut varier énormément entre 5 et 15 ans.

Bilan des réalisations du PMPOA

La mise en application en France de la directive Nitrates à travers le PMPOA 1, décidé conjointement par les pouvoirs publics et la profession agricole en 1994, visait principalement à aider les éleveurs à se mettre en conformité avec la réglementation environnementale sur le plan des capacités de stockage. Il concernait tous les élevages des espèces bovines, porcines et avicoles sur tout le territoire métropolitain, sans distinction de zone, et en intégrant les élevages par taille décroissante¹. Ce programme, suspendu en 2000, a été relancé en 2002 sous l'appellation PMPOA 2, en ciblant les actions en priorité sur les zones vulnérables au sein desquelles les élevages de toutes les espèces animales étaient concernées quelle que soit leur taille. Hors zones vulnérables, seuls les élevages de taille supérieure à 90 UGBN² restaient concernés.

1 : Circulaire DEPSE/SDEEA n°7016 du 22 avril 1994 abrogée par la Circulaire DEF/SDAGER/C n° 2002-3008 DEPSE/SDEEA/C n° 2002-7016 du 23 avril 2002

2 : UGBN : unité établie dans le cadre du PMPOA 1 correspondant à 73 kg d'azote produit dans les déjections par an selon un barème forfaitaire établi par animal.

Le bilan effectué porte sur les travaux réalisés dans le cadre du PMPOA 2 et vise également à quantifier les coûts financiers. Les résultats présentés ci-dessous concernent essentiellement les systèmes d'élevage bovins lait et bovins viande.

1. Matériel et méthodes : les sources d'information utilisées

Trois sources d'information ont été utilisées :

- la base de données des diagnostics Dixel (Institut de l'Élevage, 2006) réalisés de façon informatisée. Cette base contenait 20 500 diagnostics et 13 235 projets. Les informations portent sur les cheptels, les bâtiments, les ouvrages de stockage, les surfaces, la nature des cultures et les pratiques agronomiques. Cet échantillon peut être considéré comme représentatif de l'ensemble des quelques 53 000 élevages engagés au total dans le PMPOA 2 ;

- la base de données de l'organisme payeur, le Centre National pour l'Aménagement des Structures des Exploitations Agricoles (CNASEA), contenant des informations sur les 39 892 projets pour lesquels l'aide a été notifiée avant le 15 juin 2007. Cette base a donné des renseignements sur les projets à divers stades d'avancement ;

- les données de l'enquête SCEES de 2005 (Agreste, 2007), donnant des informations sur les structures des exploitations et leur évolution.

Les résultats obtenus sont issus de l'analyse statistique descriptive des données contenues dans ces bases, extrapolées à l'ensemble de la population concernée.

2. Résultats : réalisations de mise en conformité des bâtiments d'élevage et évolution des pratiques

■ Adhésion au programme

Sur la base des données CNASEA extrapolées aux 53 000 exploitations adhérentes au PMPOA 2, 90% des élevages engagés relevaient des OTEX (Orientation Technico-économique des Exploitations) herbivores et 51% étaient des élevages bovins laitiers. La SAU de l'ensemble des exploitations engagées représentait 20% de la SAU métropolitaine et 27% de la SAU des zones vulnérables.

L'azote produit dans les exploitations engagées dans le PMPOA 2, calculé sur la base des normes CORPEN, représente 24% de l'azote produit annuellement par les animaux d'élevage sur le territoire national (toutes espèces confondues). Comme le PMPOA 1 avait déjà pris en compte 31% de l'azote produit, c'est **au total 55% de l'azote animal produit** en France qui ont été **pris en compte dans l'ensemble des deux programmes et 80% de l'azote produit en zones vulnérables**.

■ Investissements et nature des travaux prévus dans les bâtiments et pour le stockage des effluents

L'analyse des données des diagnostics Dixel révèle que le niveau *ex ante* de **non-conformité concernait 11% des bâtiments**, dû essentiellement (dans 78% des cas) à des écoulements directs d'eaux souillées dans l'environnement. En revanche, **56% des stockages d'effluents** étaient non conformes en raison d'absence pure et simple de stockage (47%) ou de capacité insuffisante. Cet état de fait est vraisemblablement dû aux évolutions rapides en plusieurs étapes d'une réglementation passant du Règlement Sanitaire Départemental (RSD) qui n'imposait que 45 jours de stockage, au régime des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)³, à partir de 1993, pour les élevages d'une certaine taille. Ceci a d'abord impliqué de passer à 4 mois de stockage puis, à partir de 1996, au dimensionnement des ouvrages de stockage nécessaire pour une bonne valorisation agronomique dans le cadre du premier programme d'actions en zone vulnérable.

L'analyse plus détaillée, par grand système de production, de la situation des 13 235 projets (avant aménagements) révèle :

- **pour les systèmes bovins laitiers** : un déficit de capacité de stockage d'un tiers pour les fumiers et de deux tiers pour les effluents liquides (lisiers et autres)

	Fosses à lisier (m ³)	Fumières (m ²)
Systèmes bovins lait, herbe et maïs limité (39 vaches)		
- capacité existante	95	102
- capacité à créer : minimum réglementaire	112	66
- capacité à créer : objectif agronomique	140	70
Systèmes bovins lait, maïs non limité (42 vaches)		
- capacité existante	106	90
- capacité à créer : minimum réglementaire	135	87
- capacité à créer : objectif agronomique	169	91
Systèmes bovins viande naisseurs (55 vaches)		
- capacité existante	46	87
- capacité à créer : minimum réglementaire	38	45
- capacité à créer : objectif agronomique	48	45
Systèmes bovins viande naisseurs et engraisseurs de jeunes bovins (54 vaches)		
- capacité existante	51	106
- capacité à créer : minimum réglementaire	50	71
- capacité à créer : objectif agronomique	62	71

TABLEAU 3 : Création de nouvelles capacités de stockage envisagées dans le cadre du PMPOA 2 pour 4 catégories de systèmes bovins lait et bovins viande.

TABLE 3 : Creation of new storage capacities contemplated in the PMPOA 2 for 4 categories of dairy cattle and beef cattle systems.

3 : En lien avec l'Arrêté du 29 février 1992 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les élevages de vaches laitières, vaches allaitantes soumis à déclaration, abrogé par l'arrêté ICPE multi-espèces du 7 février 2005.

occasionnant des pertes de façon diffuse ou ponctuelle de 8 à 14% de l'azote stocké ; **une pression moyenne d'azote organique proche de 100 kg d'azote par hectare épanachable**, c'est-à-dire très éloignée du plafond de 170 kg imposé par la directive Nitrates ; une Balance Globale Azotée⁴ modérée, variant de 9 kg N/ha SAU pour les systèmes herbagers à 26 kg N/ha SAU pour les systèmes à maïs non limité. L'analyse des **travaux prévus** dans le cadre de ces projets indique un accroissement des ouvrages de stockage de lisier (+ 24%) révélant **une évolution des pratiques et de l'état d'esprit des éleveurs** qui cherchent ainsi à produire des engrais de ferme plus facilement épanchables, comme l'illustre le tableau 3 pour deux catégories principales de systèmes bovins lait représentées dans le PMPOA 2 ;

- **pour les systèmes bovins viande et mixtes** (lait + viande) : une situation globalement meilleure avec un déficit de capacité de stockage de 20 à 30% pour les fumiers et de 65 à 75% pour les effluents liquides (lisiers et autres), occasionnant des pertes diffuses ou ponctuelles de 5 à 6% de l'azote stocké. La situation de ces systèmes se caractérise aussi par une pression d'azote organique proche de 100 kg d'azote par hectare épanachable et une Balance Globale Azotée limitée et variant de 2 kg N/ha SAU pour les systèmes naisseurs à 13 kg N/ha SAU pour les systèmes naisseurs - engraisseurs.

L'analyse des travaux prévus indique une **évolution forte vers la production de fumier de litière** accumulée (+42%) et une **réduction forte**, comme en systèmes laitiers, **des effluents peu chargés** (-78%), purins et fumiers mous. Les capacités de stockage agronomique sont du même ordre que celles imposées par le minimum réglementaire. Le tableau 3 (en bas) récapitule également les créations de nouvelles capacités de stockage dans les systèmes bovins viande stricts.

■ Evolutions des pratiques de gestion de l'azote

Le tableau 4 présente pour les mêmes systèmes les évolutions de pratiques dues à la réalisation des projets du PMPOA 2 au travers de quatre indicateurs :

- la Surface Amendée annuellement en Matière Organique (SAMO), indicateur traduisant les pratiques en matière de gestion des épandages ;

- la pression en azote organique sur la SAMO : sa diminution indique que les apports d'engrais de ferme sont mieux répartis sur l'ensemble des parcelles de l'exploitation ;

- les prévisions d'apports d'azote minéral : compte tenu des capacités de stockage créées, les engrais de ferme sont épanchés aux périodes recommandées au plus près des besoins réels des plantes permettant une baisse limitée des apports mais qui globalement représente 7,5% des tonnages utilisés.

- la Balance Globale Azotée.

4 : Balance Globale Azotée : solde entre les entrées et les sorties d'azote sur la SAU, en kg d'azote par ha de SAU

Indicateurs agronomiques*	Avant PMPOA 2	Après PMPOA 2
Système bovins lait, herbe et maïs limité		
- N organique épanché/SAMO (kg/ha)	147	102
- SAMO/SAU (%)	31	44
- N Minéral/SAU (kg/ha)	76	73
- Balance N/SAU (kg/ha)	9	7
Système bovins lait, maïs non limité		
- N organique épanché/SAMO (kg/ha)	151	113
- SAMO/SAU (%)	33	45
- N Minéral/SAU (kg/ha)	95	85
- Balance N/SAU (kg/ha)	26	17
Système bovins viande naisseurs		
- N organique épanché/SAMO (kg/ha)	154	124
- SAMO/SAU (%)	22	45
- N Minéral/SAU (kg/ha)	65	62
- Balance N/SAU (kg/ha)	2	1
Système bovins viande naisseurs et engraisseurs de jeunes bovins		
- N organique épanché/SAMO (kg/ha)	176	141
- SAMO/SAU (%)	23	33
- N Minéral/SAU (kg/ha)	13	9
- Balance N/SAU (kg/ha)	82	76

* SAMO : Surface Amendée annuellement en Matière Organique
Balance N : Balance Globale Azotée

TABLEAU 4 : Evolution des pratiques dues à la réalisation des projets du PMPOA 2, à travers 4 indicateurs agronomiques, pour 4 catégories de systèmes bovins lait et bovins viande.

TABLE 4 : *Changes in farmers' practices following the implementation of the projects of PMPOA 2, as witnessed by 4 agricultural indicators, for 4 categories of dairy cattle and beef cattle systems (PMPOA is the French acronym for Plan for the Control of the Pollutions of Agricultural Origin).*

Une modification de la production des effluents d'élevage, **en augmentant la part des formes les plus faciles à épandre, redonne une plus grande valeur aux engrais de ferme**. Les formes intermédiaires comme les fumiers mous régressent au profit de formes plus faciles à gérer comme les lisiers en production bovine laitière et les fumiers compacts en production bovine de viande. **La Balance Globale Azotée se réduit** ; à l'échelle de l'ensemble du programme, la baisse prévue est de 21%.

■ Le PMPOA 2 a mobilisé plus d'un tiers des exploitations d'élevage

Le programme PMPOA 2 est donc important tant par le nombre d'exploitations que par la surface agricole et les UGB concernés. Plus d'un tiers des exploitations des OTEX spécialisées élevage ont été concernées, soit 20% de la SAU et 27% de la SAU en zone vulnérable. Ce programme a permis d'améliorer la gestion de 40% de l'azote produit en zone vulnérable, ce qui est considérable, et même 80% en cumulant avec celui pris en compte dans le cadre du premier programme. Au plan technique, son effet a été surtout de créer les capacités de stockage suffisantes, là où il n'y en avait pas ou pas assez, et ainsi supprimer tout rejet direct dans le milieu. Il a conduit à une production d'azote sous une forme mieux gérable et donc à une amélioration des indicateurs agronomiques.

La dynamique impulsée par le PMPOA ouvre la perspective d'une reconquête de la qualité de l'eau en zone vulnérable

La réalisation du PMPOA 2 devrait conduire, comme le PMPOA 1, à une nouvelle amélioration de la qualité de l'eau dans toutes les régions concernées. Les derniers travaux engagés dans le cadre du PMPOA 2 seront terminés en 2011 mais l'essentiel a déjà été réalisé en 2010. Les **outils et raisonnements mis en œuvre dans le cadre de ce programme** décrivent les moyens pour parvenir aux objectifs fixés dans la directive Nitrates, à savoir : disposer à la fois d'un plan d'épandage, d'un plan prévisionnel de fumure et d'un cahier d'enregistrement des pratiques. **Ces modalités de pilotage de la fertilisation couplées aux changements de pratiques de fertilisation et de couverture des sols nus en hiver devraient produire des effets plus marqués à moyen terme** sur la diminution des taux de nitrates. L'analyse des données de la prochaine campagne de surveillance nitrates 2009-2010 avec la méthodologie mise au point dans le cadre de cette étude devrait permettre d'apporter une nouvelle réponse sur la contribution du PMPOA à la reconquête de la qualité de l'eau.

Accepté pour publication,
le 20 décembre 2010.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agreste (2007) : *Enquête sur la structure des exploitations agricoles en 2005*, éd. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.
- AUROUSSEAU P., VINSON J. (2006) : "Mise en évidence de cycles pluriannuels relatifs aux concentrations et aux flux de nitrates dans les bassins versants de Bretagne. Conséquences pour l'interprétation de l'évolution de la qualité des eaux", *Qualité de l'eau en milieu rural : savoir et pratiques dans les bassins versant*, éd. Quae, 49-60.
- BITHELL F.F. (1995) : "The choice of test for detecting raised disease risk near a point source", *Statistics in Medicine*, 14, 2309-2322.
- BORDENAVE P., OEHLER F., BIOTEAU T., TURPIN N., SERRAND P., SAINT CAST P., LE SAOS E. (2006) : "Modélisation à long terme de l'efficacité de scénarios d'optimisation des pratiques agricoles pour la réduction des flux et concentrations de nitrates dans l'eau et d'azote dans l'air à l'échelle de trois bassins versants d'élevage", *Qualité de l'eau en milieu rural : savoir et pratiques dans les bassins versant*, éd. Quae, 211-218.
- CHAMBAUT H., RAISON C., LE GALL A., PFLIMLIN P. (2007) : "Flux d'azote dans les fermes laitières intensives de l'Espace Atlantique Ouest européen : diagnostic des niveaux de pertes d'azote vers l'eau et l'air", *Rencontres Rech. Ruminants*, 37-40.
- DURAND P., FERCHAUD F., SALMON-MONVIOLA J., GOETSCHEL F., MARTIN C. (2006) : *Evaluation de l'impact des actions agricoles sur l'évolution des paramètres nitrates par l'utilisation de modèle déterministe. Evolution des paramètres nitrates dans les bassins versants en fonction de plusieurs scénarios d'action agricole*, éd. UMR SAS Inra-Agrocampus Mission BEP, 105 p.
- FERRAND M., LEQUENNE D., MANNEVILLE V., JANNOT P., LOPEZ C. (2009) : "Apport de la spatialisation des données en analyse multidimensionnelle pour évaluer l'impact des activités agricoles sur la teneur en nitrates des eaux", *Revue Modulad*, 39, 81-94.
- Inspection générale des Finances (1999) : *Rapport d'évaluation sur la gestion et le bilan du programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole*, 421 p.
- Institut de l'Élevage (2006) : *Diagnostic environnemental de l'exploitation d'élevage, méthode et référentiel*, éd. Institut de l'Élevage, Coll. Méthodes et outils, 81 p.
- MANNEVILLE V., LEQUENNE D., LE GALL A., LUCBERT J. (2008) : *Evaluation du programme de maîtrise des pollutions agricole*, Coll. Résultats, Institut de l'Élevage, 154 p.
- VERTÈS F., SIMON J.C., GIOVANNI R., GRIGNANI C., CORSON M., DURAND P., PEYRAUD J.L. (2008) : "Flux de nitrates dans les élevages de bovins et qualité de l'eau", *C.R. Acad. Agric. de France*, 94, 6-7.