

Le bilan apparent de l'azote à l'échelle de l'exploitation agricole : méthodologie, exemples de résultats

J.C. Simon, L. Le Corre

Depuis plusieurs années, de nombreuses régions françaises sont confrontées à de sérieux problèmes de dégradation de la qualité des eaux servant à l'alimentation humaine ou animale. On assiste en particulier à une augmentation régulière de leurs teneurs en nitrate. Les diverses études réalisées tant en France qu'en Europe, mettent en évidence le rôle déterminant des activités agricoles sur ces processus d'enrichissement.

En région d'élevage intensif, comme la Bretagne, les phénomènes observés actuellement étaient prévisibles et avaient été prévus depuis près de vingt ans. Ainsi, en 1974, dans une étude publiée par M. COPPENET sur les conséquences agronomiques des épandages de lisier de porcherie, on pouvait lire : "Dans les conditions de la Bretagne, il apparaît que les dangers consécutifs à l'épandage de lisier de porc risquent de se manifester pour des doses supérieures à 50 m³/ha/an ; c'est à dire chez les éleveurs possédant plus de 30 porcs par hectare de surface agricole utile". Cette même étude proposait également le calcul du bilan théorique de l'azote, à l'échelle de l'exploitation, pour des élevages de porcs de taille croissante (tableau 1).

MOTS CLÉS

Bilan d'azote, enquête, exploitation agricole, lessivage, nitrate, pollution de l'eau, ruissellement, système de production.

KEY-WORDS

Farm, leaching, nitrate, nitrogen balance, production system, run-off, survey, water pollution.

AUTEURS

I.N.R.A., Station d'Agronomie, 4 rue Stang Vihan, F-29000 Quimper.

Porcs logés par ha de SAU	Porcs produits	Volume de lisier (m ³ /an)	Excès apparent d'azote (kg/ha/an)
14	35	28	-
28	70	56	150
40	100	80	285
50	125	100	395

TABLEAU 1 : Bilan de l'azote pour des exploitations porcines pratiquant uniquement la culture du maïs (d'après COPPENET, 1974).

TABLE 1 : Nitrogen balance for pig production, with maize monoculture (adapted from COPPENET, 1974).

Apports d'azote (kg N/ha SAU/an)			Type de produit	Teneur en N (%)
Déjections animales (*)	Engrais minéraux	Total		
Avant 1960	80	20	VIANDE porc	24,0
1965	115	50	bovin	24,0
1972	120	100	poule	29,6
1978	160	100	poulet	26,5
1988	170	110	poussin	22,4
			dinde	29,4
			lapin	30,7
			LAIT	6,0
			OEUFS	19,2

(*) avec prise en compte des pertes d'azote par les bovins au pâturage (estimation à partir des données de J.L. PEYRAUD, com. pers.)

Tableau 2

TABLEAU 2 : Evolution des apports moyens d'azote par hectare de S.A.U., depuis 1960 en Bretagne (d'après M. COPPENET).

TABLE 2 : Increase of average nitrogen inputs per hectare, since 1960 in Brittany (adapted from M. COPPENET).

Tableau 3

TABLEAU 3 : Composition en azote de quelques produits animaux (d'après les données de l'INRA).

TABLE 3 : Nitrogen contents of several animal products (INRA data).

Depuis ces travaux, qui n'ont guère eu d'écho à l'époque, en pleine période d'intensification agricole, les élevages hors-sol ont continué à se développer ; la taille des élevages a augmenté, et les quantités d'azote épandues (sous forme de déjections animales ou d'engrais minéraux) par hectare de surface agricole utile ont continué à croître (tableau 2). En Bretagne, ce sont ainsi, en moyenne, près de 280 kg d'azote qui sont potentiellement épandus par hectare de surface agricole utile et par an. On conçoit donc que la maîtrise des excédents d'azote soit un problème majeur pour cette région.

Au niveau de l'exploitation agricole, plusieurs méthodes de bilan permettent d'estimer l'excédent d'azote avec une assez bonne précision ; on ne retiendra ici que celles :

— du CORPEN (Comité d'Orientation pour la Réduction de la Pollution des Eaux par les Nitrates) qui propose d'effectuer un bilan de l'azote sur l'assolement de l'exploitation : l'agriculteur calcule, à partir de ses effectifs animaux et de tables donnant les volumes et la composition des déjections produites, les quantités d'azote dont il dispose dans ses fumiers et lisiers ; il compare ensuite cette quantité aux besoins en fertilisants pour les cultures de l'assolement ; cette méthode simple et pratique permet à l'agriculteur d'estimer ses disponibilités en azote d'origine animale et de mieux contrôler sa fertilisation azotée ;

— de la Station d'Agronomie de Quimper qui propose un bilan apparent de l'azote à l'échelle de l'exploitation (COPPENET 1974 ; 1975 et 1985), basé sur une estimation des entrées et des sorties annuelles d'azote liées à l'activité de l'agriculteur (achats, ventes, échanges, dons) ; l'objectif est ici de faire un diagnostic du "potentiel polluant de l'exploitation", à partir d'une estimation de l'excédent d'azote sur cette exploitation et pour une année donnée ; nous exposons ci-après le principe de cette méthode de bilan, et les résultats que l'on peut en attendre à partir d'une enquête réalisée dans la moitié nord de la France.

1. Méthode du bilan apparent de l'azote à l'échelle de l'exploitation

La détermination du bilan apparent de l'azote à l'échelle d'une exploitation agricole repose sur un calcul simple des entrées et des sorties (figure 1). Les

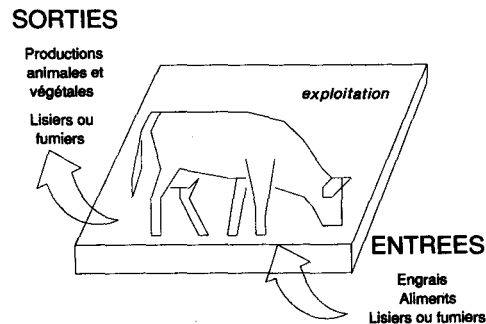


FIGURE 1 : Bilan de l'azote à l'échelle de l'exploitation.

FIGURE 1 : Nitrogen balance on a farm scale.

informations sont recueillies par enquête, auprès des agriculteurs. Les principales données collectées sont décrites avec précision en annexe 1 :

- en entrées (achats) :
 - les quantités d'engrais minéraux et organiques entrant sur l'exploitation (en t/an) : ammonitrate, sulfate d'ammoniac, urée, fumier... ;
 - les quantités d'aliments du bétail achetés (en t/an) et leur composition azotée : tourteaux, complément azoté, aliment complet... ;
 - le nombre d'animaux achetés pour renouveler les effectifs (poussins, porcelets, veaux...).
- en sorties (ventes ou dons) :
 - les produits animaux vendus ou sortant de la ferme (en tonnes, litres ou nombre d'individus) : lait, viande, œufs... ;
 - les produits végétaux vendus ou sortant de l'exploitation (en quintaux ou tonnes par an) : céréales, légumes... ;
 - les déjections animales (en t/an ou m³/an) : don ou vente aux voisins, plan d'épandage.

Pour effectuer le calcul du bilan, il est nécessaire de disposer de grilles de référence concernant les teneurs en azote des différents produits concernés. Ces références existent pour la plupart des produits végétaux et pour les déjections animales. Pour les engrais (non courants) ou les aliments, les étiquettes indiquant la composition du produit doivent être jointes à la fiche d'enquête. La composition en azote des produits animaux a été obtenue auprès des zootechniciens ; le tableau 3 rassemble les teneurs des produits animaux les plus couramment rencontrés.

La fiche d'enquête se compose également d'un descriptif sommaire de l'exploitation, qui permet de la caractériser (typologie), et de déceler d'éventuelles anomalies dans les réponses (par exemple, achats d'aliments du bétail ne correspondant pas au cheptel annoncé).

La fiche d'enquête a été élaborée par la Station d'Agronomie de Quimper et les enquêtes ont été réalisées par les agents des Chambres d'Agriculture ; les données ont ensuite été dépouillées par la Station d'Agronomie.

2. Les types d'exploitations agricoles enquêtées

Plus de 200 exploitants agricoles ont répondu au questionnaire ; ce dernier a transité par les conseillers agricoles, afin de respecter l'anonymat des agriculteurs.

La totalité des fiches d'enquête provient d'exploitations situées dans la moitié nord de la France : Bretagne (120), Pays de Loire (31), Bassin Parisien (17), Nord-Picardie (19) et Champagne-Ardennes (21).

Cinq grands types de production sont représentés :

- les ateliers intensifs de porcs et de volailles,
- les exploitations laitières intensives,
- la production de viande bovine (taurillons, veaux, bœufs),
- la polyculture - élevage (vaches laitières ou allaitantes),
- les grandes cultures.

Les bilans de l'azote ont pu être calculés sur 186 exploitations (22 fiches étant inexploitable). Leurs principales caractéristiques sont rassemblées dans le tableau 4.

Types de production	Nombre d'exploitations	SAU (ha)	UGB/ha ou (nb/ha)*	Localisation (**)
Laitières	48	15-77	1,7 - 1,9	08, 29, 44, 53
Lait + cultures	10	27-120	1,0 - 1,5	08, 29, 62
Lait + bovins viande	22	20-144	1,1 - 1,7	08, 29, 53, 62
Bovins viande	11	13-50	2,5 - 2,6	29, 53
Vaches allaitantes	7	45-170	0,4 - 1,0	08, 53
Vaches allaitantes + bovins viande	5	40-47	1,6 - 2,5	53

Porcs	29	14-150	(113)	29
Porcs + laitières	21	17-60	(41)+1,4	29
Porcs + bovins viande	8	14-48	(66)+1,3	29

Volailles	5	22-60	(6600)	29

Grandes cultures	17	68-770	-	02, 28
Cultures maraîchères	3		-	35

* : UGB/ha pour les bovins et nb/ha (nombre moyen d'animaux produits par hectare et par an) pour les porcins et les volailles
 ** : 02 (Aisne), 08 (Ardennes), 28 (Eure et Loir), 29 (Finistère), 35 (Ille et Vilaine), 44 (Loire-Atlantique), 53 (Mayenne), 62 (Pas de Calais)

TABLEAU 4 : Caractéristiques principales des exploitations enquêtées selon leur type de production.

TABLE 4 : Main characteristics of the survey's farms according to their production type.

3. Les résultats de l'enquête

Sur les 186 bilans calculés, 182 s'avèrent excédentaires. L'amplitude de variation du solde du bilan, toutes exploitations confondues, est considérable : de - 43 kg N/ha (polyculture-élevage laitier) à + 1 630 kg N/ha (porcs charcutiers). La majorité des excédents est comprise entre + 50 et + 300 kg N/ha.

• Influence du type de production

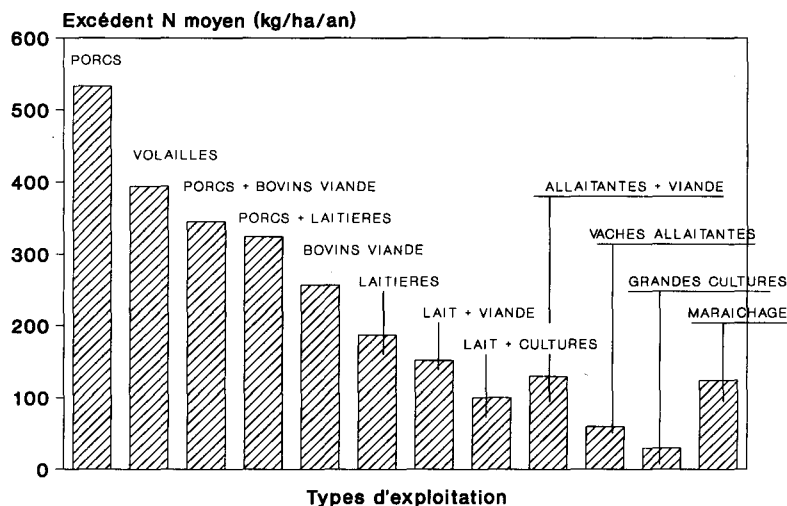


FIGURE 2 : Excédent d'azote apparent pour quelques types d'exploitations de la moitié nord de la France.

FIGURE 2 : Apparent nitrogen excess, for some farm types in the North of France.

L'excédent d'azote (solde du bilan) est très différent selon le type d'exploitation (figure 2) :

— Les exploitations porcines et avicoles présentent les valeurs les plus élevées : en moyenne, 530 kg N/ha pour les porcs et 400 pour les volailles. L'influence de la densité animale est particulièrement marquée pour les porcs, exploitations pour lesquelles on note une corrélation positive et significative entre le nombre de porcs produits par hectare et par an et l'excédent d'azote (SIMON et GOLVEN, 1989).

— Les exploitations orientées vers la production laitière ou la production de viande intensive (ateliers de veaux ou de taurillons) ont des excédents inférieurs : respectivement 200 et 250 kg N/ha/an. En exploitation laitière, la présence de cultures de vente diminue sensiblement le solde du bilan (100 kg/ha/an).

— Les exploitations d'élevage mixtes (porcs-bovins viande et porcs-vaches laitières) présentent des bilans intermédiaires : excédents de 300 à 350 kg N/ha/an.

— Les exploitations avec vaches allaitantes ont des excédents faibles : en moyenne 60 kg N/ha/an. Dans ces dernières, la présence d'ateliers de viande bovine augmente notablement l'excédent : 130 kg/ha/an.

— Les exploitations de grande culture, sous-représentées dans cette enquête (17 exploitations), présentent ici des excédents très faibles : 30 kg N/ha/an. Une prise en compte grossière des entrées d'azote par la fixation symbiotique (présence de cultures de protéagineux ou de luzarnières) n'augmente que modérément le solde du bilan qui passe alors de 30 à 50 kg N/ha/an.

• Gamme de variation de l'excédent annuel calculé

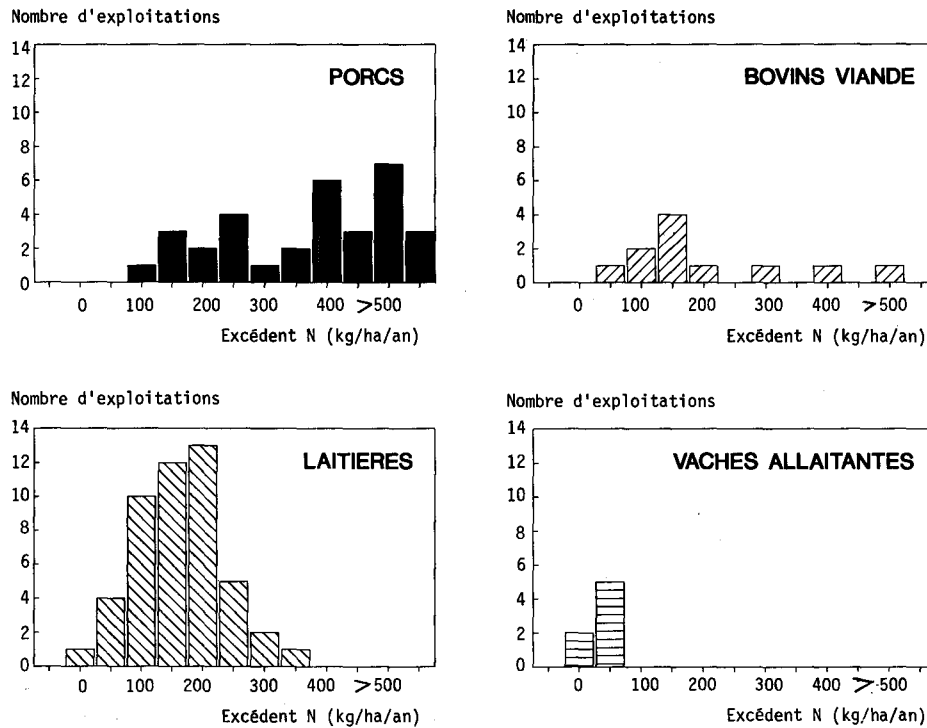


FIGURE 3 : Variabilité de l'excédent d'azote pour quelques types d'exploitations agricoles.
 FIGURE 3 : Variability of nitrogen excess for some farm types.

Pour un même type d'exploitation, la variabilité de l'excédent est très importante (figure 3) :

- de 140 à 1 600 kg N/ha/an pour les exploitations porcines,
- de 300 à 500 pour les volailles (5 exploitations seulement),

- de 0 à 400 pour les exploitations laitières,
- de 100 à 800 pour les ateliers de viande bovine.

Certains types de production, à excédent relativement modeste, apparaissent moins variables :

- de 30 à 80 kg N/ha/an pour les vaches allaitantes,
- de - 30 (solde négatif) à 90 kg N/ha/an en grande culture.

Les fortes amplitudes de variation sont liées aux densités animales (porcs et volailles), aux performances zootechniques (niveau de production laitière par exemple), et correspondent à une forte variabilité des intrants. Les faibles variations se rencontrent dans les élevages moins intensifs ou dans les exploitations où la fertilisation des cultures est bien maîtrisée (grandes cultures).

• **Analyse des termes du bilan d'azote réalisé**

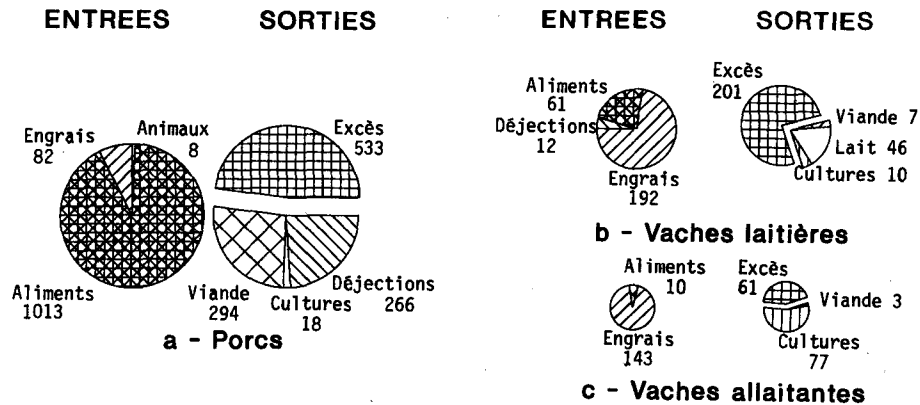


FIGURE 4 : Entrées et sorties d'azote (kg N/ha/an), a) en exploitations porcines (moyenne de 29 fermes du Finistère), b) en exploitations laitières (moyenne de 28 fermes du Finistère), c) en exploitations avec vaches allaitantes (moyenne de 5 fermes des Ardennes).

FIGURE 4 : Nitrogen inputs and outputs (kg N/ha/year), a) in 29 pig farms (Finistère), b) in 28 dairy farms (Finistère), c) in 5 suckler farms (Ardennes).

Pour chaque type d'élevage, l'analyse des différents termes du bilan met en évidence ceux qui ont un poids déterminant sur son déséquilibre. Trois exemples significatifs sont présentés figure 4. Plusieurs aspects doivent être soulignés :

— Pour les entrées :

- Le poids des aliments pour les élevages porcins (ou avicoles) représente environ 90 % des entrées d'azote (figure 4a) ; cette figure 4a met en évidence que l'une des solutions possibles pour réduire l'excédent pourrait être une diminution des achats d'aliments, donc une baisse des densités animales actuelles. Les résultats de l'enquête confirment donc les estimations théoriques anciennes de COPPENET (1974).

- L'importance des achats d'engrais azotés minéraux pour les exploitations avec bovins : 70 % des entrées d'azote en élevage laitier (figure 4b), plus de 90 % avec les vaches allaitantes (figure 4c).

En élevage laitier intensif, l'assolement est généralement constitué d'une moitié de maïs ensilage et d'une moitié de prairies ; les déjections "maîtrisables" couvrent seulement les besoins du maïs (les restitutions par les animaux au pâturage, environ 100 kg N/ha/an, sont mal valorisées). L'agriculteur doit donc acheter l'azote nécessaire à la croissance de ses prairies. Néanmoins, la quantité d'azote minéral achetée ici (192 kg N/ha/an) indique soit une trop forte fertilisation azotée des prairies qui couvrent la moitié de l'assolement (380 kg N/ha/an), soit l'utilisation d'azote minéral sur maïs, en plus du lisier. Cette entrée pourrait donc, semble-t-il, être diminuée facilement avec profit.

On peut s'étonner d'une entrée d'azote par les engrais minéraux dans les exploitations porcines qui disposent de grandes quantités de lisier (figure 4a). La présence de céréales d'hiver explique cette situation : l'épandage de lisier sur céréale n'est pas une pratique techniquement maîtrisée en raison de problèmes de portance du sol lors de l'apport début tallage (fin février), ou d'écrasement des plantes au stade début montaison (avril) avec les tonnes à lisier.

— Pour les sorties

- La faible part des sorties par les produits animaux (au maximum, le quart des entrées), quel que soit le type d'élevage ; à titre d'exemple, rappelons qu'une production laitière intensive de 12 000 l/ha/an ne représente qu'une sortie de 72 kg N/ha/an et qu'une production de viande bovine de 1 000 kg/ha/an, 24 kg d'azote. En élevage porcine, les sorties sont plus importantes du fait des fortes densités animales (en moyenne, 113 porcs produits/ha/an sur les 29 exploitations analysées dans notre enquête).

- Les sorties faibles ou modérées d'azote par les déjections animales (lisiers ou fumiers) : le quart des entrées d'azote pour les porcs (figure 4a), moins du quart pour les volailles (ce qui n'est sans doute pas représentatif) ; le coût élevé des transports et peut-être une demande insuffisante ou mal perçue sont sans doute à l'origine de cette situation (d'où des quantités épandues parfois pléthoriques, supérieures

à 100 m³/ha/an). Une diminution de l'excédent, acceptable économiquement par l'agriculteur, passe probablement par une augmentation de cette voie de sortie (banque de lisier, unité de traitement...?).

- L'absence de sortie par les lisiers (ou fumiers) en exploitations laitières (explication ci-dessus).

4. Devenir de l'azote excédentaire

Le bilan apparent, calculé précédemment, représente le "potentiel de pollution apparent" de l'exploitation, sans hypothèse particulière concernant le devenir de l'azote excédentaire vers l'atmosphère, le sol ou les eaux (figure 5).

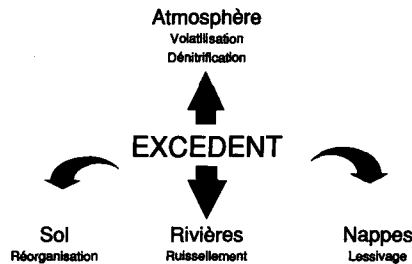


Figure 5

FIGURE 5 : Devenir de l'excédent d'azote.

FIGURE 5 : Fate of nitrogen excesses.

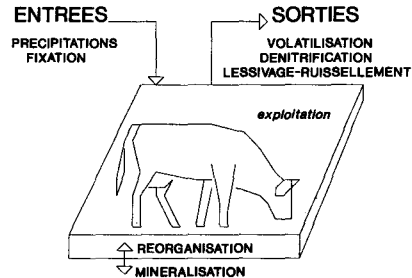


Figure 6

FIGURE 6 : Autres termes du bilan de l'azote à l'échelle d'une exploitation.

FIGURE 6 : Unmeasured elements of the nitrogen balance on a farm scale.

Or il serait intéressant, dans une optique de diagnostic, de disposer d'une estimation, même grossière, d'un potentiel de pollution nitrique des eaux superficielles et profondes pour chaque type d'exploitation. Il importe donc de faire des estimations non seulement sur les sorties d'azote vers l'atmosphère et le sol, mais aussi sur les flux non pris en compte dans le calcul du bilan apparent : apports atmosphériques et fixation en entrée, stockage ou déstockage d'azote du sol (minéralisation-réorganisation) en entrée ou sortie (figure 6).

Cette estimation a pu être faite pour les 120 exploitations du Finistère. La Station d'Agronomie de Quimper dispose en effet de références agronomiques locales permettant d'étayer certaines hypothèses (en particulier sur les variations du stock d'azote

organique du sol selon le système de culture, et sur les apports par les précipitations). Les hypothèses de calcul retenues sont les suivantes :

— en entrée :

- Les apports atmosphériques par les précipitations sont faibles dans l'ouest de la France : 5 à 10 kg N/ha/an. Dans d'autres régions, les précipitations peuvent apporter plus de 50 kg N/ha/an (origine industrielle ?).

- La fixation symbiotique est négligeable dans les conditions des exploitations analysées ici, en raison de l'absence de légumineuses. On peut admettre en moyenne que 70 % de l'azote contenu dans la légumineuse a pour origine la fixation.

— en sortie :

- Les pertes atmosphériques ont pour origine : la volatilisation (deux hypothèses ont été retenues : 30 et 40 % de l'azote contenu dans les déjections animales dès leur émission), et la dénitrification, très variable selon les conditions de milieu (HENIN, 1992) ; nous avons retenu une hypothèse de 20 kg N/ha/an.

- Les pertes par ruissellement et lessivage doivent faire l'objet d'une estimation assez précise. Elles peuvent être très élevées dans les conditions pédoclimatiques bretonnes (SIMON et LE CORRE, 1989). Le fort drainage hivernal (550 mm en moyenne) conduit au lessivage de tout l'azote du profil dès le mois de février (VERTÈS et DECAU, ce volume).

— en entrée ou sortie :

La variation du stock d'azote organique du sol résulte du bilan (minéralisation – réorganisation). Un déstockage de matière organique augmente l'excédent d'azote (il est comptabilisé positivement, en entrée) ; un stockage de matière organique le diminue (il est comptabilisé négativement, en sortie) :

- prairie de longue durée : 0 à - 50 kg N/ha/an (stockage),

- maïs - céréales : + 50 kg/ha/an (déstockage),

- maïs - ray-grass d'Italie : + 50 kg/ha/an,

- monoculture de maïs : + 100 kg/ha/an.

Compte-tenu des systèmes de culture rencontrés, le déstockage moyen d'azote est de l'ordre de 50 kg/ha/an.

A partir de ces hypothèses de calcul, une estimation du flux potentiel d'azote vers les eaux peut être effectué (tableau 5). Que l'hypothèse de volatilisation retenue soit de 30 ou de 40 % de l'azote contenu dans les déjections, lors de leur émission, le potentiel de pollution nitrique demeure très élevé pour les élevages

avicoles et porcins (220 à plus de 300 kg N/ha/an) et élevé pour les élevages laitiers (150 à 170 kg/ha/an).

Une meilleure connaissance des ordres de grandeur des pertes d'azote par volatilisation, dénitrification, minéralisation..., dans les conditions pédoclimatiques locales, apparaît ici indispensable pour minimiser les erreurs d'estimation.

Hypothèse de volatilisation (% des déjections dès l'émission)	30 %	40 %
Vaches laitières	170	150
Vaches laitières + bovins viande	165	160
Bovins viande	245	220
-----	-----	-----
Porcs	345	280
Porcs + vaches laitières	260	220
Porcs + bovins viande	260	230
-----	-----	-----
Volailles	255	245

TABEAU 5 : Estimation des quantités d'azote (kg N/ha/an) potentiellement perdues par lessivage et ruissellement selon les types d'exploitations agricoles du Finistère.

TABLE 5 : Potential nitrogen losses (kg N/ha/year) by leaching and run-off, for the main farm types in Finistère.

5. Discussion et conclusion

Les résultats précédents peuvent être mis en parallèle avec les valeurs mesurées expérimentalement en cases lysimétriques, pour une même fertilisation azotée et pour des systèmes de culture comparables (COPPENET, 1969 ; SIMON et LE CORRE, 1988, 1989 et 1990 ; SIMON et al., 1989 ; DECAU et SIMON, 1990 ; MORVAN et al., 1990).

Dans les conditions pédoclimatiques océaniques du Finistère, les quantités d'azote lessivées en lysimètres sont en moyenne de :

- 50 kg N/ha/an, sous sol nu, entre deux cultures annuelles non azotées,
- 90 kg N/ha/an, sous sol nu, entre deux maïs recevant 120 kg d'azote au semis, ce qui correspond à la dose optimale pour cette culture,
- 150 kg N/ha/an, sous sol nu, entre deux maïs recevant 180 kg d'azote au semis ; l'azote lessivé augmente en quantité équivalente à l'excès de fertilisation azotée (ici, + 60 kg N/ha/an),

— l'azote épandu sur sol nu, en période hivernale, est systématiquement lessivé.

Par ailleurs, les chercheurs britanniques (RYDEN et al., 1984 ; GARWOOD et al., 1986) estiment que, sous pâture recevant 420 kg d'azote/ha/an, le lessivage d'azote est de 160 kg N/ha/an.

Ces résultats conduiraient en moyenne, pour les exploitations enquêtées, à un lessivage d'azote voisin de :

— 130 à 150 kg/ha/an en exploitation laitière intensive, pour un système de culture à base de maïs ensilage (avec 50 m³ de lisier/ha/an) et de ray-grass anglais pâturé recevant une forte fertilisation azotée,

— 250 à 300 kg/ha/an en exploitation porcine, pour un système de culture à base de céréales et de maïs grain, les quantités de lisier épandues étant en moyenne de 80 m³/ha/an.

Ces chiffres expérimentaux correspondent assez bien aux bilans constatés (tableau 5). La méthode du bilan à l'échelle de l'exploitation fournit donc une estimation acceptable du "potentiel de pollution nitrique des eaux". Elle pourrait être utilisée pour établir un diagnostic.

Ce potentiel paraît très élevé dans les régions où dominent les systèmes d'élevage intensif. On peut donc craindre une augmentation régulière des teneurs en nitrate des eaux de ces zones, si la situation actuelle perdure.

Enfin, il serait souhaitable d'étendre ce type d'approche aux principaux systèmes de production agricole pratiqués non seulement en France, mais aussi en Europe.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.,
"Maîtrise de la fertilisation et protection de l'environnement",
les 25 et 26 mars 1991.

Remerciements

Au terme de ce travail, les auteurs tiennent à remercier pour leur aide et leur collaboration :

— la Chambre d'Agriculture du Finistère qui a accepté de mener à bien la première enquête,

— les Chambres d'Agriculture de l'Aisne, des Ardennes, de l'Eure-et-Loir, de Loire-Atlantique, de Mayenne et du Pas-de-Calais, qui ont permis d'étendre l'étude,

— l'Agence de Bassin Seine-Normandie,

— et surtout les agriculteurs qui ont accepté de répondre à cette enquête, montrant par là leur sensibilisation aux problèmes de pollution.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- COPPENET M. (1969) : "Résultats de douze années d'observations lysimétriques à Quimper (1954-1965)", *Ann. Agron.*, 20 (2), 111-143.
- COPPENET M. (1974) : "L'épandage du lisier de porcherie. Ses conséquences agronomiques", *Ann. Agron.*, 25 (2-3), 403-423.
- COPPENET M. (1975) : "Bilan des éléments fertilisants sur les exploitations d'élevage", *Fourrages*, 62, 119-132.
- COPPENET M. (1985) : *Bilan des éléments fertilisants dans les exploitations d'élevage. Application à la fertilisation raisonnée*, Techniques agricoles, fascicule 1315, 12 p.
- DECAU M.L., SIMON J.C. (1990) : "Le lessivage d'azote sous prairie", *A la Pointe de l'Elevage*, 224, 28-32.
- GARWOOD E.A., RYDEN J.C., TYSON K.C. (1986) : "Nitrogen losses from drained grassland", *Occ. Symp. 20, Brit. Grass. Soc., Grassland manuring*, 70-74.
- HENIN (1992) : à paraître, *Fourrages*, n°130.
- MORVAN T., SIMON J.C., LE FLOCH D., LE CORRE L. (1990) : "Cultures dérobées et engrais verts", *A la Pointe de l'Elevage*, 224, 23-25.
- RYDEN J.C., BALL P.R., GARWOOD E.A. (1984) : "Nitrate leaching from grassland", *Nature*, vol. 311, n° 5981, 50-53.
- SIMON J.C., LE CORRE L. (1988) : "Lessivage d'azote en monoculture de maïs en sol granitique du Finistère", *Fourrages*, 114, 193-207.
- SIMON J.C., DE MONTARD F., LE CORRE L., PEPIN D. (1989) : "Rôle agronomique de la prairie dans la gestion du drainage des nitrates vers la nappe phréatique", *Fourrages*, 119, 227-241.
- SIMON J.C., LE CORRE L. (1989) : "Lessivage d'éléments minéraux autres que l'azote, en monoculture de maïs, sous sol granitique du Finistère", *Fourrages*, 11, 127-148.
- SIMON J.C., GOLVEN J. (1989) : "Bilans apparents d'azote à l'échelle de l'exploitation dans le département du Finistère", *A la pointe de l'Elevage*, 210, 35-38.
- SIMON J.C., LE CORRE L., TRINKLER B. (1989) : "Lessivage d'azote sous quelques systèmes de culture en sol granitique du Finistère", *A la pointe de l'Elevage*, 210, 39-41.
- SIMON J.C., DECAU M.L. (1990) : "Les cultures fourragères intensives : exemple de la Bretagne", *Colloque technique ITEB, Elevage bovin et environnement*, Paris (2 Octobre), 12 p.
- SIMON J.C., LE CORRE L. (1990) : "Pertes d'azote par lessivage sous cultures annuelles", *A la Pointe de l'Elevage*, 224, 17-21.
- VERTÈS F., DECAU M.L. (1992) : "Suivis d'azote minéral d'azote dans les sols : risques de lessivage de nitrate selon le couvert végétal", *Fourrages*, 129.

Le bilan de l'azote à l'échelle de l'exploitation

Station d'Agronomie
4, rue de Siang-Vihan
29000 QUIMPER

FICHE ENQUETE

Nom du conseiller :

DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'EXPLOITATION

SAU :

ELEVAGE (nombre d'animaux présents)

Truies :
Porcs charcutiers :
Poules pondeuses :
Poulets de chair :
Autres volailles :
Vaches laitières :
Génisses :
Taurillons :
Veaux de boucherie :
Autres :

CULTURES (répartition de la SAU en ha)

Prairies permanentes :
Prairies temporaires :
RGA :
RGI :
Autres :
Maïs :
Céréales :
Blé :
Autres :
Autres cultures :

ENTREES = ACHATS

ENGRAIS AZOTES (en tonnes pour l'année d'enquête)

Ammonitrate :
Sulfate d'ammoniaque :
Urée :
Autres (composés) :

ALIMENTS DU BETAIL (en tonnes pour l'année d'enquête)

Aliments complets :
Tourteaux de soja :
Manioc :
Urée :
Céréales :
Autres :

ANIMAUX POUR RENOUELEMENT D'EFFECTIFS (année d'enquête)

SORTIES = VENTES

LISIER OU FUMIER (en tonnes ou m³ pour l'année d'enquête)

..... :

CULTURES VENDUES (en tonnes de M.S. pour l'année d'enquête)

..... :

PRODUITS ANIMAUX VENDUS (nombre ou tonnes pour l'année d'enquête)

Truies de réforme :
Porcelets :
Porcs charcutiers :
Pondeuses de réforme :
Vaches de réforme :
Génisses :
Taurillons :
Lait :
Veaux :
Poulets de chair :
Oeufs :
Autres volailles :
Autres :

ANNEXE 1 : Fiche d'enquête utilisée (INRA Agronomie Quimper).

ANNEXE 1 : Leaflet used in the survey (INRA Agronomie Quimper).

RÉSUMÉ

La méthode du bilan de l'azote, développée à la Station INRA d'Agronomie de Quimper, permet d'estimer un "potentiel polluant apparent de l'azote" à l'échelle d'une exploitation agricole donnée, pour une année donnée. Ce potentiel polluant (entrées - sorties = excédent d'azote) est calculé à partir des renseignements obtenus par enquête auprès de l'agriculteur. Il présente une grande variabilité selon le type d'exploitation considéré (30-50 kg N/ha/an en grande culture, 200 à 250 en production laitière, 400-500 en exploitation d'élevage intensif porcin ou avicole). A partir d'hypothèses sur le devenir de cet excédent d'azote (volatilisation, dénitrification,...) et sur les autres termes du bilan (précipitations, fixation,...), il est possible de donner un ordre de grandeur des pertes potentielles par lessivage et ruissellement pour une exploitation considérée.

SUMMARY

Apparent nitrogen balance on a farm scale : methodology, some results

The nitrogen balance method, developed in the Quimper Agricultural Station, gives an estimation of the nitrogen polluting potential, on a farm scale, for a given year. This polluting potential (inputs – outputs = excess) is calculated from survey data obtained from farmers. It shows a large variability according to farm types (30-50 kg N/ha/year for commercial crop farms, 200-250 for dairy farms, 400-500 for intensive pig or poultry farms). With hypotheses on the fate of nitrogen (volatilization, denitrification...) and on the other elements of the balance (rainfall nitrogen, fixation...), it is possible to approximate the potential nitrogen losses through leaching and run-off on a given farm.