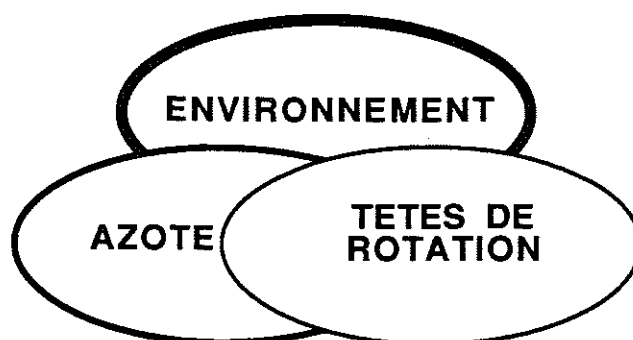


Faculté des Sciences Agronomiques - UCL
Laboratoire d'Ecologie des Grandes Cultures



Centre de Recherches sur le Maïs (CRM-IRSIA)
Centre Indépendant de Promotion Fourragère (CIPF)

**Pratiques agricoles et pollution
des eaux par les nitrates.
Observations en agriculture peu
intensive de la Lorraine belge.**

B. TYCHON et P. VANDER BORGHT

Fondation Universitaire Luxembourgeoise - Arlon

1. Introduction

L'agriculture de la Lorraine belge peut être qualifiée de peu intensive. Les engrais appliqués en moyenne dans la région confirment cette impression. L'apport moyen d'engrais azoté sur prairie est de l'ordre de 50 - 60 kg/ha, c'est-à-dire au minimum trois fois moins que ce qui est appliqué en région herbagère du Nord de la province de Liège. Les fumures appliquées sur céréales varient entre 60 et 140 kg N/ha. Les épandages sont effectués en une fois (avril) pour les faibles doses, en deux fois au-delà de 70 kg N. Peu d'agriculteurs appliquent les dernières méthodes phytotechniques pour les céréales (traitement avec raccourcisseurs, luttés phytosanitaires). Quant au degré d'intensification du maïs, il est identique à l'ensemble du royaume avec d'importants apports en matière organique (lisier, fumier).

On observe pour le moment dans le Sud-Luxembourg une lente transformation de l'agriculture. L'agriculture de type mixte cède peu à peu le pas à une agriculture fourragère. Les céréales peu productives sont remplacées par la prairie et par une culture qui s'étend de plus en plus, le maïs.

Le maïs a d'abord servi de tête de rotation en remplaçant la pomme de terre tombée aujourd'hui en désuétude. Par la suite, l'intérêt croissant accordé à cette culture a mené au retournement de prairies permanentes et à l'implantation de monoculture de maïs.

En Lorraine, le maïs est la seule culture en progression; toutes les autres (céréales, pomme de terre, prairies) présentent une diminution assez considérable (INS 1971 à 1990).

Evolution des pratiques agricoles Lorraine Belge

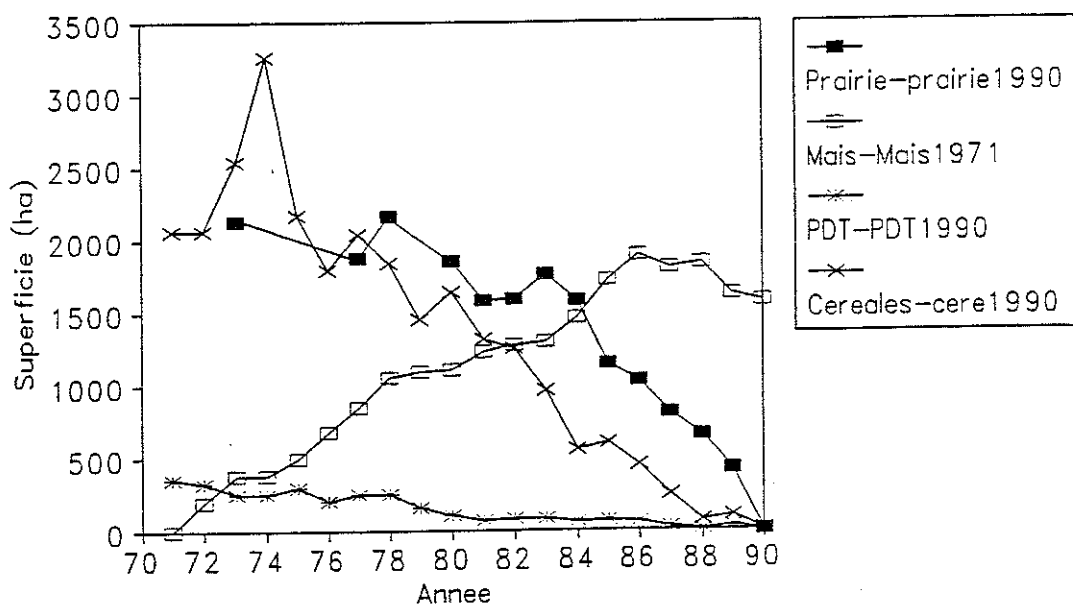


Fig. 1. Evolution des pratiques agricoles - Lorraine belge

L'étude actuelle a comme but la détermination du transfert des nitrates à l'intérieur des sols agricoles et de la nappe sous-jacente vers les eaux de surface. La recherche a été focalisée sur un microbassin de 25 ha entièrement agricole et disposant d'une nappe superficielle.

Cette étude complète et affine les résultats obtenus par une étude préalable réalisée en 1985-1986 (Servais, 1987) basée sur la relation existant entre la qualité des eaux et la proportion de terres affectées à l'agriculture pour différents microbassins de la Haute-Semois.

2. Présentation du site, du matériel et des méthodes d'analyses

Le microbassin a été équipé et suivi intensivement de manière à pouvoir établir le bilan hydrique et azoté en surface du site et à suivre l'évolution de la température et de la teneur en eau du sol. Ces derniers paramètres influencent la vitesse de transfert et les transformations biochimiques de l'azote (minéralisation de la matière organique, dénitrification, volatilisation ...) à l'intérieur des sols.

Cette zone a été choisie en raison de la superficie importante occupée par les terres labourées et de l'absence de pollution domestique et industrielle. Le choix a également été justifié par la faible profondeur de la nappe. Cela signifie que la réponse à une application azotée en surface pourra être observée à la source dans un délai assez court (2 à 3 ans) (Debbaut et al, 1991). La zone étudiée est soumise à une agriculture traditionnelle de type mixte, typique de la région. Les cultures principales sont les cultures céréalières : épeautre, froment, orge, avoine. On y trouve aussi du maïs et des pommes de terre qui servent de tête de rotation.

Les rendements céréaliers oscillent entre 3000 et 6000 kg/ha suivant la culture et les fumures appliquées. On a estimé les rendements moyens des prairies pâturées et des prairies de fauche à 6000 et 5500 kg/ha. Pour les maïs enfin, les rendements ont été très bons en 1988 et 1989 (> 14 T/ha) et plus normaux en 1990 (12 - 13 T/ha).

Sur le site, différentes parcelles d'essai représentant les principales situations sol-culture ont été équipées d'appareils (bougies poreuses) pouvant prélever régulièrement des échantillons d'eau interstitielle dans le sol à différentes profondeurs (Everett et al, 1985). A côté de cela, cinq campagnes de prélèvements d'échantillons de sol ont été effectuées, trois avant l'hiver (88, 89 et 90) et deux au printemps 89 et 90. La technique d'échantillonnage a été mise au point et réalisée par la station de phytotechnie du centre de recherche agronomique à Gembloux (Guiot, 1975). Les échantillons étaient pris de manière aléatoire sur l'ensemble des différentes zones cultivées. En moyenne 8 à 10 profils d'1,5 m d'épaisseur par tranche de 15 cm étaient prélevés pour chacune des situations rencontrées sur le bassin.

La combinaison des deux techniques permet de voir la variabilité spatiale et temporelle des concentrations azotées dans les sols.

L'étude est menée en collaboration avec les agriculteurs exploitant la zone, qui ont fourni les parcelles d'essai et qui communiquent les quantités de fertilisants appliquées ainsi que les rendements des cultures quand ceux-ci n'ont pas pu être mesurés sur place par pesée. Les analyses en azote kjeldahl permettent de passer du rendement à la quantité d'azote exportée par les récoltes.

3. Résultats

3.1. Bilan azoté en surface

La zone étudiée présente un bilan équilibré en surface en 1988 et en 1990 (4 et 9 kg de N/ha en surplus). En 1989, la superficie plus importante de terres à maïs (4.6 ha au lieu de 1.8 et 1.04) multiplie par 5 à 10 la quantité d'azote minéral ou minéralisable en excès restant sur le site (45 kg N/ha). Si l'on considère que tout l'azote en surplus dans le bilan va être lessivé, (ce qui peut être accepté en première approximation) pour un drainage moyen de 600 mm par an, la concentration de l'eau qui va arriver à la nappe sera de 0.7, 7.5 et 1.5 mg N/l respectivement pour 1988, 1989 et 1990.

Malgré l'imprécision de la méthode, cette approche permet de montrer que de telles conditions d'exploitation du bassin ne peuvent pas générer de pollution azotée importante. Par contre, les résultats du bilan (tableau 1) montrent la divergence d'une production à l'autre.

Tableau 1. Bilan azoté pour les différents couverts (kg N/ha) pour les 3 années d'observations (bilan positif = enrichissement du sol, bilan négatif = appauvrissement du sol)

	1988	1989	1990	Moyenne
prairie fauchée	-32	-7	-35	-25
forêt	-20	-20	-20	-20
prairie pâturée	-11	+14	-6	-1
céréales	-12	+7	+14	+3
routes	+20	+20	+20	+20
luzerne	-	+45	+69	+57
pomme de terre	+59	+229	-	+144
maïs	+198	+237	+245	+227

Ainsi, il apparaît clairement que ce sont les cultures qui servent de têtes de rotation qui présentent le bilan le plus déséquilibré. Sur maïs, rappelons-le, les agriculteurs déversent environ 50 T de fumier par hectare auxquels ils rajoutent une quantité d'engrais chimique variant de 100 à 200 kg N/ha. Sur pomme de terre l'apport en matière organique est du même

ordre mais les engrais chimiques sont généralement du type binaire (P - K) ce qui peut expliquer la différence entre les 2 valeurs de bilan.

Il faut insister sur le rôle du fumier dans ce déséquilibre. Il est le principal responsable de cet excès d'azote minéral ou minéralisable appliqué au sol. Cependant, n'oublions pas qu'un fumier selon son état de décomposition et sa teneur en paille produit de 40 à 100 kg d'humus stable (Comité nitrate, 1991) et que dans un sol cultivé, environ 700 à 1000 kg d'humus/ha sont détruits chaque année par minéralisation. Il est par conséquent indispensable d'assurer les restitutions organiques via le fumier pour maintenir dans le sol un taux satisfaisant d'humus.

Dans la recherche d'une solution au problème du lessivage azoté, ces deux aspects (azote et humus) du fumier doivent être pris en compte obligatoirement.

Pour les autres cultures et dans le contexte agricole de la région, il semble que le bilan azoté soit équilibré voire même négatif. Ainsi, pour les prairies fauchées, l'apport ne compense pas les exportations. Il en va de même pour la forêt qui n'est pas fertilisée et qui n'a comme source d'azote que celle provenant des dépôts secs et humides. Les prairies pâturées suivant les hypothèses de restitutions par les déjections animales (Sherwood et al, 1990) ont un bilan totalement équilibré tout comme d'ailleurs les céréales, qui présenteraient un bilan positif s'il n'y avait eu l'année 1988. Pour cette année, de nombreux agriculteurs n'ont pas appliqué le second fractionnement ce qui a diminué les importations. Viennent ensuite les zones étanches (routes), qui aussi bizarre que cela puisse paraître, sont des couverts susceptibles de polluer davantage que les autres couverts précités. Enfin, la luzerne, végétal fixateur d'azote, présente un excès dans son bilan mais ces dernières données sont susceptibles de plus grandes erreurs que dans les autres cas car observées seulement deux fois avec un seul prélèvement pour la détermination de sa teneur en azote. L'incertitude sur cette culture n'agit cependant que très peu sur l'incertitude finale car la luzerne n'occupe que 2.3 % du bassin versant.

3.2. Description spatiale de l'azote dans les sols du site

La figure 2 précise la variabilité spatiale de l'azote dans les terres du bassin. Elle montre clairement l'influence des cultures sur la quantité d'azote retrouvée dans les sols à l'entrée de l'hiver ainsi que la profonde modification des différents profils pendant la période hivernale.

Sous prairie, le profil azoté reste faible et homogène quelle que soit l'époque de l'année, ce qui confirme bien l'idée de piège à NO₃ retrouvée dans la littérature.

Sous céréales, la quantité d'azote dans les sols (1.5 m de profondeur) à l'entrée de l'hiver est en moyenne de 87 kg N/ha ce qui est plus important que ce qu'on retrouve en région céréalière intensive (Hesbaye).

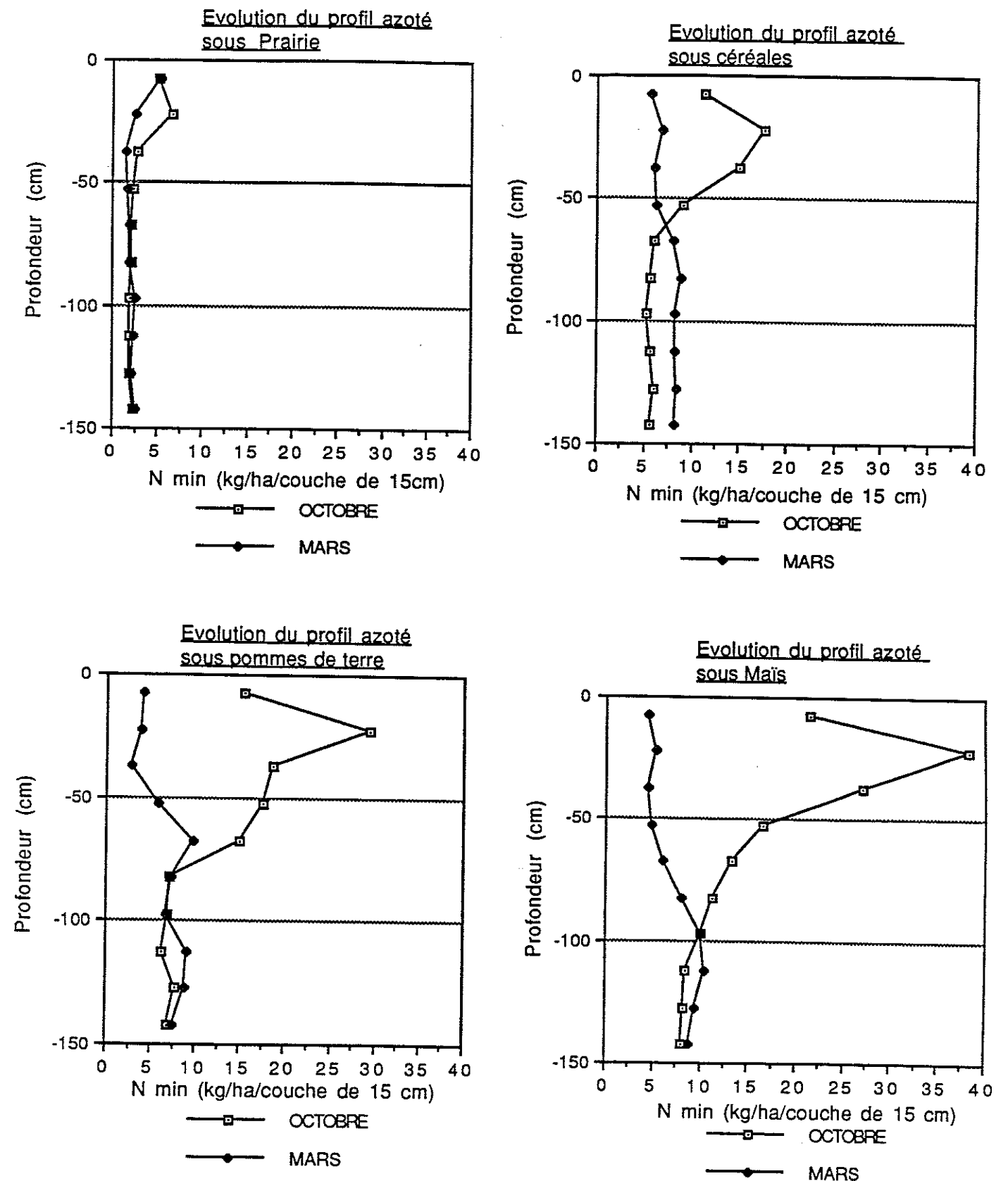


Fig. 2. Profils azotés sous différentes cultures

De plus, au vu des fortes concentrations retrouvées dans le fond du profil à la sortie de l'hiver, il est certain qu'une partie de l'azote percole vers la nappe. La quantité d'azote qui quitte le profil peut être estimée par la comparaison des deux courbes. Cette quantité est sous-estimée car les NO_3 fournis au profil par la minéralisation de la matière organique entre les 2 périodes de prélèvement sont négligés. Cette sous-estimation n'est cependant pas trop importante car pendant l'hiver, l'activité microbiologique du sol et par conséquent la minéralisation sont très faibles.

Le maïs et les pommes de terre laissent un profil extrêmement riche en azote après récolte. Pendant l'hiver, une énorme quantité d'azote (en moyenne 57 et 91 kg N) quitte le profil et ne peut plus être reprise par la culture suivante.

Ces résultats sont confirmés par les analyses d'eau des bougies poreuses.

3.3. Evolution de la concentration en nitrates dans les sols sous différentes cultures

L'évolution de la concentration en azote sous forme nitrique de l'eau interstitielle du sol est donnée à la figure 3 pour trois couverts différents. La période d'étude s'étend du 11.01.89 au 21.03.90 pour la culture de maïs et du 11.01.89 au 29.03.91 pour la prairie et la culture de céréales.

La concentration reste très faible sous prairie. Elle est quasi nulle pendant la période de végétation et remonte légèrement jusqu'à 10-12 mg/l lorsque le végétal est encore trop peu actif (mars - avril) ou qu'il ralentit son activité (sept - oct).

Sous céréales, des concentrations de 5 à 10 mg/l sont observées pendant l'hiver lorsque les plantes se développent très lentement. Au printemps, la concentration diminue brutalement pour devenir quasi nulle pendant toute la période de végétation. L'apport d'engrais au printemps n'a aucun effet sur la concentration en azote dans le sol.

Après cette période, la matière organique du sol et les résidus de récolte placés dans le sol libèrent de l'azote par minéralisation et l'on atteint des concentrations très importantes à 30 cm (52 mg/l) alors qu'à 60 cm la concentration augmente beaucoup moins en raison de la faible quantité d'azote organique à cette profondeur. Pendant l'hiver, on assiste au déplacement du pic de concentration. L'année 90 ne présente pas de pic comme en 89. Dans ce dernier cas, l'agriculteur n'a labouré qu'en fin d'hiver. L'influence du labour sur le lessivage a déjà été observée ailleurs (Goss, 1990).

Pour les maïs enfin, la concentration hivernale a tendance à augmenter alors qu'elle diminue sous céréales. Probablement faut-il lier cela au fumier appliqué pendant l'hiver. Ensuite durant le printemps, les premiers jours plus chauds provoquent une augmentation non négligeable de la concentration par minéralisation. Le maïs n'est semé qu'au milieu du printemps (alors que les céréales ont été semées en automne) et il lui faut plusieurs jours avant de pouvoir absorber une quantité significative d'azote. Pendant la période de végétation, la

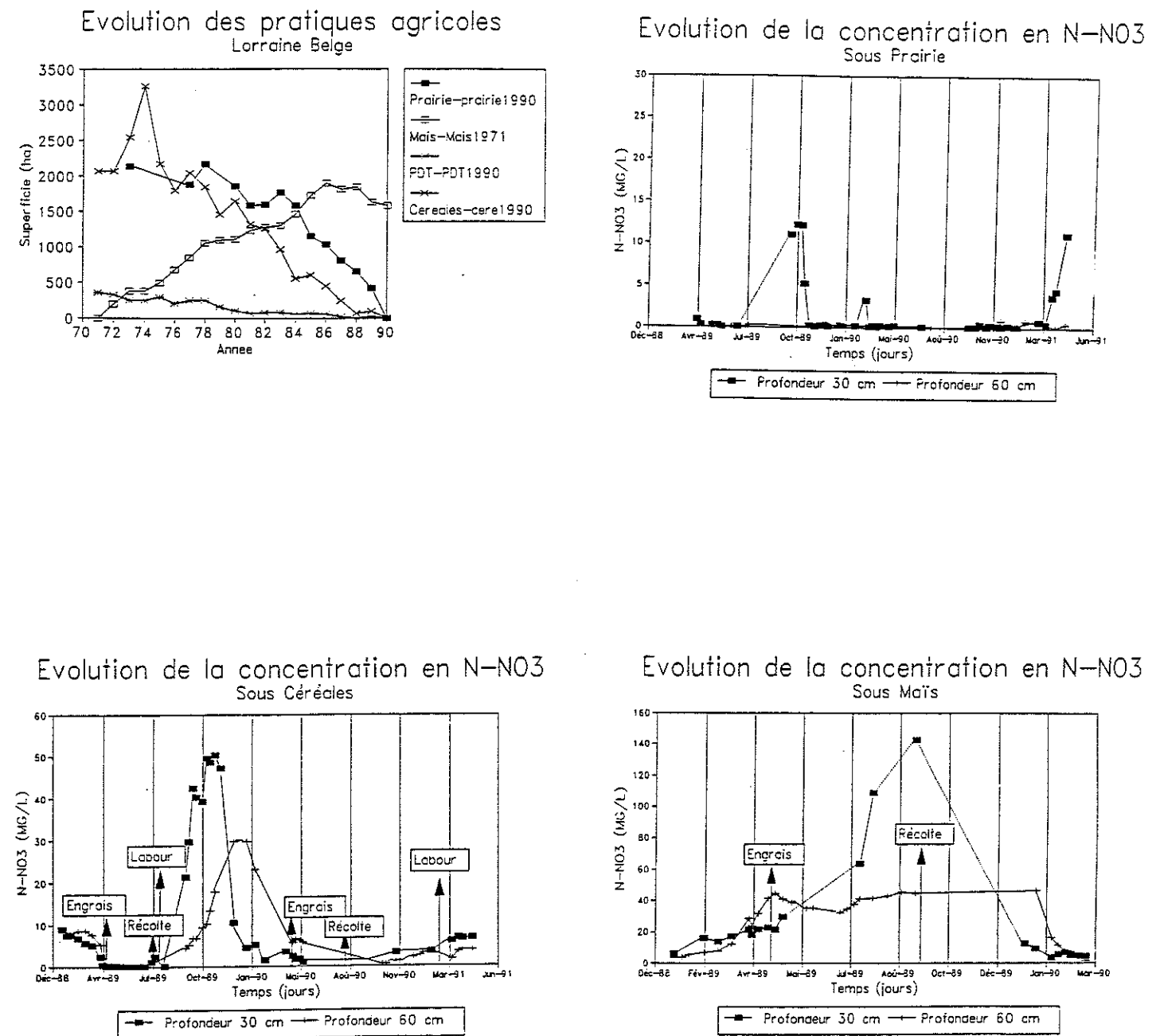


Fig. 3. Evolution de la concentration nitrique (N-NO3) sous prairies, céréales et maïs

concentration à 60 cm reste élevée mais stable montrant l'absence de percolation (été 89 très sec) mais aussi la faible prise d'azote par le système racinaire du maïs à cette profondeur. A 30 cm, la concentration augmente après l'application d'engrais. Vers le 20 juillet la concentration dépasse les 50 mg de N-NO₃/l et à la récolte on approche les 150 mg/l. Il est certain que le maïs ne sait pas absorber tout l'azote qu'on lui a fourni. Vient ensuite une période sans prélèvement d'eau. On retrouve la courbe descendante, en décembre à des concentrations beaucoup plus basses avec la concentration à 60 cm, supérieure à celle de l'eau à 30 cm.

Les énormes résidus azotés retrouvés après récolte sous maïs ont été étudiés plus en détail en 1989. L'étude a porté sur l'effet du type de sol, sur l'influence de la quantité d'azote appliquée sous forme d'engrais. Enfin, une étude a porté sur la nouvelle technique qui consiste à mettre une graminée entre les lignes de maïs (sous-semis) réalisée en collaboration avec le centre de recherche sur le maïs, le CIPF de Louvain-la-Neuve et la station de phytotechnie du Centre de recherche agronomique de Gembloux. Les résultats sont présentés à la figure 4.

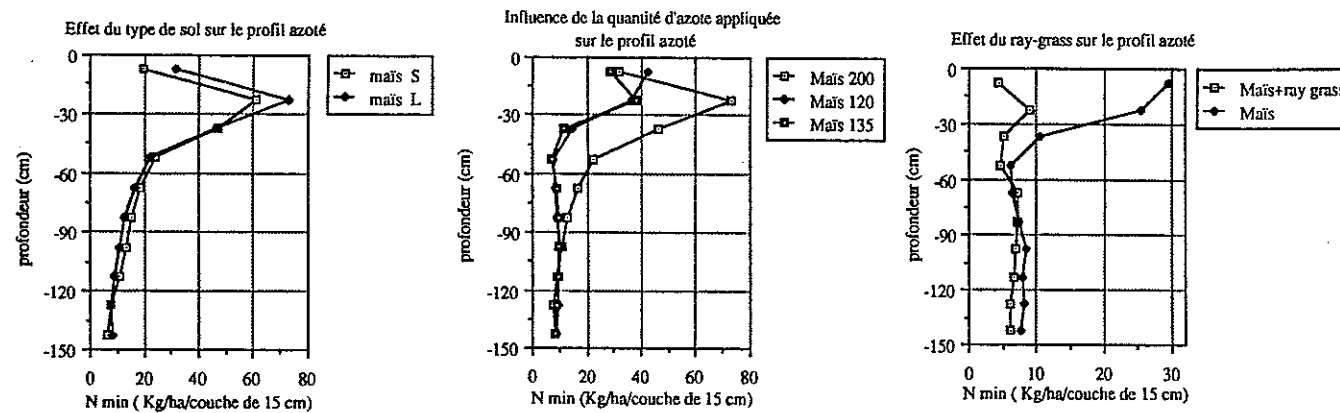


Fig. 4. Résidus azotés sous maïs

Il existe une différence dans les résidus selon que l'on se trouve dans un sol sableux ou un sol limoneux.

Elle provient d'abord des conditions trouvées avant l'application d'engrais au printemps. Ainsi les sols sableux, plus percolants laissent plus facilement passer les nitrates pendant l'hiver et l'on retrouve à la fin avril un profil moins riche en azote nitrique que sur sol limoneux. L'autre origine de la différence semble être attribuée à une vitesse de minéralisation plus lente du fumier et de la matière organique sur sol sableux. Les trente premiers centimètres fournissent au moins 20 kg d'azote minéral en plus sur sol limoneux, quelle que soit la dose d'engrais.

La dose d'engrais a également une action sur les résidus azotés retrouvés dans les sols. Le tableau 2 donne le bilan azoté avec trois doses différentes : 120, 135 et 200 kg N/ha. Tous les résultats sont exprimés en kg d'azote (N)/ha.

Tableau 2. Bilan azoté

Culture	Fumure azotée (kg/ha)	Type de sol	Reliquat 21/3/89 (kg/ha)	Reliquat 10/10/89 (kg/ha)	Exportation récolte (kg/ha)	Minéralisation Mat.org.+ fumier (kg/ha)
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Maïs	120	L	75	156	184	145
Maïs (1)	200	L	65	245	179	159
Maïs (1)	200	S	65	223	200	158
Maïs (1)	135	L	75	130	240	160
						Minéralisation Mat.org. (kg/ha)
Froment (1)	137	L	68	92	99	- 14

L : Sablo-limoneux S : Limono-sableux sec (1) : champs avoisinant l'essai principal.

[6] = [4] - [3] + [5] - [1] : Minéralisation (Mat.org. + fumier) = Reliquat octobre - Reliquat mars + exportation - fumure azotée.

[4] - [3] représente l'enrichissement du profil en N

Le tableau 2 montre que les résidus ne sont pas toujours proportionnels à la dose d'engrais. La quantité d'azote exportée par la récolte a aussi un effet important sur les résidus. Avec 135 Kg N/ha, on retrouve moins de résidus azotés qu'avec 120 kg N/ha parce que, pour des raisons phytotechniques (mauvaise germination, présence de mauvaises herbes), les rendements ont été beaucoup moins bons dans ce dernier cas.

Les résultats montrent aussi que la minéralisation de la matière organique et du fumier fournit au profil une quantité d'azote à peu près semblable (150 Kg/ha) quelle que soit la quantité d'engrais minéral. Cette quantité est très importante. Elle l'est d'autant plus que les agriculteurs, dans leurs calculs de bilan, négligent l'azote fourni par le fumier.

L'apport théorique en azote du fumier (Lammens, 1986) est de l'ordre de 1,3 kg d'azote par tonne de fumier dans l'année qui suit l'application, ce qui correspond à 65-70 kg pour les situations observées sur le site.

Ces chiffres sont largement inférieurs à ceux de nos observations. Le surplus d'azote (80 - 85 kg) est produit par la minéralisation de l'azote organique provenant de la matière organique du sol et des résidus de récolte déjà minéralisés.

La comparaison avec les céréales est assez surprenante à ce sujet : pour ces dernières, un apport nul ou négatif de la minéralisation de la matière organique du sol est observé. Cela peut se comprendre si l'on tient compte des chaumes de la plante beaucoup plus développés que chez le maïs. Les chaumes accumulent l'azote minéral sous une forme

organique; au moment de prélèvement de sol, ces derniers n'ont subi qu'une reminéralisation partielle et une bonne partie de l'azote présent dans les échantillons n'est pas dosé car il est toujours sous forme organique.

Cette remarque s'applique aussi aux chaumes de maïs. Cependant pour cette plante, le stockage de l'azote organique dans les résidus de culture est moindre comme l'ont montré des contrôles de terrains. Respectivement pour les céréales et le maïs 62 kg d'N/ha et 13 kg d'N/ha ont été retrouvés. Cette différence (49 kg) fournit une explication quant au rôle de la matière organique. Elle permet aussi d'estimer l'apport en N du fumier à environ 100 - 110 kg/ha, chiffres plus proches de ceux proposés par Lammens (1986). Enfin, le dernier graphique met en évidence l'effet d'une graminée en l'occurrence du ray-grass sur le profil azoté après maïs. Le problème des excès de lisier et de fumier est connu de longue date. En Lorraine belge, on s'en débarrasse en les épandant en grande quantité pendant l'hiver et le début du printemps sur les terres devant recevoir du maïs et des pommes de terre, le reste étant placé sur les prairies. Les conséquences viennent d'être montrées dans cet article. Le ray-grass semble apporter une solution particulièrement intéressante à cet excès azoté.

3.4. Flux azoté à la source du microbassin agricole

La concentration de l'eau de la source qui est l'émergence de la nappe qui récolte l'eau infiltrée dans le microbassin a été suivie de manière intermittente entre 1986 et 1988 et de manière continue à partir du mois de janvier 1989 (figure 5). Aucune tendance à l'augmentation n'est observée sur les 5 années de mesure. La teneur moyenne en nitrates est de 5 mg N-NO₃/l et elle n'a jamais dépassé les normes CEE (11 mg N/l).

Les pics très brefs observés en décembre 89 et octobre 90 viennent après une longue période chaude et sèche durant laquelle la minéralisation naturelle du sol a été très intense. Ils proviennent d'une remontée importante de la nappe dans la zone proche des émergences. Lors de la remontée, l'eau se change en nitrates produits par la minéralisation dans la zone insaturée et elle les emporte avec elle hors du bassin.

La pluie suivante régît tout à fait différemment car elle trouve autour des émergences un sol quasi dépourvu en nitrates. Les pics sont plus faibles ou ont disparu.

Par la suite, l'eau de nappe provenant des zones situées en amont se charge progressivement en nitrates. A son tour, elle va alimenter la source. Elle aura une concentration qui sera le résultat de ses différentes origines et du temps que mettront les nitrates pour traverser l'épaisseur d'insaturé et se déplacer dans la nappe jusqu'à la source.

L'évolution de la concentration de cette eau sera beaucoup plus lente et beaucoup moins marquée.

PERIODE 19890101-19910329

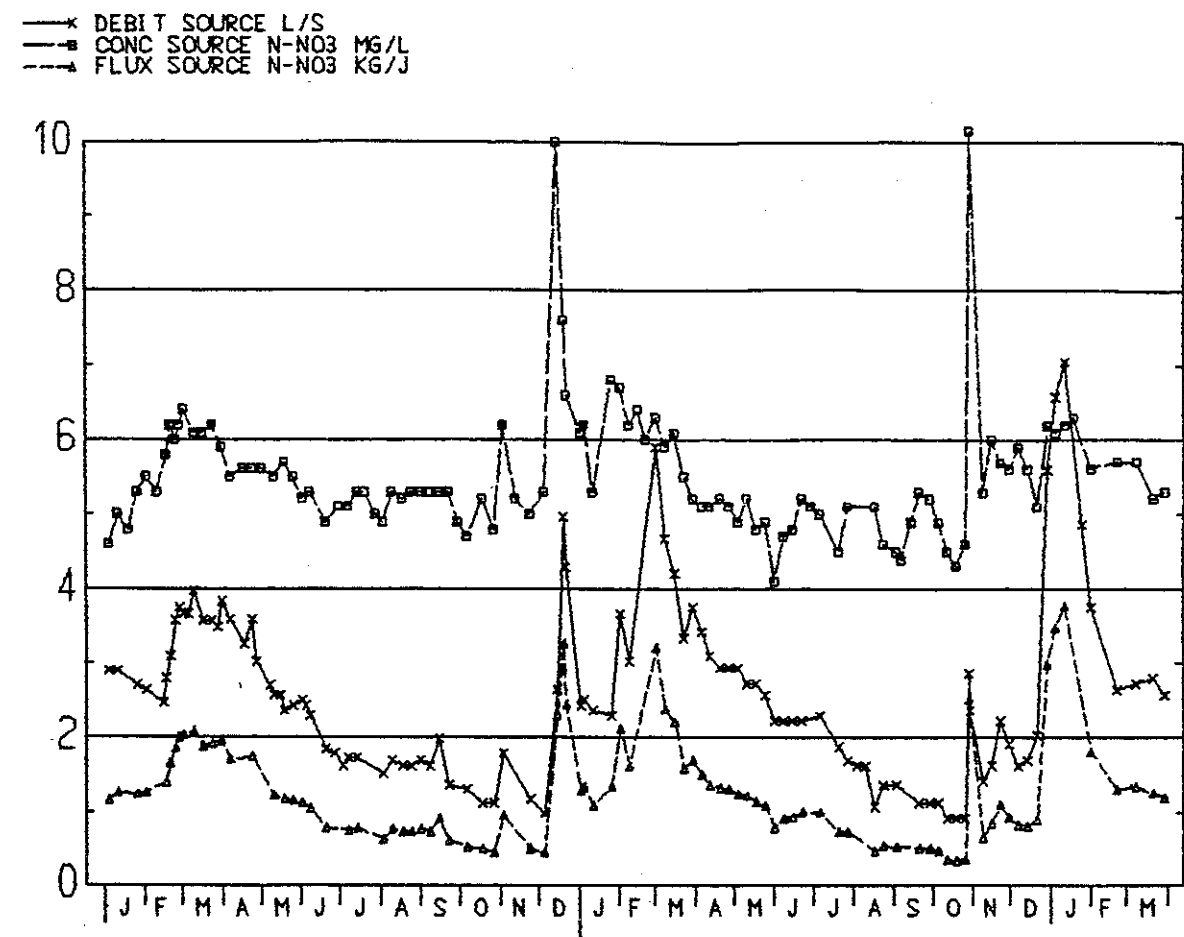


Fig. 5. Débit, concentration et flux azoté à la source du bassin du 01.01.89 au 29.03.91

La valeur des concentrations observées à la source correspond bien à l'estimation du lessivage des différents couverts agricoles pondérés d'après leur surface respective sur le bassin. L'étude se poursuit afin de préciser la dynamique du mouvement de l'azote en zone saturée et insaturée.

4. Conclusion

Les différentes approches (prélèvement de sol, prélèvement d'eau interstitielle, bilan en surface) conduisent aux mêmes conclusions quant à l'importance du lessivage sous les différentes cultures suivies. En fonction des objectifs recherchés (extrapolation à de grandes zones, étude mécanistique), une méthode pourra être préférée aux autres.

Dans le contexte pédologique du site, les pratiques agricoles sur le microbassin ne peuvent pas être source de pollution dépassant les normes en nitrates de 11 mg N-NO₃/l. Si comme nous le pensons, ce site est représentatif de l'agriculture pratiquée dans la Lorraine, la Haute-Semois est à l'abri d'une pollution agricole. Cela n'empêche cependant pas certaines régions pratiquant une agriculture plus intensive d'être susceptibles de poser certains

problèmes. D'un point de vue environnemental, l'agriculture pratiquée dans le Sud de la Belgique peut faire figure d'exemple (Région Wallonne, 1991) mais peut-on en dire autant de sa valeur agricole ?

Les cultures de tête de rotation présentent un bilan azoté en surface largement excessif, au moins un ordre de grandeur supérieur à celui des autres cultures. Ce seront ces seules cultures qui poseront des problèmes de lessivage azoté, les autres cultures n'étant pas source de polluant pour la région concernée.

La réduction de la durée des rotations peut donc jouer un rôle primordial dans la qualité de l'eau des nappes au même titre et peut-être même davantage que l'intensification de la fertilisation (problème qui ne semble pas concerner le Sud de la Belgique).

Plusieurs raisons peuvent expliquer les excès en azote sur les têtes de rotation :

- a. le fumier n'est appliqué que sur les terres cultivées devant recevoir pomme de terre et maïs, ce qui conduit à créer des zones à très fortes concentrations azotées (les céréales supportent mal le fumier).
- b. les engrais minéraux ajoutés sur les cultures de maïs et de pomme de terre sont appliqués soit avant le semis, soit juste après, à une époque où la plante n'a pas du tout besoin d'azote. Comme pour les céréales, l'application se fait en une seule fois. Le fractionnement est techniquement difficile car les plantes prennent vite de l'ampleur et interdisent tout passage aux véhicules motorisés.
- c. les maïs et pommes de terre sont récoltés à une époque si tardive qu'il n'est pas toujours possible de semer une culture dérobée après ces derniers. Généralement, ces sols restent à nu tout l'hiver et une partie du printemps favorisant un mouvement rapide de l'eau chargée en N à l'intérieur des sols.

S'il semble qu'il existe aujourd'hui une phytotechnie capable de produire du maïs sans engendrer d'important lessivage en azote (Mouraux et al, 1991), il n'en existe toujours aucune qui soit susceptible d'absorber tout l'azote provenant des importantes matières organiques telles qu'appliquées dans notre région.

Les cultures de maïs supportent très bien les fortes doses de lisier ou de fumier et c'est la raison pour laquelle on déverse en grande quantité les amendements organiques que l'on considère encore trop souvent comme déchets plutôt que comme fertilisants.

La méconnaissance de la libération d'azote minéral du fumier explique en très grande partie sa mauvaise utilisation. La plupart des agriculteurs ayant peu d'informations sur ce sujet ne prennent pas le risque de placer trop peu d'azote sur leur terrain et considèrent l'apport azoté du fumier comme négligeable ou nul.

Si l'amélioration de la formation des agriculteurs et des conseillers agricoles peut contribuer à une meilleure gestion du bilan azoté et donc à une diminution des pertes azotées par lessivage, le problème de la minéralisation de la matière organique et du fumier demeure car tant

qu'on élèvera du bétail, on épandra du fumier. Mais il existe des solutions pour lutter contre ce problème. Tout d'abord, il faut éviter les déséquilibres azotés dans l'alimentation du bétail.

Ceux-ci peuvent constituer une origine importante en azote, de la même manière que les engrais chimiques et ils peuvent contribuer via les matières organiques à l'enrichissement en azote du système "exploitation agricole" et par conséquent tôt ou tard, des parcelles concernées.

Il y a aussi de nouvelles techniques prometteuses (sous-semis, semis sous couvert, engrais localisé), l'emploi d'engrais vert semé directement après la récolte de céréales. Dans notre région, une plus juste répartition des matières organiques sur l'ensemble des terres, de manière à réduire les excès ou les carences dans les bilans azotés, pourrait constituer une toute première solution peu coûteuse et facilement applicable; tout le monde en sortirait gagnant. Associée à une augmentation de la durée de la rotation, elle serait encore plus efficace.

Dans le Sud de la Belgique, l'agriculture conserve encore (pour combien de temps ...?) un caractère mixte intégrant la production animale dans la production végétale, évitant les activités spécialisées qui contiennent parfois en elles-mêmes les germes des divers déséquilibres et nuisances (Falisse, 1991). L'alimentation de base des herbivores est l'herbe produite dans des conditions non polluantes et complétée par des aliments produits sur l'exploitation (céréales et maïs). Ce système "quasi" fermé (on exporte bien du froment, des pommes de terre et parfois du foin, on importe aussi de l'engrais mais de manière très raisonnable et un peu d'aliments pour bétail) n'est-il pas le responsable et le garant de la qualité de l'eau de chez nous ?

Bibliographie

- COMITE NITRATE, 1991. Agriculture et Environnement, des pratiques simples et rentables, Cabinet du Ministre Lutgen, Bruxelles.
- DEBBAUT, V., TYCHON, B., VANDER BORGHT, P., 1991. Transfert des nitrates et qualité des eaux souterraines en lorraine belge, Séminaire spécialisé "Gestion de l'azote agricole et qualité des eaux", FUL, pp. 145-166.
- EVERETT G. et al., 1985. Operational ranges for suction lysimeters, Groundwater monitoring review, summer.
- FALISSE, A., 1991. Système de production agricole et azote, Séminaire spécialisé "Gestion de l'azote agricole et qualité des eaux", FUL, pp. 27-33.
- GOSS, M.J., 1990. The effects of soil and crop management on the leaching of Nitrates, Colloque "Nitrates - Agriculture - Eau", Paris, pp. 389-395.
- GUIOT J., 1975. Estimation des réserves azotées du sol par détermination de l'azote minéral, Revue de l'agriculture n° 5, Ministère de l'agriculture.
- INS, 1971 à 1990, Statistiques agricoles, Ministère des affaires économiques.

LAMMENS, PH., 1986. La fiche de fertilisation de la rotation, un moyen de fertiliser de façon optimale, Agricontact 175, juillet-août.

MOURAUX, D., CAPPELLEN, O., FOUCART, G., SCOKART, P., LEDENT, J-F., 1991. Sous-semis et semis sous couvert ou comment concilier culture de maïs et respect de l'environnement. In : P. Vander Borgh et B. Tychon (éd) : Gestion de l'azote agricole et qualité des eaux, Arlon, 23-24 mai 1991, CEBEDOC, Liège, 235-252.

REGION WALLONNE, 1991. Densité de l'élevage en Région Wallonne en 1990. Ministère de l'Agriculture de l'Environnement et du Logement, Bruxelles.

SERVAIS P., 1987. Influence de l'agriculture sur la qualité des eaux de surface (cas des affluents de la Haute-Semois), Mémoire, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat à Gembloux.

SHERWOOD, M., RYAN, M., 1990. Nitrate leaching under pastures, Colloque Nitrates-agriculture-eau, Paris, pp. 323-333.