

# TRANSFERT DES NITRATES DANS UN BASSIN HYDROGRAPHIQUE À VOCATION AGRICOLE DU SUD-LUXEMBOURG

par B. TYCHON(1), J. GUIOT(2),  
V. DEBBAUT(1) et  
P. VANDER BORGHT(1)

## 1. INTRODUCTION

L'agriculture est généralement considérée comme responsable d'une grande partie de l'augmentation de la teneur en nitrates dans les eaux souterraines et les eaux de surface (OCDE, 1986, DE BECKER et al 1985, CNGE, 1985). Dans le but de mieux comprendre et de quantifier les transferts d'azote dans les sols agricoles, la FUL a entamé un programme de recherche sur un bassin hydrographique de taille réduite (25 ha), ne comportant aucun rejet d'eaux usées domestiques ou industrielles.

## 2. DESCRIPTION DE LA ZONE ÉTUDIÉE

Le bassin étudié, est situé au Sud de la province de Luxembourg. Il est drainé par un affluent direct de la Semois.

(1) Fondation Universitaire Luxembourgaise, Avenue de Longwy, 85 - 6700 ARLON.  
(2) Station de phytotechnie du Centre de Recherche Agronomique de l'Etat, Gembloux.

La zone est soumise à une agriculture traditionnelle mixte, typique de la région. Les cultures principales sont céréalières : épeautre, froment, orge, avoine. On y trouve aussi du maïs et des pommes de terre qui servent de tête de rotation.

Le tableau ci-dessous donne, pour la saison 87-88 l'affectation des sols, ainsi que les quantités de fertilisants appliquées et les rendements des cultures.

Le sous-sol du bassin est composé d'une couche de sable d'âge secondaire (Grès de Florenville), épaisse de 5 à 10 m suivant les endroits, reposant sur des marnes. Dans les parties Est et Sud-Est, le profil pédologique s'est développé dans ces sables, sans apport de limon. Ailleurs, le sable est recouvert de 1 à 3 m de limon sableux.

La nappe aquifère est peu profonde; cette situation convient bien au type d'étude entrepris ici car les temps de transferts hydriques sont relativement courts.

## 3. MÉTHODES

L'étude est menée :  
— d'une part au niveau de parcelles expérimentales, avec une ins-

trumentation permettant de suivre le mouvement de l'azote dans les sols (échantillonneurs d'eau interstitielle de type « bougies poreuses » (EVERTT G. et al., 1985) et prélèvements d'échantillons de sol), et de mesurer en continu des données météorologiques, des teneurs en eau et des températures dans le sol, paramètres qui influencent les vitesses de transfert et les transformations biochimiques (minéralisation de la matière organique, dénitrification, volatilisation...);

— d'autre part, d'une manière globale pour l'ensemble du bassin : des mesures piézométriques, de qualité de l'eau de la nappe et de débit à la source et à l'exutoire du bassin sont faites régulièrement, afin de déterminer les quantités d'azote qui percolent effectivement, et donc de vérifier à l'avenir dans quelle mesure les résultats obtenus à la parcelle peuvent être extrapolés.

L'étude est menée en collaboration avec les agriculteurs exploitants la zone, qui ont fourni les parcelles d'essai et qui communiquent les quantités de fertilisants appliquées ainsi que les rendements des cultures.

## 4. RÉSULTATS

L'étude a débuté à l'automne 1988.

Les résultats des mesures faites à l'aide des échantillonneurs d'eau interstitielle placés à 3 profondeurs différentes pendant un an sont repris à la figure 1. Il est aisé de suivre le déplacement du pic de

**TABLEAU I**  
*Caractéristiques du couvert végétal,  
des fumures et des rendements du site*

Affectation des sols	% de la superficie	Engrais min. Kg N/ha	Fumier T/ha	Rendements
Maïs	8	135	50	13 T Mat. sèch./ha
P.d.t.	2	40	50	30 T/ha
Céréales	46	60	0	3,5 à 6 T Mat. sèch. de grain/ha
Prairies	21	0	0	
Forêts	23	0	0	

concentration vers le bas du profil. Ce déplacement est très fortement lié à la pluviosité. La vitesse moyenne observée dans le cas présenté et pour la pluviosité pendant la période étudiée est de l'ordre de 15 cm/mois. Ce résultat est comparable à celui de FOSTER SSD. et YOUNG CP. lors de leur étude des terrains sus-jacents aux aquifères des grès triasiques et de la craie en Grande-Bretagne.

Deux campagnes de prélèvements d'échantillons de sol, suivant des méthodes décrites par GUIOT 1975, ont été effectuées avant et après l'hiver afin d'étudier l'influence des différentes cultures et des différents types de sol sur les profils azotés. Malgré la variabilité des résultats obtenus, des différences fort nettes sont observées en fonction des cultures pratiquées. La

figure 2 montre les profils moyens observés sous prairie (sans fertilisant), sous céréales, sous maïs et sous pomme de terre à deux périodes différentes. Les dates auxquelles les profils ont été déterminés ont été choisies afin de permettre le suivi de l'évolution hivernale. La quantité d'azote qui migre vers le bas du profil, et qui est susceptible d'atteindre l'aquifère peut être déduite de la comparaison des deux courbes. Cette quantité est sous-estimée, car les nitrates fournis au profil par la minéralisation de la matière organique sont négligés; ceux-ci sont cependant en faible proportion vu la faible activité microbologique du sol pendant l'hiver. Ainsi, pour les maïs et les pommes de terre, au moins 100 et 75 kg d'N/ha quittent le profil et ne pourront plus être repris par les

cultures suivantes. En ce qui concerne les céréales, au vu des fortes concentrations retrouvées dans le bas du profil, il est certain qu'une partie de l'azote percole vers la nappe. Enfin la prairie présente un profil azoté identique aux deux périodes à savoir faible et homogène sur toute son épaisseur.

En tenant compte de l'eau utile (précipitation - évapotranspiration) disponible durant cette période, il est possible de calculer la concentration moyenne des eaux ayant percolé sous les maïs. Elle serait de l'ordre de 145 mg NO<sub>3</sub>/l.

Les cultures et les pratiques culturales spécifiques qui y sont associées contrôlent donc dans une large mesure les flux d'azote vers l'aquifère. Par exemple, la contribution du fumier, épandu avant et pendant

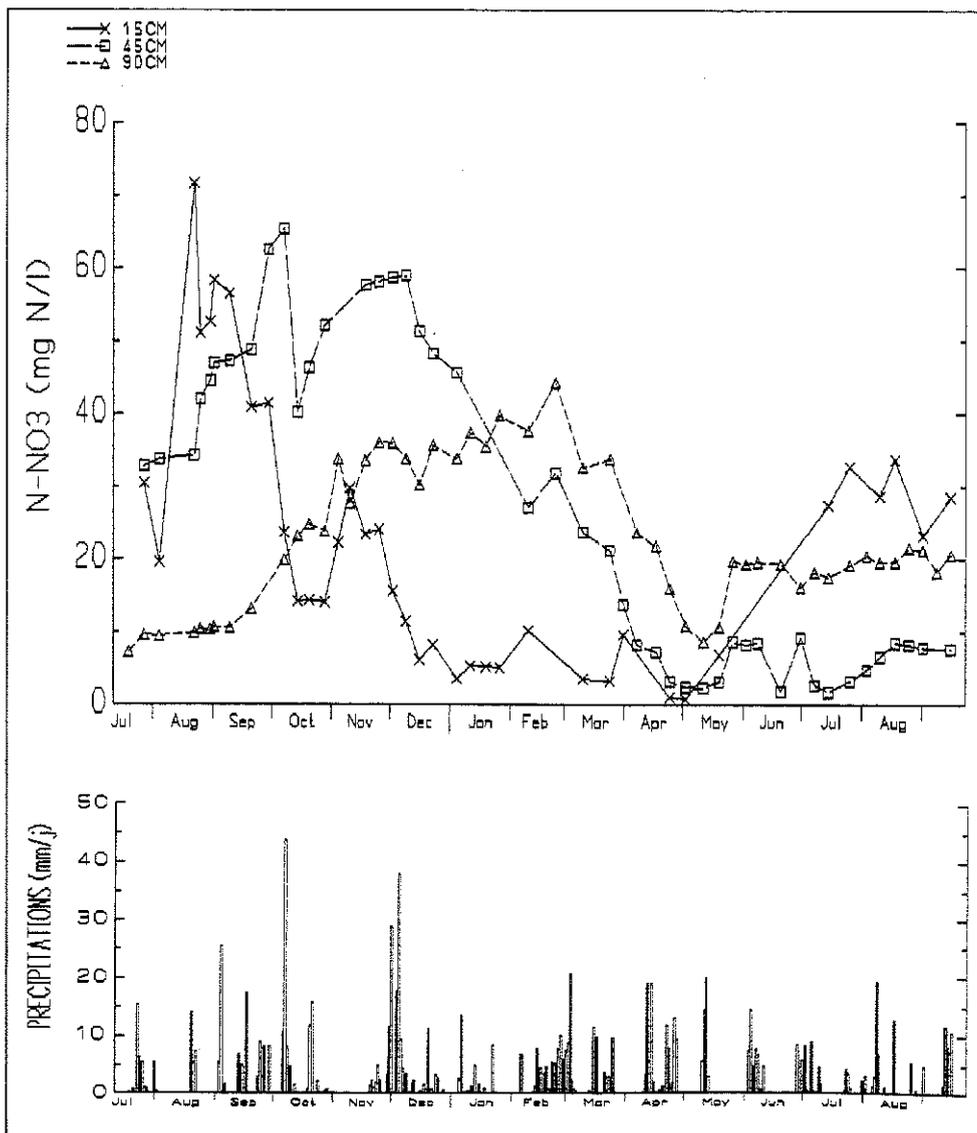


Fig 1.  
Evolution de la concentration azotée dans le sol et pluviosité du 19.7.88 au 21.9.89.

l'hiver en relativement grande quantité est ignorée par les agriculteurs qui n'en tiennent pas compte pour déterminer les quantités d'engrais minéral à apporter aux maïs et aux pommes de terre. De plus, ce fumier est épandu en hiver, à une époque où le danger de lessivage est maximum.

En ce qui concerne l'approche globale pour l'ensemble du bassin, les résultats sont encore difficiles à exploiter. La figure 3 montre le débit, la teneur en nitrate et le flux d'azote nitrique à la source en fonction du temps. Les variations du flux sont essentiellement liées au débit, les concentrations changeant peu durant cette période. Cette observation peut sembler difficile à expliquer étant donné l'amplitude de variation de teneurs en nitrate dans la solution interstitielle des sols. En fait, les pics de concentration provenant des différentes parcelles ne mettent pas tous le même temps pour arriver à la source, ce qui implique un déphasage des apports et une certaine homogénéisation des teneurs. La compréhension des variations de concentration en nitrate nécessite la mise en œuvre d'un modèle mathématique décrivant le mouvement de l'eau et le transport de solutés dans la zone non saturée et dans l'aquifère.

C'est une voie que nous explorons actuellement.

### 5. CONCLUSIONS

Les résultats déjà obtenus permettent de dégager quelques faits marquants :

- La quantité d'azote susceptible de percoler vers les aquifères dépend fortement du type de culture pratiquée. Une façon simple de garantir le respect de la norme de 50 mg NO<sub>3</sub>/l consiste donc à limiter dans la zone d'alimentation de la nappe le pourcentage des terres affecté aux cultures à risque telles que les maïs et les pommes de terre.
- Il faut rechercher et mettre en œuvre des pratiques culturales plus respectueuses de l'environnement et par conséquent ayant moins d'impact sur la qualité des eaux. En ce qui concerne le fumier, une meilleure connaissance des processus de minéralisation et de volatilisation devraient permettre de mieux prendre en compte les apports azotés qui lui sont propres lors de l'établissement de la fumure minérale.

L'étude se poursuit actuellement, avec, notamment comme but de vérifier dans quelle mesure les résultats obtenus sur un petit bassin sont

applicables à d'autres zones, différentes de par leurs caractéristiques géologiques et pédologiques, et de par les pratiques agricoles qui y sont observées.

### 6. RÉFÉRENCES

1. OCDE, 1986. — Pollutions des eaux par les engrais et les pesticides, ISBN 92-64-22856-X, 159 pp.
2. De BECKER, E., ROUSSEAU, V., BILLEN, G., 1985. — Étude sur la contamination azotée des eaux souterraines et eaux de surface du bassin de la Dyle, ULB, rapport final pour le ministère de la RW pour l'eau, l'environnement et la vie rurale, 30 pp.
3. C.N.G.E., Colloque : « Les nitrates dans les eaux », Paris, 1985.
4. 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, pp. 1117-1132.
5. EVERETT, G., McMILLION, L. G., 1985. — Operational ranges for suction lysimeters, Groundwater monitoring review, summer, pp. 51-59.
6. FOSTER, S. S. D., YOUNG, C. P., 1981. — Contamination des eaux souterraines en raison de l'activité agricole au Royaume-Uni. Document UNESCO, Etudes et rapport en hydrologie n° 30 : pollution et protection des aquifères, extrait de « Recent advances in British Hydrogeology », pp. 263-278.

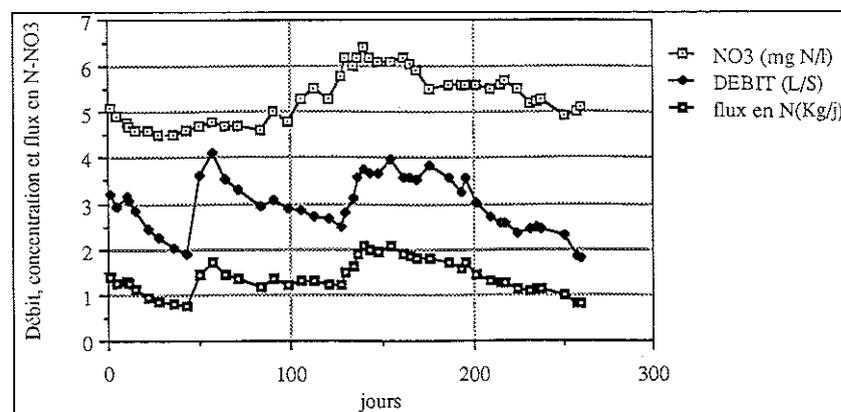


Fig. 3. Evolutions à la source du bassin du 14.10.88 au 30.06.89.

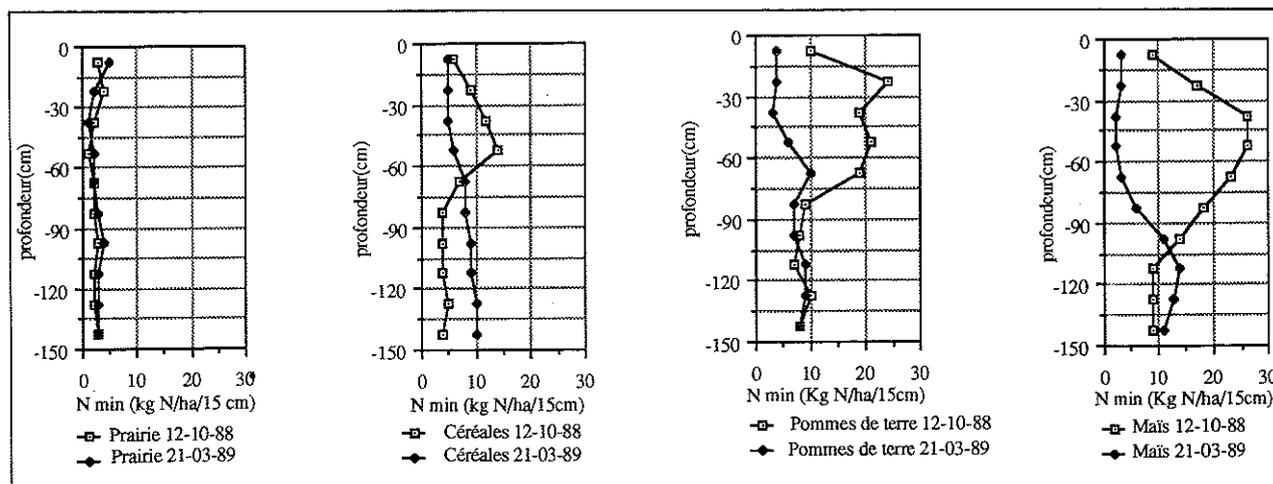


Fig. 2. Profils azotés sous différentes cultures d'un même site.