

Abbildung 1

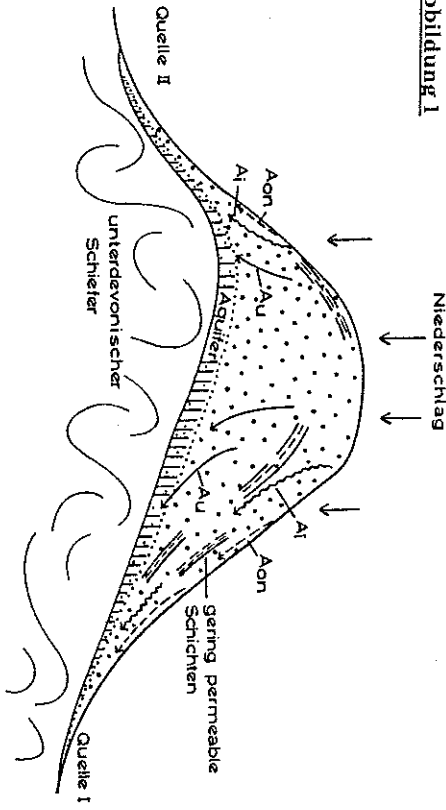
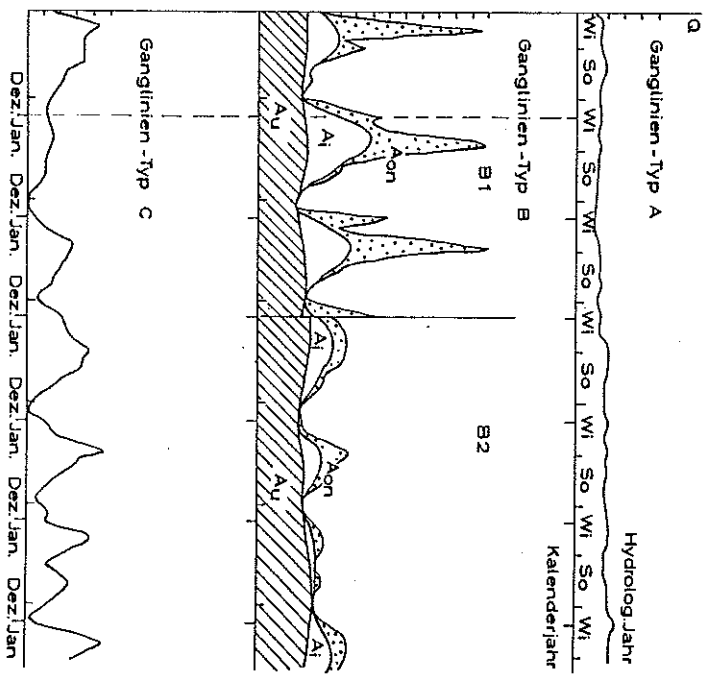


Abbildung 2



PRACTIQUE AGRICOLE EN LORRAINE BELGE
ET POLLUTION DES EAUX PAR LES NITRATES

TYCHON B., VANDER BORGHT P.
 Fondation Universitaire Luxembourgaise Arlon

L'étude présentée ici s'insère dans une recherche entreprise par la Fondation Universitaire Luxembourgaise depuis 1984. La recherche est axée sur la détermination des responsabilités éventuelles des pratiques agricoles dans le problème de la qualité des eaux souterraines et de surface.

Une première partie de l'étude réalisée par B. LAURENT (VANDER BORGHT, 1985) a été consacrée à une enquête dans le bassin de la Haute Semois auprès des agriculteurs afin de déterminer les quantités moyennes d'engrais apportées au sol ainsi que leur période d'épandage.

La seconde étape (1985-1986) consistait à vérifier qualitativement et quantitativement la relation existant entre la proportion des terres affectées à l'agriculture et la qualité chimique de quelques affluents de la Haute Semois (P. SERVVAIS, 1987). Les affluents avaient été choisis de façon à présenter l'éventail le plus large possible de combinaisons d'affectation de terres (culture-prairie-forêt) des sous-bassins.

La troisième étape, actuellement en cours, a comme but la détermination du transfert des polluants agricoles (NO₃) à l'intérieur des sols et des nappes vers les eaux de surface. Elle met en évidence l'effet de certaines cultures et/ou pratiques agricoles sur le reliquat azoté dans les sols. Il s'agit de compléter et affiner les résultats obtenus lors de la seconde étape de l'étude.

PRESENTATION DU SITE, DU MATERIEL
ET DES METHODES D'ANALYSES

Un bassin de 25 ha a été équipé intensivement de manière à pouvoir faire le bilan hydrique du site, à suivre l'évolution de la température et de la teneur en eau du sol. Tous ces 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. Il a été choisi 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 (1 à 2 ans). La zone étudiée est soumise à une agriculture traditionnelle de type mixte, typique de la région. Les cultures principales de la région 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 varient de 3.500 à 6.000 kg/ha. Les fumures appliquées sur céréales varient entre 60 et 140 Kg N/ha. Les épandages sont effectués en une fois lors des faibles doses et en deux fois au-delà de 120 Kg N.

Les agriculteurs ne connaissent pas les dernières méthodes phytotechniques pour les céréales. Les raccourcisseurs ne sont pas toujours employés, les maladies sont très peu traitées, etc...

Les terres à maïs et à pommes de terre reçoivent pendant tout l'hiver et le début du printemps de 50 à 65 T/ha de fumier, auxquels s'ajoutent 120 à 200 kg d'N/ha d'engrais minéraux à l'époque du semis.

Cette année, les rendements en maïs ont été bons à exceptionnels (de 13 à 18 T M/ha).

Enfin, sur les prairies du site, les apports azotés restent très limités, en moyenne 50 Kg N/ha.

Sur le site, différentes parcelles d'essai représentant les principales situations sol-culture ont été équipées d'appareils permettant de prélever régulièrement des échantillons d'eau interstitielle dans le sol à différentes profondeurs (EVERETT G. et al., 1985). A côté de cela, trois campagnes de prélèvement d'échantillons de sol ont été effectuées, deux avant l'hiver (88 et 89) et une au printemps 89. La technique d'échantillonnage a été mise au point et réalisée par la station de phytotechnie de centre de recherche agronomique de l'Etat à Gembloux (J. GUIOT, 1975). Les échantillons étaient pris de manière aléatoire sur l'ensemble des différentes zones cultivées. En moyenne 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.

RESULTATS

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

La figure 1 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 (profil d'1,5 m de profondeur) à l'entrée de l'hiver ainsi que la profonde modification des différents profils pendant la période hivernale.

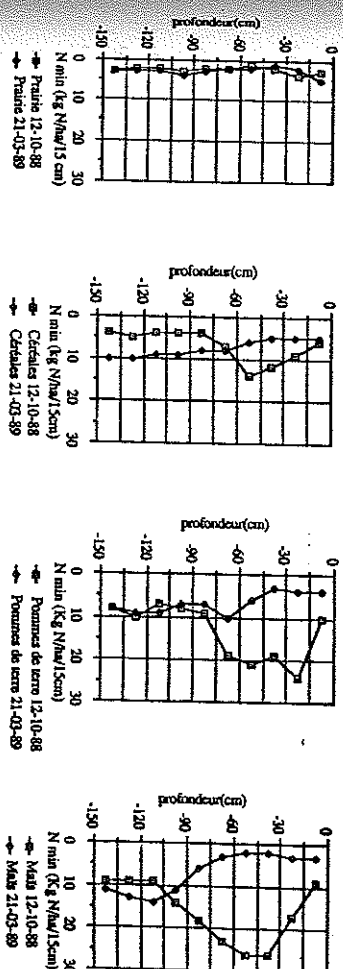


Figure 1 : Profils azotés sous différentes cultures

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 NO_3 retrouvée dans la littérature.

Sous céréales, la quantité d'azote dans les sols à l'entrée de l'hiver est de l'ordre de 70 à 80 kg N/ha ce qui est plus important que ce qu'on retrouve en région céréalière intensive (Hesbaye).

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 de deux courbes. Cette quantité est sous-estimée car les NO_3 fournis au profil par la minéralisation de la matière organique 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 est très faible.

Le maïs et les pommes de terre laissent un profil extrêmement riche en azote après récolte. Pendant l'hiver, une énorme quantité d'azote (au moins 75 et 100 kg N) quitte le profil et ne peut plus être reprise par la culture suivante.

2. Evolution de la concentration nitrique 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 2 pour trois couverts différents. La période d'étude s'étend du 11.01.1989 au 18.10.1989.

période de végétation et remonte légèrement jusqu'à 12 mg/l lorsque le végétal ralentit son activité.

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 (42 mg/l) alors qu'à 60 cm, la concentration augmente beaucoup moins en raison de la faible quantité d'azote organique à cette profondeur.

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. 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.

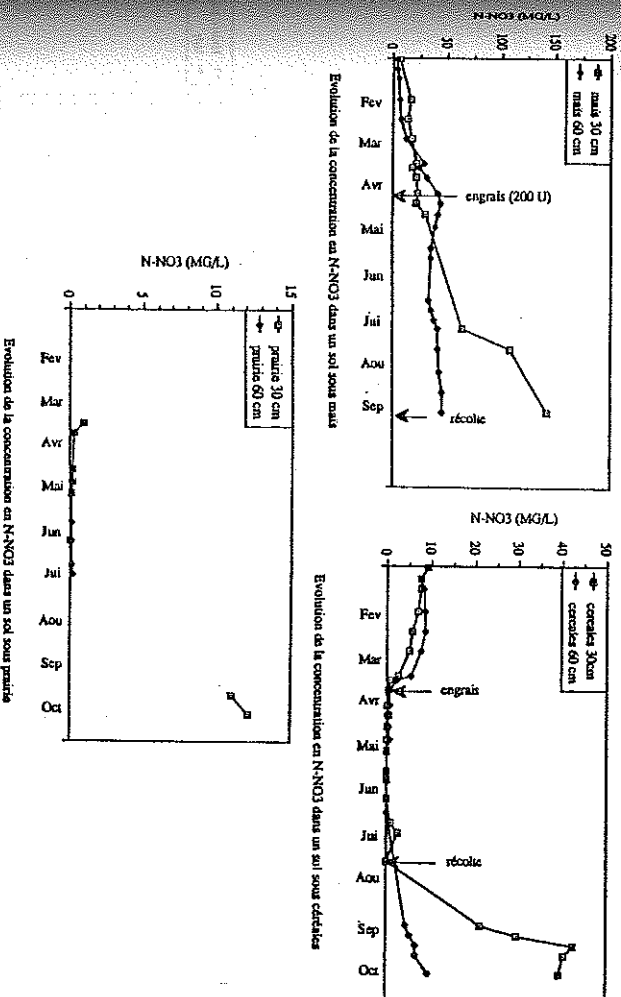


Figure 2 : Evolution de la concentration nitrique (NO_3) sous prairies, céréales et maïs

Pendant la période de végétation, la 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 absorbe très mal l'azote qu'on lui a fourni.

3. Etudes des résidus azotés sous maïs

Les énormes résidus azotés retrouvés après récolte sous maïs ont été étudiés plus en détail l'année suivante, 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.

Les résultats sont présentés à la figure 3.

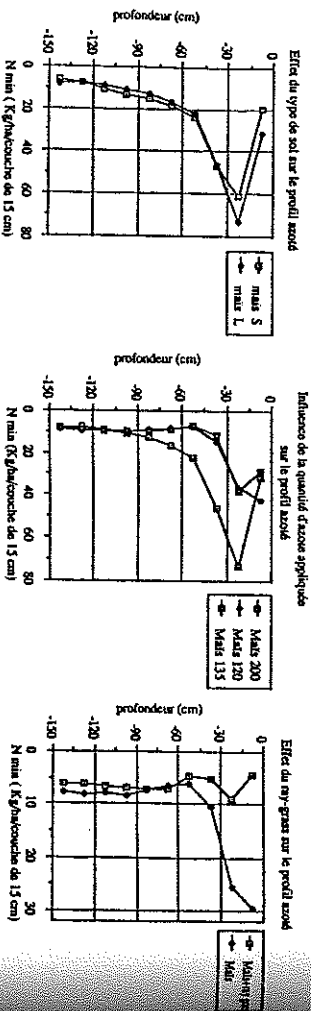


Figure 3 : Résidus azotés sous maïs

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 percolant laissent plus facilement passer les nitrates pendant l'hiver et l'on retrouve à la fin avril un profil mois 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 le sol sableux. Les trente premiers centimètres fournissent au moins 20 kg d'N min 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 1 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 1 : Bilan azoté

Dose d'engrais	Résidus (kg/ha)	Résidus (kg/ha)	différence (kg/ha)	Récolte (kg/ha)	Apport fumier + Mat. org. (kg/ha)
MAÏS	21,03,89	10,10,89			
120	75	156	81	184	145
135	75	130	55	240	160
200	78	245	167	190	157
CEREALES	68	92	24	99	Apport m.org.
99	75	89	14	81	-14
					-4

Le tableau 1 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 les 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 fourni 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.

La comparaison avec les céréales est claire à ce sujet : pour ces dernières, un apport nul ou même négatif de la minéralisation de la matière organique est observé. Cela peut se comprendre quand on tient compte de toute la partie racinaire de la plante qui a accumulé de l'azote d'engrais sous forme organique et qu'elle n'a pas encore été complètement minéralisée et fournie au sol le 10.10.89. Le système racinaire constitue une sorte de réservoir qui libère graduellement son contenu, l'azote minéral. Si l'on suppose une réaction identique pour les racines du maïs, il faut en conclure que les 150 Kg/ha sont une sous-estimation de la quantité totale qui sera fournie au profil de sol.

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 de 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.

4. Flux azoté du bassin agricole

A l'exutoire du bassin, la concentration en NO_3 n'a jamais dépassé les normes CEE. Les résultats de flux azoté à l'exutoire et à la source du bassin (cf. fig. 4) sont encore difficilement interprétables.

Le temps que prennent les pics de concentration des différentes situations sol-culture pour se déplacer en zone insaturée et en zone saturée (nappe) pour arriver à la source est d'autant plus long qu'on est éloigné de la source et que la zone insaturée est épaisse. Cela explique le déphasage des pics de concentration et une certaine homogénéisation des teneurs.

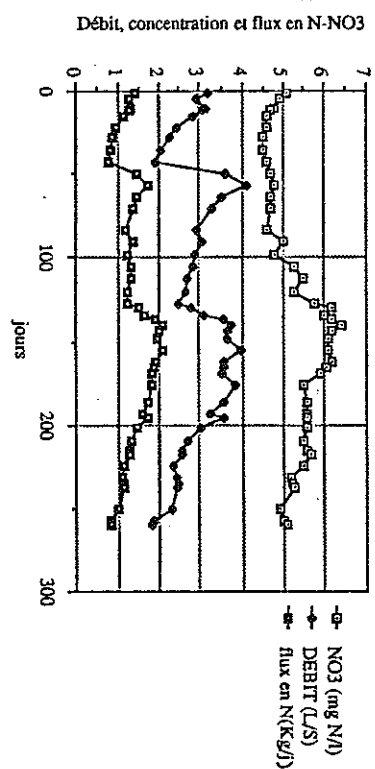


Figure 4 : Débit, concentration et flux azoté à la source du bassin du 14.10.1988 au 30.06.1989

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats obtenus suggèrent les réflexions suivantes :

1. L'agriculture de la Lorraine belge a la réputation d'être peu intensive. Les agriculteurs disposent de suffisamment de terres que pour y cultiver avec des doses d'engrais plus faibles qu'en région céréalières (Hesbaye).

Si le terme "peu intensif" s'applique aux céréales, il n'en va pas de même pour les cultures de pommes de terre et surtout de maïs dont les apports azotés et les rendements sont équivalents à ceux des zones intensives.

Pourtant, même dans le cas des céréales, les résidus azotés montrent qu'il est fort hasardeux de conclure que le danger de lessivage dans ces sols agricoles cultivés de manière peu intensive soit négligeable par rapport aux régions à agriculture intensive. Il semblerait même que ce soit le contraire.

Deux raisons peuvent expliquer cela.

D'une part, les agriculteurs, mal informés, peu attirés ou mal sensibilisés par les dernières méthodes phytotechniques, ne tirent pas le meilleur profit de l'azote minéral qu'ils ont épandu. Ainsi, des erreurs dans les dates d'application, dans les doses, le mauvais traitement des maladies ou autres attaques parasitaires conduisent à un moins bon développement des cultures que pour des doses similaires d'engrais en régions céréalières (Hesbaye).

D'autre part, l'application régulière de fumier dans les rotations fournit au sol d'importantes quantités de matières organiques, dont la minéralisation est impossible à contrôler, et qui peuvent produire de très grosses quantités d'azote minéral surtout entre la récolte et les premières périodes froides hivernales.

2. Il existe des cultures plus polluantes que d'autres. Ce sont les cultures de pommes de terre et de maïs. Plusieurs raisons peuvent expliquer une telle différence :

- 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. le fumier est épandu en hiver à une époque où le danger de lessivage est maximum. En fait, les agriculteurs sont obligés d'agir de la sorte car ils n'ont plus de place dans la cours de leur ferme.
- c. 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.
- d. 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 des techniques "propres" pour les céréales (basée sur un fractionnement adéquat), il apparaît que les cultures de maïs et de pommes de

terre ne disposent pas de la phytotechnie qui assurerait un excellent rendement tout en épuisant complètement le sol en ses résidus azotés. Au contraire, alors que cette culture semble déjà favoriser un lessivage, c'est sur elles que l'on déverse le fumier.

Des recherches dans ce domaine devraient contribuer à diminuer les frais d'engrais pour l'agriculteur et à maintenir la qualité de l'environnement.

A ce titre là, la méconnaissance de la libération d'N min 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. Les agronomes devraient pouvoir informer les agriculteurs pour qu'ils puissent estimer le contenu en azote de fumiers qu'ils épandent.

3. 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. A ce titre, l'emploi d'engrais verts semés directement après la récolte de céréales et surtout les graminées entre les lignes de maïs ont un effet spectaculaire sur la rétention azotée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- VANDER BORGHT P. (1985) : Contrat pour les études préparatoires à la réalisation d'un réseau de mesures automatiques de l'eau en Région Wallonne, Rapport final pour le Ministère de la Région Wallonne pour l'eau, l'environnement et la vie rurale.
- 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.
- 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.
- EVERETT G. et al. (1985) : Operational ranges for suction lysimeters, Groundwater monitoring review, summer.

LA PROTECTION DE LA MOSELLE CONTRE LA POLLUTION

UN EXEMPLE DE COOPERATION INTERREGIONALE

Paul HANSEN

Directeur de l'Administration de l'Environnement

En 1988 a été commis un anniversaire très peu sinon pas du tout remarqué par le grand public.

Une institution internationale fêtait ses 25 ans d'existence avec une discrétion presque suspecte. Tout juste un petit article dans la presse écrite luxembourgeoise, des communiqués de presse, certes plus substantiels, ailleurs, mais rédigés dans le style administratif usuel, reflétaient un état d'esprit qui participait d'une conscience du devoir plutôt que d'enthousiasme en cette année jubilaire pour la "Commission Internationale pour la Protection de la Moselle contre la Pollution" (CIPM).

La Commission a été créée en conformité avec la Convention sur la Canalisation de la Moselle du 27 octobre 1956. Le paragraphe 55 de cette convention stipule que les Etats contractants conviendront des mesures nécessaires pour garantir la conservation des eaux de la Moselle et veilleront en conséquence à une coopération adéquate des autorités compétentes.

Le 20 décembre 1961 a donc été signé à Paris la convention entre les gouvernements de la République Fédérale d'Allemagne, de la République Française et du Grand-Duché de Luxembourg sur la création d'une Commission Internationale pour la Protection de la Moselle contre la Pollution. Le même jour fût signé entre la République Fédérale d'Allemagne et la République Française le protocole portant création de la Commission Internationale pour la Protection de la Sarre contre la Pollution, sachant que la Sarre est le plus important affluent de la Moselle.

La convention est entrée en vigueur le 1er juillet 1962 et les deux Commissions de la Moselle et de la Sarre se sont réunies la première fois à Paris en date du 29 janvier 1963 pour leurs assemblées constituantes respectives où elles ont reçu