

# Réduction de la présence de résidus de produits phytosanitaires dans un petit bassin agricole belge

Sabine Beernaerts, Philippe Debongnie, Carl de Vleeschouwer, Alain Delvaux et Luc Pussemier<sup>1</sup>

**D**e nombreuses observations en Europe mettent en évidence la présence de produits phytosanitaires d'origine agricole et non agricole dans les cours d'eau (Horth, 1998). La majorité des études réalisées jusqu'à présent visaient à quantifier l'importance des sources diffuses (dépôt *via* la pulvérisation sur le sol ou les cultures, drainage, ruissellement et érosion) dans la charge en produits phytosanitaires des eaux de surface (Burgoa and Wauchope, 1995; Bromilow *et al.*, 1998; Fisher, 1996; Bach, 1996; Seel *et al.*, 1994; Ganzelmeier *et al.*, 1996). Cependant, ces dernières années, les sources de pollution ponctuelle ont été mises en évidence et il semble que leur contribution à la charge totale serait dominante par rapport aux sources diffuses (Fisher *et al.*, 1996; Fisher *et al.*, 1998; Carter, 1999). Les pertes ponctuelles (ou pertes directes) résultent non pas du traitement proprement dit mais des manipulations qui sont réalisées avant et après le traitement : évacuation des fonds de cuve, rinçage du pulvérisateur, nettoyage du pulvérisateur, rinçage des bidons, débordement lors du remplissage, éclaboussures de produit commercial concentré lors de la préparation de la bouillie, non-respect des bonnes pratiques agricoles... Ces manipulations sont en général localisées dans la cour de la ferme sur des surfaces imperméables (surfaces « en dur » telles que le béton et le macadam), ces surfaces sont très sensibles au ruissellement (quelques millimètres d'eau sont suffisants) (Shepherd, 2000) et, lorsqu'elles sont connectées à un

fossé ou au réseau d'égout, le produit arrive rapidement dans les cours d'eau.

Les objectifs de cette étude sont de déterminer la part de l'apport des sources ponctuelles dans la charge totale d'un cours d'eau en produits phytosanitaires et, par la suite, en fonction de ce diagnostic, de déterminer et mettre en place des solutions correctives raisonnées et efficaces.

## Matériel et méthodes

Le bassin du Nil est situé au centre de la Belgique dans la province du Brabant Wallon sur la commune de Walhain-Saint-Paul (figure 1, p. 136). Sa superficie totale est de 32 km<sup>2</sup>, la longueur du réseau hydrographique est de 14,10 km.

Le sol est limoneux et le drainage artificiel est très peu pratiqué. Environ 50 agriculteurs sont actifs dans le bassin.

Le choix de ce bassin repose sur les quatre critères suivants :

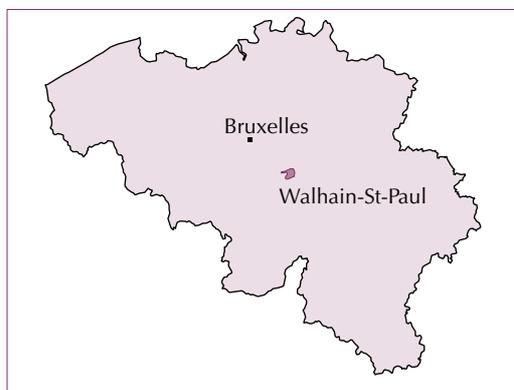
1. activité agricole intense;
2. temps de réponse du cours d'eau de 24 heures;
3. répartition homogène dans l'espace des événements pluvieux;
4. période de traitement phytosanitaire assez limitée dans le temps pour chaque produit.

La figure 2 (p. 136) présente l'occupation du sol et permet de vérifier que le premier critère de sélection est bien rempli. En effet, 76 % de

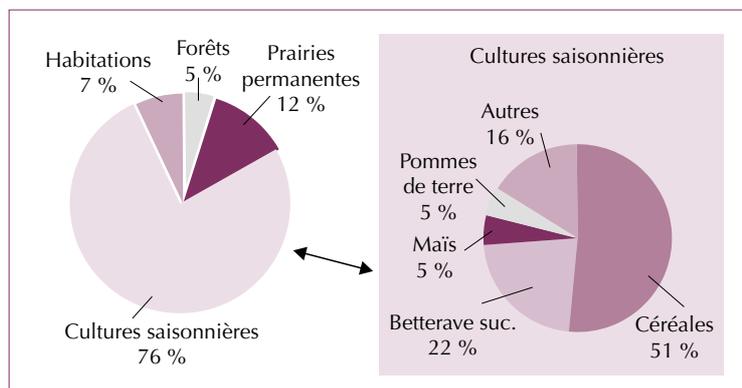
### Les contacts

1. Centre d'études et de recherches vétérinaires et agrochimiques (CERVA), Ministère des Classes moyennes et de l'Agriculture, Leuvensesteenweg, 17 -3080 Tervuren Belgique

la surface totale du bassin sont occupés par les cultures saisonnières, 12 % par les prairies permanentes, 5 % par les forêts et les 7 % restants sont les zones habitées. Les cultures majoritaires sont les céréales (principalement le blé d'hiver et l'escourgeon) et les betteraves (essentiellement sucrières).



► Figure 1 – Localisation géographique du bassin du Nil en Belgique.



▲ Figure 2 – Occupation du sol dans le bassin versant du Nil.

► Tableau 1 – Topographie du bassin du Nil.

Pente	Pourcentage de la surface totale	Pourcentage cumulé de la surface totale
0-1 %	63	63
1-2 %	23	86
2-3 %	9	95
3-4 %	3	98

► Tableau 2 – Matières actives suivies lors du monitoring du bassin du Nil et utilisation.

Matières actives	Application
Isoproturon	Céréales
Chloridazon	Betteraves
Lénacile	Betteraves
Atrazine	Maïs
Diuron	Usage non agricole
Simazine	Usage non agricole

La figure 3 présente l'évolution du débit moyen journalier et la pluviosité pour l'une des années de suivi du bassin, 1998. Le deuxième critère de sélection est rempli après la pluie du 7 avril par exemple, le maximum de débit est observé le 8 avril.

Les critères 3 et 4 sont importants pour permettre une interprétation claire des résultats, ils sont remplis en sélectionnant un bassin de petite taille et des produits dont l'usage est bien délimité dans le temps (cas des herbicides agricoles).

Le bassin est légèrement vallonné. Le tableau 1 montre que 65 % de la surface totale du bassin est de pente inférieure à 1 % et 95 % de la surface est de pente inférieure à 3 %.

Les concentrations en matières actives ont été mesurées quotidiennement sur la période de mi-mars à mi-juin durant les années 1998 (15 mars au 13 juin), 1999 (10 mars au 22 juin) et 2000 (1<sup>er</sup> mars au 20 juin).

Les matières actives suivies sont des herbicides-clés du schéma phytosanitaire des grandes cultures belges ainsi que deux molécules utilisées dans le secteur non agricole (espaces communaux, particuliers et entrepreneurs de jardins et espaces verts) (tableau 2).

## Résultats et discussion

### Méthode d'interprétation des résultats : exemple de l'isoproturon en 1998

L'exemple de l'isoproturon en 1998 est développé en détail pour illustrer la méthode de travail (figure 4).

La figure 4 rassemble :

- les concentrations mesurées (bâtonnets, µg/l);
- le débit moyen journalier (ligne en pointillés, m<sup>3</sup>/sec, voir axe figure 3), il permet de voir à quelles dates un débit d'eau de ruissellement s'ajoute au débit de base des sources et permet d'estimer la charge (charge = concentration x débit);
- les périodes de traitement (flèches horizontales : du 15 au 31 mars et du 22 au 24 avril);
- la charge cumulée (ligne pleine, kg).

Dans cet exemple, la charge est d'environ 10 kg c'est-à-dire que 10 kg d'isoproturon ont été

transportés par le cours d'eau durant la période de suivi.

En ce qui concerne les concentrations, il est à remarquer que :

- durant la période de traitement deux pics de plus de 200 µg/l ont été détectés et cela en l'absence de pluie (pas d'augmentation du débit);
- pour la période s'étendant du 24 mars au 7 avril, une période avec des événements pluvieux très faibles (augmentation modérée des débits), les concentrations sont comprises entre 10 et 70 µg/l;
- entre le 8 et 20 avril, quelques événements pluvieux importants sont survenus (augmentation importante de débit), les concentrations détectées sont inférieures à 10 µg/l.

Les analyses ont été poursuivies jusqu'à la mi-juin, et seules de faibles concentrations en isoproturon ont encore été détectées.

La relation inverse entre la concentration et le débit n'est pas qu'un simple phénomène de dilution comme le montre l'évolution de la charge cumulée.

Celle-ci augmente le plus **pendant et juste après les traitements**, sans qu'il y ait de ruissellement au champ et donc d'augmentation importante de débit (3 + 1,6 kg du 15 mars au 6 avril et 3,4 kg du 22 au 24 avril). Ces 8 kg retrouvés dans le cours d'eau proviennent principalement des pertes directes (pertes ponctuelles). La contribution de la dérive du nuage de pulvérisation est probablement peu importante, la plupart des champs étant séparés du cours d'eau par des pâtures.

Pendant les périodes au cours desquelles des pluies intenses entraînent du ruissellement et de l'érosion aux champs, la charge ajoutée est relativement plus faible : 1,2 kg du 7 au 22 avril et 0,6 kg du 25 au 15 mai.

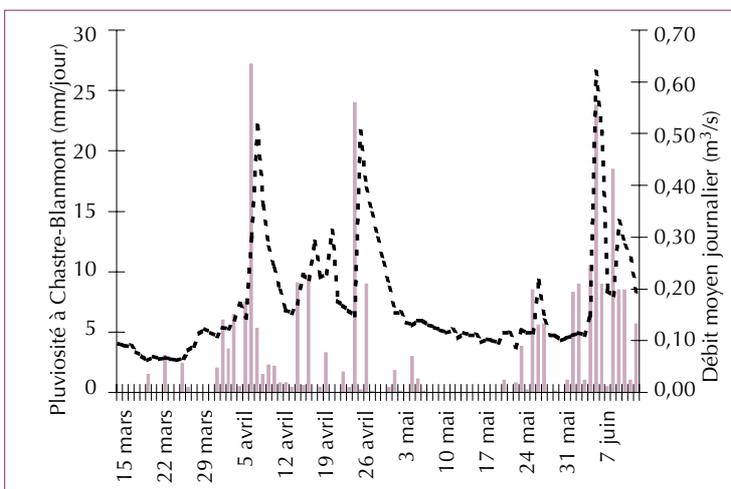
Au total pour cet exemple, la charge du Nil résulterait pour 80 % des pertes directes et pour 20 % des pertes par ruissellement et érosion au champ.

Des enquêtes auprès des agriculteurs révèlent que la quantité totale d'isoproturon appliquée s'élève pour cette année 1998 à 1 077 kg, la quantité retrouvée dans les eaux du Nil (9,9 kg) représente donc 0,9 % de ce total appliqué.

### Détermination de l'importance des pertes directes (résultats des années 1998 et 1999)

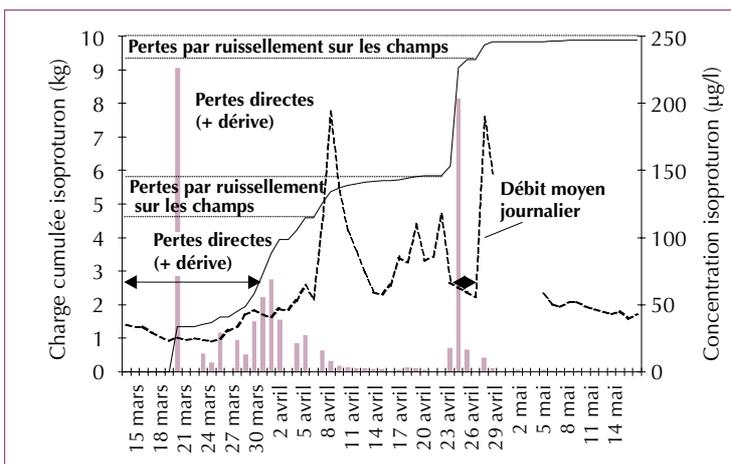
Les six produits suivis ont été détectés à différentes concentrations durant la période de mesures (mi-mars à mi-juin) 1998 et 1999.

L'approche qui vient d'être décrite a été appliquée à toutes les molécules suivies. Les résultats sont présentés dans le tableau 3 (p. 138).



▲ Figure 3 – Évolution du débit moyen journalier (en pointillés) et pluviométrie (bâtonnets) pour la période du 15 mars au 15 juin 1998<sup>1</sup>.

1. Sources : Institut royal météorologique (IRM, pour la pluviométrie) et Direction générale des ressources naturelles et de l'environnement (DGRNE, pour le débit) – Division de l'eau – Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement – Ministère de la Région wallonne, Belgique.



▲ Figure 4 – Concentration en isoproturon (bâtonnets), charge en isoproturon (ligne) et débit moyen journalier (en pointillés) du 15 mars au 15 juin 1998. La période de traitement est mentionnée par les flèches : du 15 au 30 mars et les 23 et 24 avril.

La fraction de la quantité totale appliquée retrouvée dans les eaux (tableau 3) varie entre 0,5 et 2,6 % pour les molécules à usage agricole. Pour une même molécule, cette fraction varie très peu d'une année à l'autre car les pratiques phytosanitaires des agriculteurs ne se modifient guère d'une année à l'autre.

Pour le diuron (usage non agricole), cette fraction s'élève à 15,5 % en 1998 et 19,3 % en 1999. Cependant, il faut préciser que dans ce cas, seules les quantités appliquées par la commune ont été prises en compte. La quantité totale appliquée est dès lors probablement sous-estimée car les usages des particuliers et des entreprises de jardinage ne sont pas inclus, et la fraction retrouvée dans le Nil peut dès lors être sur-estimée. Pour la simazine, qui n'a pas été appliquée par la commune, les concentrations mesurées sont beaucoup plus faibles que pour les autres molécules. Pour ces deux molécules, les quantités appliquées par les autres utilisateurs potentiels (particuliers, entreprises de jardinage) ne sont pas connues.

L'attribution des émissions aux différentes voies d'entrée des produits phytosanitaires vers les eaux, par la mise en relation des quantités émises avec la période d'application et la pluviosité, a permis de mettre en évidence la prédominance des pertes directes pour les molécules utilisées dans le secteur agricole. La contribution des pertes directes à la charge totale du ruisseau varie entre 50 et 80 % selon les molécules (figure 5). Pour le diuron, les pertes résultent à 100 % du ruissellement sur les trottoirs et les rigoles où le produit a été appliqué par les services communaux.

D'autres études ont également mis en évidence la prépondérance des pertes directes comme voies d'entrée des produits vers les eaux superficielles, en Allemagne (Fisher *et al.*, 1996 et Fisher *et al.*, 1998) et au Royaume-Uni (Carter, 1999).

### Projet-pilote pour la réduction des pertes ponctuelles dans le bassin du Nil (résultats après un an de concertation avec les agriculteurs – année 2000)

Suite aux résultats des années 1998 et 1999, un projet-pilote a été lancé pour tenter de réduire la charge en produits phytosanitaires dans le cours d'eau du Nil. Les pertes directes provenant de la manipulation des produits, une diminution de la présence de résidus de produits phytosanitaires passe nécessairement par la sensibilisation des agriculteurs.

Dans un premier temps, une réunion générale d'information des agriculteurs a été organisée dans le but d'informer les agriculteurs des résultats obtenus lors des années 1998 et 1999 (voir précédemment « Détermination de l'importance des pertes directes [résultats des années 1998 et 1999] »), de présenter le projet-pilote de réduction, et de conseiller en matière de manipulations des produits et de respect des bonnes pratiques agricoles.

Par la suite, un technicien a rendu visite à chaque agriculteur personnellement pour, d'une part, récolter des informations sur leurs schémas phytosanitaires (produits et quantités appliqués et période d'application) et, d'autre part, analyser leurs pratiques et chercher avec eux des solutions raisonnées et applicables à long terme pour réduire les pertes lors de la manipulation des produits.

Le parc de pulvérisateurs du site est composé de 47 pulvérisateurs personnels (hors entreprises agricoles) : 51 % des pulvérisateurs ont plus de dix ans, 19 % ont entre cinq et dix ans et 30 % ont moins de cinq ans. Ils ont une capacité de moins de 1 000 litres pour 43 % d'entre eux, de 1 000 à 2 000 litres pour 34 % et de plus de 2 000 litres pour 23 %.

► Tableau 3 – Quantité totale appliquée, quantité et fraction retrouvées dans les eaux pour les molécules suivies dans le monitoring du Nil pour la période du 15 mars au 13 juin 1998 et pour la période du 10 mars au 22 juin 1999.

	1998			1999		
	Quantité totale appliquée (kg)	Quantité retrouvée dans l'eau	Fraction retrouvée <sup>1</sup>	Quantité totale appliquée (kg)	Quantité retrouvée dans l'eau	Fraction retrouvée <sup>1</sup>
Atrazine	85	2,2	2,6	90	1,8	2,0
Isoproturon	1077	9,9	0,9	1082	8,8	0,8
Lénacile	112	2,4	2,1	108	2,2	2,0
Chloridazon	613	3,8	0,6	611	3,2	0,5
Diuron	40	6,2	15,5 <sup>2</sup>	53,4	10,3	19,3 <sup>2</sup>
Simazine	concentrations < 1 µg/l					

1. – Quantité retrouvée dans le Nil (charge cumulée)/quantité totale appliquée. 2. – Quantité totale diuron = quantité appliquée par la commune uniquement.

Dans 70 % des cas, les pulvérisateurs ne possèdent aucun équipement permettant de réduire les pertes ponctuelles (par exemple : cuve d'eau claire, trémie de remplissage ou rince-bidon). Dans les pulvérisateurs les plus récents (achetés dans les cinq dernières années), un peu moins de la moitié dispose de ce type d'accessoires mais, ceux qui en possèdent trois à la fois sont rares. Ce matériel ne constitue donc pas une priorité des agriculteurs lors de l'achat d'un nouvel appareil. Cependant, mentionnons qu'actuellement les producteurs de pulvérisateurs vendent en général la machine toute équipée d'office.

Les enquêtes sur les pratiques phytosanitaires ont permis les constatations suivantes :

- dans 90 % des cas, le remplissage du pulvérisateur a lieu sur une surface « en dur » type béton et pavés ;
- dans 42 % des cas, la surface de remplissage est en liaison directe avec le réseau d'égouts ;
- dans 88 % des cas, la surface de remplissage est également la surface de rinçage et de nettoyage ;
- dans 48 % des cas, le fond de cuve est compris entre 10 et 20 litres, il est de 30 litres dans 10 % des cas et de 50 litres dans 16 % des cas.

Suite à la sensibilisation des agriculteurs, une réduction de la présence de produits phytosanitaires a été obtenue déjà après un an. La figure 6 montre les quantités cumulées obtenues au cours des années 1998 et 1999 (sans concertation – valeurs des colonnes 3 et 6 du tableau 3) et celle de 2000 (première année de concertation). La quantité transportée par le cours d'eau a diminué de manière importante pour l'isoproturon (-7,1 kg), le lénacil (-1,8 kg) et le diuron (-10 kg). Elle a également diminué mais plus faiblement pour le chloridazon. Par contre pour l'atrazine, une augmentation est observée (+0,9 kg).

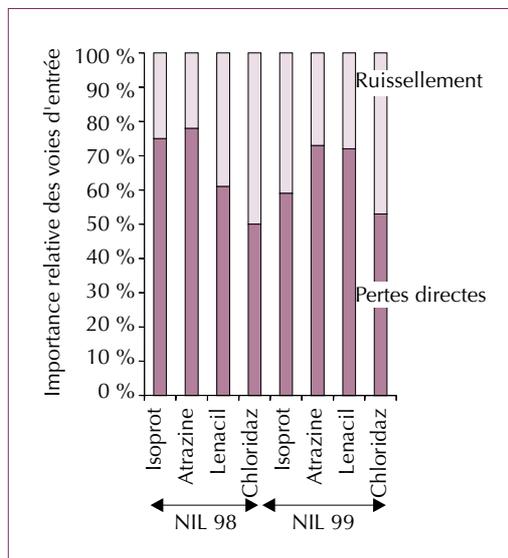
Les tendances à la réduction sont confirmées par l'évolution du rapport établi entre la quantité retrouvée dans le cours d'eau et la quantité totale appliquée (figure 7, p. 140) :

- pour l'isoproturon et le lénacil, les fractions retrouvées dans les eaux diminuent respectivement en 2000 de 76 et de 78 % ;

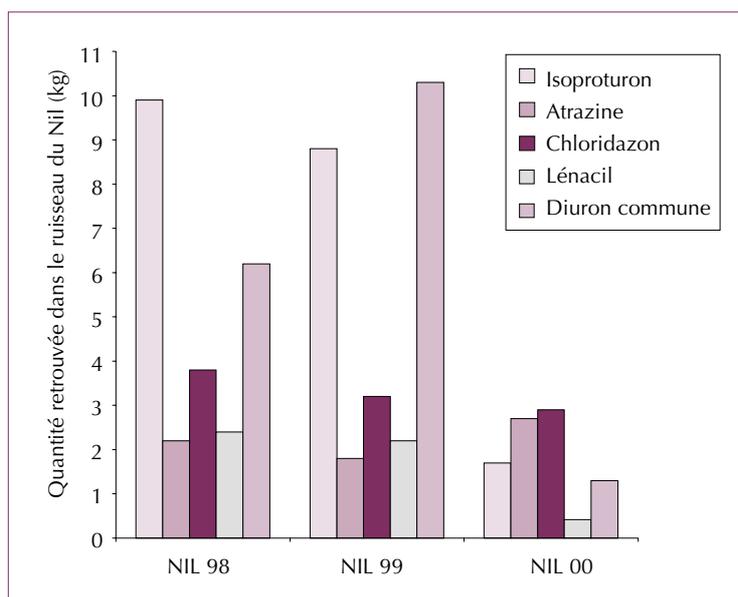
- pour l'atrazine, en revanche, une augmentation des pertes (de 30 %) est mise en évidence en 2000. Il est probable que les usages illégaux

comme herbicide total soient responsables de cet échec. En effet, certaines concentrations en atrazine sont déjà détectées avant même que les agriculteurs ne sèment leur maïs ;

- pour le chloridazon, la réduction est faible (9 %) : la contribution des pertes directes à la charge totale du cours d'eau était déjà plus faible pour cette molécule (figure 5).



◀ Figure 5 – Importance relative des pertes directes et des pertes par ruissellement et érosion au champ pour les années 1998 et 1999.



▲ Figure 6 – Quantité de matières actives retrouvées dans les eaux du Nil (charge cumulée) pour les périodes de suivi de 1998 (15 mars au 13 juin), 1999 (10 mars au 22 juin) et 2000 (1<sup>er</sup> mars au 20 juin).

Une étude allemande a été menée sur le bassin de Hesse avec le même but que ce projet-pilote : réduire la charge d'un cours d'eau en produits phytosanitaires en conseillant les agriculteurs sur la manipulation des produits. Cette étude a également abouti à un résultat positif : diminution de 50 à 80 % de la quantité d'isoproturon retrouvée dans le cours d'eau (Frede *et al.*, 1998 ; Fisher *et al.*, 1998b).

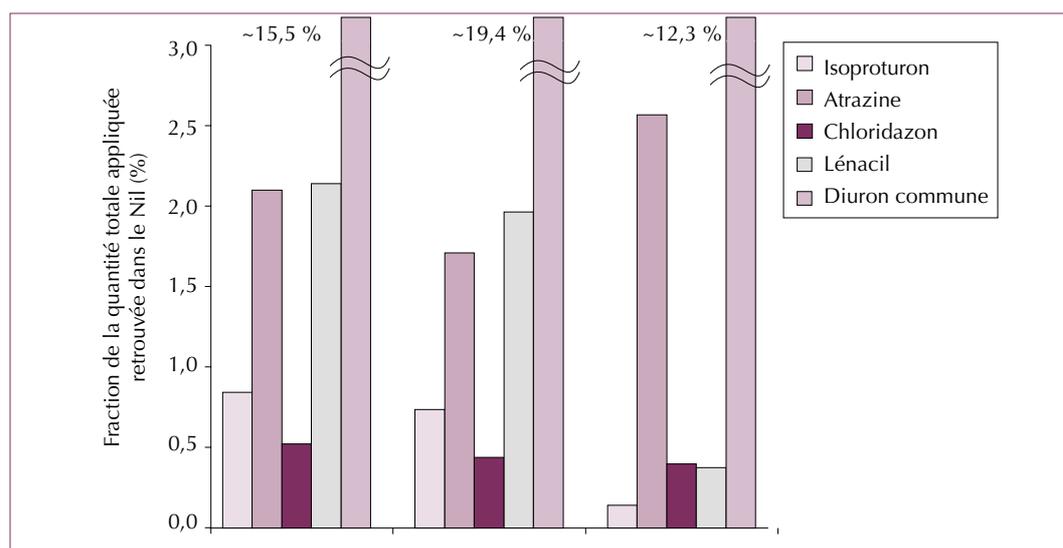
Si l'échelle de la figure 7 est adaptée de manière à visualiser les résultats du diuron (figure 8), la confirmation est faite (*voir précédemment* « Détermination de l'importance des pertes directes ») que la fraction perdue pour le diuron (usage non agricole) reste très élevée en compa-

raison avec les produits à usage agricole et cela malgré une réduction conséquente de la quantité retrouvée dans le cours d'eau (*voir figure 6*). En fait, la réduction de la quantité retrouvée dans le ruisseau est une réponse directe à la diminution de la quantité appliquée par la commune (10,7 kg en 2000 contre 40 kg en 1998 et 53,4 kg en 1999), elle ne résulte donc pas clairement d'une amélioration des pratiques.

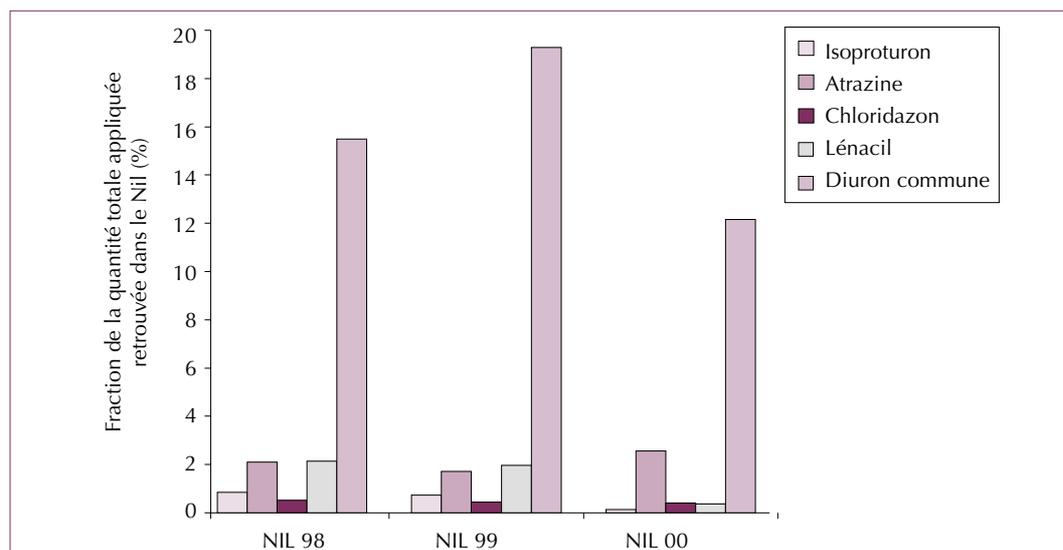
## Conclusions

Il a été démontré dans ce cas précis que les pertes directes contribuent majoritairement (pour 50 à 75 %) à la charge totale du Nil en produits phytosanitaires. Dans les conditions agronomiques

► Figure 7 – Fraction de la quantité totale appliquée retrouvée dans le Nil pour les trois années de suivi : 1998 (15 mars au 13 juin), 1999 (10 mars au 22 juin) et 2000 (1<sup>er</sup> mars au 20 juin).



► Figure 8 – Fraction de la quantité totale appliquée retrouvée dans le Nil pour les trois années de suivi : 1998 (15 mars au 13 juin), 1999 (10 mars au 22 juin) et 2000 (1<sup>er</sup> mars au 20 juin) (idem figure 7 mais à une échelle différente).



belges, il est probable que ce constat puisse être généralisé. En effet, la Belgique ne présente pas de conditions pédologiques dans lesquelles les pertes par drainage seraient prépondérantes (mise à part la région des Polders). Et dans les régions avec de fortes pentes (Ardennes), l'élevage est prédominant et les cultures très faiblement développées minimisant ainsi le problème du ruissellement et de l'érosion.

Ce problème des pertes ponctuelles étant peu lié à la nature et aux propriétés physico-chimiques de la molécule, il est probable que les résultats obtenus puissent s'extrapoler à tous les produits phytosanitaires. En effet, quelques précautions plus particulières peuvent être prises avec certains produits maïs, de manière générale, un agriculteur effectuera les mêmes gestes (d'évacuation de fonds de cuve, de rinçage et de nettoyage du pulvérisateur) à chaque traitement.

Une réduction de la charge du cours d'eau parfois très importante a été obtenue dès la première année (environ 75 % pour le lénacile et l'isoproturon) en sensibilisant les agriculteurs au problème. Dans la plupart des cas, les agriculteurs ignorent les conséquences de certaines manipulations sur la concentration d'un cours d'eau. Il est nécessaire de les informer.

Les usages illégaux probables de l'atrazine comme herbicide total donnent une image faussée de son impact sur l'environnement puisque les concentrations ne proviendraient pas uniquement de l'utilisation sur cultures de maïs.

La campagne 2001 est actuellement suivie pour confirmer ou infirmer les tendances à la réduction obtenue lors de la première année de concertation avec les agriculteurs.

L'expérience devrait être répétée sur plusieurs autres bassins pour vérifier la possibilité réelle de sensibiliser les agriculteurs à grande échelle. □

---

#### Remerciements

Cette étude a été financée à 50 % par la division de l'eau de la direction générale des ressources naturelles et de l'environnement du ministère de la Région wallonne et pour les 50 % restants par la recherche subventionnée (DG 6) et le fonds budgétaire des matières premières du ministère des Classes moyennes et de l'Agriculture, ainsi que par l'Association belge de l'industrie des produits de protection des plantes (Phytophar) et les firmes phytopharmaceutiques Aventis et Syngenta.

---

### Résumé

Durant les printemps 1998 et 1999, la réalisation d'un bilan de masse sur un petit bassin agricole belge, le Nil (32 km<sup>2</sup>), a permis de mettre en évidence la prépondérance des pertes ponctuelles dans la charge totale du cours d'eau en atrazine, isoproturon, chloridazon et lénacile. Suite à ce constat, un projet-pilote de réduction de la présence de produits phytosanitaires dans ce bassin a été mis en place en janvier 2000. La stratégie adoptée est, d'une part, d'informer les quelques 50 agriculteurs actifs sur le site quant au problème des pertes ponctuelles, et d'autre part de leur faire comprendre et de les conseiller pour tenter de modifier leurs pratiques phytosanitaires dans le sens d'une diminution des pertes ponctuelles. Après un an, une réduction de 75 % de la charge de certains herbicides dans le cours d'eau a été obtenue. Une action a également été menée auprès de la commune en vue de réduire l'utilisation de diuron en désherbage des voiries.

### Abstract

During the springs 1998 and 1999, a mass balance on a small catchment in Belgium, the Nil (32 km<sup>2</sup>), shows the dominance of point losses in the total load of the river for atrazine, isoproturon, chloridazon and lenacil. Following these results a pilot-project was started in 2000 with the aim to reduce the crop protection products loads in the Nil catchment. The strategy adopted is first to inform the 50 farmers working on the site about the point sources problem and second to give them advice on the handling of the products in order to reduce the point losses. After one year, a load reduction of 75 % was obtained for some herbicides in the river. An action was also carried out by the municipality in order to reduce their use of diuron on roads.

## Bibliographie

- BACH, M., 1996. Diffuse Stoffeinträge in Fließgewässer in Deutschland. *Vom Wasser*, 87, p. 1-13.
- BROMILOW, R.H., GRAHAM, L.H., AND MASON, D.J., 1998. Pesticides, Drainage and Drinking Water – The Brimstone farm experiments. *Pesticide Outlook*, April 1998, p. 25-29.
- BURGOA, B., AND WAUCHOPE, R.D., 1995, Pesticides in run-off and surface waters, *Environmental Behaviour of Agrochemicals*, Edited by T.R. Roberts and P.C. Kearney, John Wiley & Sons Ltd, Chapter 5, p. 221-255.
- CARTER, A., 1999. Point sources of contamination-how important are they ?. *3<sup>rd</sup> International Conference on Pesticides and their Impact on Surface Waters, IBC Conference, 18 & 19 March, London, UK.*
- FISHER, P., 1996, *Quantifizierung der Eintragspfade für Pflanzenschutzmittel in Fließgewässer, Boden und Landschaft*, Schriftenreihe zur Bodenkunde, Landeskultur und Landschaftsökologie, Band 12, 180 p.
- FISHER, P., BACH, M., BURHENNE, J., SPITELLER, M., UND FREDE, H.-G., 1996. Pflanzenschutzmittel in Fließgewässern-Teil 3 : Anteil diffuser und punktueller Einträge in einem kleinen Vorfluter. *Dtsch. Gewässerkundl. Mitt.*, 40, p. 68-173.
- FISHER, P., HARTMANN, H., BACH, M., BURHENNE, J., FREDE, H.-G., UND SPITELLER, M., 1998. Gewässerbelastung durch Pflanzenschutzmittel in drei Einzugsgebieten. *Gesunde Pflanzen*, 50. Jahrg., Heft 5, p. 142-147.
- FISHER, P., HARTMANN, H., BACH, M., BURHENNE, J., FREDE, H.-G., UND SPITELLER, M., 1998b. Reduktion des Gewässereintrags von Pflanzenschutzmitteln aus Punktquellen durch Beratung. *Gesunde Pflanzen*, 50. Jahrg., Heft 5, p. 148-152.
- FREDE, H-G., FISHER, P., AND BACH, M., 1998. Reduction of herbicide contamination in flowing waters. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 161, p. 395-400.
- GANZELMEIER, H., RAUTMANN, D., SPANGENBERG, R., STRELOKE, M., HERRMANN, M., WENZELBURGER, H.-J., AND WALTER, H.-F., 1995, Studies on the spray drift of plant protection products, In : *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft*, Heft 305, Blackwell Wissenschafts-Verlag GmbH, Berlin/Wien.
- HORTH, H., 1998. Review of Pesticides in Water Sources in Europe. *Pesticides Residues in Water, 9<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> July 1998, IBC Conference, Vienna, Austria.*
- KREUGER, J., 1998. Pesticides in stream water within an agricultural catchment in southern Sweden, 1990-1996. *The Science of the Total Environment*, 216, p. 227-251.
- SEEL, P., KNEPPER, T.P., GABRIEL, S., WEBER, A., UND HABERER, K., 1994. Einträge von Pflanzenschutzmitteln in ein Fließgewässer – Versuch einer Bilanzierung. *Vom Wasser*, 83, p. 357-372.
- SHEPHERD, A.J., 2000. The fate and behaviour of herbicides applied to hard surfaces. *Seminar on Glyphosate and water, 19 and 20 September, Brussels, Monsanto Food-Health-Hope.*