

Comportement de produits phytosanitaires à l'échelle d'un bassin versant de l'Orgeval :

Variations inter-annuelles du transfert de triazines.

Hélène Blanchoud (LHE- EPHE, Paris, CEREVE- ENPC, Champs sur Marne)

Marc Chevreuil (LHE-EPHE, Paris)

Un petit bassin versant de la Seine et Marne a été équipé afin de vérifier les capacités de rétention en produits phytosanitaires d'une zone boisée traversée par un petit cours d'eau. En effet, les possibilités d'augmentation du temps de transfert et de débordement pendant les crues permettant d'avoir une surface de contact importante avec des sols riches en matières organiques, laissent supposer que les zones riveraines sont capables de retenir certains produits phytosanitaires.

Nous présentons ici les résultats du suivi des années 1999 et 2000. Nous estimerons le bilan de transfert de l'atrazine dans ce bassin versant ainsi que les capacités de rétention de la zone riparienne en fonction des différentes conditions hydrologiques. Enfin, nous essayerons de voir quels sont les éléments à prendre en compte pour passer ensuite à l'étape de la modélisation.

L'étude est réalisée sur le bassin versant de l'Orgeval. Ce site expérimental a été choisi pour sa configuration emboîtée ; la partie amont est entièrement agricole et les parcelles sont drainées alors que la partie aval du bassin versant est constituée d'une zone boisée. Ainsi, le bilan global de l'impact d'une zone très riche en matières organiques est facilité par l'absence d'apports transversaux. Ceci a été vérifié par le suivi de la qualité d'un cours d'eau de référence. Ce petit bassin versant, situé à proximité de la zone d'étude, est entièrement forestier et ne subit aucun apport agricole. Les échantillons ponctuels prélevés dans ce cours d'eau n'ont jamais révélé de trace de triazines.

Le site de l'étude et la méthode d'échantillonnage ont été détaillés précédemment (V. Andreassian et al., 1999 ; H. Blanchoud et M. Chevreuil, 1999)

1. Evolution des concentrations en herbicides durant deux cycles hydrologiques

Le suivi est effectué depuis octobre 1998. L'écoulement du ru est non permanent et la période d'assèchement particulièrement longue en 1999 s'est étalée du 16 mai au 10 décembre. En 1999, seuls l'atrazine et ses deux produits de dégradation ont été détectés dans le ru. Après la période de traitement d'avril 1999, la simazine a également été détectée.

Le profil des concentrations en atrazine en amont et en aval de la zone boisée est cohérent au regard de la période de traitement en atrazine. En effet, cet herbicide est généralement employé en pré-semis du maïs, c'est à dire en avril. Sa dose est limitée à 1500 g/ha et son utilisation est strictement limitée au cultures de maïs et sorgho (ACTA, 1997).

Avant traitement, nous pouvons constater que les concentrations en atrazine sont de l'ordre de 100 ng/l jusqu'en avril (figure 1). Puis, la concentration augmente rapidement en 15 jours pendant la première crue qui suit l'application d'atrazine avant de diminuer lentement. La concentration atteint 40 µg/l. L'écoulement du cours d'eau s'interrompt avant que la concentration ne soit revenue à son niveau initial (environ 500 ng/l en mai). La concentration en amont est généralement supérieure à celle de l'aval pendant la durée de l'étude. Cette répartition de l'atrazine au cours du temps est généralement observée dans les études menées à l'échelle du bassin versant (T.A. Albanis, 1992 ; Schottler *et al.*, 1994 ; Garmouma *et al.*, 1997). Cependant, sur un grand bassin versant, le pic printanier s'étale sur un à plusieurs mois et les concentrations observées sont plus faibles (Gruessner *et al.*, 1995). De plus, l'écoulement non permanent du tronçon que nous étudions ici permet également, lors de la cessation d'écoulement, la rétention des produits transférés par infiltration dans la zone boisée alors que les concentrations sont encore de 800 ng/l à l'amont.

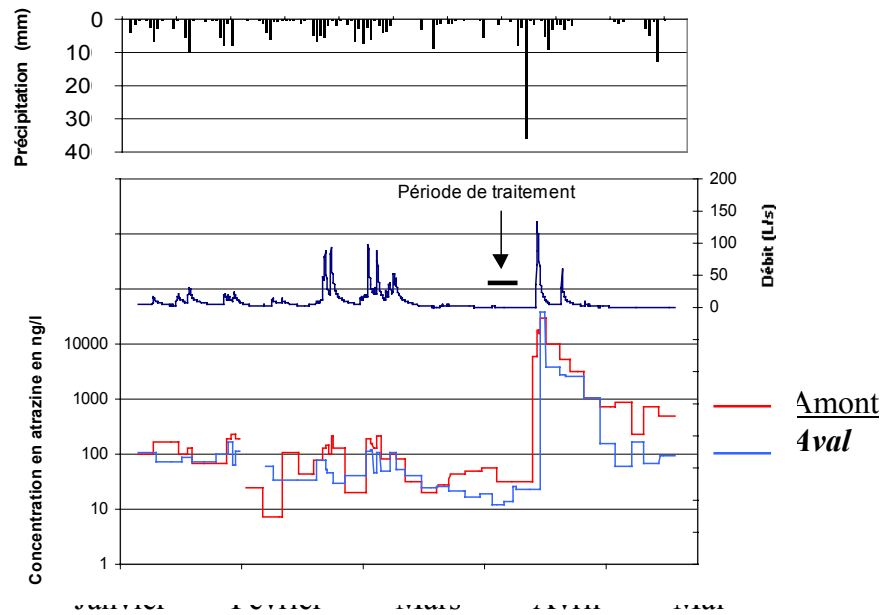


Figure 1 : Concentrations en atrazine (ng/l) et pluviométrie (mm) en 1999.

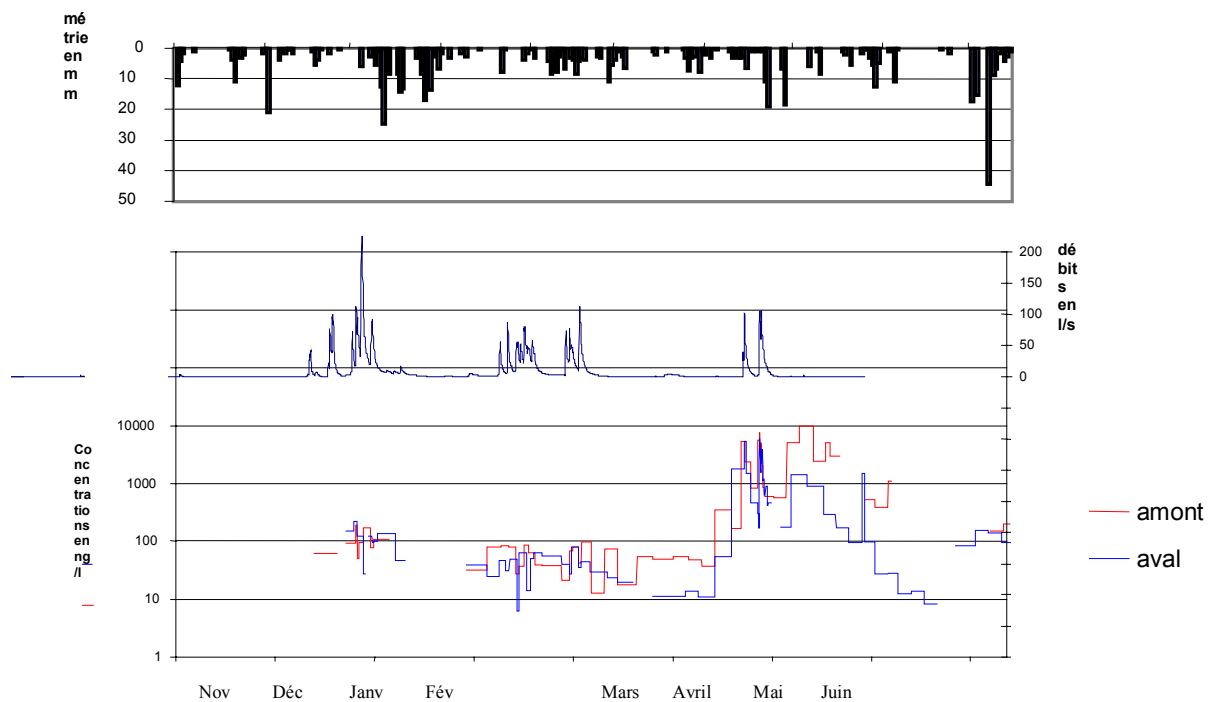


Figure 2 : Concentrations en atrazine (ng/l) et pluviométrie (mm) en 2000.

Le profil des concentrations est différent en 2000. En effet, si le pic de pollution apparaît à la même période qu'en 1999, il est quatre fois plus faible que l'année précédente et plus étalé dans le temps. L'augmentation des concentrations est progressive et débute avant la crue. La pluviométrie est de 290 mm pendant les mois de janvier à mai. La différence entre les évolutions de contamination des années 1999 et 2000 s'explique davantage par la distribution des pluies que par leur hauteur. En effet, sur la période considérée (janvier-mai), la pluviosité est seulement plus forte de 10 % en 2000. Par contre, le nombre de jours de pluies a augmenté d'environ 50 % (40 à 60 jours) sur cette même

période. Cela, explique l'étalement de la période d'entraînement des pesticides épandus et le lissage de la pointe de pollution en 2000.

2. Bilan de rétention dans la zone forestière

Si on considère le bilan global sur les 5 mois d'étude, la première constatation est que l'atrazine et ses métabolites ne sont pas conservatifs sur le tronçon forestier (Tableau I).

Tableau 1 : *Bilan de la rétention dans la zone forestière.*

		Dilution	Atrazine	DEA	DIA	Somme
avant – traitement	Janvier	1.41	0.4 ± 4.7	15.8 ± 4	- 299.3 ± 370	9.1 ± 4
	Février	1.24	44.5 ± 2.7	59.9 ± 2	100.0 ± 27	56.3 ± 2.6
	Mars	1.33	14.8 ± 4	6.4 ± 4	53.9 ± 68	9.8 ± 3.5
	1-12 Avril	4.45	- 81.1 ± 13.7	27.8 ± 5.5	0 ± 400	- 7.9 ± 14
	Jan-12 Avril	1.34	19.7 ± 2.2	26.1 ± 2	52.4 ± 94	24.5 ± 1.9
après – traitement	13 – 26 Avril	1.54	20.8 ± 6.6	28.3 ± 4.3	100 ± 15	21.3 ± 6.4
	27 Avril - 19 Mai	2.73	- 69.8 ± 16.4	- 138.0 ± 22.3	0 ± 341	- 74.5 ± 15.7
	13 Avril–19 Mai	1.62	20.4 ± 6.6	26.3 ± 4.3	100 ± 17.7	20.8 ± 6.4
Période d'étude		1.39	20.4 ± 2.5	26.2 ± 0.7	84.4 ± 10.8	21.2 ± 5.8

En 1999, la période de traitement a pu être déterminée entre le 1^{er} et le 10 avril. Avant le traitement sur la partie cultivée du bassin versant, le pourcentage de rétention de l'atrazine et de ces produits de dégradation est de 20 %, 26 % et 84 % pour l'atrazine, la DEA et le DIA respectivement. Même si l'impact est mineur si on considère les quantités concernées, il montre l'existence d'un processus de rétention ou de dégradation. De plus, si on considère que la disparition de l'atrazine est due à sa dégradation, la probabilités de formation de DEA et de DIA est importante. Dans ce cas, le bilan de rétention des produits de dégradation serait sous estimé.

Pendant la première crue après traitement du 13 au 26 avril, le rôle de la forêt montre également une rétention des produits. Les zones de débordement dans la forêt permettent de ralentir le transfert de l'atrazine vers l'aval mais une partie de ce stock est restitué par la suite (% de rétention négatif), du 27 au 30 avril. Ce phénomène est confirmé par le rapport de dilution plus élevé à cette période. Si on considère la totalité de la crue (total après traitement du 13 au 30 avril), on remarque que le relargage de l'atrazine et la DEA reste négligeable et n'influence pas significativement les capacités de rétention de la zone riparienne. Le bilan total sur la période d'étude montre une rétention de 22 % des quantités passant à la station amont. Ce chiffre est surtout influencé par les résultats de la crue d'avril.

Tableau 2 : *Bilan de rétention en 2000*

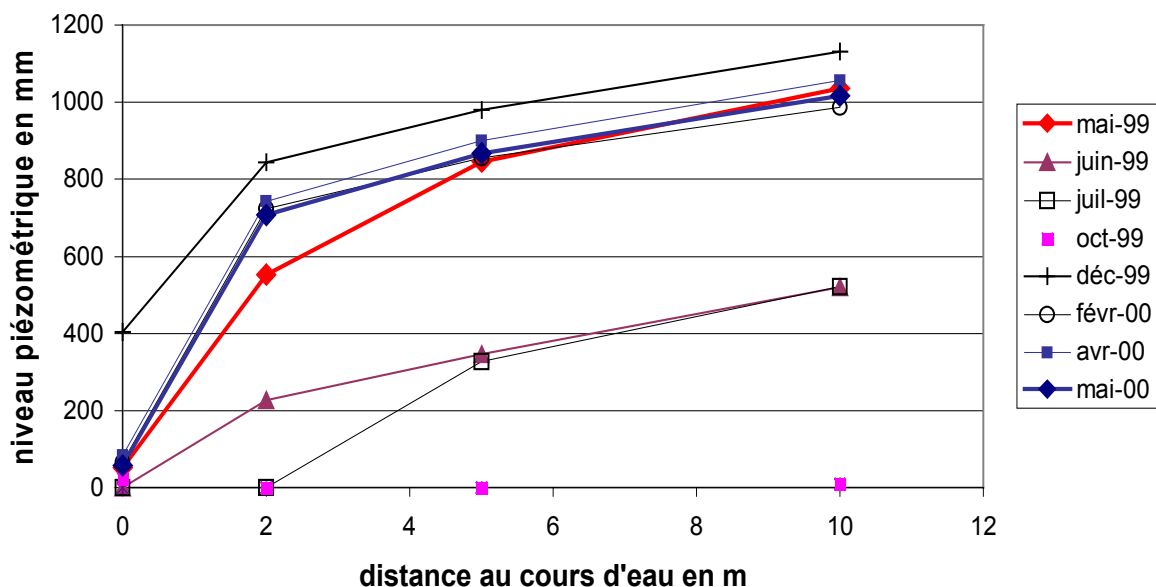
	Dilution	Atrazine	DEA	Simazine
Décembre	1.1	-28.5 ± 1.6	-35.7 ± 1.6	-44 ± 2

Janvier	1.66	-92 ± 2.3	-8.5 ± 1.2	-552 ± 8
Février	1.21	8.1 ± 0.7	19.4 ± 0.6	24.7 ± 0.7
Mars	1.59	4.2 ± 1	11.7 ± 1	21.5 ± 0.8
1 – 22 avril	6.0	-552 ± 10	-25 ± 1	-524 ± 6.2
22 – 30 avril	1.5	-18 ± 2	-13.2 ± 1.7	-9.8 ± 1.5
1 – 22 mai	18.7	-48 ± 1.7	-27.9 ± 1.4	-187 ± 3.5
Période d'étude	1.4	-21.2 ± 1.9	-7.8 ± 1.3	-19 ± 1.6

En 2000, la disparition de l'atrazine, la DEA et la simazine n'est observée qu'en février et mars avant traitement. Par ailleurs à l'échelle annuel le transfert en milieu forestier ne donne pas lieu à un abattement de la contamination des eaux. Les conditions climatiques et hydrologiques ont été très différentes et le rôle de la forêt n'a pas pu être mis en évidence. Il semble que des apports dus à la nappe soient prédominants. En effet, le rapport entre le débit aval et celui de l'amont est de 18,7 en mai. L'apport de pollution du au traitement est de ce fait très dilué. De plus au contraire de ce qui s'est passé en 1999, l'écoulement en aval n'a jamais cessé alors que le rû était à sec en amont à Goins.

Ainsi, le profil du niveau piézométrique transversal au cours d'eau montre que le niveau de la nappe en mai 2000 est jusqu'à 20 cm plus haut par rapport à celui de l'année précédente, ce qui pourrait justifier des apports de pesticides par la nappe en seconde année d'étude.

Figure 3. Profil piézométrique de la nappe transversal au ru.



3. Conclusion

La disparition globale en 1999 sur le tronçon correspond à 22 % des quantités observées à l'amont pendant la période d'étude, soit 44 mg / m linéaire de cours d'eau. Cette disparition n'est pas observable en 2000. Il semble que les observations aient été masquées par des apports de nappes provenant de la partie agricole. Les conditions climatiques particulièrement humides au printemps peuvent expliquer ce phénomène, et ne réfutent pas les résultats de 1999. Au contraire, si les apports dus à la nappe sont importants, le bilan de rétention de 1999 serait alors sous estimé. Il convient cependant de confirmer ces observations et quantifier les apports de nappe de façon à évaluer réellement le rôle de la forêt dans la rétention ou la dégradation des triazines.

4. Références bibliographiques

- ACTA (1997). Index phytosanitaire. 33^{ème} édition, 601 p.
- Albanis T.A. (1992). Herbicide losses in runoff from the agricultural area of Thessaloniki in Thermaikos Gulf, N. Greece. *The Science of the Total Environment*, **114**, pp 59-71
- Andréansian V., Nikolic N ;, Kao C., Zimmer D., Ansart P. et Chaumont C. (1999). Production, transfert et rétention d'eau et d'azote dans les bassins versants emboîtés de l'Orgeval, affluent du Grand Morin. *Rapport d'activité Piren Seine 1998*, pp 14-25.
- Garmouma M., Blanchard M., Chesterikov A., Ansard P., Chevreuil M. (1997). Seasonal transport of herbicide (triazines and phenylureas) in a small stream draining an agricultural basin : Mélarchez France. *Wat. Res.* **31**, n°6, pp1489-1503
- Guivarc'h H. et Chevreuil M.(1999). Etude du comportement des produits phytosanitaires à l'échelle d'un petit bassin versant. *Rapport d'activité Piren Seine 1998*, 4 p.
- Gruessner B. et Watkin M.C. (1995). Patterns of herbicide contamination in selected Vermont streams detected by enzyme immunoassay and gas chromatography mass spectrometry. *Environ. Sci. Technol.* 1995, **29**, n°11, pp 2806-2813.
- Schlotter S.P., Eisenreich S.H. and Capel P.,(1994). Atrazine, Alaclor and Cyanazine in a large agricultural river system, *environ. Sci. Technol.*, 28, n°6, 1079-1089.