

Conséquences des traitements phytosanitaires du maïs sur la qualité des eaux de Bretagne

R. GIOVANNI

Laboratoire d'Ecologie Aquatique

INRA - 65, rue de St Brieuc

35042 Rennes Cedex

RÉSUMÉ – L'atrazine et le lindane utilisés pour la protection phytosanitaire du maïs sont à l'origine de la contamination majeure par les pesticides des cours d'eau de l'Ouest. Deux rivières d'Ille et Vilaine, sur schiste et sur granite, d'hydrologie et d'environnement différents, ont été étudiées au cours de deux années. La dynamique des triazines a pu être évaluée grâce à la méthode immunoenzymatique ELISA ; la chromatographie en phase gazeuse a servi de référence. Chaque rivière a présenté un profil de contamination dépendant de la structure physique du bassin, de la pluviométrie et de l'hydrologie de la saison. Les variations importantes des concentrations en atrazine et en lindane ont été observées dès les premiers ruisseaux, notamment pendant les crues de printemps et pour le bassin schisteux remembré sous culture intensive. Le lindane est aussi présent partout, mais n'est plus détectable l'hiver à la différence des triazines. Six autres familles chimiques ont été retrouvées simultanément aux triazines. Cette contamination chronique a des conséquences difficiles à estimer sur l'équilibre du milieu aquatique, mais déjà contraignantes sur les usages de l'eau en particulier pour la potabilisation. La restauration de la qualité des eaux demande une suite coordonnée de mesures, allant de l'utilisation de molécules à vie courte à la reconstitution du bocage, en passant par la formation des hommes à des pratiques agricoles réduisant au maximum les concentrations en nitrates et en pesticides.

Influence of maïs pesticides on contamination of brittany surface water quality

R. GIOVANNI

Laboratoire d'Ecologie Aquatique

INRA - 65, rue de ST Brieuc

35042 Rennes Cedex

SUMMARY – Atrazine and lindane (γ HCH) used as maïs pesticides are two important pollutants of brittany streams. Two rivers of this country, on shist and granite underground, were controled durind two years. Immunoenzymatic method (ELISA) was able to study triazines concentrations and river contamination profile. Each river contamination depends on basin physical structure, rain rythm and hydrology of the season. Concentrations variations are very high from the first tributaries : atrazine and lindane concentrations often increase with flow on schist basin, but remain stable on granite basin with higher flow. Spring time and rain conditions have the major effect on runoff and leaching and consequently, on losses (0,1-2%) in surface waters. Triazines are detectable all the year, but only up to november for lindane. Six others chemical families, almost herbicides, are observed from april to july. These chronical pollutions have effects and consequences very difficult to quantify on ecosystems and biodiversity. Elsewhere, quality water become scare for human consumption. Many investigations and measures on technical-economical process are necessary for water quality restauration.

INTRODUCTION

Alors que la véritable révolution fourragère annoncée dans les années 1960 devait se faire grâce à l'herbe, ce fût le maïs qui s'imposa plus tard en raison de ses atouts agronomiques et zootechniques notamment dans les régions de l'Ouest : il y occupe maintenant 25 à 40% de la Surface Agricole Utile selon les régions et les assolements, soit près de 460 000 hectares dans les quatre départements bretons.

Ces atouts économiques sont cependant à réexaminer en raison du niveau élevé des contaminations provenant de l'atrazine, du lindane et d'autres molécules, le dinoterbe par exemple. Les problèmes posés par cette pollution diffuse sont communs à toute la Bretagne, et même au Grand Ouest ; ils se traduisent actuellement par une limitation des prélèvements d'eau, des difficultés à produire une eau potable «aux normes» et une dégradation des milieux aquatiques déjà fragilisés par l'eutrophisation.

Par ailleurs, les nappes phréatiques à l'origine de 15 % seulement des eaux prélevées pour la potabilisation, ne peuvent guère être plus sollicitées et les plus superficielles sont déjà atteintes par les pesticides et les métaux lourds. Aussi, sans pouvoir faire ici une investigation complète allant du champ au milieu aquatique par exemple, on se limitera à présenter le tableau de contamination chronique de deux rivières d'Ille-et-Vilaine bien représentatives des micropollutions chimiques de la région Bretagne. On essaiera d'en retenir les enseignements capables d'assurer une meilleure perception des problèmes soulevés par une restauration souhaitable de la qualité des eaux superficielles.

1. CONDITIONS D'OBSERVATIONS ET D'ANALYSES.

Deux bassins versants de 10.000ha S.A.U. ont été retenus en raison de leur sous-sol schisteux (La Flume) proche de Rennes, et granitique (la Loysance), près de Fougères, le premier correspondant à des débits irréguliers et faibles comparés à ceux du second, plus stables et soutenus pendant l'été. De plus, le bassin granitique est encore de type bocager (28% de maïs, 56% de prairies cultivées et permanentes) alors que le bassin schisteux (30% de maïs, 40% de prairies) est d'une structure ouverte et remembrée. Dix sites de prélèvements des eaux sur la Flume et de ses affluents ont été contrôlés en période de débit stable et de crue tandis que huit sites seulement étaient suivis sur la Loysance, et ce, du premier ruisseau amont jusqu'à l'exutoire proche de la Vilaine et du Couesnon : les 10 à 12 contrôles ainsi décidés se sont étalés d'avril à janvier.

Chaque échantillon récolté en trois fois sur un quart d'heure a permis de déterminer les paramètres classiques des contaminations azotées (nitrates, ammonium, nitrites) et phosphatées (orthophosphates). Deux autres échantillons ont servi à l'analyse des pesticides recherchés par chromatographie (CPG) (triazines, lindane) et par la méthode immunoenzymatique ELISA (atrazine, alachlore, carbendazime, isoproturon). Une enquête auprès des coopératives a indiqué les quinze premières molécules les plus utilisées sur chaque bassin. Signalons ici que les 3 classes de qualité des eaux brutes ont pour limite 10-20-50 mg/l pour les nitrates, 0,1-0,3-1 pour les nitrites et les orthophosphates et 0,1-0,5-2 mg/l pour l'ammonium. Quant aux pesticides, les normes C.E.E. fixées en 1989 sont de 0,1 µg/l par molécule

et de 0,5 µg/l toutes molécules confondues pour l'eau potable distribuée.

Les normes OMS/FAO sont plus élevées et varient avec les molécules de 2 (atrazine, lindane) à 100 µg/l (pyridate, dichlorprop) selon les risques de cancer chez l'homme. Bien évidemment, il n'y a pas de normes «Pesticides» pour la qualité des eaux brutes superficielles ou phréatiques.

2. RÉSULTATS

2.1. LES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES DES PREMIERS RUISSEAUX DÉCLASSENT LA QUALITÉ DES EAUX DÈS L'AMONT DU BASSIN.

D'avril à octobre, les concentrations en nitrates sont élevées dès les premiers amonts, soit respectivement 10 à 20 et 15 à 40mg/l pour les bassins schisteux et granitique. Après le tiers amont, les nitrates se sont maintenus à un niveau dépendant de la pluviométrie de l'année (+10mg/l en 1992 par rapport à 1991), sans influence du débit dans la partie aval : des concentrations de 30 à 55mg/l ont été courantes en année de pluviométrie normale (1992).

A partir de novembre, à la suite des premières pluies importantes, la concentration des eaux de la Flume en nitrates dépasse 50 et assez souvent 70mg/l sur les affluents, tandis que pour la Loysance, elle est de 50-60 mg/l à l'aval et varie de 80 à 120 pour les eaux «amont».

En bassin schisteux, l'ammonium atteint 0,10 à 0,50mg/l dès l'amont des affluents et a tendance à se maintenir avec l'augmentation des débits vers l'aval alors qu'en bassin granitique, ces concentrations de base diminuent avec des débits plus importants. Sur les deux cours d'eau, des pics de 1 à 7mg/l, voire 10 à 13 parfois, sont observés d'une façon très aléatoire mais surtout de mai à juillet.

Les concentrations en nitrites (0,02 à 0,80 mg/l), peuvent dépasser 1mg/l notamment fin avril après l'épandage des lisiers (mai/juin ou octobre/février). La contamination par les orthophosphates a varié de 0,20 à 0,50mg/l selon les sites et les dates. Elle augmente aussi de l'amont vers l'aval et connaît des pics (2 à 4mg/l) près des stations d'épuration au fonctionnement défectueux. Aussi, toutes les conditions favorables à une forte eutrophisation sont réunies dès les premiers jours du printemps, et les seuils de classe 2 sont très souvent dépassés.

2.2. LA MÉTHODE IMMUNOENZYMATIQUE DE TYPE ELISA A PERMIS D'OBSERVER LA DYNAMIQUE DES TRIAZINES.

Une première phase a été de tester pour les eaux superficielles la validité de la méthode ELISA, rapide et peu coûteuse par rapport à la chromatographie. Vingt quatre couples d'analyses des triazines sur les mêmes échantillons des deux rivières ont conduit à des corrélations significatives de 0,90 à 0,96 (P0,01) (GIOVANNI, 1993).

De plus, la chromatographie en phase gazeuse a permis d'identifier les molécules de dégradation de l'atrazine et de la simazine qui sont détectées avec les molécules mères par la méthode ELISA : ceci explique en partie les rapports de 3 (bassin schisteux et 5,5 (bassin granitique), significativement différents (P0,01), entre les concentrations ELISA et CPG. En effet, en bassin granitique et bocager, le transfert ralenti des molécules favorise un temps de dégradation plus long.

2.3. LE PROFIL DE CONTAMINATION D'UN COURS D'EAU PAR LES TRIAZINES APPARAÎT DIFFÉRENT SELON LE TYPE DE BASSIN ET LA PLUVIOMÉTRIE.

Les figures 1 et 2 résument l'évolution de la contamination par les triazines, à la fois entre année climatique et entre bassin, pour les sites du cours principal :

a) les pluies de printemps ont une importance d'autant plus forte qu'elles se situent proches de la période des traitements, sans être pour autant négligeables à l'automne. Les périodes de crues engendrées sont responsables de concentration élevée (2 à 30 µg/l) et de 40 à 60% des flux annuels de triazines. (Cann et Villebonnet, 1994).

b) la contamination des rivières étudiées peut être approchée en période de crue (PH), en situant les concentrations en triazines en fonction du réseau hydrographique et des sites de prélèvements. Le profil de contamination apparaît alors très différent en fonction de la pluviométrie, de la saison et des caractères agropédologiques du bassin.

c) sur bassin schisteux, les concentrations continuent à augmenter vers l'aval avec l'augmentation du débit ; sur bassin granitique, en structure bocagère fermée, les concentrations, significativement plus faibles, ont tendance à peu augmenter, vraisemblablement à cause des interactions débit élevé - bocage - zones-tampon.

d) La pluviométrie de l'année, notamment du printemps (mai-juillet) a modifié le profil de contamination du cours

Figure 1

Variations des concentrations en atrazine de la Flume et de la Loysance en fonction de la saison et de l'hydrologie.

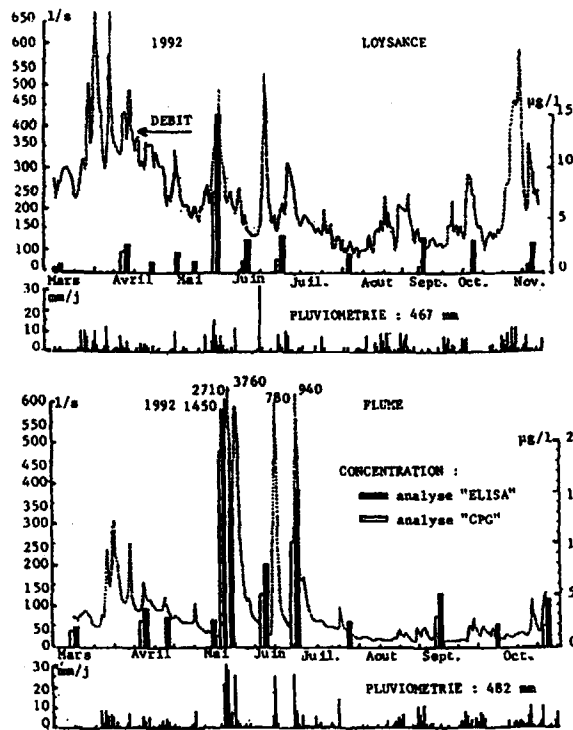
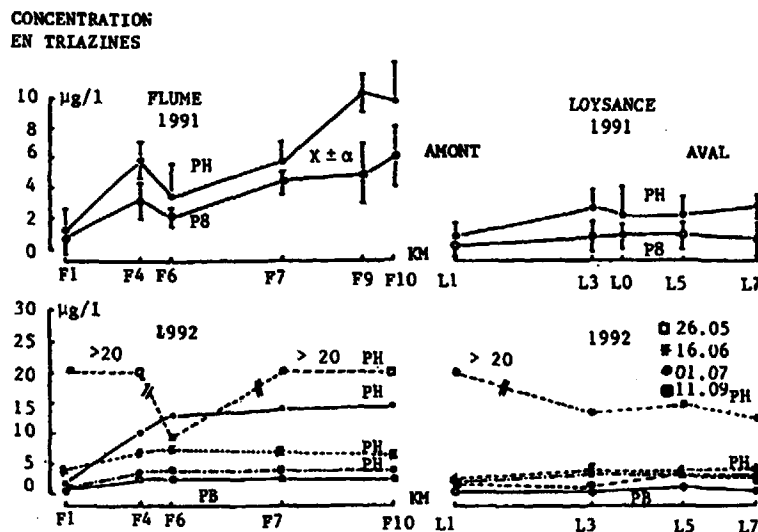


Figure 2

Profil de contamination de la Flume et de la Loysance en fonction de l'année et des conditions d'écoulement (PH : Profil en crue – PB : Profil hors crue) F = sites de la Flume – L = sites de la Loyance.



d'eau sur schiste et non celui du cours d'eau sur granite en zone bocagère. L'ensemble de ces résultats concordent bien avec ceux du CEMAGREF (Nicolas et Cann, 1994) et de la D.R.A.F.-Bretagne (Gillet, 1993) acquis dans le Morbihan et le Finistère : tout obstacle au ruissellement, à l'écoulement hypodermique, au lessivage des sols et à l'érosion doit contribuer à ralentir le transfert des xénobiotiques et à augmenter la dégradation des molécules fragiles à courte demi-vie. Malheureusement, l'atrazine et le lindane ont une durée de demi-vie supérieure à 3-6 mois, voire 1 an assez souvent.

2.4. SIX AUTRES FAMILLES CHIMIQUES S'AJOUTENT AUX TRIAZINES.

Quatre remarques sont maintenant à noter pour les autres molécules importantes :

- le lindane, (CPG/SM), a été détecté à des concentrations variables de 10 nanogrammes/l. en mars, 60 à 200 ng/l de mai à juillet, avec des pics de 600 à 1000 ng/l pendant les crues. Les concentrations sont plus élevées pour les eaux du bassin schisteux. Un profil de contamination pour chaque bassin n'est pas possible à définir.

- l'alachlore, (ELISA), a été retrouvé à des concentrations faibles (0,1 à 0,5 µg/l) sur chaque bassin, mais sans régularité entre l'amont et l'aval, aussi bien en présence qu'en concentration. Les concentrations ont atteint 2 à 4 µg/l en crue de printemps.

- une série de onze autres herbicides des céréales et du maïs ont aussi été détectées à des doses variables de 30 à 900 ng/l notamment le diuron et le dinoterbe très souvent réservé au maïs sous plastique.

En résumé, les concentrations cumulées des produits phytosanitaires, molécules de dégradation exclues, ont atteint 3 à 5 µg/l en régime stable, et 12 à 30 µg/l en période de crue sur bassin schisteux. Ces concentrations sont globalement inférieures de moitié pour les eaux du bassin bocager sur granite.

CONCLUSION

Le contrôle de deux cours d'eau différents, a pu faire mesurer les difficultés d'approche d'une pollution diffuse. Il est en effet nécessaire de faire connaître les modalités de ces contaminations si l'on désire entreprendre une restauration de la qualité des eaux d'un bassin versant à dominante agricole.

1- Les sources d'azote proviennent à la fois des surdosages d'engrais, de l'épandage des lisiers dû à des charges animales élevées et des assolements «maïs-blé»-prairies de graminées». De même, maïs et blé sont à l'origine de tous les micropolluants qui posent problème aux distributeurs d'eau et aux responsables de la Santé Publique. Tout en aménageant à nouveau les bocages, il paraît souhaitable

de faire évoluer les pratiques agricoles, ne serait-ce que pour le retour à un binage ou à des traitements phytosanitaires très perfectionnés utilisables par les CUMA. Dans cette optique, le facteur «temps» demande à être bien géré et dès maintenant : une modification des assolements, avec plus d'herbe et d'association graminées-légumineuses par exemple, demande au moins 6 à 10 ans...

2- Un autre enseignement peut être tiré de l'extrême complexité régissant le transfert des molécules de la parcelle au ruisseau : 40 facteurs au moins sont à prendre en compte (Wauchope, 1978 - DELRE et TREVISAN, 1993). De ce fait, même les molécules à demi-vie courte ou très vite dégradées comme l'alachlore par exemple se retrouvent dans les rivières. De plus, au plan quantitatif, même avec des taux de transfert de 0,1 à 1%, il suffit de 100 à 900 hectares de maïs pour alimenter une contamination de 0,5 à 1,5 µg/l d'un cours d'eau moyen (100 à 200 l/s) pendant 100 jours de printemps. Or, ici, les bassins de la Flume et de la Loysance contenaient respectivement 2916 et 2225 ha de maïs. Respecter les doses conseillées donne bonne conscience mais ne résoud rien. Il faudra se résoudre à des solutions radicales : le binage mécanique n'est pas une solution «rétrograde» ni décadente, et même des couvertures de graminées inter-rang peuvent donner satisfaction.

3- Les conséquences sur le milieu aquatique n'ont pas pu être abordées ici. On signalera seulement que les poissons et les plantes aquatiques de ces mêmes cours d'eau, ont présenté une bioaccumulation de niveau 10-25 pour l'atrazine et de 10^3 - 10^4 pour le lindane, ce qui concorde avec les données de la littérature (GIOVANNI, 1994). Une catastrophe écologique n'est certes pas pour demain. Cependant, on doit s'interroger sur les effets cumulés des pollutions organiques, chimiques et des agressions physiques subies par des cours d'eau considérés comme des exutoires : certains tronçons sont devenus abiotiques, d'autres n'entretiennent plus que 3 espèces de poissons au lieu de 12 ailleurs ; les eaux du Blavet ne peuvent plus alimenter la ville de Lorient et les filières de traitements actuelles des eaux ne peuvent assurer un abattement suffisant des teneurs en pesticides connus et bien détectés.

4- en dernier lieu, deux difficultés coexistent dans l'évaluation et la réduction attendue de ces contaminations. Une approche à la fois fine et globale des causes et des mécanismes interactifs particuliers au bassin versant est indispensable, ce qui pose des problèmes de moyens et de mobilisation des acteurs concernés. De plus, si les objectifs de restauration peuvent être admis par tous, la perception variable des différents acteurs économiques ou administratifs est un frein à des prises de décision et à un changement des comportements.

RÉFÉRENCES

CANN C., VILLEBONNET C., 1994. Qualité de l'eau du bassin versant expérimental de Coët-Dan (Morbihan). CEMAGREF, 17 avenue de Cucillé, 35044 Rennes Cedex.
DELRE A.M., TREVISAN M., 1993. Modélisation des déplacements et de l'évolution des pesticides dans la zone insaturée du sol. Groupe français des pesticides, 23ème Congrès de Lyon, Facoltà di Agraria, via Lenitra Parmense 84, 29100 Piacenza, Italia.
GILLET H., 1993. Contamination des eaux superficielles de Bretagne par les pesticides en 1992 DRAF-Bretagne, SRPV, BP 79128, 35079 Rennes cédex.

GIOVANNI R., 1993. Contamination des cours d'eau par l'atrazine et le lindane. INRA, laboratoire d'Ecologie Aquatique, 65, rue de St Brieuc, 35042 Rennes Cedex.
GIOVANNI R., 1994. Contamination des eaux et des poissons par les pesticides dans les rivières de l'Ouest. INRA, laboratoire d'Ecologie Aquatique, 65, rue de ST Brieuc.
NICOLAS V., CANN C., 1994. Mise en équation du transfert de l'atrazine des terres agricoles vers les eaux de surface. ENSA-Toulouse, CEMAGREF, 17, avenue de Cucillé, 35044 Rennes Cedex.
WAUCHOPE R.D., 1978. J. of Environ. Quality, vol 7, n°4, 459-472.