

Apports et transfert des pesticides sur le bassin versant de la Marne

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

Marc Chevreuil (LHE-EPHE, Paris)

Depuis ces dernières années, une surveillance accrue de la pollution des rivières par les produits phytosanitaires a été engagée par les organismes publics. La présence quasi permanente de l'atrazine dans les cours d'eau et des pics de pollution parfois très élevés au printemps est un problème majeur de la protection de la ressource en eau. Sur le bassin versant de la Marne, notamment, des pollutions régulières en atrazine, isoproturon ou diuron sont mesurées, sans pour autant qu'on en connaisse réellement les sources. Par ailleurs, le transfert de ces pesticides vers les eaux est difficile à établir. En effet, la très grande diversité des molécules homologuées implique des comportements dans l'environnement très différents, et l'impossibilité d'effectuer un suivi exhaustif de la contamination.

Afin d'identifier les molécules qui sont le plus susceptibles d'être rencontrées, la méthode du rang SIRIS a été élaborée par un groupe d'experts. Cette méthode consiste à classer les molécules utilisées sur un bassin versant en fonction du risque de contamination déterminé à partir de divers critères. Cependant, si cette méthode permet d'indiquer quelles seraient les molécules à surveiller, elle ne permet pas de les quantifier.

Cette deuxième partie de l'action 6 est une première approche globale des possibilités de contamination d'un grand bassin versant par les produits phytosanitaires. En effet, l'expérimentation réalisée sur le bassin versant de Choqueuse est très novatrice et permet de comprendre comment le transfert de l'atrazine dans les cours d'eau s'effectue. Notamment, nous avons pu mettre en évidence que le transport de l'atrazine n'est pas conservatif. Cependant, un suivi à une échelle aussi petite ne peut pas rendre compte de ce qui se passe à une échelle plus globale. Il convient donc d'estimer les possibilités de pollution de la Marne par l'ensemble des produits phytosanitaires.

Le but de cette étude est de permettre d'intégrer le transfert des pesticides dans le modèle développé dans le cadre du *Piren Seine*. Pour cela, la première étape a été d'identifier les sources et de recenser les apports sur le bassin versant de la Marne. Par ailleurs, la prise en compte des possibilités d'apports par les usagers non agricoles est très récente. Jusqu'à présent négligés, le constat de pollutions brutales et intenses par des produits peu utilisés en agriculture laisse penser que ces traitements en milieu urbain doivent également être intégrés aux recherches. Une étude sur le bassin Adour – Garonne a montré que les quantités globales apportées par ces usages pouvaient être évaluées à 26 g / hab. / an (Antea, 1996). Si les apports d'origine agricole sont considérés comme majoritaires dans une région d'agriculture intensive, la partie aval de la Marne est fortement urbanisée au niveau de la ceinture parisienne.

1. Estimation des apports

1.1. L'agriculture

L'ensemble des apports agricoles sur le bassin versant de la Marne a été appréhendé de façon à pouvoir évaluer les quantités pouvant être transférées vers la Marne. Afin de rassembler les données existantes sur les traitements phytosanitaires, des enquêtes sont effectuées auprès de différents organismes. En effet, certaines informations ont déjà pu être recueillies par le SRPV (*Service Régional de la Protection des Végétaux*), la Générale des Eaux ou d'autres organismes, en vue de la protection des cours d'eau. Par ailleurs, le recensement de tous les agriculteurs sur le bassin versant de la Marne semblait difficile à établir.

Les résultats de cette enquête diffèrent selon les interlocuteurs. En effet, dans le cas des réponses provenant d'une coopérative agricole, les apports de produits phytosanitaires sont précis et

identifiés, mais la limite de la zone géographique concernée est mal connue. Par contre, les informations du SRPV synthétisent l'ensemble des apports par hectare, mais l'identification des matières actives n'est pas répertoriée. La difficulté réside donc dans la méthode d'extrapolation à l'échelle du bassin versant. Les seules données précises obtenues sont celles concernant le bassin versant du Grand Morin. En effet, la Générale des Eaux a réalisé en 1993 une étude auprès d'un échantillon représentatif d'agriculteurs afin de recenser tous les apports de pesticides (Compagnie Générale des Eaux, 1994). L'ensemble des matières actives y sont répertoriées ainsi que les quantités utilisées. Le bassin versant du Grand Morin a donc été isolé et ces données ont été conservées *in extenso*. Les résultats de notre enquête pourront également être comparés à ces données de façon à valider notre approche. La totalité des 112 matières actives appliquées en un an est de 235 tonnes sur le bassin versant du Grand Morin (1200 km²). Excepté le soufre, le methabenzthiazuron (H**), le chlorothalonil (F*), le néburon (H**), le fenpropimorphe (F*), l'isoproturon (H**), le prosulfocarbe (H**), l'aclonifen (H**), la pendiméthaline (H**), le prochloraze (F), l'atrazine (H**) et le folpel (F*) représentent environ la moitié des usages.

Le recensement des matières actives par la coopérative agricole de Champagne Céréales qui a été effectué sur 5 secteurs différents, comptabilise 130 tonnes de 162 matières actives sur les céréales, le colza, le tournesol, le pois, les féveroles, la pomme de terre et le lin. Les principales matières actives sont le mancozebe (F*), l'isoproturon (H**), le tébutame (H), le cyprodinil (F), le mécoprop (H), le manebe (F) et l'atrazine (H). Elles représentent plus de 60 % des quantités totales appliquées. Les matières actives sont différentes de celles rencontrées sur le bassin versant du Grand Morin. Cela peut être dû aux différences de cultures entre la Marne et la Seine et Marne, à l'influence de chaque coopérative agricole sur un produit plutôt qu'un autre, sur les nécessités en fonction des conditions climatiques ou alors à l'évolution du marché pendant les 4 ans qui séparent les deux enquêtes. Afin d'extrapoler ces résultats au bassin versant de la Marne, la répartition des cultures sur le bassin versant de la Marne a été étudiée pour chaque Petite Région Agricole (données ministère de l'agriculture). Pour chaque petite région agricole (PRA), le pourcentage de cultures est donné. La classification des PRA montre que le bassin versant du Grand Morin, situé dans la Brie, est différent de la région Champagne. Il est notamment caractérisé par des cultures de pois et de féveroles qui sont très peu représentées dans le Barrois ou le Perthois. Ceci peut justifier les différences de produits phytosanitaires employés.

Les données sur les traitements effectués en agriculture sont extrapolées à l'ensemble du bassin versant de la Marne en fonction des surfaces agricoles obtenues au niveau des PRA (Petite Région Agricole). Les informations recueillies sur 5 PRA nous permettent d'avoir un échantillon représentatif de l'agriculture. Afin de connaître les superficies traitées par les ventes de produits phytosanitaires recensées, le tonnage des récoltes équivalentes aux traitements a été recueilli. Les surfaces ont ainsi été calculées à partir des rendements agricoles de 1999 pour les départements concernés. L'ensemble des données ne représentent en fait que 1.5 % de la surface cultivée en céréales du bassin versant. Ainsi, nous pouvons recalculer les apports ; ils s'élèvent à 5212 tonnes. Ce chiffre peut paraître faible pour une région d'agriculture intensive comparativement aux 105000 tonnes utilisées en France pour la même année, mais il faut rappeler que ne sont pris en compte que les traitements sur les céréales, les pommes de terre, le tournesol, le colza, les féveroles, le pois et le lin. Le vignoble et les vergers peuvent également être des sources importantes de pesticides, notamment de diuron, de simazine et de terbuthylazine. Les traitements effectués pour le maraîchage et sur les betteraves ne sont également pas comptabilisés.

2.2. Le milieu urbain

Ce travail a été réalisé et financé par le Syndicat des Eaux d'Ile de France et avec l'aide de la Générale des Eaux et de l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile de France (IAURIF). Afin de déterminer l'impact des apports urbains à l'échelle du bassin versant de la Marne, nous avons d'abord recensé l'ensemble des utilisateurs potentiels. Pour cela, les quelques travaux réalisés dans ce domaine (CORPEN, 1996 ; Antea, 1996) ont servi de base de travail. Il apparaissait

* F : Fongicide
** H : Herbicide

dans ces études que les plus gros utilisateurs en milieu non agricole étaient les communes, les DDE, les conseils généraux, les sociétés d'autoroute, la SNCF, les sociétés d'entretien d'espaces verts, divers organismes (châteaux, hôpitaux...) et les particuliers. La meilleure approche était l'envoi de questionnaires pour les organismes. Les apports par les particuliers étant moins bien définis que ceux par les organismes, les résultats ne sont pas présentés ici.

Certains critères comme le linéaire de route, ont pu être utilisés grâce aux bases de données de l'IAURIF. L'accent a été mis sur les possibilités de transfert des produits vers la Marne. Les questionnaires ont été élaborés dans ce sens. La zone d'étude est limitée à la partie urbanisée de la Marne, sur un secteur d'environ 600 km², allant de Meaux à Neuilly sur Marne. Le mode d'occupation des sols (MOS) de la zone d'étude est indiqué figure 1.

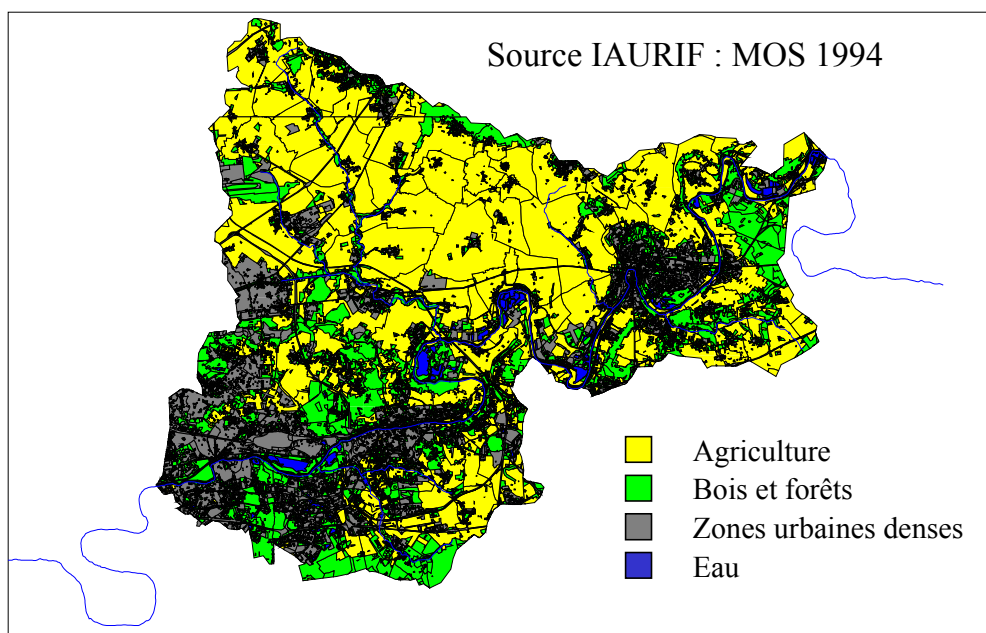


Figure 1 : Site de l'étude présenté selon 4 critères du MOS.

Les organismes potentiellement utilisateurs de pesticides ont été identifiés. Il s'agit principalement de communes (102), les subdivisions de DDE (10), la SNCF, la Société d'Autoroute du Nord et de l'Est de la France (SANEF), les campings (7), les centres hospitaliers (27), les golfs (2), les aérodromes (3), le Conseil Général, les châteaux (5) et les parcs de loisirs (4). L'ensemble des apports recensés est de 3280 kg dont près de 60 % sont représentés par 3 molécules : le diuron, l'aminotriazole et le glyphosate. Cependant, le nombre d'interlocuteurs par type d'organismes étant très différent, il est nécessaire de réaliser une extrapolation selon les critères les mieux adaptés. Pour cela, les organismes ont été regroupés selon leur pratique de traitement (tableau 1).

Tableau 1 : Classement des organismes, critères d'extrapolation et quantité de matières actives estimées pour chaque type d'organisme.

Types d'organismes	Organismes concernés	Base d'extrapolation	Matières actives en kg
Communes	communes	Linéaire de voirie communale	4226
Les espaces verts privés	Centres hospitaliers, entreprises, Châteaux,	Mode d'occupation du sol « parcs et jardins non ouverts au public » (MOS IAURIF)	2170
Voies ferrées	SNCF, RATP	Linéaire de voie ferrée	1246
Les routes départementales,	DDE, SANEF	Linéaire de routes	242

nationales et autoroutes

Golfs	Golfs	Mode d'occupation du sol « Golfs » (MOS IAURIF)	400
Total			8284

La quantité totale apportée par les organismes ainsi calculée est d'environ 8300 kg, soit 16.2 g/hab./ an. Ce chiffre peut être comparé aux estimations des apports de pesticides dans le bassin versant Adour Garonne évalué à 14.65 g/hab./ an (Antea, 1996). Les estimations sont proches, malgré la différence de densité de population entre ces deux régions. Il semble donc que le nombre d'habitants soit un bon critère d'extrapolation.

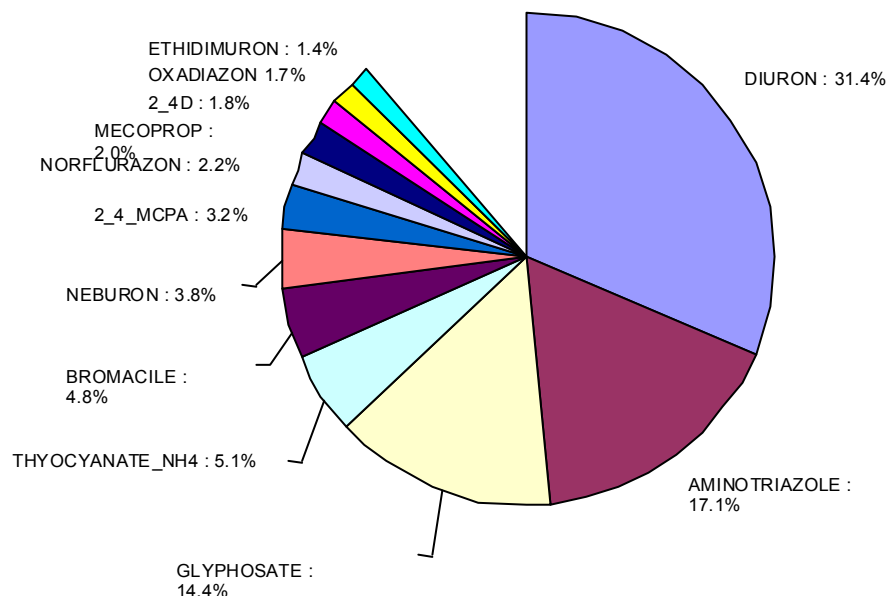


Figure 2 : Extrapolation des quantités de matières actives appliquées sur le secteur d'étude pour des usages non-agricoles, hors particuliers, total : 8300 kg.

2. Evaluation du transfert des matières actives vers la Marne

2.1. L'agriculture

Si le coefficient de transfert de l'atrazine vers les cours d'eau a déjà été étudié, il n'en est pas de même pour les autres molécules. En effet, les différences de comportement dans l'environnement, les caractéristiques physico-chimiques et la persistance de chaque molécule est trop variée pour que l'on extrapole les résultats de l'atrazine à l'ensemble des molécules. Une fois épandus sur le sol, les produits phytosanitaires sont soumis à la dégradation, l'adsorption et le transfert par infiltration et ruissellement. Hormis les conditions climatiques, le transfert vers les cours d'eau dépendra donc essentiellement du stockage dans le sol et des débits moyens annuels d'infiltration et de ruissellement (figure 3). A l'échelle du bassin versant de la Marne, il est difficile d'évaluer une moyenne de teneur de carbone organique dans les sols, et donc des capacités de rétention. Cependant, il est possible de l'évaluer le stockage de produits phytosanitaires dans le sol par les résultats déjà obtenus, pour l'atrazine.

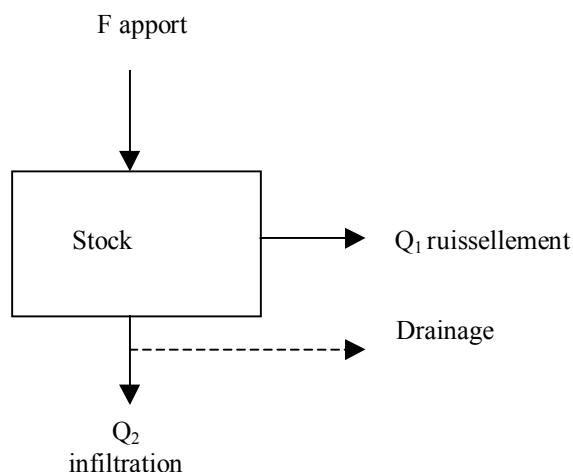


Figure 3 : Schématisation du comportement des produits phytosanitaires dans les sols.

Le stockage est dépendant du stock de carbone organique et du coefficient d'adsorption du produit sur la matière organique (K_{oc}). Par ailleurs, la durée de demi-vie du produit dans les sols permet de définir la persistance du produit. Ces propriétés physico-chimiques ont été relevées en grande partie dans le Pesticide Manual (Tomlin, 1997). Ces données étant difficiles à évaluer, l'incertitude est définie par les valeurs minimales et maximales déterminées lors d'expériences. La valeur moyenne a été retenue. Si l'information n'était pas disponible dans le Pesticide Manual, le classement du rang SIRIS a été employée.

Sur le bassin versant de la Marne, le coefficient moyen d'exportation de l'atrazine est évalué à 0.5 % des quantités appliquées (M. Garmouma, 1996). Connaissant les propriétés physico-chimiques de l'atrazine, il est possible de recalculer le coefficient de ruissellement à l'échelle du bassin versant pour les autres molécules. Les résultats sont présentés dans l'annexe 1.

L'estimation des quantités transférées vers la Marne est fortement dépendante du coefficient d'exportation. En effet, les molécules dont les quantités transférées sont les plus importantes ont généralement des coefficients de transfert élevés, même si les quantités appliquées sont faibles. Il est également à noter que les coefficients en italique correspondent à un manque total d'information et la valeur prise correspond à celle de l'atrazine. La valeur est donc donnée à titre indicatif.

Les molécules soulignées sont celles qui sont rencontrées dans les rivières d'Ile de France dans le cadre de la surveillance des cours d'eau pour le réseau national de bassin. La majorité des molécules détectées se situe dans la partie haute du tableau, c'est à dire dont la quantité estimée est maximale. Il y a donc une cohérence entre la contamination de la Marne et la technique d'approche des quantités de produits phytosanitaires estimée. Cependant, cette approche ne permet pas d'évaluer les risques de pollution. Une molécule peut être transférée vers la Marne de façon très progressive et être présente dans les cours d'eau en permanence à des concentrations extrêmement faibles et non détectables.

2.2. Le milieu urbain

La considération récente du traitement par les pesticides en milieu urbain ne nous permet pas à l'heure actuelle de donner avec précision les possibilités de transfert des produits au niveau des sols. En effet, les conditions d'infiltration et de ruissellement sont différentes du milieu agricole et les coefficients d'exportation ne peuvent pas être calculés de façon identique. Le transfert des pesticides urbains n'a donc été considéré que pour les applications réalisées sur les surfaces inorganiques et imperméables tels que les chaussées bitumées, bétonnées ou les surfaces pavées. Une étude récente réalisée par le SRPV Bretagne (SRPV, 2000) montre que sur une surface goudronnée de 200 m², le coefficient de ruissellement du diuron est d'environ 30 % et celui du glyphosate de 10 %. L'étude menée pour le Syndicat des Eaux d'Ile-de-France a montré que le transfert de l'aminotriazole sur de telles surfaces était équivalent à celui du diuron. Pour les autres molécules, on peut estimer que le

coefficient de transfert est compris entre ces valeurs et on retiendra un coefficient moyen de 20 %. Ainsi, il y aurait 462 kg de pesticides ruisselant sur de telles surfaces sur la zone d'étude, dont 238 kg de diuron, 127 kg d'aminotriazole et 31 kg de glyphosate.

3. Conclusions et perspectives

Ce premier bilan a permis d'identifier et de quantifier les apports des pesticides, d'origines agricole et urbaine sur le bassin versant de la Marne. Par ailleurs, l'estimation de leur transfert a été effectuée par deux approches différentes. Le transfert en milieu agricole est basé sur les connaissances générales du comportement de l'atrazine alors qu'en milieu urbain, seules les molécules employées sur des surfaces imperméables ont été considérées. Ces informations, quoi que partielles, nous permettent de définir quelles sont les molécules à surveiller et le flux annuel possible de ces produits dans la Marne. La comparaison des quantités de pesticides rejoignant la Marne et des molécules effectivement détectées montre que notre approche est cohérente. Le nombre de molécules dont le flux annuel est supérieur à 100 kg par an est de 18 en milieu agricole (dont le mécoprop, le métazachlore, l'atrazine, le carbendazime, le methabenzthiazuron, l'isoproturon, l'ethofumesate et le lénacile) et de 2 molécules en milieu urbain (le diuron et l'aminotriazole).

Afin d'évaluer le risque de pollution des pesticides à l'échelle du bassin versant de la Marne, il est nécessaire d'intégrer leur transfert dans le modèle de rivière développé dans le cadre du *Piren Seine*. Pour cela, cette première étude servira de base de travail et sera complétée pour réduire les incertitudes sur les apports et les propriétés physico-chimiques des produits.

4. Références bibliographiques

Compagnie Générale des Eaux (1994). Etude des pratiques agricoles sur le bassin versant du Grand Morin, rapport d'étude, 38 p.

CORPEN (1996). Qualité des eaux et produits phytosanitaires : proposition pour une démarche diagnostic, *Ministère de l'environnement, Paris*.

Garmouma M (1996). Transfert d'herbicides dans le bassin versant de la Marne. Thèse de Doctorat de l'Université Paris VI, 217 p.

Tomlin, C.D.S. (1997). *The pesticide manual*, 11^{ème} Ed., British Crop Protection Council, 1606 p.