

La pollution des eaux par les pesticides – La recherche rencontre la politique

Les eaux superficielles suisses renferment des quantités considérables de pesticides, et ce depuis des décennies. Dans le but d'améliorer la situation, un système de paiements directs en échange de prestations écologiques dans le domaine agricole a été introduit en 1993. L'objectif était de réduire les rejets de pesticides de moitié d'ici à 2005. Une analyse de pollution effectuée par l'EAWAG dans la région du Greifensee montre que cet objectif n'a pas été complètement atteint. Les quantités appliquées ont certes pu être réduites mais les mesures visant à réduire les pertes de pesticides des sols traités vers le milieu aquatique ont en grande partie manqué leur but.

Par son passage d'une politique agricole de soutien à la production à une politique de marché à orientation écologique, la Suisse fait figure de pionnière dans toute l'Europe. En échange de services d'ordre écologique d'intérêt général qui ne peuvent bénéficier sur le marché d'une rémunération adéquate, les agriculteurs perçoivent des paiements directs fournis par l'Etat (voir également l'article de C. Widmer, p. 6). Dans l'ensemble, ces paiements directs constituent 5% des dépenses de l'Etat, soit près de 2,4 milliards de CHF par an. Les exploitations agricoles peuvent bénéficier de ces subsides à la condition de fournir la preuve d'un certain nombre de prestations écologiques requises (PER). En plus notamment d'un bilan de

fumure équilibré et d'un assolement régulier, les PER exigent une sélection et une utilisation ciblée des pesticides. Environ 0,4 des 2,4 milliards de CHF sont consacrés à des prestations écologiques particulières dépassant le cadre des PER. Ces contributions sont destinées à soutenir la protection des eaux et la qualité écologique, les surfaces de compensation écologique, la production extensive des céréales et du colza (production extenso), l'agriculture biologique et les formes d'élevage respectueuses du bien-être des animaux de rente. La participation des agriculteurs à ce programme a rapidement pris de l'ampleur après l'introduction du système des paiements directs. Si la part de la surface agricole utile exploitée selon des principes écologiques n'était que de 17% en 1993, elle dépasse actuellement les 97%. Etant donné l'énorme effort financier que demande cet encouragement

des pratiques écologiques dans l'agriculture suisse, il est légitime de se demander si les mesures engagées sont réellement efficaces.

Un objectif: Réduire de moitié les rejets de pesticides dans le milieu aquatique

Lors du lancement des mesures écologiques en 1993, des objectifs agro-écologiques à atteindre jusqu'à fin 2005 ont été définis pour différentes grandeurs environnementales dont la biodiversité, les pertes en azote et en phosphore et les rejets de pesticides. L'objectif fixé pour les pesticides était une réduction de 50% des rejets dans le milieu aquatique. 30% devaient être atteints par une réduction des quantités appliquées dans les champs, les 20% restants devant résulter d'une limitation des pertes de pesticides à partir des terrains agricoles (voir l'encadré «Mesures»).

Le présent article traite la question de savoir si la pollution des eaux par les pesticides a effectivement pu être réduite par les mesures introduites en 1993. Un premier élément de réponse peut être fourni par l'analyse des ventes de pesticides. Mais c'est certainement l'analyse des eaux elles-mêmes et l'étude de l'évolution à long terme de leurs concentrations en pesticides qui permettront de trancher sur la question. L'EAWAG effectuait déjà, mais irrégulièrement, de telles analyses depuis 1991 dans la région du



Photos: EAWAG

Remplissage du réservoir d'un pulvérisateur avec une solution de pesticides.

Mesures dans le cadre des prestations écologiques requises

Réduction des applications de pesticides:

- Application du principe «aussi peu que possible, autant que nécessaire»: l'emploi de pesticides n'est envisagé que lorsque les dégâts potentiellement causés par les nuisibles combattus dépassent les coûts du traitement.
- Mise à profit des mécanismes naturels de régulation: protection indirecte des végétaux, par un choix judicieux des variétés cultivées et des rotations culturales par ex.
- Encouragement des modes de production extensive du colza et des céréales ne nécessitant ni insecticides ni fongicides (production extenso).
- Encouragement de l'agriculture biologique non-utilisatrice de pesticides.

Réduction des pertes de pesticides:

- Aménagement d'une bande tampon de 3 m de large en bordure des cours d'eau (cf. article de C. Widmer, p. 6).
- Application des mesures antiérosives (couverture végétale maintenue en hiver par ex.)

Greifensee (voir l'encadré «Analyse de pollution»). Depuis 1997, ces analyses sont financées par l'Office fédéral de l'agriculture dans le cadre du projet «Evaluation des mesures écologiques».

Les ventes de pesticides ont régressé

La figure 1 montre que les quantités absolues de pesticides vendus ont baissé d'environ 25% entre 1993 et 2003 [1]. Ce chiffre ne permet cependant pas de conclure à une baisse de 25% des quantités de pesticides appliquées. Les raisons sont en effet d'une part que cette valeur ne tient compte ni des importations de pesticides ni des produits stockés depuis longtemps dans les exploitations agricoles et d'autre part que la surface agricole utilisée a fortement rétréci au cours des 10 dernières années. Ainsi la quantité de pesticides appliqués n'a pas baissé de 25% mais de 20%, passant de 6,5 à 5,4 kg de pesticides par hectare de surface agricole. Ensuite, le marché s'est



Pulvérisation diffuse de pesticides dans un champ.

caractérisé ces dernières années par l'apparition de pesticides plus puissants qui présentent la même efficacité pour une moindre quantité d'application. Ainsi, s'il était encore récemment habituel d'appliquer plusieurs kilogrammes de produit actif par hectare lors d'un traitement, les nouveaux pesticides ne nécessitent plus que quelques grammes pour produire le même effet. La puissance accrue des pesticides ne se ressent cependant pas uniquement dans les champs mais également dans les eaux qui les reçoivent par la suite. Pour obtenir une bonne estimation de la consommation de pesticides, il faudra donc à l'avenir se

baser sur des enquêtes représentatives auprès des utilisateurs et tenir compte aussi bien de l'intensité du traitement que de la puissance des produits employés.

Les herbicides du maïs et des céréales fortement représentés

Le terme général de pesticide s'applique en Suisse à près de 400 substances homologuées. On ne dispose cependant de méthodes d'analyse suffisamment sensibles et précises que pour une partie des pesticides. Il est donc impossible de réaliser une analyse exhaustive de la pollution par les pesticides. L'analyse de pollution effectuée

Analyse de pollution du Greifensee

Les lacs constituent des systèmes d'étude de choix pour les analyses de pollution. Du fait d'un temps de séjour de l'eau de généralement plusieurs centaines de jours, ils emmagasinent les effets de toutes les activités de leur bassin versant et contrairement aux systèmes très dynamiques des cours d'eau, ils permettent une détermination assez simple de la charge en polluants (dans notre cas la quantité de pesticides rejetée dans le lac) sur une période relativement longue [2]. L'EAWAG effectue depuis 1997 une analyse de pollution du Greifensee pour le compte de l'Office fédéral de l'agriculture. Le bassin versant de ce lac, d'une superficie de 160 km², intègre toutes les formes de pratiques culturales et donc les différentes sources de pesticides et voies de transfert vers le milieu naturel qui leurs correspondent. De plus, l'EAWAG avait déjà effectué des dosages de pesticides dans le Greifensee en 1990-1991 et en 1993-1994. La série de données la plus importante est celle qui concerne l'atrazine, un herbicide employé dans la culture du maïs.

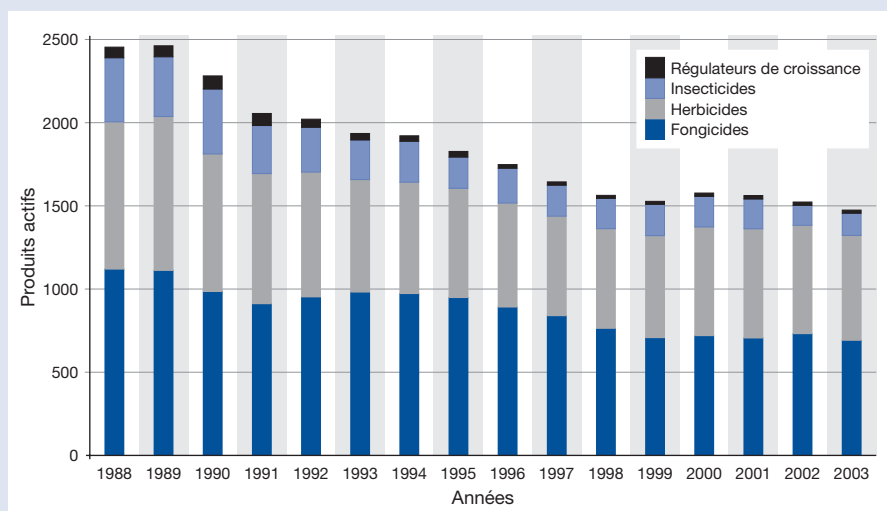


Fig. 1: Evolution des ventes de pesticides entre 1988 et 2003 [1].

au Greifensee se base sur l'étude de 50 des quelque 100 pesticides employés dans cette région. Les analyses ont révélé la présence fréquente dans le Greifensee d'herbicides utilisés pour les cultures les plus étendues, les céréales et le maïs. Parmi ces herbicides se trouve l'atrazine. Bien qu'il soit maintenant interdit dans d'autres pays, notamment l'Allemagne, ce produit reste l'un des principaux pesticides employés en Suisse. Etant donné que l'atrazine est le seul pesticide dosé dans la zone d'étude depuis le début des années 1990, les premières données ayant été recueillies dans le cadre de divers projets de l'EAWAG antérieurs au programme national d'évaluation, cet herbicide a été choisi pour une étude plus détaillée.

Une baisse de la pollution par l'atrazine

Les données recueillies depuis 1990 dans la région du Greifensee montrent que les quantités d'atrazine appliquées sont passées de plus de 1100 kg à environ 400 kg au cours des années 1990 (Fig. 2A). Les raisons de cette baisse sont d'une part

l'introduction de restrictions à l'application de l'atrazine entre 1988 et 1994 (restrictions des quantités et des durées d'application et interdiction totale pour l'entretien des voies ferrées) et d'autre part l'apparition sur le marché de produits de substitution. La réduction des quantités d'application a eu une conséquence positive logique sur la quantité d'atrazine mesurée dans le Greifensee: si la teneur du lac était encore de 30 à 45 kg au début des années 1990, elle oscille aujourd'hui entre 5 et 10 kg (Fig. 2B). Il s'agit certes là d'une baisse notable mais, curieusement, la quantité d'atrazine rejetée dans le lac pendant ou immédiatement après la période d'application qui s'étend de mai à juillet varie fortement d'une année sur l'autre (cf. charge en atrazine, Fig. 2A). La charge mesurée en 1999, alors que plus de 90% des exploitations agricoles s'engageaient déjà dans les PER et que les quantités d'atrazine appliquées avaient déjà chuté de 60%, était ainsi supérieure à celle de 1994, peu après le lancement des paiements directs. Pour pouvoir réellement évaluer le succès des mesures écologiques, il est donc indispensable d'intégrer dans l'ana-

lyse les facteurs influençant le transfert des pesticides des sols vers le milieu aquatique en complément des quantités appliquées.

Aucun signe évident de baisse des pertes de pesticides

La quantité de pesticides déversée dans le milieu aquatique dépend principalement du moment de l'application ainsi que de l'abondance et de l'intensité des précipitations qui l'ont suivie. On considère en effet que la moitié de la charge annuelle en pesticides d'un lac ou cours d'eau peut être apportée par les pluies dans les quelques jours à semaines qui suivent une application dans les champs environnants. Dans l'ensemble, la quantité entraînée hors des sols ne représente cependant que quelques pour cent de la quantité de pesticides appliqués en surface.

La figure 3 n'indique aucune modification de la quantité d'atrazine entraînée dans le Greifensee suite à l'introduction des PER. Elle fait par contre état d'une forte corrélation entre la quantité transférée et l'intensité des pluies. C'est en 1999 que se sont produites les plus fortes pluies: cette même année, 3,4% de la quantité d'atrazine appliquée ont été transportés dans le lac. Dans les années moins pluvieuses, la part d'atrazine entraînée se situe entre 0,5 et 1,9%.

On observe les mêmes tendances chez d'autres herbicides employés dans la culture du maïs. Les résultats d'une étude de terrain portant sur l'atrazine, la diméthénamide, le métolachlore et le sulcotrion dans certains sous-bassins de la région du Greifensee montrent que leur entraînement hors des champs obéit à des règles similaires [3]. Lors d'événements pluvieux, ces substances sont transportées si rapidement que les herbicides dissous dans l'eau de pluie

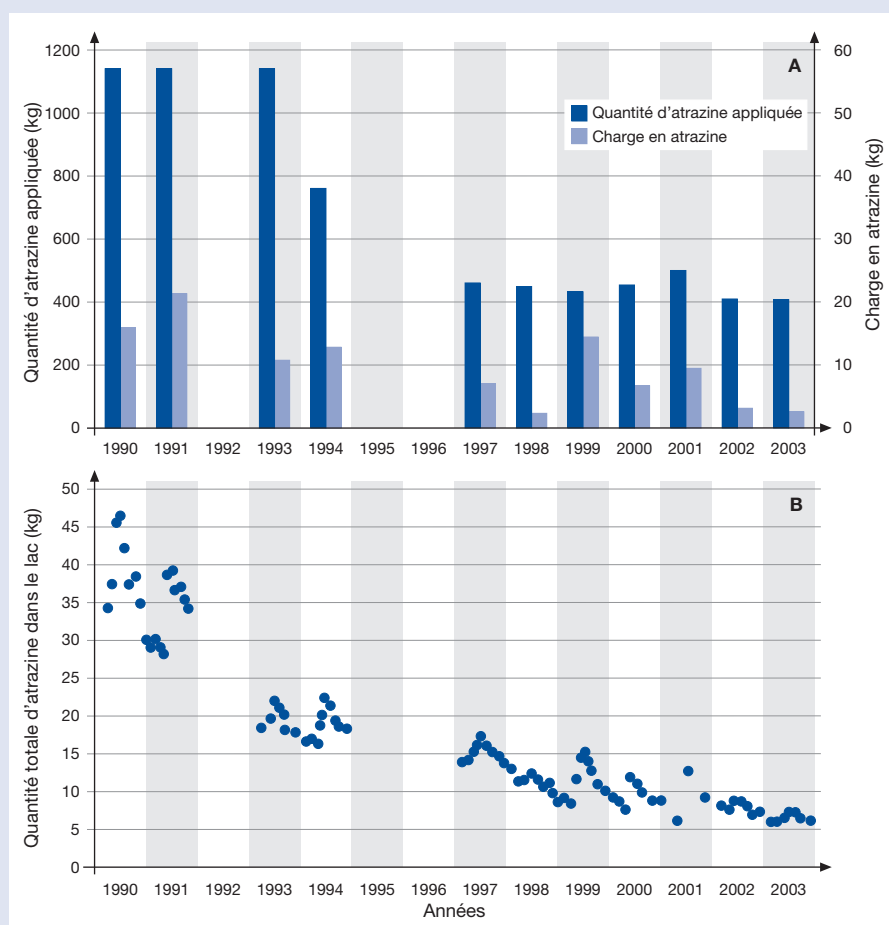


Fig. 2: Plus d'une décennie de pollution du Greifensee par l'atrazine – (A) quantités appliquées dans le bassin versant et quantité rejetée dans le lac (charge); (B) quantité totale contenue dans le lac. La charge en atrazine a pu être calculée avec suffisamment de précision en intégrant les dosages mensuels de pesticides le long de la colonne d'eau dans un programme de simulation lacustre [2].

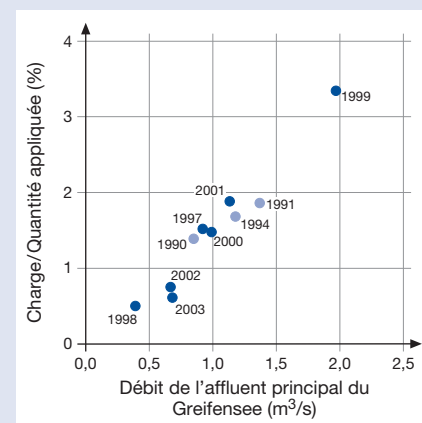


Fig. 3: Le pourcentage d'atrazine transféré des champs vers le milieu aquatique pendant ou peu après la période d'application augmente avec l'écoulement provoqué par les pluies. Les domaines d'incertitude ne sont pas représentés.



Analyse de pollution – Prélèvement d'échantillons d'eau dans le Greifensee.

n'ont pas le temps de se fixer sur la matrice du sol. La rapidité du transfert des pesticides dans le milieu aquatique lors de fortes précipitations est principalement conditionnée par l'écoulement de surface et par la rapidité d'infiltration dans les systèmes de drainage.

Autres mesures prometteuses

D'autres études menées dans le bassin du Greifensee ont montré que le risque de contamination des eaux par les pesticides était particulièrement élevé pour les parcelles humides en contact direct avec le milieu aquatique [4]. Sur le plan agronomique, ces terrains humides sont également de faible valeur car peu propices aux cultures [5]. Dans un souci de gestion écologique des terres agricoles, il serait donc en tout point judicieux de consacrer les terrains à fort risque de lessivage et d'érosion à des utilisations ne nécessitant pas l'emploi de pesticides. Ce serait tout à fait réalisable dans la pratique, étant donné que les pertes élevées de pesticides apparaissent souvent dans le paysage agricole sous la forme de «hot spots» d'extension locale et que l'agriculture suisse se caractérise par un fort morcellement des structures. Ainsi, les parcelles sans pesticides pourraient au moins en partie s'intégrer dans les surfaces de compensation écologiques justifiant l'attribution de paiements directs. L'identification des sites à risque pour la pollution des eaux par les pesticides constituera certainement à l'avenir l'une des tâches les plus ardues de la recherche sur les pesticides.

Que ce soit directement par les égouts ou après passage dans les stations d'épura-

tion, une quantité non négligeable de pesticides est déversée dans le milieu naturel suite à l'élimination de pesticides non employés ou au nettoyage des engins d'application. Dans le Greifensee, la part de ces pollutions ponctuelles par des substances uniquement utilisées dans le domaine agricole représente entre 15 et 20% de la pollution totale par les pesticides [6]. Pour lutter contre cette forme de pollution, des séminaires de formation ont été créés pour préparer les utilisateurs à une manipulation correcte des pesticides. Ces séminaires sont sanctionnés par un permis d'utilisation. Les personnes amenées à utiliser les pesticides dans un cadre professionnel sont tenues de détenir un tel permis. D'autre part, les engins d'application doivent être soumis à des contrôles techniques réguliers. Étant donné que la plupart des pulvérisateurs sont relativement âgés, une incitation financière à leur renouvellement contribuerait déjà à améliorer la situation. Les réservoirs d'eau dont sont équipés les nouveaux pulvérisateurs permettent par exemple de procéder au nettoyage directement dans les champs.

Conclusion

Il est délicat d'établir une relation de cause à effet entre les mesures engagées au niveau politique pour développer les pratiques écologiques dans l'agriculture et les déversements de pesticides dans le milieu aquatique. Un tel effort est dans tous les cas assorti de simplifications et de restrictions. D'une part, la complexité et le temps de réponse des écosystèmes sont par nature peu compatibles avec les calendriers politiques. De leur côté, les politiques exigent des ré-

ponses rapides et claires aux problèmes qui leur sont soumis. À l'opposé, les scientifiques tentent d'appréhender des systèmes complexes et chaotiques, ce qui nécessite bien souvent des études compliquées demandant d'importants moyens tant techniques que financiers et surtout devant porter sur d'assez longues périodes de temps. De ce point de vue, il aurait été fort judicieux de lancer les programmes d'évaluation quelques temps avant l'introduction des paiements directs en 1993.

Cependant, malgré l'incertitude des données et les lacunes que montrent nos connaissances, certaines tendances peuvent déjà se dégager: les mesures visant à limiter les applications de pesticides ont donné des résultats très satisfaisants. Par contre, celles destinées à réduire les rejets dans le milieu aquatique semblent avoir en grande partie manqué leur objectif et doivent impérativement être révisées dans un futur proche.



Heinz Singer est chimiste dans le groupe «Eau et agriculture» au sein du département «Chimie environnementale». Ses activités portent sur l'étude du devenir des pesticides dans l'environnement et sur l'élaboration de nouvelles techniques de détection des composés traces organiques.

- [1] Schweizerische Gesellschaft für chemische Industrie SGCI (2004): Schweiz und Fürstentum Liechtenstein Pflanzenbehandlungsmittel-Markt-Statistik 1988–2003.
- [2] Müller S.R., Berg M., Ulrich M.M., Schwarzenbach R.P. (1997): Atrazine and its primary metabolites in Swiss lakes: Input characteristics and long-term behavior in the watercolumn. *Environmental Sciences and Technology* 31, 2104–2113.
- [3] Leu C., Singer H.P., Stamm C., Müller S.R., Schwarzenbach R.P. (2004): Simultaneous assessment of sources, processes, and factors influencing herbicide losses to surface waters in a small agricultural catchment. *Environmental Sciences and Technology* 38, 3827–3834.
- [4] Leu C., Singer H.P., Stamm C., Müller S.R., Schwarzenbach R.P. (2004): Variability of herbicide losses from 13 fields to surface water within a small catchment after a controlled herbicide application. *Environmental Sciences and Technology* 38, 3835–3841.
- [5] Stamm C., Singer H., Szerencsits E., Zraggen K., Flury C. (2004): Standort und Herbizideinsatz aus Sicht des Gewässerschutzes. *Agrarforschung* 11, 446–451.
- [6] Gerecke A.C., Schärer M., Singer H.P., Müller S.R., Schwarzenbach R.P., Sagesser M., Ochsenbein U., Popow G. (2002): Sources of pesticides in surface waters in Switzerland: pesticide load through waste water treatment plants – current situation and reduction potential. *Chemosphere* 48, 307–315.