

Evaluation du risque des produits phytosanitaires pour l'écosystème aquatique

Katja Knauer, Stefanie Knauert, Olivier Félix et Eva Reinhard, Office fédéral de l'agriculture, 3003 Berne
Renseignements: Katja Knauer, e-mail: katja.knauer@blw.admin.ch, tél.: +41 31 323 11 34



Photo: Katja Knauer, Bâle

Site d'essais sur les mésocosmes de Syngenta à Stein (AG).

Introduction

Depuis des décennies, les évaluations de risques environnementaux font partie de nombreux programmes de protection de l'environnement. Elles sont un élément obligatoire de toute homologation des produits phytosanitaires (PPh) ou biocides et, depuis quelques années, de l'appréciation des produits pharmaceutiques ainsi que de l'inscription et de l'enregistrement des produits chimiques industriels.

Les produits phytosanitaires contiennent des substances biologiquement actives qui peuvent avoir des

effets secondaires sur des organismes non cibles au-delà de la protection souhaitée contre les organismes nuisibles. C'est pourquoi l'homologation implique l'apport de la preuve de l'efficacité, mais aussi de l'innocuité pour les organismes non cibles, moyennant des tests onéreux. La base légale est fixée dans l'Ordonnance sur les produits phytosanitaires (OPPh), qui spécifie les exigences en matière de données et les principes relatifs à l'appréciation de l'efficacité et à la protection de l'être humain et de l'environnement. L'OPPh suisse correspond dans ses grandes lignes à la législation européenne (N° 91/414/CE, à l'avenir, n° 1107/2009/CE) sur les produits

phytopharmaceutiques. Pour exclure les effets secondaires inacceptables des PPh sur l'environnement, l'homologation d'un produit peut être subordonnée à des mesures spécifiques de réduction du risque (comme les distances de sécurité par rapport aux eaux de surface ou des restrictions concernant la durée d'utilisation).

L'évaluation des risques environnementaux selon l'OPPh a pour objectif de protéger les écosystèmes tels que les eaux, les sols et l'air, de manière à éviter les dommages inacceptables pour les organismes qui y vivent. S'agissant des risques pour le milieu aquatique, l'évaluation se focalise sur la protection des organismes aquatiques typiquement présents dans des ruisseaux et petites rivières contigus aux terres agricoles. La protection des eaux de surface contre les effets nuisibles des PPh est également traitée dans d'autres textes légaux, tels que l'Ordonnance sur la protection des eaux (OEau), qui se base sur la loi sur la protection de l'environnement. L'annexe 2, ch. 12, de l'OEau contient l'exigence quantitative suivante au sujet des PPh : «0,1 µg/l pour chaque substance, sous réserve d'autres exigences fixées sur la base de l'appréciation des différentes substances dans le cadre de la procédure d'autorisation.»

Méthode

L'évaluation des risques environnementaux se base sur l'estimation des concentrations d'exposition et sur le relevé des données écotoxicologiques. Ensuite, les risques écologiques sont estimés en établissant une relation entre l'exposition potentielle et les effets possibles (risque = exposition / effets). Afin que la même procédure soit garantie au sein de l'UE lors de l'évaluation des risques, les exigences concernant les données et la manière de procéder ont été fixées dans diverses instructions, notamment dans le guide d'écotoxicité aquatique (document SANCO/3268/2001 rév. 4).

Estimation de l'exposition

L'estimation de l'exposition requiert les données sur les quantités utilisées, sur les propriétés des substances et sur le comportement dans l'environnement des substances actives contenues dans le PPh. Elle se base le plus souvent sur des modèles informatiques qui permettent de calculer les concentrations prévues dans l'environnement (CPE, voir glossaire). Dans les calculs, on considère le pire scénario, concernant par exemple la dégradation des substances et les conditions climatiques et pédologiques, de manière à inclure les pics de concentration de PPh dans les eaux dans l'évaluation des risques. En outre, l'estimation de l'exposition inclut les différents types d'apports dans les eaux de surface, tels que dérive, ruis-

Résumé L'évaluation des risques environnementaux a pour objectif de protéger les écosystèmes tels que les eaux, les sols et l'air, de manière à éviter les dommages inacceptables pour les organismes qui y vivent. L'évaluation des produits phytosanitaires (PPh) dans les eaux se concentre sur des ruisseaux et des petites rivières en terres agricoles. Les évaluations de risques se basent sur l'estimation des concentrations d'exposition et sur la collecte d'une multitude de données écotoxicologiques. Lors de l'estimation de la toxicité d'un PPh, les effets sur les individus, les populations et les biocénoses sont observés afin de déterminer les conséquences à court et à long terme d'une pollution. Les évaluations de risques sont absolument nécessaires pour prendre des décisions de gestion de l'environnement ; en effet, la récapitulation des informations pertinentes pour l'environnement permet de reconnaître les risques potentiels et d'élaborer des stratégies préventives de protection de l'environnement. Il existe différentes possibilités d'action pour maintenir le risque à un niveau acceptable. Grâce à la prescription de charges concrètes pour les PPh spécifiques, telles que l'obligation de respecter des distances déterminées par rapport aux eaux de surface ou d'utiliser une technique réduisant la dérive lors de l'application, une utilisation sûre des PPh reste possible dans l'agriculture et les effets inacceptables sur la biocénose aquatique peuvent être évités dans une large mesure.

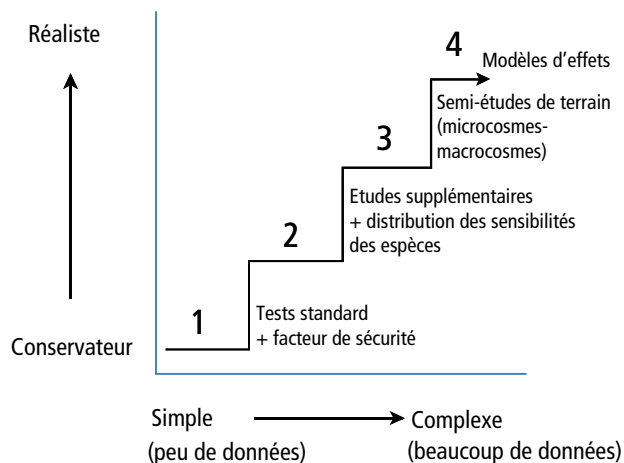


Figure 1 | Manière de procéder par étapes dans l'appréciation des effets.

sellement ou drainage. Lors d'une application par pulvérisation, le bouillie contenant des PPh peut contaminer les eaux par dérive. En cas de pluie, notamment de forte pluie, de pluie sur sol gelé ou durant la fonte des neiges, les PPh peuvent parvenir ainsi dans les eaux de surface par ruissellement. Les PPh peuvent également s'infiltrer rapidement dans les drainages souvent aménagés dans les sols agricoles, s'écouler et arriver dans les eaux de surface voisines.

Estimation de la toxicité

L'estimation de la toxicité d'un PPh passe par l'examen de son action sur les individus, sur les populations et sur les biocénoses. Les données sur la toxicité sont générées dans un processus par étapes (fig. 1).

Dans la première étape, on établit, en vue de l'appréciation d'un risque potentiel pour les organismes aquatiques, un jeu de données de base se fondant sur les essais de laboratoire aigus ou chroniques portant sur les algues, les daphnies et les poissons. Ces essais sont réalisés conformément aux directives harmonisées au niveau international (OCDE, procédure d'essais selon BPL). Les essais de courte durée portent sur des effets aigus tels que la mortalité, alors que les essais de longue durée permettent d'examiner les effets chroniques concernant avant tout la reproduction. Sur la base des résultats sont établies les valeurs écotoxicologiques telles qu'EC50 aigu (ou le NOEC chronique; voir glossaire).

Un facteur de sécurité (AF) est appliqué au résultat de l'essai concernant l'espèce la plus sensible, pour tenir compte des imprécisions qui sont inévitables lors de l'extrapolation des résultats de laboratoire portant sur quelques organismes peu nombreux aux conditions réelles rencontrées dans les eaux. On obtient ainsi ce qu'on appelle la valeur «PNEC» ($PNEC = EC50/AF$ et $PNEC = NOEC/AF$) (tabl. 1), soit une concentration à laquelle aucun effet négatif n'est attendu sur l'écosystème aquatique (fig. 2). Les PNEC sont calculées de manière à ce qu'aucune détérioration prévisible des organismes aquatiques ne survienne même en cas d'exposition à long terme au pesticide.

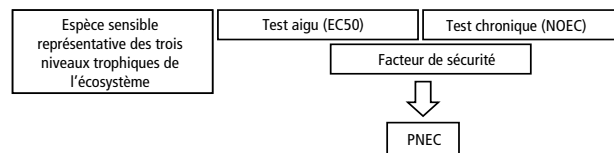


Figure 2 | Evaluation des risques liés aux PPh dans les eaux de surface.

Tableau 1 | Valeurs écotoxicologiques dans l'évaluation des risques environnementaux liés aux produits phytosanitaires

Valeurs	Organismes	Tests	Méthodes
$PNEC = EC50 / AF$	Evaluations des données sur les espèces	Etudes aiguës en laboratoire	Courbe d'effets par dose
$PNEC = NOEC / AF$	Evaluations des données sur les espèces	Etudes chroniques en laboratoire	Courbe d'effets par dose
$HCS * AF$	Distribution des sensibilités des espèces	Etudes aiguës et études chroniques	Evaluation probabiliste
$NOEAEC * AF$	Evaluation des données sur les populations et les biocénoses	Données sur les microcosmes et les mésocosmes, écosystèmes complexes	Courbes dose-réponse, indicateurs de biocénose, courbes dose-effet
EAC oder RAC	Toutes les données disponibles	Tous les tests	Toutes les méthodes

Si la comparaison des données de toxicité du 1^{er} niveau (PNEC) avec la concentration de l'exposition (PEC) met en évidence un risque potentiel pour les organismes aquatiques, on passe au prochain niveau de l'évaluation des risques (fig. 1; Daniel 2007). A ce stade, il faut recourir à des études complémentaires pour apprécier l'incertitude liée à l'extrapolation des résultats de laboratoire à la situation réelle. On peut à cette fin réaliser de nouveaux tests portant sur d'autres organismes du groupe sensible, des essais avec des expositions plus réalistes et des tests multi-espèces.

Pour évaluer les résultats (EC50 et NOEC) concernant plusieurs organismes du groupe sensible, on peut appliquer des méthodes probabilistes permettant d'estimer la mise en danger des organismes aquatiques. La valeur significative du point de vue écotoxicologique établie à partir de la distribution des sensibilités des espèces est la concentration dangereuse (HC5, voir glossaire) (tabl. 1).

Dans les essais où l'on prend en considération des scénarios d'exposition réalistes, on apprécie souvent l'influence du sédiment sur l'action d'une substance ou on simule la dégradation de la substance en phase aquatique à la quelle on peut s'attendre dans les conditions naturelles.

Pour les tests multi-espèces, toute une série de modèles d'écosystèmes ont été développés, tels que des microcosmes et des mésocosmes, qui permettent d'examiner les effets de PPh sur les biocénoses aquatiques complexes. Mis à part les effets directs, on étudie dans ces systèmes la capacité de régénération, c'est-à-dire le potentiel de reconstitution de populations et de biocénoses, et on la prend en considération dans l'évaluation des risques. Les effets temporaires desquels les populations peuvent se remettre rapidement sont considérés comme acceptables. En vue de ces tests multi-espèces, on fixe les valeurs dites NOEAEC (voir glossaire).

Dans ces études «higher-tier» (de niveau supérieur), on peut également prendre en compte des facteurs de sécurité supplémentaires pour évaluer les risques réels. Le niveau de ces facteurs dépend de la qualité et de la quantité des études écotoxicologiques disponibles. Le savoir et l'expérience des experts sont indispensables pour décider quelle est la manière appropriée de procéder dans le cadre de l'évaluation des risques. Les guides (documents) présentant les méthodes recommandées pour la réalisation de tests complexes peuvent être utilisés (HARAP 1999 ; CLASSIC 2001).

Une appréciation globale de l'ensemble des données écotoxicologiques permet de fixer, dans la phase de conclusion de l'évaluation des risques, une concentration écologiquement acceptable (EAC) pour un PPh. L'EAC est comparable au PNEC, qui est fixé au premier niveau de



Photo: Katja Knauer, Bâle

Figure 3 | Le Seebach en terres agricoles dans le canton de Berne.

Glossaire

- PPh : produit phytosanitaire
- OPPh : Ordonnance sur les produits phytosanitaires
- OEaux : Ordonnance sur la protection des eaux
- PEC: *predicted environmental concentration*; concentration prévue dans l'environnement
- BPL: bonnes pratiques de laboratoire
- EC50: *effect concentration* ; concentration efficace à 50 %
- NOEC : *no observed effect concentration*; concentration sans effet observé
- NOEAEC: *no observed ecologically environmental adverse effect concentrations*; concentration sans effet environnemental nocif observé
- AF: *assessment factor* ; facteur d'extrapolation
- PNEC: EC50/AF ou NOEC/AF
- HC5: *hazard concentration*; concentration pour laquelle 5 % des organismes testés présentent un effet de 50 % ou ne présentent encore aucun effet
- EAC ou RAC: *ecologically environmentally acceptable concentration*, concentration écologiquement acceptable, ou *regulatory acceptable concentration*, concentration réglementaire acceptable.

Tableau 2 | Valeurs écotoxicologiques pour les pesticides dans les eaux de surface, calculées selon les dispositions de l'Ordonnance sur les produits phytosanitaires

Substance active	Valeurs (µg/l)
Beflubutamide	0,55
Bénalaxyl-M	3
Bifénazate	1,7
Clothianidine	10
Cyflufenamid	2,4
Etofenprox	0,0054
Fonicamide	310
Fluoxastrobine	0,63
Carbonate de potassium	7314
Iodure de potassium	57
Thiocyanate de potassium	27
Laminarine	>1000
Mandipropamide	28
Mepiquat-chloride	260
Métrafénone	8,2
Oxardiagyl	0,09
Acide pélargonique	1190
Pethoxamide	0,5
Piclorame	55
Pinoxadène	44
Tembotrione	0,85
Triazoxide	0,78
Tritosulfuron	4,8
6-benzyladénine	205

l'évaluation des risques, et aussi souvent appelée aujourd'hui «concentration réglementaire acceptable» (RAC). Une évaluation des risques peut être d'autant meilleure et d'autant plus fiable que les études disponibles sont nombreuses. Lorsque de nouvelles informations sont disponibles, les valeurs doivent être calculées à nouveau pour que les conditions d'octroi de l'autorisation soient remplies (art. 21 OPPh). Le relevé des données nécessaires à l'évaluation des risques est obligatoire pour chaque substance active.

Discussion et conclusions

A quoi sert une évaluation des risques ?

Les évaluations de risques aquatiques sont indispensables aux décisions ayant trait à la gestion de l'environnement. Elles réunissent les informations qui ont une pertinence pour l'environnement, de sorte à pouvoir détecter les risques majeurs et identifier les lacunes dans

les connaissances. Sur la base de ces informations, il est possible de fixer les conditions pour les PPh, telles que les distances par rapport aux eaux de surface ou l'utilisation obligatoire d'une technique réduisant la dérive pour l'application d'un produit particulier, afin d'exclure dans une large mesure les effets inacceptables sur la biocénose aquatique.

Quels sont les objectifs de l'OPPh en matière de protection ?

L'OPPh a pour objectif d'assurer que les PPh se prêtent suffisamment à l'usage prévu et qu'utilisés conformément aux prescriptions, ils n'ont pas d'effets secondaires inacceptables sur la santé de l'être humain et des animaux ni sur l'environnement (art. 1 OPPh).

Afin de garantir la réalisation de l'objectif de protection relatif à l'environnement, toute évaluation des risques environnementaux doit fixer les critères d'évaluation spécifiques. D'une part, elle doit définir les points finaux dont l'application permet de protéger les indicateurs écologiques tels que la biocénose aquatique ; d'autre part, il faut définir le niveau de protection et, ce faisant, établir quels effets sont tolérables et quelle est l'incertitude acceptable en ce qui concerne la prévision des effets.

Les prévisions faites dans le cadre d'une évaluation des risques sont-elles appropriées ?

Selon l'OPPh, les valeurs écotoxicologiques telles que PNEC, EAC ou RAC (tabl. 2) ne doivent pas être dépassées. Dans la modélisation de l'exposition, on prend en considération les différents types d'apports dans les eaux de surface, tels que dérive, ruissellement ou drainage. Il est ainsi garanti qu'aucun effet inacceptable sur les biocénoses aquatiques n'est à prévoir. Ce n'est qu'à cette condition qu'un PPh peut être autorisé. Dans le cadre des campagnes ciblées de mesures destinées à déterminer les concentrations de PPh dans les eaux de surface, on vérifie l'exactitude de l'évaluation des risques et de la décision d'homologation qui en découle, pour prévoir, le cas échéant, une adaptation de l'homologation du produit. Cette comparaison, réalisable pour tout PPh, permet d'estimer le risque potentiel pour les biocénoses aquatiques (Chèvre 2003). Le cas échéant, il faut prendre les mesures destinées à réduire les apports de PPh dans les eaux de surface. A cet égard, il convient, dans un premier temps, de réduire les sources possibles d'émissions, de contrôler le respect des restrictions d'utilisation et de réexaminer la gestion des prescriptions d'application. ■

Riassunto

Valutazione dei rischi rappresentati dai prodotti fitosanitari per l'ecosistema acquatico

Le valutazioni dei rischi ambientali sono finalizzate a proteggere ecosistemi come le acque, il suolo e l'aria, onde poter escludere danni inaccettabili agli organismi che li abitano. Nella valutazione del rischio rappresentato dai prodotti fitosanitari per i corsi d'acqua si analizzano soprattutto ruscelli tipici e piccoli fiumi confinanti con le superficie agricole, stimando le concentrazioni d'esposizione e rilevando un gran numero di dati ecotossicologici. La stima della tossicità di un prodotto fitosanitario verte sulla rilevazione degli effetti dello stesso su individui, popolazioni e cenosi allo scopo di determinare le conseguenze a breve e lungo termine. Le valutazioni dei rischi sono imprescindibili per le decisioni in materia di gestione ambientale, poiché la raccolta di informazioni rilevanti per l'ambiente permette di individuare rischi potenziali e di sviluppare strategie preventive adeguate per la sua tutela. Vi sono varie opzioni operative per mantenere il rischio a un livello accettabile. Mediante l'imposizione di condizioni concrete nei confronti di prodotti fitosanitari specifici, come ad esempio quella di rispettare una determinata distanza dalle acque superficiali o l'obbligo di ricorrere a una tecnica di applicazione che riduce la deriva, sarà possibile continuare a impiegare tali prodotti in agricoltura in maniera sicura, escludendo in larga misura effetti inaccettabili sulla cenosi acquatica.

Bibliographie

- Campbell P. J., Arnold D. J. S., Brock T. C. M., Grandy N. J., Heger W., Heimbach F., Maund S. J. & Strelake M., 1998. Guidance document on Higher tier risk assessment for pesticides (HARAP). Proceedings from the HARAP workshop. SETAC pub. ISBN 90-5607-011-8.
- Chèvre N., 2003, 2006. Pestizide in Schweizer Oberflächengewässern, gwa 4: 297-307.
- Daniel O., Gandolfi M., Aldrich A., Baumann H. & Büchi R., 2007. Ökotoxikologische Risikobewertungen von Pflanzenschutzmitteln. *Agrarforschung* 14 (6), 266-271.
- Giddings J. M., Brock T. C. M., Heger W., Heimbach F., Maund S. J., Norman S. M., Ratte H. T., Schafers C. & Stelake M., 2001. Community -

Summary

Pesticides risk assessment for aquatic ecosystem

The analyse of environmental risks aims to protect water, soils and the air so that the organisms living in these ecosystems do not suffer an unacceptable level of damage. To analyse the effects of plant protection products in rivers and streams, the focus is typically on small waters adjacent to farmland. Risk assessment is based on an estimation of the exposure and on various ecotoxicological data. In order to estimate the toxicity of a plant protection product, its effects on individuals, populations and communities are investigated so that both short and long-term consequences of an exposure can be determined. Risk analyses are essential for decisions concerning environmental management, since a compilation of environmental relevant informations can lead to the identification of potential risks and to the development of strategies to avoid damage to the environment. There are many ways of keeping risks to an acceptable minimum. By introducing compulsory practical conditions for specific plant protection products, like the utilisation at an obligatory distance from surface waters, or the compulsory use of technology to prevent spread, it will still be possible to use such substances in agriculture while unwanted effects on aquatic organisms are largely avoided.

Key words: plant protection products, risk assessment, surface water, protection goals.

- Level aquatic system studies - interpretation criteria. Proceedings from the CLASSIC workshop. SETAC pub. ISBN 1-880611-49-x
- Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux) (RS 814.201). Règlement européen sur les produits phytospharmaceutiques (1107/2009/CE).
- SANCO/3268/2001 rev.4 (final) 17 October 2002. Working document, Guidance document on aquatic ecotoxicology in the context of the directive 91/414/EEC.
- Ordonnance du 18 mai 2005 sur la mise en circulation des produits phytosanitaires (Ordonnance sur les produits phytosanitaires, OPPh) (RS 916.161).