



Dans les limons hydromorphes de l'Ouest, quand le changement de période d'application de l'isoproturon n'est pas possible, la suppression des flux passe par l'utilisation d'une autre substance active.

Transferts de produits phyto

Bien choisir d'applications

À l'échelle de la parcelle comme du bassin-versant, des pratiques agricoles pérennes peuvent contribuer à diminuer considérablement les flux de matières actives dans les eaux. L'étude des flux d'isoproturon et des acétanilides dans l'Ouest donne des pistes.

Dans les limons hydromorphes de l'Ouest, certains herbicides peuvent se retrouver dans les eaux de ruissellement et de drainage puis dans les rivières en quantités variables. Tout dépend des pratiques agricoles. Pour comprendre les transferts de produits phytopharmaceutiques, ARVALIS – Institut du végétal a mené en parallèle deux expérimentations dans l'Ouest de la France. La première, mise en place en 1994 sur la station expérimentale de la Jaillière (44), permet de suivre les transferts de produits phytosanitaires au niveau parcellaire. La seconde, menée de 1998 à 2006 sur le bassin-versant de la Fontaine du Theil (35), visait à lutter conjointement contre les pollutions ponctuelles et diffuses des eaux, en mettant en pratique les recommandations du CORPEN. L'étude a particulièrement porté sur des dés herbants, l'isoproturon et les acétanilides, d'une part à l'échelle par-

cellaire, d'autre part à l'échelle du bassin-versant.

Bien choisir la période d'application

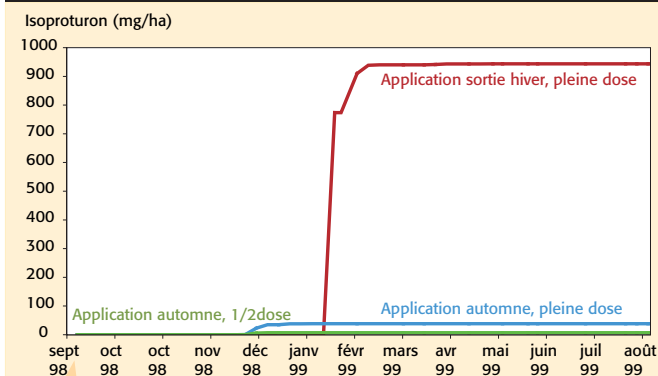
À la Jaillière, l'isoproturon a présenté un taux de détection élevé : 42 % quand il était appliqué à dose réduite et 46 % appliqué à pleine dose. Selon les années, cet herbicide est principalement transféré au cours des 10 à 20 semaines qui suivent son application. Les concentrations du premier écoulement sont généralement

élevées et décroissent rapidement au cours des événements suivants.

Les flux annuels sont très variables selon les campagnes. Ils varient de 181 à 31 829 mg/ha par drainage, et de 31 à 10 806 mg/ha par ruissellement. Cette variation est essentiellement due à la dose d'application et au positionnement de l'application de l'herbicide par rapport aux écoulements : les transferts sont élevés quand la matière active est appliquée au début ou pendant les épisodes de drainage ou de ruissellement (6 837 à 31 829 mg/ha) (figure 1). À l'opposé, les quantités transférées sont faibles quand l'herbicide est appliqué une à quelques semaines avant la saison de draina-

Le choix de la période d'application et de la dose constitue une des solutions pour limiter le transfert de l'isoproturon.

Flux d'isoproturon dans les eaux de ruissellement, la Jaillière 1998 – 1999 (fig. 1)



Les flux annuels d'isoproturon sont élevés quand la matière active est appliquée au début ou pendant les épisodes de drainage ou de ruissellement.

Benoît Réal
b.real@arvalisinstitutduvegetal.fr

Julie Maillet-Mezeray
jmailletmezeray@arvalisinstitutduvegetal.fr

Joël Thierry
j.thierry@arvalisinstitutduvegetal.fr

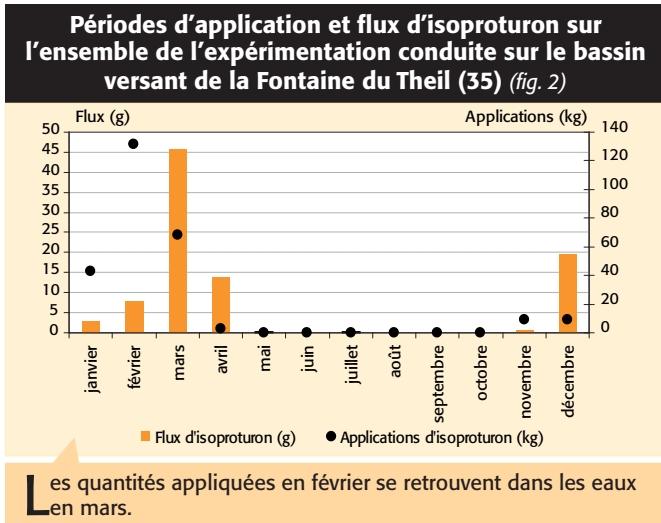
ARVALIS – Institut du végétal

N. Marquet
n.marquet@uipp.net

UIPP

sanitaires

les périodes



Transferts d'isoproturon observés sur le bassin versant de La Fontaine du Theil (tab.1)

Année hydrologique	Date début	Date fin	Pluviométrie (mm)	Lame d'eau (m ³)	Flux d'isoproturon (g)	Concentration maximum (µg/l) en isoproturon	Application d'isoproturon (kg)	Flux d'isoproturon en %	Surface traitée (ha)	Quantités appliquées à l'hectare (kg/ha)
1998-1999	01/09/1998	31/08/1999	966	641 173	20,10	1,09	26,71	0,075	31,5	0,85
1999-2000	01/09/1999	29/08/2000	1018	473 666	8,62	0,42	28,86	0,030	33,2	0,87
2000-2001	30/08/2000	28/08/2001	1221	1005 468	44,07	0,47	28,02	0,157	28,9	0,97
2001-2002	29/08/2001	27/08/2002	769	334 894	1,95	0,07	32,88	0,006	45,4	0,72
2002-2003	28/08/2002	26/08/2003	823	504 325	0,00	0	21,20	0,000	27,5	0,77
2003-2004	27/08/2003	31/08/2004	890	291 843	2,72	0,14	31,14	0,009	40,1	0,78
2004-2005	01/09/2004	30/08/2005	616	234 100	0,00	0	28,45	0,000	34,3	0,83
2005-2006	30/08/2005	29/08/2006	743	373 298	13,04	0,82	22,99	0,057	26,8	0,86

Les flux d'isoproturon ne dépendent ni des quantités appliquées ni des surfaces traitées.

ge (316 à 2005 mg/ha). Le flux exceptionnel de 31 829 mg/ha correspond à une application réalisée début février lors de la campagne très pluvieuse de 1999-2000.

Un délai de 10 à 20 semaines

À la Fontaine du Theil, les transferts d'isoproturon à l'échelle du bassin versant dépendent des volumes d'eau écoulés à l'exutoire, de la pluviométrie, ainsi que du remplissage de la réserve utile (tableau 1).

Les flux d'isoproturon varient très fortement d'une année à l'autre, sans qu'ils semblent dépendre des quantités appliquées, des surfaces traitées ou de la pluviométrie et du volume d'eau transféré à l'exutoire. Les causes de transfert sont plutôt à rechercher parmi

les périodes d'application de l'herbicide (figure 2), la localisation des parcelles traitées et leur mode d'évacuation des eaux excédentaires.

Les plus grandes quantités d'isoproturon sont utilisées en février, alors que les flux de matière active les plus éle-

vés sont observés en mars. Ce sont très probablement les applications de février que l'on retrouve en flux en mars avec un délai de 10 à 20 semaines, conforme à celui observé à La Jaillière.

À l'exception de la campagne 1999-2000 et des campa-

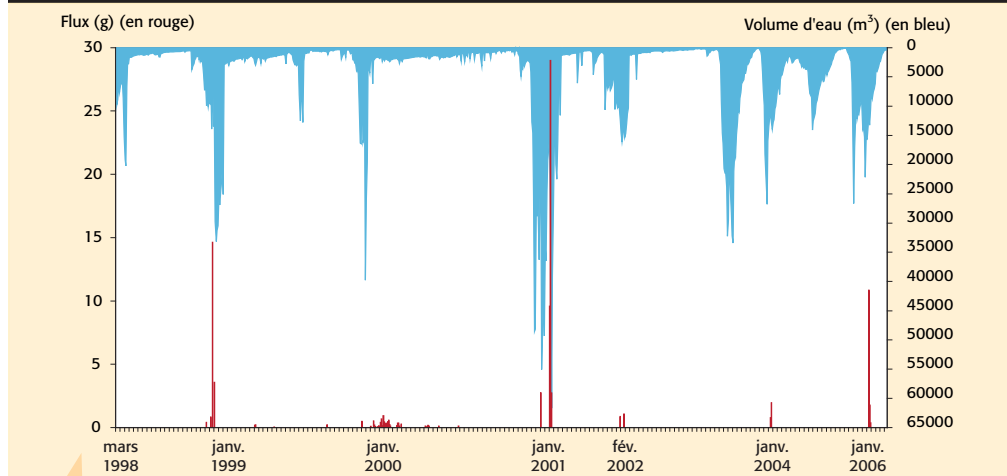
gnes très sèches (2002-2003 et 2004-2005) où aucun transfert n'a été mesuré, toutes les campagnes présentent des périodes plus ou moins importantes de vidange de la réserve utile des sols ou des déficits de pluviométrie extrêmement importants.

Une certaine quantité de substance active est susceptible d'atteindre la rivière. ▼



© J. Molines, ARVALIS-Institut du végétal

Pics de flux et débits de la rivière la Fontaine du Theil (fig. 3)



Les pics de flux correspondent à des périodes où les débits sont en augmentation rapide ou déjà extrêmement importants.

Si, en théorie, fin janvier ou début février, la réserve utile était pleine, le déficit hydrique a non seulement permis une certaine vidange de la réserve utile mais il a permis également aux agriculteurs de traiter leurs parcelles. Comme le déficit hydrique plus ou moins prolongé a reporté les écoulements des parcelles vers la rivière au mois de mars, il est logique que les flux les plus importants y soient observés.

La campagne 1999-2000 a également présenté de petites périodes durant lesquelles les réserves utiles n'étaient pas pleines. Elles ont permis les traitements mais ont immé-

Les précipitations qui suivent les périodes de traitement provoquent des transferts rapides de matière active.

diatement été suivies de précipitations importantes. Ces précipitations ont rempli les réserves utiles et ainsi provoqué des transferts rapides d'isoproturon des parcelles vers la rivière.

Il faut également prendre en compte l'importance des débits au moment des applications (figure 3).

Les pics de flux correspondent à des périodes où les

débits sont en augmentation rapide ou déjà extrêmement importants. *A contrario*, les flux les moins élevés correspondent à des périodes où les débits sont très faibles ou en voie de diminution, ce qui signifie que les sols ne sont pas saturés en eau.

Enfin, la localisation et la caractérisation des parcelles traitées permettent de préciser l'importance ou la faiblesse des transferts (des parcelles à risque le long de la rivière avec absence de bande enherbée, un traitement en quantité plus importante suivie d'une période de pluie abondante...).

Réduire les risques liés à la dérivation

Pour l'isoproturon, les modes de transfert des eaux excédentaires sont de même nature à la Jaillièrre et à la Fontaine du Theil, par réseaux de drainage et ruissellement par saturation. Dans la Fontaine du Theil, on retrouve également des transferts par ruissellement de subsurface, des ruissellements concentrés qui empruntent des fossés creux pour rejoindre la rivière ainsi que des transferts par dérivation directe de pulvérisation. Ce dernier mode de transfert a toutefois très fortement diminué au cours de l'étude. En effet, en 1998, 65 % des rives de la rivière étaient jugées vulnérables et non protégées par des aménagements. Aujourd'hui, toutes les berges sont protégées par des zones tampons, réduisant ainsi les risques de contamination par dérivation.

Quand l'herbicide est appliqué sur des sols proches de la saturation en eau et que des précipitations importantes surviennent, ils font l'objet de transferts rapides et conséquents.

Les conditions qui génèrent les transferts d'isoproturon

Protéger les berges par des zones tampons réduit les risques de contamination par dérivation.



© N. Cornec

Transferts des chloroacétanilides à l'échelle du bassin versant de la Fontaine du Theil (tab. 2)

	Métolachlore		Alachlore		Diméthénamide et DMTA-p		Acétochlore	
	Transfert automne hiver* (g)	Transfert printemps été** (g)	Transfert automne hiver* (g)	Transfert printemps été** (g)	Transfert automne hiver* (g)	Transfert printemps été** (g)	Transfert automne hiver* (g)	Transfert printemps été** (g)
1998-1999	0,62	24,95	2,9	1,90	0,00	9,22	-	-
1999-2000	11,75	0,2	4,94	0,26	1,04	2,4	-	-
2000-2001	11,89	0,2	0,41	0,00	0,30	0,13	0,53	0,46
2001-2002	0,78	-	0,00	0,09	0,09	0,00	0,74	0,18
2002-2003	-	-	0,00	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00
2003-2004	-	-	0,25	0,00	0,11	0,00	0,17	0,56
2004-2005	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24
2005-2006	-	-	0,00	5,66	0,00	1,08	0,00	2,32

*: transfert de substance active appliquée au cours de la campagne précédente.
 **: transfert post application jusqu'en septembre

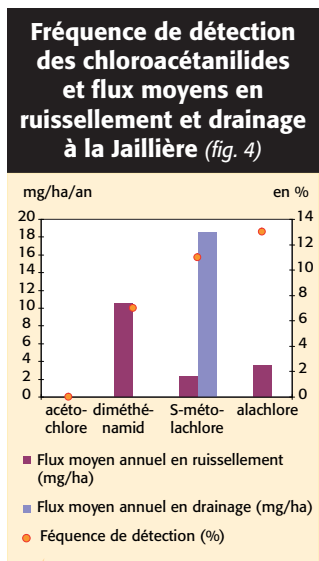
Le transfert moyen annuel de métolachlore a été de 14,71 g, celui de l'alachlore s'est élevé à 2,26 g, celui du diméthénamide et/ou DMTA-p à 1,80 g et celui de l'acétochlore à 0,87 g. Globalement, les flux ont été très faibles après 2000.

sont avant tout la période de traitement, le statut hydrique du sol au moment du traitement et le régime des précipitations observées dans les jours et semaines qui suivent l'application. Cela confirme les conseils diffusés pour l'application de cet herbicide dans les sols hydromorphes de l'Ouest.

Moins de transfert pour les applications printanières

Pour les acétanilides, les fréquences de détection sont plus faibles que celles de l'isoproturon (figure 4). Les taux de détection sont faibles pour les produits appliqués au printemps (acétochlore, diméthénamide et DMTA-P, S-métolachlore et alachlore) car à cette période, les écoulements par drainage et ruissellement sont terminés. De fortes précipitations en mai ou en juin provoquent parfois quelques transferts à des concentrations pouvant être élevées, mais les volumes d'eau écoulés étant faibles, ces transferts représentent généralement des flux très peu importants.

▶ Le succès de la démarche de la Fontaine du Theil réside dans la mise en place de mesures pérennes aptes à préserver la qualité de l'eau de façon durable.



Les produits appliqués au printemps (acétochlore, diméthénamide et DMTA-P, S-métolachlore et alachlore) présentent des taux de détection faibles car, à cette période, les écoulements par drainage et ruissellement sont terminés.

Pour les chloroacétanilides, des pics de concentration importants, incompatibles avec la connaissance actuelle sur les possibilités de transfert de ces substances, ont été observés. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées : des transferts d'origine ponctuelle et des utilisations non autorisées par les homologations des produits.

Certains flux plus importants de matière active peuvent s'expliquer par une

application sur des parcelles caractérisées par un risque de transfert important, notamment par dérive de pulvérisation dû à un important linéaire de rivière non protégé. Au cours des campagnes suivantes, on observe de très faibles flux de chloroacétanilides (tableau 2).

Aménager les parcelles à risque

Les plus faibles transferts de chloroacétanilides par rapport à l'isoproturon sont dus à la période d'application de ces herbicides maïs qui, dans le contexte pédoclimatique de l'Ouest de la France, se traduit par des réserves utiles des sols en cours de vidange, un climat ne provoquant que peu d'orages au printemps et des sols globalement peu sensibles à la battance.

Les flux plus faibles mesurés sur le bassin versant de la Fontaine du Theil au cours des dernières années de l'étude vient du fait que la rivière est de mieux en mieux protégée des transferts par ruissellement et par dérive de pulvérisation. Ainsi, le nombre de parcelles à risque de transfert direct vers la rivière est quasiment nul à la fin de l'étude.

L'aménagement des principales parcelles à risque de transfert ainsi que la protection de la rivière par des zones tampons ont permis de réduire les flux de manière importante. De 1998 à 2006, ils ont diminué de 73 %. Ces transferts sur même nuls sur quelques campagnes.

La cohérence s'explique par la similitude des conditions de milieu : modes de transfert communs et régime climatique peu différent. Les techniques de désherbage mises au point sur le site de la Jaillière dans l'objectif d'éviter les contaminations des eaux sont donc transposables sans difficultés dans l'Ouest de la France. Ainsi, pour le désherbage des céréales d'hiver, les

Le dispositif expérimental

Sur le site de la Jaillière (44), représentatif des limons hydromorphes sur schiste de l'Ouest, les prélèvements hebdomadaires proportionnels aux débits d'écoulement ont permis de calculer les flux de matières actives exportés. Le petit ruisseau de « La Fontaine du Theil », à une trentaine de kilomètres au Nord de Rennes, traverse une zone de 136 ha sur 2 km. Les bords de champ représentent 26 km de linéaire dont plus de 70 % sont bordés de talus ou de haies fortement dégradées. À l'exutoire du bassin-versant, des préleveurs automatiques réalisent des échantillons dont la fréquence dépend du volume d'eau et donc des crues. Le nombre de substances actives et métabolites suivies est passé de 18 en 1999 à 28 en 2006. La priorité a été donnée aux désherbants, notamment du maïs et du blé.



▲ À la Jaillière, les flux de matière active ont été mesurés dans les eaux de drainage et de ruissellement.

