



Pressions saisonnières d'herbicides sur le Rhin - Onde d'isoproturon 2011 -

Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Rapport n° 211



Editeur:

Comission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, 56068 Coblenze, Allemagne
Postfach 20 02 53, 56002 Coblenze, Allemagne
Téléphone +49-(0)261-94252-0, téléfax +49-(0)261-94252-52
Courrier électronique: sekretariat@iksr.de
www.iksr.org

ISBN 978-3-941994-49-2

© IKSР-CIPR-ICBR 2013

Pressions saisonnières d'herbicides sur le Rhin

Flux élevés d'isoproturon et de chlortoluron issus de la culture de céréales en décembre 2011

L'isoproturon (IPU) et le chlortoluron sont des herbicides appliqués depuis de nombreuses années en quantités importantes dans la culture des céréales. On relève en période de travaux des champs des pressions nettement identifiables d'isoproturon (IPU, n° CAS : 34123-59-6) et de chlortoluron (n° CAS : 15545-48-9) sur le Rhin, notamment quand des jours de précipitations intenses suivent les phases d'épandage d'herbicides. Ces pressions s'expliquent par le lessivage à grande échelle de surfaces de culture de céréales d'hiver et éventuellement par un nettoyage inapproprié d'appareils de pulvérisation.

La pollution du Rhin par les herbicides a une longue histoire. La CIPR a présenté en 2003 son premier rapport sur les pressions de l'isoproturon et du chlortoluron sur le Rhin en se fondant sur les données recueillies en 2001/2002 (rapport CIPR n° 135). La station de qualité du Rhin de Worms a également fait rapport en 2008 d'une forte pollution du Rhin par l'isoproturon survenue en 2007.

1. Etat des pressions en 2011

En 2011 également, il a été constaté une période de pression d'environ quatre semaines due à ces deux herbicides dans le Rhin.

De l'isoproturon a été détecté du 05.12. au 31.12.2011 dans la zone de transition entre Rhin moyen et Rhin inférieur à hauteur de la station d'analyse de Bad Godesberg située sur rive gauche du Rhin. le pic de concentration (moyenne journalière estimée) a atteint 0,21 µg/l. sur la rive opposée, la station d'analyse de Bad Honnef a relevé des concentrations plus basses avec un maximum de 0,14 µg/l. A hauteur de la station de Bimmen, une concentration de 0,1µg/l a été atteinte dans la zone de transition entre Rhin inférieur et delta du Rhin le 12.12.2011 pour la première fois. Les concentrations maximales respectives (moyennes journalières estimées) ont été relevées le 21.12, avec 0,17 µg/l à Bimmen et 0,18 µg/l à Lobith.

Des concentrations surélevées de chlortoluron sont aussi apparues dans le Rhin avec un léger décalage dans le temps. Du chlortoluron a été détecté à Bad Godesberg à partir du 15.12. Cette pression par le chlortoluron s'est maintenue environ deux semaines jusqu'à fin décembre avec un maximum de 0,2 µg/l (moyenne journalière estimée) détecté le 22.12 sur la rive gauche du Rhin. A hauteur de la station de Bad Honnef située sur la rive droite du Rhin (PK 640), il n'a été détecté de chlortoluron que pendant quatre jours (maximum de 0,07 µg/l).

A Lobith (PK 862, rive droite) et Bimmen (PK 865, rive gauche), la pollution du Rhin par le chlortoluron, constatée à partir du 15.12, est restée détectable pendant env. 2 semaines. La première identification du chlortoluron est survenue env. 7 jours plus tard que celle de l'IPU. La contamination, comparable dans les deux stations, oscillait entre 0,1 - 0,15 µg/l avec une légère tendance à la hausse à Bimmen sur rive gauche du Rhin par rapport à Lobith. Les concentrations maximales de chlortoluron mesurées dans le débit du Rhin se sont élevées à 0,13 µg/l (le 22.12) autant à Bimmen qu'à Lobith.

On trouvera en annexes 1 et 2 du présent rapport des tableaux récapitulatifs des pressions journalières estimées dans le cadre des analyses des stations du programme de Rhénanie-du-Nord-Westphalie (NRW) de surveillance des eaux en temps réel.

2. Normes de qualité environnementale pour l'isoproturon et le chlortoluron

L'isoproturon entre dans la 3^{ème} classe (allemande) de danger pour les eaux (très dangereux pour les eaux) et est autorisé dans tous les Etats membres de la CIPR comme herbicide appliqué en culture labourée. La directive 2008/105/CE attribuée à l'isoproturon, substance classée « prioritaire », les normes de qualité environnementales suivantes :

Concentration moyenne annuelle 0,3 µg/l

Concentration maximale 1,0 µg/l

Le chlortoluron entre dans la 2^{ème} classe (allemande) de danger pour les eaux.

L'autorisation du chlortoluron est arrivée à échéance le 1^{er} mai 2000 aux Pays-Bas et son application y est interdite depuis le 1^{er} mai 2002. En France, en Belgique et en Suisse, le chlortoluron est autorisé, de même qu'en Allemagne, où l'autorisation avait été temporairement levée.

En règle générale, l'isoproturon est appliqué en quantités beaucoup plus importantes que le chlortoluron dans les cultures céréalières. A l'opposé de l'isoproturon, substance prioritaire, il ne lui est pas attribué de norme de qualité environnementale (NQE) à validité européenne. En Allemagne (avec le règlement fédéral sur les eaux de surface (Oberflächengewässerverordnung – OgewV – du 20.7.2011) et aux Pays-Bas (avec le règlement du 06.04.2010 publié au Staatscourant (Journal Officiel) n° 5625 du 14.4.2010), une norme existe cependant pour cette substance :

Concentration moyenne annuelle 0,4 µg/l

Parallèlement aux normes de qualité environnementales susmentionnées, qui visent notamment à protéger les biocénoses, un principe de précaution particulier s'applique au Rhin car ses eaux sont captées pour produire de l'eau potable. La valeur limite de concentration de produits phytosanitaires dans l'eau potable est de 0,1 µg/l et elle doit être déjà respectée si possible dans l'eau brute.

Il a également été convenu au sein de la CIPR un objectif de référence de 0,1 µg/l (percentile 90 – bien à protéger 'eau potable') pour le Rhin. On trouvera en annexe 3 des données écotoxicologiques sur les deux produits phytosanitaires.

3. Causes des pressions des herbicides sur le Rhin

On détecte chaque année en période de cultures de céréales d'hiver des concentrations nettement identifiables d'isoproturon et de chlortoluron dans le Rhin, notamment quand quelques jours de précipitations intenses suivent les phases d'épandage de ces deux her-

bicides. Un phénomène similaire est également constaté au printemps avec la culture de céréales d'été. En règle générale, les flux d'herbicides rejoignant le Rhin représentent plusieurs centaines de kilos et peuvent même dépasser la tonne. Entre octobre et décembre 2007, on a ainsi relevé par ex. dans le Rhin inférieur un flux d'isoproturon d'env. 1.700 kg. Au cours de l'hiver 2011/2012, un apport d'herbicides de l'ordre de 1.300 kg a rejoint le Rhin moyen. Pendant cette période, des concentrations d'herbicides notables ont été identifiées dans les grands affluents du Rhin.

On estime que les quantités d'herbicides rejoignant les eaux du bassin du Rhin sont nettement inférieures à 1% des quantités appliquées. Cet ordre de grandeur ressort de rapports antérieurs de l'Office de l'environnement de Rhénanie-du-Nord-Westphalie (LUA NRW). Les cultures de céréales d'hiver couvraient par ex. une superficie d'env. 104.000 ha en 2007 dans le bassin de la Lippe. Selon les estimations de la chambre d'agriculture de Münster, les quantités d'isoproturon épandues étaient de l'ordre de 75.000 à 150.000 kg. Le flux d'isoproturon détecté dans la Lippe en 2007 s'élevait à env. 120 kg. Il découle des données recensées un flux équivalent à env. 0,08-0,16% des quantités d'isoproturon utilisées dans le bassin de la Lippe.

4. Flux d'herbicides dans le Rhin en novembre/décembre 2011

Les concentrations journalières moyennes estimées au droit des stations d'analyse de Bad Honnef/Bad Godesberg et de Bimmen/Lobith permettent également de déterminer les flux approximatifs transportés dans le Rhin. Dans le cadre de l'examen de l'évolution des flux polluants dans le Rhin inférieur en 2011, les variations de débit ont joué un rôle important, car le débit a augmenté d'un facteur 2 à 3 pendant la période considérée, ce qui a eu pour effet d'atténuer la hausse de concentration des substances malgré une nette augmentation des flux.

Tableau 1 : Débits journaliers du Rhin en décembre 2011

Echelle de Bonn	m³/s	Echelle de Rees	m³/s
07/12/2011	1.472	07/12/2011	1.273
14/12/2011	2.216	14/12/2011	2.535
21/12/2011	3.316	21/12/2011	4.320
28/12/2011	3.036	28/12/2011	3.777

A partir des données d'analyse obtenues à Bimmen et à Lobith, on estime qu'un flux de l'ordre de 750 kg d'isoproturon et de 400 kg de chlortoluron a transité à hauteur de la frontière germano-néerlandaise pendant la période d'examen de 2011 (voir tableau 2).

Avant même de déboucher dans le Rhin inférieur sur le territoire de NRW, le Rhin moyen accuse un pourcentage très élevé de flux des herbicides détectés. Dans le cas de l'isoproturon, les concentrations mesurées au droit de la station d'analyse de Bad Godesberg (rive gauche) sont nettement plus élevées que celles de Bad Honnef (rive droite), ce qui laisse penser que la Moselle est aussi une voie significative d'apport d'isoproturon en 2011. Les analyses de Rhénanie-Palatinat confirment ces observations, bien qu'une com-

paraison directe entre les échantillons moyens de 14 jours et les données recensées en Rhénanie-du-Nord-Westphalie (NRW) à partir d'échantillons instantanés et d'échantillons moyens de 8 h reste problématique. Pour le chlortoluron, une tendance polluante aussi marquante à la hausse est constatée sur la rive gauche du Rhin (Bad Godesberg), ce qui est également le signe d'un apport significatif de la Moselle.

Tableau 2 : évolution des flux d'isoproturon et de chlortoluron dans le tronçon du Rhin en Rhénanie-du-Nord-Westphalie (données : LANUV NRW)

Isoproturon						
	Flux total	Flux journalier minimal	Flux journalier maximal	délectable de - à	Jours > LD	Max. concentration
	kg	kg	kg		n	µg/l
Rhin moyen						
Honnef / Godesberg	≈ 560	≈ 10	≈ 50	09.12 - 31.12.11	23	0,14- 0,21
Rhin inférieur						
Bimmen / Lobith	≈ 760	≈ 5	≈ 65	07.12 - 01.01.12	26	0,17- 0,18
Apport de la Lippe	≈ 15	≈ 0,1	≈ 1,9 kg	07.12 - 09.01.11	28	0,26
Chlortoluron						
Rhin moyen						
Honnef / Godesberg	≈ 340	≈ 5	≈ 30	15.12 - 01.01.12	18	0,07- 0,20
Rhin inférieur						
Bimmen / Lobith	≈ 400	≈ 10	≈ 40	14.12 - 28.12.11	15	0,13- 0,13
Apport de la Lippe	---	---	---	---	---	---

Légende :

- LD** = limite de dosage
> LD = supérieur à la limite de dosage

Pour analyser la situation des pressions en NRW même, on peut faire appel aux données de la Lippe, le principal affluent du Rhin en NRW (voir annexe 2). Il y a été relevé une valeur maximale de 0,26µg/l pour l'isoproturon mais du chlortoluron n'a pas été détecté (voir annexe 1, moyennes journalières). Dans d'autres affluents (Ruhr, Erft), les échantillons instantanés n'ont fait ressortir ni chlortoluron, ni isoproturon, sauf dans l'Erft pour cette dernière substance. La valeur maximale a été identifiée dans un échantillon moyen prélevé dans l'Erft le 12.12.11 avec une concentration de 0,08µg/l ; l'apport du bassin du Rhin sur territoire NRW est donc faible si on le compare à la pression du Rhin en amont.

En raison de la répartition hétérogène des concentrations sur la section transversale du fleuve, l'estimation de flux effectuée sur le Rhin moyen à hauteur de Bad Honnef/Bad Godesberg à partir des résultats d'analyse s'est avérée complexe. Si l'on tient compte d'un temps d'écoulement d'env. 2 jours, on relève une (légère) tendance à la hausse des flux de chlortoluron à la frontière germano-néerlandaise (cf. tableau 2).

5. Pression et pourcentage des flux charriés par les grands affluents du Rhin moyen

La pression des herbicides détectée sur le Rhin inférieur a amené à lancer des recherches à grande échelle sur les causes de cette pression. Dans ce but, on a donc ajouté aux données de Rhénanie-du-Nord-Westphalie et intégré dans l'évaluation les résultats d'analyses réalisées en Hesse et en Rhénanie-Palatinat.

Pour la détermination des pressions d'isoproturon et de chlortoluron constatées dans le Rhin en décembre, les grands affluents du Rhin moyen et leurs flux respectifs d'herbicides ont joué un rôle important. Il n'est pas identifié d'herbicides dans les analyses effectuées au dernier trimestre 2011 (tableau 3) par le Land de RLP pour le Rhin à hauteur de Mayence (PK 498,5, rive gauche du Rhin). Cette station d'analyse située sur la rive gauche du Rhin n'est pas influencée par le Main et la Moselle.

En revanche, les échantillons moyens de 14 jours prélevés dans la Moselle montrent de nettes pressions par les herbicides. En regard des conditions météorologiques dominantes dans le bassin de la Moselle en novembre/décembre (plus de 4 semaines de temps sec en oct./nov. suivies d'une période prolongée de précipitations à partir du 03.12.11 avec hausse rapide du débit), il apparaît plausible que la pression des herbicides sur les eaux augmente du début à la mi-décembre en raison (également) des apports issus du ruissellement et du lessivage de surfaces imperméabilisées (Office de l'environnement, de la gestion des eaux et de l'inspection du travail de la Rhénanie-Palatinat, LUWG). Cependant, le mode de travail consistant à prélever des échantillons moyens de 14 jours ne permet pas de déterminer précisément sur une journée quand apparaissent les premières concentrations et/ou les pics de concentration respectifs atteints.

Tableau 3 : isoproturon et chlortoluron dans le Rhin à hauteur de Mayence. Résultats des analyses d'échantillons moyens de 14 jours (données : LUWG, RLP)

Mayence, PK 498,5 du Rhin, rive gauche		
Echantillon moyen	Isoproturon en µg/l	Chlortoluron en µg/l
17.10.-30.10.2011	<0,040	<0,040
31.10.-13.11.2011	<0,040	<0,040
14.11.-27.11.2011	<0,040	<0,040
12.12.-25.12.2011	<0,040	<0,040

Tableau 4 : isoproturon et chlortoluron dans la Moselle à hauteur de Palzem et de Fankel. Résultats des analyses d'échantillons moyens de 14 jours. (Données : LUWG RLP).

Palzem, PK 229,9 de la Moselle, rive droite		
Echantillon moyen	Isoproturon en µg/l	Chlortoluron en µg/l
17.10-30.10.2011	<0,040	<0,040
31.10-13.11.2011	0,040	<0,040
14.11.-27.11.2011	0,073	<0,040
26.12-07.01.2012	0,098	0,13
Fankel, PK 59,5 de la Moselle, rive gauche		
3.10-16.10.2011	<0,040	<0,040
17.10-30.10.2011	<0,040	<0,040
31.10-13.11.2011	<0,040	<0,040
14.11.-27.11.2011	0,042	<0,040
26.12-07.01.2012	0,12	0,15

Dans le bief amont du barrage de Palzem (PK 229,9 de la Moselle, rive droite), à env. 13 km en aval de la frontière française, on relève dès la 1^{ère} quinzaine de novembre des concentrations d'isoproturon, auxquelles s'ajoutent à partir de la 2^{ème} quinzaine de décembre des concentrations de chlortoluron (tableau 4). Ces constatations indiquent clairement que ces deux herbicides sont appliqués dans le bassin français de la Moselle. Il est intéressant de noter que la concentration la plus précoce relevée l'a été pour la Moselle au niveau de la frontière avec la France (Palzem). Le maximum atteint s'est élevé à 0,31 µg/l (dans un échantillon moyen de 14 jours).

Dans la station d'analyse de Fankel (PK 59,5 de la Moselle, rive gauche), située plus en aval, la présence des herbicides n'est visible qu'à partir de la 2^{ème} quinzaine de novembre. Le chlortoluron est détecté à hauteur de cette station env. deux semaines après celle de Palzem. Les maximaux sont atteints pour ces deux herbicides dans le courant de la deuxième quinzaine de décembre avec un maximum de 0,36 µg/l pour l'isoproturon et un niveau similaire de 0,34 µg/l pour le chlortoluron (cf. tableau 4).

Tableau 5 : isoproturon et chlortoluron dans la Sarre à hauteur de Kanzem en amont du débouché dans la Moselle. Résultats de l'analyse d'échantillons moyens de 14 jours. (données : LUWG, RLP)

Kanzem/Sarre, Wiltinger Bogen, PK 6,7, rive gauche		
Echantillon moyen	Isoproturon en µg/l	Chlortoluron en µg/l
17.10-30.10.2011	0,054	<0,040
<0,040	<0,040	26.12-07.01.2012
<0,040	14.11.-27.11.2011	0,14
31.10-13.11.2011	<0,040	0,15

Une nette pression par les herbicides est également visible dans la Sarre, affluent de la Moselle, pendant la période de culture de céréales d'hiver. On relève ainsi dans la Sarre pendant l'hiver 2011/2012 les plus fortes concentrations mesurées dans le bassin du Rhin, autant pour l'isoproturon (0,47µg/l) que pour le chlortoluron (0,39 µg/l) (cf. tableau 5).

Au débouché de la Moselle dans le Rhin (Coblence), il n'est détecté d'isoproturon dans les échantillons moyens de 14 jours qu'à partir du 28.11.11. Le chlortoluron est identifié à partir de la seconde quinzaine de décembre. On relève une concentration maximale de 0,31µ g/l d'isoproturon au niveau du débouché de la Moselle dans le Rhin, le chlortoluron atteignant un niveau comparable avec 0,29 µg/l au même endroit (voir tableaux 6 et 7).

Tableau 6 : isoproturon et chlortoluron dans la Moselle à hauteur de Coblence en amont du débouché dans le Rhin. Résultats de l'analyse d'échantillons moyens de 14 jours (données : LUWG, RLP)

Coblence/Moselle avant débouché dans le Rhin, PK 2,0 dans le bief amont du barrage		
Echantillon moyen	Isoproturon en µg/l	Chlortoluron en µg/l
03.10-16.10.2011	<0,040	<0,040
17.10-30.10.2011	<0,040	<0,040
31.10-13.11.2011	<0,040	<0,040
14.11.-27.11.2011	<0,040	<0,040

Les quantités d'herbicides rejetées dans la Moselle peuvent être estimées à partir des relevés synoptiques des données quantitatives des débits et des concentrations relevées dans les échantillons moyens de 14 jours. Pour les deux herbicides, les quantités rejetées sont similaires et évoluent dans un ordre de grandeur respectif de plus de 500 kg.

Tableau 7 : flux d'isoproturon et de chlortoluron dans la Moselle en amont du débouché dans le Rhin.

Flux d'herbicides dans la Moselle					
Période	Débit à Cochem millions de m³ sur 14 j	Isoproturon		Chlortoluron	
		Concentr.	Flux	Concentr.	Flux
		µg/l	kg	µg/l	kg
28.11 - 11.12.11	312	0,094	29,3	<0,04	---
12.12 - 25-12.11	1102	0,31	341,5	0,29	319,4
26.12 - 08.01.12	1208	0,14	169,1	0,17	205,3
Total (kg)			539,9		524,7

Données Résultats des analyses d'échantillons moyens de 14 jours. (LUWG RLP). Données de base sur les débits quantitatifs : Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), mises à disposition par la Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG).

Il ressort des concentrations d'herbicides mesurées et des flux obtenus au niveau du débouché de la Moselle que les flux détectés dans la zone de transition entre le Rhin moyen et le Rhin inférieur (≈ 560 kg d'isoproturon et ≈ 340 kg de chlortoluron) sont apportés pour l'essentiel par la Moselle dans le Rhin. Les concentrations d'herbicides mesurées, tout comme la répartition des concentrations entre les stations d'analyse de Bad Honnef et de Bad Godesberg, sont faciles à interpréter à partir des résultats obtenus au niveau du débouché de la Moselle dans le Rhin.

De plus, les données disponibles indiquent clairement qu'une partie des apports provient du bassin français de la Moselle. L'annexe 4 met en évidence l'apparition régulière d'apports très importants, dans le bassin français de la Moselle également, à l'automne et en hiver (en 2011 également) pendant la période de culture des céréales d'hiver, ce qui est visible aux pointes d'isoproturon dues aux applications de ce produit en culture céréalière. On relève ainsi des concentrations maximales pouvant aller jusqu'à $0,75 \mu\text{g/l}$ (2007) (cf. annexe 4). On suppose donc pour 2011 également qu'un pourcentage élevé des flux d'isoproturon transitant par la Moselle provient du bassin français. On ne dispose pas d'examen détaillé des flux et concentrations, car il n'est pas effectué de surveillance des eaux en continu du bassin français de la Moselle.

Le Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) a mis à disposition des données sur la pression du Main par les herbicides. Les échantillons moyens hebdomadaires de la station de Bishofsheim (à env. 4 km du débouché du Main dans le Rhin) ont été analysés par le HLUG et les résultats reflètent une nette pression du Main par l'isoproturon alors que le chlortoluron, comme dans la Lippe, n'y est pas détecté.

Le Main débouche dans le Rhin au PK 496. Le temps d'écoulement de l'eau jusqu'à Bad Honnef est de l'ordre d'une journée et d'env. trois jours jusqu'à Bimmen. Il faut cependant prendre en compte de l'effet de dilution dans le Rhin si l'on veut estimer le pourcentage de pression dû au Main par rapport aux flux charriés par le Rhin inférieur. En termes quantitatifs, le débit du Main représente généralement entre 10 et 20 % du débit du Rhin (échelle de Kaub, tableau 8).

Tableau 8 : Comparaison entre les débits du Main (échelle de Raunheim) et ceux du Rhin en aval du débouché du Main (échelle de Kaub).

	Débit moyen	Débit moyen	Débit	Débit	Part du Main dans le
	Rhin	Main	Rhin	Main	débit du Rhin
	Kaub	Raunheim	Kaub	Raunheim	Kaub
Période	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	millions de m ³	millions de m ³	%
31.10-07.11.11	871	94	602	57	9
07.11-14.11.11	777	92	537	56	10
14.11-21.11.11	714	92	493	56	11
21.11-28.11.11	665	86	460	52	11
28.11-05.12.11	677	94	468	57	12
05.12-12.12.11	3.036	314	982	190	19
12.12-19.12.11	3.316	320	3.316	194	14
20.12-27.12.11	3.316	480	4.320	290	17
27.12-02.01.12					
02.01-09.01.12	4.320	526	3.036	318	15
09.01-16.01.12	3.036	557	3.777	337	16
16.01-23.01.12	3.036	453	3.316	274	16

Données Débits du Main : LUWG RLP. Données de base sur les débits quantitatifs : Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), mises à disposition par la Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG).

Il ressort des données hessoises une concentration maximale de 0,3 µg/l dans l'échantillon moyen hebdomadaire couvrant la période du 20 au 27.12.11 et les résultats permettent de déterminer avec un niveau de précision relativement bon les flux transportés par le Main dans le Rhin. A partir des données de novembre et décembre 2011, on obtient un flux d'isoproturon d'env. 290 kg pour le Main, ce que le HLUg considère « anormalement élevé » (tableau 9). L'ordre de grandeur du flux du Main correspondrait à env. 50 % du flux d'isoproturon de 560 kg détecté à Bad Honnef/Bad Godesberg pendant l'hiver 2011/2012. Les flux rejetés par le Main côté rive droite du Rhin devraient, pour l'essentiel, avoir un impact sur les résultats d'analyse de Bad Honnef.

Il en résulte que seules les concentrations d'isoproturon inférieures à 0,3 µg/l provenant du Main seraient nettement diluées par les eaux du Rhin – dans l'hypothèse que le Rhin ne soit pas préalablement pollué – et seraient alors probablement inférieures à la limite de dosage de 0,05 µg/l à Bad Honnef/Bad Godesberg. Les flux d'isoproturon issus du Main ne sont donc généralement détectables par analyse dans les eaux du Rhin à Bad Honnef que si existent des sources de pression supplémentaires. Les flux de l'ordre de

80 à 100 kg transportés dans le Rhin par le Main dans le courant du mois de janvier 2012 n'ont plus été recensés par analyse à Bad Honnef car l'apport supplémentaire dû à la Moselle était déjà terminé à cette date.

Tableau 9 : Concentrations et flux d'isoproturon et de chlortoluron dans le Main à hauteur de Bishofsheim en amont du débouché dans le Rhin. Résultats des analyses d'échantillons moyens de 14 jours.

Date de l'échantillon moyen ou période d'écoulement	Isoproturon µg/l	Chlortoluron µg/l	Débit moyen en m ³ /s	Débit par période Station de Raunheim en millions de m ³	Flux d'isoproturon en kg
31.10-07.11.11	<0,05	<0,05	94	57	---
07.11-14.11.11	<0,05	<0,05	92	56	---
14.11-21.11.11	0,1	<0,05	92	56	5,6
21.11-28.11.11	0,08	<0,05	86	52	4,2
28.11-05.12.11	0,06	<0,05	94	57	3,4
05.12-12.12.11	0,09	<0,05	314	190	17,1
12.12-19.12.11	0,29	<0,05	320	194	56,2
20.12-27.12.11	0,3	<0,05	480	290	87,0
27.12-02.01.12	Aucun prélèvement				
02.01-09.01.12	0,1	<0,05	526	318	31,8
09.01-16.01.12	0,12	<0,05	557	337	40,4
16.01-23.01.12	0,05	<0,05	453	274	13,7
23.01-30.01.12	0,07	<0,05	720	436	30,5
	Flux total				289,9

Données : Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)

La répartition hétérogène des concentrations (rive droite/gauche) sur le profil transversal rend difficile un calcul estimatif des flux du Rhin moyen à hauteur de Bad Honnef/Bad Godesberg. La détermination des flux est plus aisée entre Bimmen et Lobith grâce à une répartition nettement plus homogène des concentrations. Les flux d'isoproturon et de chlortoluron déterminés dans ce tronçon correspondent beaucoup mieux aux apports du Rhin moyen que ceux de Bad Honnef/Bad Godesberg.

Tableau 10: apports d'isoproturon et de chlortoluron dans le Rhin moyen et pourcentage de ces apports dans le flux détecté à la frontière germano-néerlandaise.

	Estimation de l'apport dans le Rhin moyen	Estimation du flux à Bimmen/Lobith (IMBL)	Pourcentage du flux relevé à hauteur d'IMBL par rapport à l'apport du Rhin moyen
Isoproturon	≈ 830 kg	≈ 760 kg	92%
Chlortoluron	≈ 520 kg	≈ 400 kg	77%

Les données sur la pression des herbicides dans le Neckar ont été mises à disposition par la Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz du Land de Bade-Wurtemberg (LUBW) On ne dispose cependant pour le Neckar que des résultats d'échantillons instantanés prélevés toutes les quatre semaines au cours de l'automne et de l'hiver 2011 (tableau 11). Il n'a pas été détecté de chlortoluron ni d'isoproturon en octobre et novembre dans le Neckar alors que l'échantillon instantané de décembre affiche une nette pression d'isoproturon au débouché du Neckar dans le Rhin, similaire à celle de la Moselle, avec un chiffre de 0,4 µg/l. On note une tendance à la hausse des concentrations dans le Neckar à mesure que l'on va vers l'aval. Les données tirées des échantillons instantanés disponibles sur la pression des herbicides sur le Neckar ne permettent pas de tirer des enseignements sur l'évolution des concentrations et des flux.

Tableau 11 : concentrations d'isoproturon et de chlortoluron dans des échantillons instantanés du Neckar

Lieu	Date	Isoproturon µg/l	Chlortoluron µg/l
Kirchentellingsfurt	18.10.11	<0,05	<0,05
	16.11.11	<0,05	<0,05
	13.12.11	0,18	<0,05
Deizisau	17.10.11	<0,05	<0,05
	14.11.11	<0,05	<0,05
	12.12.11	0,24	<0,05
Poppenweiler	17.10.11	<0,05	<0,05
	14.11.11	<0,05	<0,05
	12.12.11	0,2	<0,05
Besigheim	17.10.11	<0,05	<0,05
	14.11.11	<0,05	<0,05
	12.12.11	0,3	<0,05
Mannheim	24.10.11	<0,05	<0,05
	21.11.11	<0,05	<0,05
	19.12.11	0,4	<0,05

Données Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)

6. Apports des affluents du Rhin inférieur

Les analyses d'échantillons moyens et instantanés tirés de grands affluents du Rhin en NRW font apparaître un apport quantitatif plutôt faible d'isoproturon à partir des bassins versants sur territoire de NRW. Des concentrations plus fréquentes > LD ne sont recensées en Rhénanie-du-Nord-Westphalie que dans la Lippe. Les maximums sont atteints dans les échantillons moyens journaliers des 18 et 19.12.2011 avec des concentrations de 0,26 µg/l (cf. annexe 2).

Vu le faible débit que représente la Lippe comparé à celui du Rhin, le flux qu'elle apporte au Rhin reste très faible. On estime que le flux d'isoproturon apporté au Rhin par la Lippe est de l'ordre de 15 kg pendant la période considérée (tableau 2). Les apports d'autres affluents du Rhin inférieur (Erft, Ruhr) ne contribuent pas non plus pour une part significative à la pression des herbicides sur le Rhin inférieur.

7. Pression des herbicides et enjeux

Biocénose

Les concentrations d'isoproturon et de chlortoluron détectées en décembre 2011 dans le Rhin ne font pas attendre de dommages aigus de la biocénose. Les données écotoxicologiques des deux herbicides sont regroupées en annexe 3. Les normes de qualité environnementales de l'isoproturon (concentration moyenne annuelle 0,3 µg/l, concentration maximale 1,0 µg/l) tout comme celles du chlortoluron (concentration moyenne annuelle 0,4 µg/l) sont respectées dans les stations d'analyse de Rhénanie-du-Nord-Westphalie en 2011.

Production d'eau potable

A la suite du dépassement du seuil d'information de 0,1 µg/l (appliqué sur le territoire de NRW), un premier message sur la période de concentration surélevée d'herbicides a été envoyé à titre d'information le 13.12.2011 par le biais du Plan d'Avertissement et d'Alerte Rhin (PAA), outil permettant également d'informer les exploitants des usines de production d'eau potable de la survenance d'ondes polluantes. Les producteurs d'eau potable peuvent au besoin décider librement d'engager en temps requis dans des installations spécifiques les mesures requises de protection de l'eau potable, de sorte qu'il n'y a pas eu à craindre d'interruption de la production d'eau potable en NRW et aux Pays-Bas sous l'effet de la hausse des pressions par les herbicides.

Selon les informations communiquées par le RIWA (entreprises de production d'eau du Rhin), l'onde d'isoproturon survenue à la fin de l'année 2011 n'a pas amené les usines d'eau néerlandaises à prendre des mesures, car il a été fait usage d'une réglementation particulière passée avec les services publics et autorisant un dépassement temporaire des concentrations d'herbicides (0,1 µg/l) dans « certaines conditions jusqu'à env. 0,3 µg/l une fois par an ».

8. Conclusions

Les apports d'isoproturon et de chlortoluron observés depuis des années et également signalés dans le rapport CIPR n° 135 se maintiennent hier comme aujourd'hui à un niveau relativement élevé. Une quantité d'isoproturon de l'ordre de 830 kg au moins (somme des flux de la Moselle et du Main) et de chlortoluron de l'ordre de 520 kg au moins (Moselle) a été constatée dans le Rhin au cours de l'hiver 2011/2012. Il a été détecté au total dans le Rhin moyen des flux d'herbicides correspondant à environ 1.300 kg.

Plus de la moitié des flux du Rhin moyen sont restés détectables par analyse dans la zone de transition entre Rhin moyen et Rhin inférieur. Du fait de la répartition homogène des concentrations dans le Rhin à hauteur de la frontière germano-néerlandaise, les estimations de flux correspondent au droit de la station internationale de Bimmen/Lobith (IMBL) à env. 92 % des flux d'isoproturon et à env. 77 % des flux de chlortoluron charriés par le Rhin moyen.

Selon les conditions de débit rencontrées, on constate à l'exemple de l'apport d'isoproturon dans le Main en janvier 2012 que les flux d'herbicides des grands affluents évoluant dans un ordre de grandeur supérieur à 100 kg ne sont parfois plus détectables par analyse dans le Rhin en raison de l'effet de dilution.

On constate donc que les conclusions du rapport CIPR n° 150 conservent encore aujourd'hui toute leur validité et qu'il est nécessaire de les mettre en application. Si des mesures de réduction plus poussées ne sont pas engagées, il est à prévoir que l'on retrouvera à l'avenir chaque année de grandes quantités d'herbicides dans les eaux du bassin du Rhin et qui convergeront ensuite vers le Rhin avant de rejoindre la mer du Nord.

Même si la production d'eau potable n'a pas été perturbée de manière aiguë grâce aux messages communiqués par le biais du PAA Rhin et aux mesures préventives prévues par les exploitants des usines d'eau potable, il convient de tendre à abaisser la pression persistante et régulière des herbicides sur le Rhin, autant pour des raisons de protection hygiénique de l'eau potable que sous l'angle écologique. Cette remarque vaut tout particulièrement pour l'isoproturon, substance classée « prioritaire » par l'UE et autorisée dans les Etats membres de la CIPR.

Un grand pas en avant est possible pour réduire les flux d'herbicides dans le Rhin si des mesures sont prises sous forme de conseil intensif aux utilisateurs délivré par les chambres d'agriculture et de contrôle de l'application des herbicides dans les règles de l'art.

Le Plan de gestion, partie A, établi au titre de la DCE mentionne les mesures déjà prises dans le bassin du Rhin pour abaisser la pression de l'isoproturon, comme par ex. l'utilisation d'appareils de pulvérisation limitant l'entraînement par le vent lors de l'épandage de produits phytosanitaires, des formes améliorées de conseil des agriculteurs et le réexamen de la réglementation régissant les autorisations des produits. En l'état actuel des connaissances, il n'est pas encore ressenti d'impact positif de ces mesures à l'échelle du bassin Rhin jusqu'à présent.

Annexe 1 :

Estimation des concentrations journalières moyennes dans le tronçon du Rhin situé sur le territoire de NRW

Tableau 1 : flux entrant du Rhin à hauteur des stations d'analyse de Bad Honnef (rive droite) et de Bad Godesberg (rive gauche)

Flux entrant du Rhin : estimation de la concentration journalière moyenne				
Date	Isoproturon µg/l		Chlortoluron µg/l	
	Godesberg	Honnef	Godesberg	Honnef
05.12.11	0,05	--	<0,05	--
06.12.11	--	--	--	--
07.12.11	--	<0,05	--	<0,05
08.12.11	--	<0,05	--	<0,05
09.12.11	0,05	0,06	<0,05	<0,05
10.12.11	--	<0,05	--	<0,05
11.12.11	--	0,06	--	<0,05
12.12.11	--	0,07	--	<0,05
13.12.11	0,14	0,06	<0,05	<0,05
14.12.11	--	<0,05	--	<0,05
15.12.11	0,16	0,06	0,12	<0,05
16.12.11	0,21	0,10	0,09	<0,05
17.12.11	0,14	0,09	0,10	<0,05
18.12.11	0,15	0,09	0,06	<0,05
19.12.11	0,16	0,08	0,05	0,07
20.12.11	0,15	0,12	0,10	0,07
21.12.11	0,17	0,08	0,10	<0,05
22.12.11	0,21	0,10	0,20	<0,05
23.12.11	0,11	0,06	0,17	<0,05
24.12.11	0,14	0,09	0,13	0,07
25.12.11	0,13	0,14	0,11	0,06
26.12.11	0,09	0,10	0,07	<0,05
27.12.11	0,06	<0,05	0,05	<0,05
28.12.11	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
29.12.11	0,06	<0,05	0,05	<0,05
30.12.11	0,05	<0,05	0,07	<0,05
31.12.11	0,06	0,05	<0,05	<0,05
01.01.12	<0,05	<0,05	0,05	<0,05
02.01.12	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
03.01.12	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Données : Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV NRW)

Tableau 2: flux sortant du Rhin à hauteur de la station d'analyse internationale de Bimmen/Lobith

Estimation des concentrations journalières moyennes				
Date	Isoproturon		Chlortoluron	
	µg/l		µg/l	
	Lobith	Bimmen	Lobith	Bimmen
07.12.2011	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
08.12.2011	0,06	0,05	<0,05	<0,05
09.12.2011	0,06	0,07	<0,05	<0,05
10.12.2011	0,06	0,05	<0,05	<0,05
11.12.2011	0,06	0,05	<0,05	<0,05
12.12.2011	0,09	0,1	<0,05	<0,05
13.12.2011	0,08	0,1	<0,05	<0,05
14.12.2011	0,10	0,1	0,06	<0,05
15.12.2011	0,13	0,13	0,06	0,09
16.12.2011	0,14	0,15	0,07	0,10
17.12.2011	0,12	0,12	0,06	0,05
18.12.2011	0,12	0,13	0,08	<0,05
19.12.2011	0,16	0,15	0,08	0,11
20.12.2011	0,16	0,16	0,08	0,07
21.12.2011	0,18	0,17	0,13	0,10
22.12.2011	0,17	0,16	0,13	0,13
23.12.2011	0,14	0,14	0,12	0,11
24.12.2011	0,14	0,13	0,11	0,09
25.12.2011	0,13	0,13	0,12	0,09
26.12.2011	0,14	0,13	0,08	0,10
27.12.2011	0,14	0,15	0,07	0,06
28.12.2011	0,10	0,09	<0,05	0,05
29.12.2011	0,08	0,08	<0,05	<0,05
30.12.2011	0,06	0,06	<0,05	<0,05
31.12.2011	0,07	0,06	<0,05	0,06
01.01.2012	<0,05	0,06	<0,05	<0,05
02.01.2012	<0,05	0,05	<0,05	<0,05
03.01.2012	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
04.01.2012	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
05.01.2012	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
06.01.2012	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
07.01.2012	<0,05	<0,05	<0,05	0,05
08.01.2012	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
09.01.2012	0,06	<0,05	0,06	0,06
01.10.2012	<0,05	--	<0,05	--
11.01.2012	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
12.01.2012	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Données : Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV NRW)

Tableau 3 : Estimation des concentrations journalières moyennes de la Lippe

Station d'analyse de Wesel		
Date	Isoproturon	Chlortoluron
	µg/l	
01.10.2012	<0,05	<0,05
09.01.2012	0,05	<0,05
05.01.2012	0,05	<0,05
04.01.2012	0,08	<0,05
02.01.2012	<0,05	<0,05
01.01.2012	0,06	<0,05
31.12.2011	<0,05	<0,05
30.12.2011	0,07	<0,05
29.12.2011	0,09	<0,05
28.12.2011	0,11	<0,05
27.12.2011	0,13	<0,05
26.12.2011	0,09	<0,05
25.12.2011	0,10	<0,05
24.12.2011	0,10	<0,05
23.12.2011	0,12	<0,05
22.12.2011	0,11	<0,05
21.12.2011	0,17	<0,05
20.12.2011	0,23	<0,05
19.12.2011	0,26	<0,05
18.12.2011	0,26	<0,05
17.12.2011	0,09	<0,05
16.12.2011	0,07	<0,05
15.12.2011	0,08	<0,05
14.12.2011	0,08	<0,05
13.12.2011	0,10	<0,05
12.12.2011	0,08	<0,05
11.12.2011	0,08	<0,05
10.12.2011	0,05	<0,05
09.12.2011	0,05	<0,05
08.12.2011	0,06	<0,05
07.12.2011	0,05	<0,05

Données Données : Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV NRW)

Annexe 3

Ecotoxicologie de l'isoproturon et du chlortoluron

Le mécanisme actif de ces deux composés de la famille des urées substituées repose sur une inhibition de la photosynthèse dans le photosystème II des plantes (après pénétration par les racines). Il est donc logique que les données de toxicité aquatique fassent ressortir l'impact le plus toxique dans les tests sur les algues. Les concentrations détectées dans le Rhin ne font toutefois pas encore craindre d'impacts toxiques aigus sur la biocénose aquatique.

Tableau 4 : Données sur la toxicité aquatique de l'isoproturon et du chlortoluron

Isoproturon (source GSBL)				
Toxicité pour les poissons	Art / Espèce	Effet	Temps	Concentration
<i>Lebistes reticulata</i>	Guppy	CL 50	4 j	90 mg/l
Toxicité pour les crustacés				
<i>Daphnia magna</i>	Daphnie	CE 50	24 h	5,3 mg/l
Toxicité pour les algues				
<i>Scenedesmus subspicatus</i>	Chlorophycées	CE50	5 j	0,08 mg/l
Chlortoluron (source : fiche de données de sécurité selon le règlement (CE) n° 1907/2006 (REACH) (II))				
Toxicité pour les poissons		CL 50	96 h	12,9 mg
Toxicité pour les daphnies		CE 50	48 h	87 mg
Toxicité pour les algues		CE 50	72 h	0,084 mg/l

