

MICROPOLLUANTS DANS LES EAUX DU RHÔNE

MICROPOLLUTANTS IN THE WATER OF THE RIVER RHÔNE

Campagne 2006

PAR

Marc BERNARD et Cédric ARNOLD

SERVICE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT, CP 478, CH - 1951 SION

Patrick EDDER et Didier ORTELLI

SERVICE DE LA PROTECTION DE LA CONSOMMATION, CP 76, CH - 1211 GENÈVE 4 Plainpalais

RÉSUMÉ

Le suivi régulier des produits phytosanitaires ainsi que de quelques médicaments dans les eaux du Rhône en amont du lac Léman a permis de confirmer la présence de près de 80 substances. Huit pesticides ont été retrouvés à des concentrations supérieures à 0.1 µg/L sur des échantillons moyens de 14 jours.

En terme de flux annuels, les 9 principaux produits phytosanitaires présents proviennent de rejets d'industriels. On trouve ensuite des pesticides utilisés notamment en agriculture. Deux substances pharmaceutiques (Carbamazépine et Mepivacaine) également synthétisées en Valais ont aussi été détectées à des concentrations élevées (1 µg/L).

Sur l'ensemble de l'année 2006, on observe une diminution des concentrations de divers pesticides. Cette réduction s'explique pour une large part du fait de la mise en place de mesures de gestion et de réduction des rejets sur les sites industriels de chimie. Le suivi analytique systématique instauré en 2006 se poursuit, il permettra de vérifier l'efficacité des actions entreprises à la source.

ABSTRACT

Regular monitoring of pesticides and of some drugs in the water of the Rhône upstream of Lake Geneva confirmed that it contained nearly 80 substances. Eight pesticides were found at concentrations in excess of 0.1 µg/L in the mean 14-day samples.

In terms of the annual input, the 9 main pesticides present originated as industrial waste, followed by pesticides used mainly in agriculture. High concentrations (1 µg/L) of two pharmaceuticals (carbamazepine and mepivacaine), which are also synthesized in the Valais, were also detected.

Over 2006 as a whole, a fall was observed in the concentrations of various pesticides. This reduction can, to a large extent, be explained by the introduction of waste management and the reduction of discharges from chemical industry sites. The systematic analytical monitoring introduced in 2006 has been continued; this will make it possible to check the effectiveness of measures taken at the source of the pollution.

1. INTRODUCTION

En 2004, les investigations et les analyses réalisées par la CIPEL sur les eaux du Léman ont permis de mettre évidence la présence de différents produits phytosanitaires et autres micropolluants qui n'avaient pas été analysés jusqu'à présent dans les eaux du lac. Un groupe de travail spécifique a été créé par la CIPEL. En 2005, plus de trente pesticides, essentiellement des herbicides et fongicides ont été quantifiés dans les eaux du Léman. La somme des concentrations des composés phytosanitaires variait entre 0.35 et 0.45 µg/L (EDDER et al., 2006). Le Foramsulfuron (herbicide) était la substance présente avec la concentration individuelle la plus élevée des différents produits phytosanitaires (0.07 à 0.11 µg/L).

Ces contrôles avaient montré qu'une part importante des apports en produits phytosanitaires dans le lac était amenée par le Rhône et provenait dans une très large mesure des rejets de plusieurs industries chimiques produisant ou formulant ces substances (EDDER et al., 2006).

Afin de renforcer la surveillance de la qualité des eaux alimentant le Léman, le Service de la protection de l'environnement du canton du Valais (SPE), en collaboration avec le Service genevois de la protection de la consommation (SPCo), a mis en place un protocole de prélèvements et d'analyses systématiques des eaux du Rhône à la Porte du Scex. En outre, des campagnes d'analyses ponctuelles des eaux du Rhône en amont et aval des sites valaisans de production chimique ont été réalisées en 2006. Cet article présente les résultats des investigations réalisées en 2006.

2. ÉCHANTILLONNAGE

2.1 Rhône amont - Porte du Scex

La station de prélèvement et d'échantillonnage automatique de la Porte du Scex est intégrée dans le réseau NADUF de la Confédération suisse. Depuis janvier 2006 (en continu), le SPE a fait modifier le système d'échantillonnage de manière à collecter un échantillon moyen de 2 litres sur 14 jours. L'échantillon est récolté directement dans un flacon en verre placé dans une enceinte réfrigérée à 5°C. Le SPCo a été mandaté pour les analyses des micropolluants et plus particulièrement des produits phytosanitaires dans ces eaux.

2.2 Rhône à l'amont et à l'aval de Viège et de Monthey

Le 8 mars et le 30 novembre 2006 des échantillons moyens 24 heures ont été prélevés en amont et aval des rejets des STEP des sites industriels de Viège et Monthey par le SPE. Ces deux périodes de prélèvement correspondent à des périodes d'étiage sur le Rhône. Les échantillons ont également été envoyés pour analyses au laboratoire du SPCo.

3. MÉTHODOLOGIE

La liste des pesticides recherchés dans les eaux du Rhône est à peu près la même que celle des produits recherchés dans les eaux du Léman en 2005 (EDDER et *al.*, 2006). La liste complète des substances recherchées est donnée à l'annexe 1 de l'article consacré aux micropolluants dans le lac (EDDER et *al.*, 2007) et comprend 80 herbicides et 108 fongicides, insecticides et acaricides. A partir d'août 2006, cinq médicaments et le Chloridazon (herbicide) sont venus compléter cette liste.

3.1 Analyse des phytosanitaires

La recherche des pesticides est effectuée sur l'eau brute : ils sont préconcentrés à partir d'un échantillon de 500 mL d'eau passé sur une phase solide (support Oasis HLB). Après élution à l'aide d'un solvant et concentration de ce dernier, l'extrait est analysé par chromatographie en phase liquide couplée à un détecteur de spectrométrie de masse en mode tandem (HPLC/MS-MS). Le principe de cette méthode, appliquée aux contrôles des résidus de pesticides dans les fruits et légumes, a été décrit plus en détail par ORTELLI et *al.* (2004 et 2006). Cette manière de procéder est préconisée aujourd'hui dans divers documents officiels (par exemple la directive européenne EEC/657/2002) concernant les performances analytiques des méthodes.

3.2 Contrôles

Le laboratoire du SPCo est accrédité EN 45000.

La qualité des résultats est assurée par l'accréditation du laboratoire (ISO 17025) ainsi que par la participation du SPCo à toutes les procédures d'intercalibrations organisées par la CIPEL (pesticides, métaux, etc.). Les résultats des intercalibrations organisées en 2005 et 2006 par la CIPEL font l'objet des rapports de STRAWCZYNSKI (2006 et 2007). De plus, le laboratoire participe (2-3 fois par an) à des tests interlaboratoires internationaux consacrés aux recherches de pesticides dans les denrées alimentaires.

Les charges calculées sur la base des analyses des eaux du Rhône correspondent généralement bien aux charges calculées sur la base des analyses réalisées par les industries chimiques sur les eaux en sortie de STEP et rejetées au Rhône.

4. RÉSULTATS

4.1 Concentrations des produits phytosanitaires dans les eaux du Rhône

Les figures 1 et 2 présentent les résultats analytiques des 25 échantillons du Rhône prélevés à la Porte du Scex. Les résultats détaillés sont présentés dans un tableau en annexe. Au total 82 produits phytosanitaires et 4 produits pharmaceutiques ont été identifiés dans un ou plusieurs échantillons.

Deux substances montrent des pics en avril, correspondant à leur période d'application en agriculture : le Diuron (0.12 µg/L) et la Simazine (0.10 µg/L). D'après l'inventaire des pesticides utilisés en agriculture dans le bassin versant lémanique les quantités épandues sur le bassin versant du Rhône en amont de la Porte du Scex s'élèvent à 7.6 t/an pour le Diuron et à 6.2 t/an pour la Simazine (KLEIN et *al.*, 2007). Malgré une utilisation en quantité supérieure, le Boscalid (fongicide, 18.8 t/an) et la Terbutylazine (herbicide, 12.6 t/an) ne sont retrouvés que sous forme de traces dans les eaux du Rhône avec une concentration maximale de 0.02 µg/L. D'autres produits utilisés en moindre quantité comme le Linuron (herbicide, 3.6 t/an) ou l'Atrazine (herbicide, 1.2 t/an) sont également décelés sous forme de traces ou de leurs métabolites avec des concentrations respectivement de 0.05 et 0.03 µg/L. Ces résultats pour les substances utilisées en agriculture montrent clairement que les quantités de produits lessivés dépendent non seulement des charges appliquées en agriculture mais également du mode d'application et des caractéristiques physico-chimiques des produits phytosanitaires, notamment de leur sorption sur les sols et de leur dégradation. Aucune de ces substances n'est fabriquée en Valais. Notons que le Diuron est utilisé également dans des applications non agricoles (peinture, vernis...).

Les autres substances mises en évidence dans le Rhône proviennent majoritairement des rejets d'eaux des STEP de l'industrie chimique. Outre la Simazine et le Diuron, les 8 produits phytosanitaires suivants ont été retrouvés à une ou plusieurs reprises à des concentrations proches ou dépassant les exigences (0.1 µg/L) de l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux).

Pymétrozine	Insecticide	1.20 µg/L
Amidosulfuron	Herbicide	0.97 µg/L
Chloridazon	Herbicide	0.19 µg/L
Métalaxyl	Fongicide	0.12 µg/L
Ethoxysulfuron	Herbicide	0.11 µg/L
Iodosulfuron-méthyle	Herbicide	0.10 µg/L
Métolachlor	Herbicide	0.08 µg/L
Fluoroxypyryl	Herbicide	0.08 µg/L

Six substances dépassent les exigences fixées dans l'OEaux, dont deux avec des pics environ 10 fois supérieurs. Comme, il s'agit d'échantillons moyens prélevés sur 15 jours, Il est vraisemblable que les concentrations soient ponctuellement plus élevées.

La Pymétrozine et l'Amidosulfuron sont les deux substances dont les concentrations dans le Rhône ont été les plus élevées durant l'année 2006. Notons qu'une substance comme l'Amidosulfuron est considérée comme relativement stable dans l'environnement avec une période de demi-vie d'environ un an, peu toxique pour les poissons et les invertébrés ($EC_{50} > 1$ mg/L), mais qui pourrait comme d'autres sulfonylurées (metsulfuron, foramsulfuron) avoir un effet sur les plantes aquatiques à des concentrations de 0.4 µg/L (CHÈVRE, 2007). Par ailleurs, l'Amidosulfuron est le seul pesticide dont la concentration dans le lac a notablement augmenté en 2006 (EDDER et al., 2007). Il faut relever que si les concentrations d'Amidosulfuron étaient très élevées en début d'année, elles ont fortement diminué au cours du deuxième semestre 2006. La Pymétrozine n'est retrouvée qu'en très faibles concentrations dans les eaux du Léman (~0.005 µg/L) ce qui pourrait s'expliquer par une photo-dégradation rapide en milieu aqueux. Il convient de mentionner que les concentrations de Pymétrozine retrouvées dans les eaux du Rhône sont contestées par l'industrie concernée, car elle estime que l'activité de production ne peut engendrer de tels rejets.

Le Foramsulfuron est une substance préoccupante car détectée en concentration élevée dans le lac en 2005. Bien que produite en 2006, elle n'a plus été détectée en concentration élevée dans le Rhône. Les mesures mises en place par l'entreprise concernée semblent ainsi porter leurs fruits. Cette baisse des apports en Foramsulfuron dans le Rhône s'est traduite par une diminution de moitié de sa teneur dans le lac (EDDER et al., 2007).

Actuellement, les eaux du Rhône ne sont pas directement utilisées pour la production d'eau potable. Cependant, dans la plaine du Rhône, ce fleuve alimente les nappes phréatiques, lesquelles sont exploitées pour la production d'eau potable. Le Rhône représente également les trois quarts des apports d'eau au Léman, utilisée pour l'approvisionnement en eau potable de plus d'un demi-million de personnes. De plus, certaines communes examinent actuellement la possibilité d'exploiter les eaux du Rhône comme eau de boisson. Dès lors, il est important de ne pas seulement tenir compte de la valeur de tolérance de l'ordonnance sur les substances étrangères et les composants (OSEC) fixée à 0.1 µg/L par substance, mais également de la somme des concentrations de produits phytosanitaires avec une valeur de tolérance fixée à 0.5 µg/L (figure 3).

Les résultats obtenus montrent que la valeur de tolérance OSEC de 0.5 µg/L est dépassée dans le quart des analyses. Une comparaison des figures 1 et 3 montre que les échantillons dans lesquels la somme des pesticides excède 0.5 µg/L correspondent systématiquement à des échantillons pour lesquels un composé dépasse fortement les exigences de l'OEaux (fixée à 0.1 µg/L par substance).

4.2 Charge des produits phytosanitaires ayant transité par le Rhône en 2006

Les charges des substances phytosanitaires ayant transité par le Rhône en 2006 ont été calculées sur la base des concentrations mesurées et des débits moyens durant la période de prélèvement. Lorsque les données analytiques n'étaient pas disponibles pour l'ensemble de l'année, les charges ont été extrapolées sur la base de la période de mesure, en tenant cependant compte des périodes de productions communiquées par les industries concernées. Dans les cas où l'analyse n'a pas permis de détecter une substance, la charge a été considérée comme nulle. Les charges ainsi calculées sont présentées à la figure 4.

Les charges les plus importantes sont obtenues pour les produits suivants : Pymétrozine 488 kg/an (chiffre contesté par l'industrie concernée, voir paragraphe 4.1), Amidosulfuron 289 kg/an, Métalaxyl 140 kg/an, Ethoxysulfuron 99 kg/an, Métolachlor 79 kg/an, Iodosulfuron-méthyle 65 kg/an, Chloridazone 60 kg/an. Ces substances sont toutes produites ou formulées sur les sites industriels chimiques du canton du Valais (Viège, Evionnaz et Monthey).

Les charges des substances provenant exclusivement d'une utilisation agricole sont inférieures à 60 kg/an, avec des valeurs maximales pour le Diuron (59 kg/an) et la Simazine (34 kg/an).

Vu l'importance des rejets industriels ponctuels par rapport aux rejets diffus en provenance de l'agriculture, deux nouvelles campagnes de prélèvements et d'analyses ont été réalisées en 2006 les 8 mars et 30 novembre, en amont et en aval de Viège et Monthey. Les figures 5 et 6 présentent la concentration et le débit massique de la somme des produits phytosanitaires aux différents emplacements.

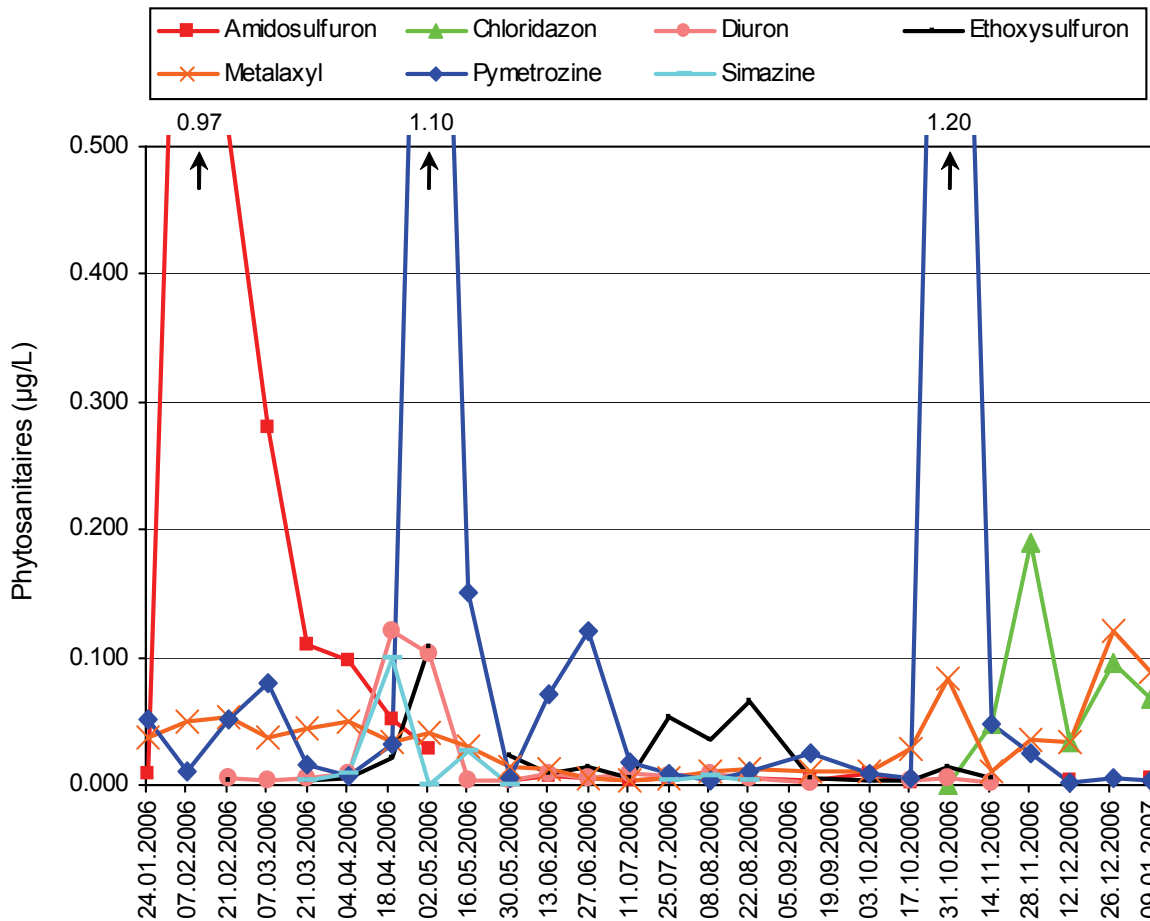


Figure 1 : Evolution des concentrations des substances détectées dans le Rhône à la Porte du Scex en 2006.

Figure 1 : Changes in the concentrations of substances detected in the River Rhône at the Porte du Scex in 2006.

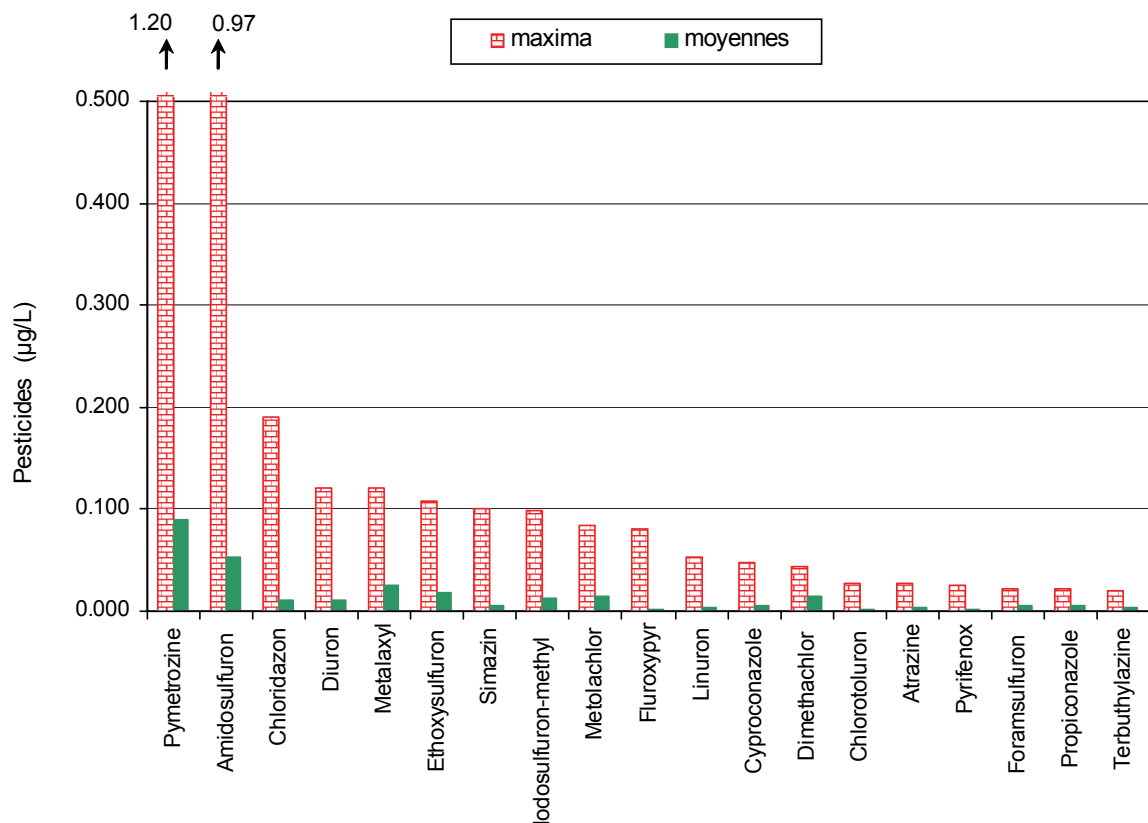


Figure 2 : Concentrations maximales et moyennes des principales substances phytosanitaires détectées dans les eaux du Rhône en 2006 à la Porte du Scex.

Figure 2 : Maximum and mean concentrations of the main pesticides detected in the River Rhône in 2006.

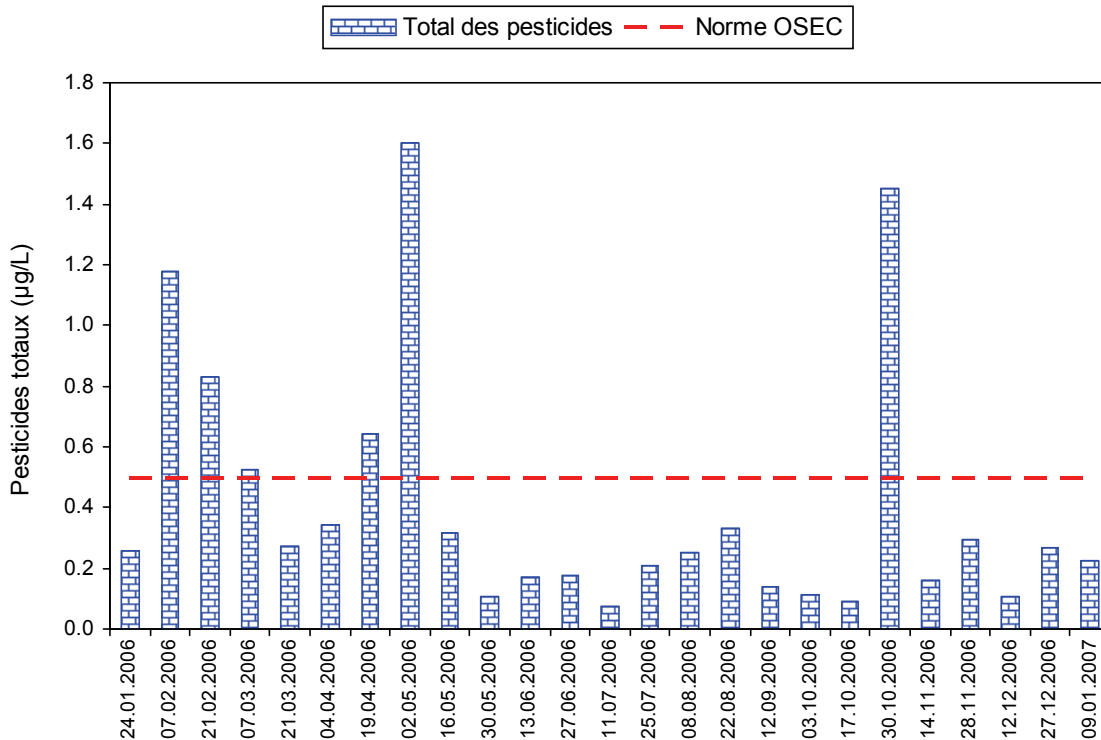


Figure 3 : Somme des concentrations en produits phytosanitaires décelés dans le Rhône à la Porte du Scex au cours de l'année 2006.

Figure 3 : Sum of pesticide concentrations detected in the River Rhône at the Porte du Scex during the year 2006.

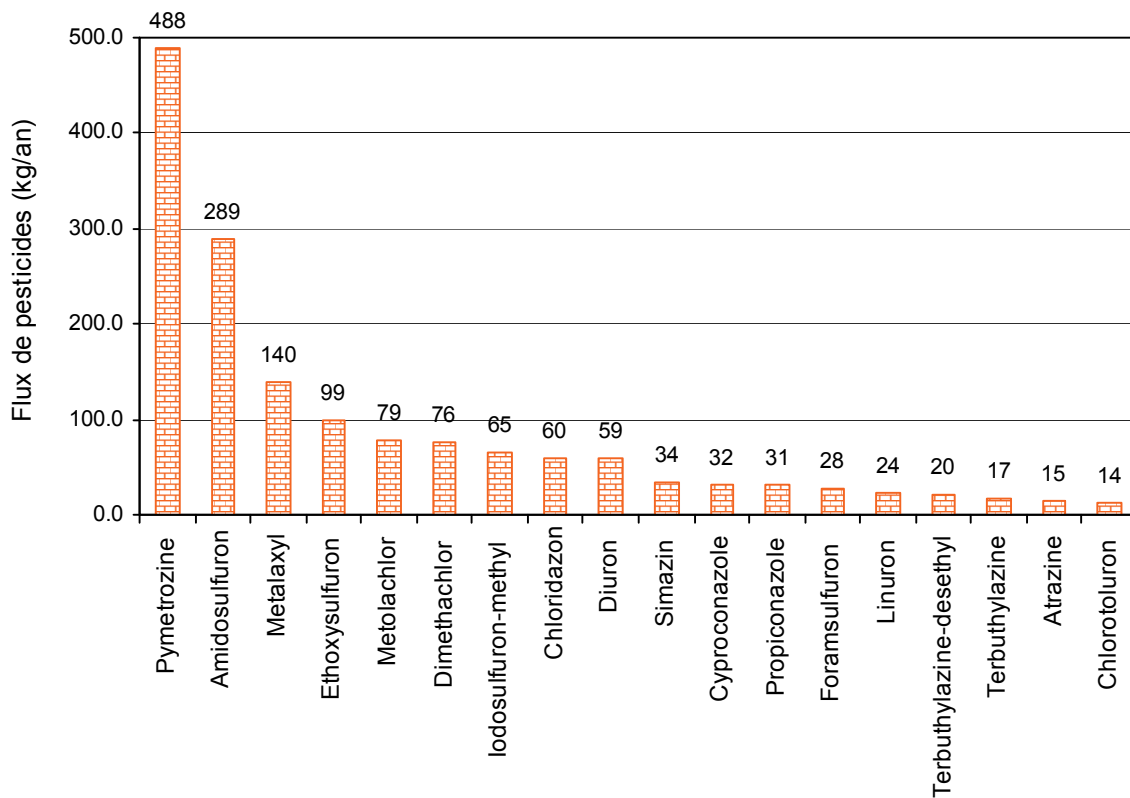


Figure 4 : Charges annuelles en pesticides ayant transité dans le Rhône en 2006.

Figure 4 : Annual pesticide loads carried by the River Rhône in 2006.

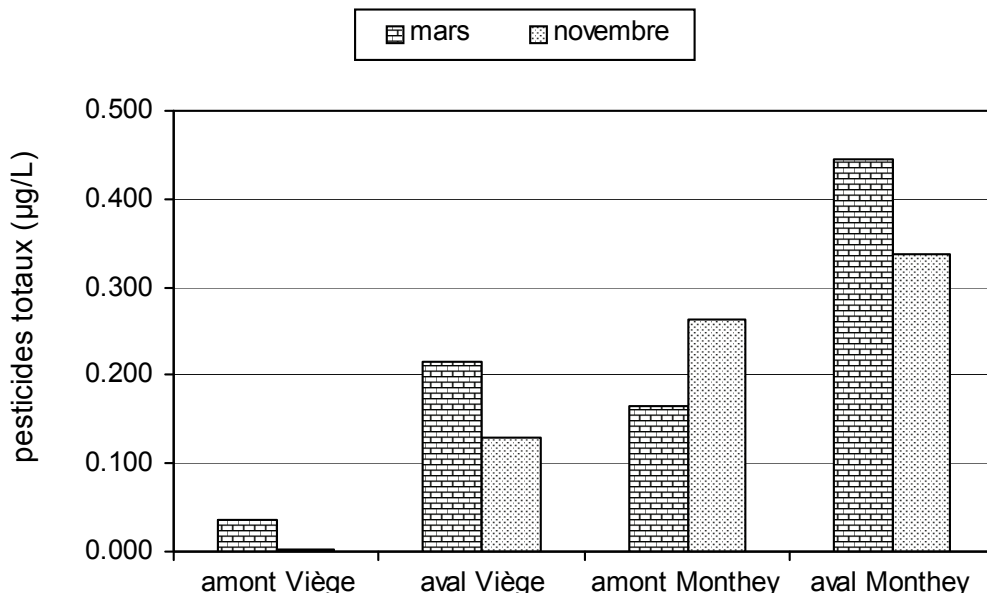


Figure 5 : Somme des concentrations en pesticides présents dans le Rhône en amont et aval des sites industriels de Viège et Monthey le 8 mars et le 30 novembre 2006.

Figure 5 : Sum of pesticide concentrations detected in the River Rhône up- and down-stream of the industrial manufacturing sites at Viege and Monthey on 8th March and 30th November 2006.

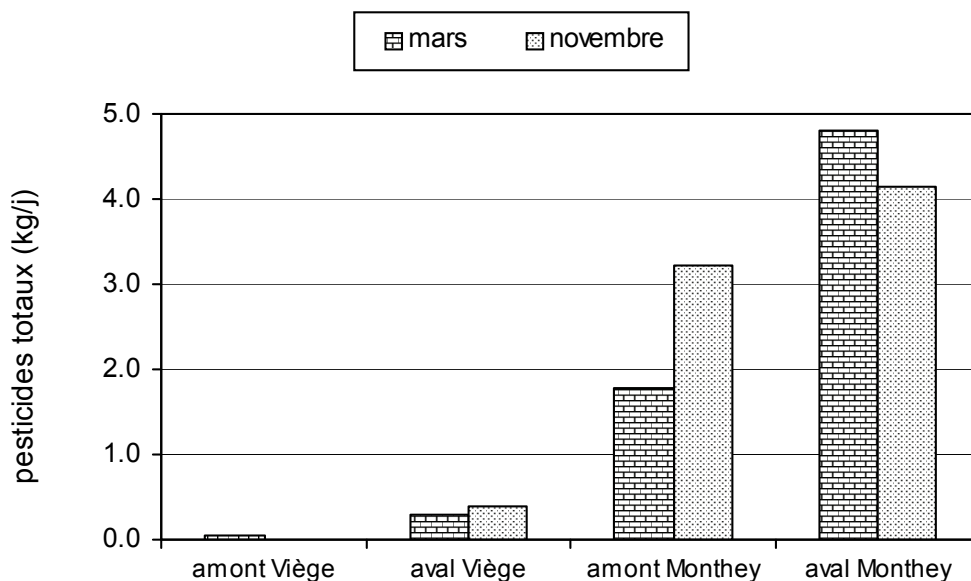


Figure 6 : Charges en pesticides calculées dans le Rhône en amont et aval des sites industriels de Viège et Monthey le 8 mars et le 30 novembre 2006

Figure 6 : Calculated pesticide loads detected in the River Rhône up- and down-stream of the industrial manufacturing sites at Viege and Monthey on 8th March and 30th November 2006.

Une augmentation des charges en pesticides dans le Rhône est toujours observée de l'amont vers l'aval. L'augmentation des charges calculée en mars 2006 entre l'aval de Viège et l'amont de Monthey pourrait s'expliquer partiellement par un échantillonnage non représentatif en aval de Viège (mauvaise homogénéisation du flux du Rhône), les charges en Amidosulfuron sont en gros multipliées par 10 entre Viège et Monthey alors que les apports sont considérés comme nuls. L'augmentation des charges entre l'aval de Viège et l'amont de Monthey en novembre 2006 est expliquée essentiellement par des rejets de Chloridazon fabriqué par une industrie située entre Viège et Monthey et représentant à lui seul 87% de la charge en amont de Monthey.

4.3 Produits pharmaceutiques

Suite aux recherches de principes actifs de médicaments menées en 2005 dans le lac et à l'observation d'importants rejets industriels de Mèpivacaïne (EDDER et al., 2006), un anesthésiant, quelques produits pharmaceutiques ont été suivis à partir de septembre 2006 soit 9 échantillons. Les concentrations maximales retrouvées s'élèvent à environ 1 µg/L pour la Carbamazépine (anti-épileptique) et la Mèpivacaïne (anesthésiant).

Mèpivacaïne	Anesthésiant	0.97 µg/L
Carbamazépine	Anti-épileptique	1.10 µg/L
Bupivacaïne	Anesthésiant	0.55 µg/L
Prilocaine	Anesthésiant	0.04 µg/L
Chloroprocaïne	Anesthésiant	non décelé

Les récentes investigations de l'industrie générant ces substances montrent que les rendements d'épuration sont de l'ordre de 70% pour la Mèpivacaïne et que les charges retrouvées dans le Rhône pour cette substance correspondent aux charges rejetées avec les eaux de la STEP.

Les connaissances actuelles sur la Carbamazépine (GARRIC et COQUERY, 2006 ; EUSEBE et al., 2006) montrent que cette substance est peu ou pas biodégradable (< 10 %) dans une STEP classique. Comme pour d'autres substances pharmaceutiques, elle peut constituer un risque pour l'environnement si la concentration dépasse les 1 µg/L dans les eaux de surface (FENT et al., 2006). Leurs effets sur l'environnement à plus faibles concentrations demeurent encore mal connus et de nombreuses études écotoxicologiques sont encore nécessaires afin de pouvoir évaluer le risque que représentent ces substances pharmaceutiques dans les milieux naturels.

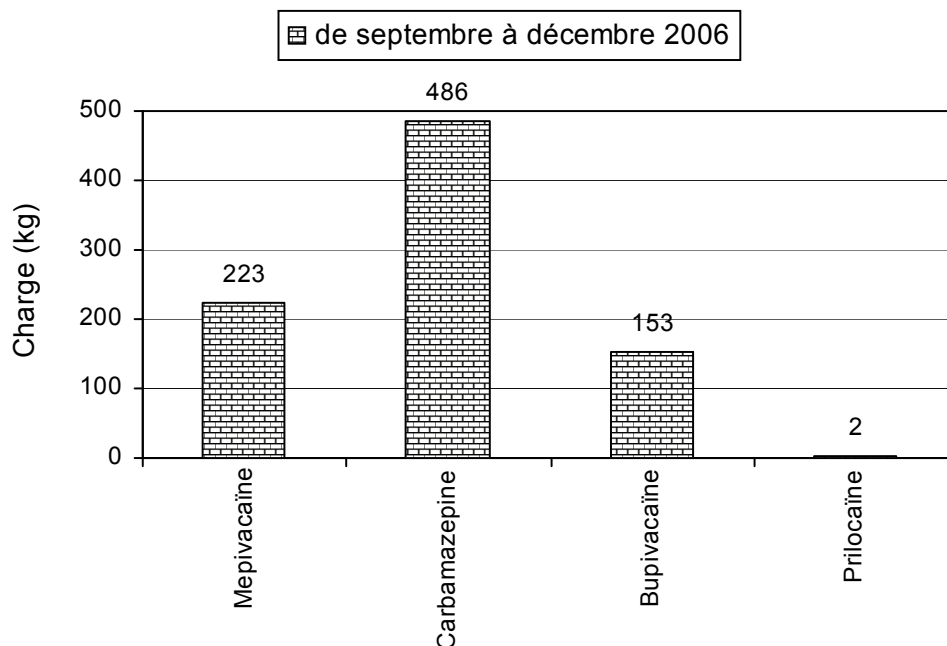


Figure 7 : Charges calculées en produits pharmaceutiques retrouvées dans les eaux du Rhône entre septembre 2006 et le 9 janvier 2007.

Figure 7 : Calculated loads of the pharmaceuticals detected in River Rhône between September 2006 and 9th January 2007.

La figure 7 donne la valeur des charges calculées en kg depuis le début de l'analyse, soit septembre 2006. Les charges de substances pharmaceutiques retrouvées dans les eaux du Rhône pour une période de 4 mois soit du 23 août 2006 au 9 janvier 2007 sont très importantes : Carbamazépine (486 kg), Mèpivacaïne (223 kg), Bupivacaïne (153 kg). Ces charges sont aussi importantes que celles affichées à la figure 4, mais pour l'ensemble de l'année. En l'état actuel et à l'exception de la Mèpivacaïne, il n'est pas possible de quantifier les parts provenant de l'utilisation domestique de ces médicaments de celles issues de leur production industrielle.

5. CONCLUSIONS

Le suivi analytique des produits phytosanitaires dans les eaux du Rhône en 2006 a permis de mettre en place un système de contrôle efficace des rejets de l'industrie chimique.

Une légère amélioration de la qualité des eaux du Rhône a pu être observée au cours de l'année 2006 et par rapport aux pointages réalisés en 2005. Les mesures prises par différentes industries ont contribué largement à ce progrès. Les analyses montrent cependant que les exigences de l'OEaux (0.1 µg/L) sont encore périodiquement dépassées pour différents produits phytosanitaires. De plus et alors même que les données disponibles sur leur écotoxicité sont très limitées, des charges importantes de produits pharmaceutiques transitent par les eaux du Rhône. Ces constats indiquent clairement la nécessité de mesures supplémentaires afin de réduire les concentrations dans le Rhône et le Léman.

Un groupe de travail " Stratégie micropolluant VS " a été constitué fin 2006 à cet effet par le Service valaisan de la protection de l'environnement en partenariat avec les principales industries chimiques du canton. Ce groupe a pour objectifs : d'identifier les substances prioritaires, d'examiner les mesures techniques pouvant être mises en place et de définir les critères permettant de fixer des seuils maxima pour les rejets de micropolluants. Cette plate-forme permet également aux industries de présenter les mesures mises en œuvre ou planifiées et d'être informées sur les résultats d'analyses des eaux du Rhône et du lac Léman.

Substances recherchées

Pesticides : Voir liste dans : EDDER et al., 2007, Annexe 1, page 74.

Médicaments : Mépivacaïne, Carbamazépine, Bupivacaïne, Prilocaïne, Chloroprocaine.

BIBLIOGRAPHIE

- CHÈVRE, N. (2007) : Estimation de l'écotoxicité des substances retrouvées dans le Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 173-186.
- EDDER, P., ORTELLI, D. et RAMSEIER, S. (2006) : Métaux et micropolluants organiques. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2005, 65-87.
- EDDER, P., ORTELLI, D. RAMSEIER, S. et CHÈVRE, N. (2007) : Métaux et micropolluants organiques dans les eaux du Rhône. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 59-81.
- EUSEBE, M., MIEGE, C., CHOUBERT, J.M. et COQUERY, M. (2006) : Efficacité de différents procédés de traitement des eaux usées pour l'élimination des composés d'origine pharmaceutique. Synthèse bibliographique. Communication à un congrès, Proposition d'étude sur les médicaments à usage humain, risque d'exposition et d'effet sur les milieux récepteurs, Lyon 2006.
- FENT, K., WESTON, A. A. et CAMINADA, D. (2006) : Ecotoxicology of human pharmaceuticals. Aquatic Toxicology, vol. 76, no 2, p. 122-159.
- GARRIC, J. et COQUERY, M. (2006) : Caractérisation des substances médicamenteuses et contamination des milieux récepteurs. Communication à un congrès, Eaux pluviales et assainissement : nouvelles préoccupations sanitaires, Lyon 2006, 79-85.
- KLEIN, A., CHARLES, R., et MANCO, F. (2007) : Inventaire des pesticides utilisés en agriculture dans le BV lémanique. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 187-201.
- OEaux (1998) : Ordonnance sur la protection des eaux du 28 octobre 1998 (Suisse).
- ORTELLI, D., EDDER, P. et COGNARD, E. (2006) : Recent advances in pesticides residues analysis in food and in environmental samples. Trav. Chim. Alim. Hyg., 97, 275-287
- ORTELLI, D., EDDER, P. et CORVI, C., (2004) : Multiresidue analysis of 74 pesticides in fruits and vegetables by liquid chromatography-electrospray-tandem mass spectrometry. Anal chim.act, 520, 33-45.
- OSEC (1995) : Ordonnance sur les substances étrangères et les composants du 26 juin 1995 (OSEC RS 817.021.23).
- STRAWCZYNSKI, A. (2006) : Analyses comparatives interlaboratoires. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2005, 189-196.
- STRAWCZYNSKI, A. (2007) : Analyses comparatives interlaboratoires. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 225-233.

Concentrations en µg/L		24.01.2006	07.02.2006	21.02.2006	07.03.2006	21.03.2006	04.04.2006	19.04.2006	02.05.2006	16.05.2006	30.05.2006	13.06.2006	27.06.2006	11.07.2006	25.07.2006	08.08.2006	22.08.2006	12.09.2006	03.10.2006	17.10.2006	30.10.2006	14.11.2006	28.11.2006	12.12.2006	27.12.2006	09.01.2007	maxi				
Pesticides																															
Alachlor	Herbicide	0.001																											0.004		
Amidosulfuron	Herbicide	0.008	0.970	0.510	0.280	0.110	0.097	0.051	0.028			0.003	0.007	0.005	0.003	0.006		0.004	0.008	0.001									0.005	0.970	
Atrazine	Herbicide				0.003	0.003	0.003	0.002	0.001	0.027	0.002	0.004	0.002	0.002	0.001	0.001	0.003	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002							0.001	0.027	
Atrazine-2-hydroxy	Herbicide			0.001	0.001	0.002	0.004	0.001	0.006	0.006	0.001					0.007	0.007		0.001	0.001	0.001								0.001	0.007	
Atrazine-desethyl	Herbicide	0.001	0.002	0.001		0.003	0.007	0.002	0.001	0.006	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.004	0.004	0.003	0.002	0.004	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001		0.001	0.007	
Atrazine-desisopropyl	Herbicide		0.002				0.002	0.001		0.014	0.006				0.002	0.002	0.002	0.007	0.001	0.001	0.001								0.002	0.014	
Azoxystrobin	Fongicide			0.002	0.001						0.002				0.001	0.008	0.001			0.001	0.001									0.008	
Boscalid	Fongicide	0.001		0.004	0.002	0.002					0.004			0.001	0.001	0.001	0.001			0.001	0.001									0.004	
Carbendazim	Fongicide	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001			0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	
Carbofuran	Insecticide			0.001																									0.001	0.001	
Chloridazon	Herbicide																													0.190	
Chlorotoluron	Herbicide	0.001		0.028	0.006	0.004	0.005	0.003	0.001	0.015	0.002				0.001	0.005	0.002						0.048	0.190	0.034	0.095	0.067		0.190		
Clofomazone	Herbicide																												0.028	0.028	
Cyproconazole	Fongicide	0.007	0.005	0.006	0.004	0.003	0.005	0.002	0.001						0.018	0.009	0.022	0.007	0.002	0.002	0.002	0.048	0.006	0.009	0.001	0.001	0.001	0.001	0.048		
Cyprodinil	Fongicide	0.006	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003		0.004	0.003		0.002											0.003	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.006		
Diclotophos	Insecticide		0.002																										0.002	0.002	
Difenoconazol	Fongicide	0.010	0.007	0.004	0.003	0.003	0.005	0.002	0.001	0.001																			0.010	0.010	
Difenoaxuron	Herbicide																													0.003	
Dimeturon	Herbicide									0.004																				0.003	
Dimethachlor	Herbicide	0.044	0.029	0.020	0.012	0.018	0.039	0.017	0.027		0.007	0.004	0.003	0.008	0.035	0.033	0.005	0.013	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.006	0.024	0.020	0.044	0.044	0.044		
Dimethoate	Insecticide													0.003	0.006														0.006	0.006	
Diméthomorph	Fongicide																												0.010	0.010	
Dinoseb	Herbicide																													0.005	
Dinoterb	Herbicide					0.001	0.004	0.001	0.002																					0.008	
Diuron	Herbicide	0.002	0.003	0.006	0.004	0.005	0.008	0.120	0.103	0.004	0.004	0.009	0.005	0.005	0.007	0.008	0.005	0.002	0.008	0.008	0.005		0.001	0.002	0.001	0.002	0.003	0.001	0.004	0.120	
Ethoxysulfuron	Herbicide	0.004	0.004	0.003		0.003	0.006	0.022	0.108		0.023	0.008	0.015	0.005	0.053	0.036	0.066	0.006	0.004	0.004	0.003	0.015	0.005	0.003	0.003	0.004	0.004	0.108	0.108		
Fenarimol	Fongicide	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001			0.005	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005		
Fenhexamide	Fongicide			0.001						0.001		0.001	0.002	0.003	0.003	0.004	0.007	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001					0.007	0.007		
Fenpropaltrin	Insecticide	0.001																											0.001	0.001	
Fenpropidin	Fongicide			0.002	0.001		0.002	0.001																			0.001	0.001	0.002	0.002	
Fenuron	Herbicide											0.001				0.009	0.001	0.001											0.009	0.009	
Fipronil	Insecticide		0.001																											0.001	0.001
Fluazinaf	Fongicide																													0.003	0.003
Fluazifop-butyl	Herbicide	0.004																											0.004	0.004	
Fluazinaf	Fongicide	0.003																											0.003	0.003	
Fludioxonil	Fongicide	0.005	0.007	0.006	0.009				0.002																				0.012	0.012	
Flufenoxuron	Insecticide	0.001																											0.001	0.001	
Fluroxypyr	Herbicide							0.081																					0.081	0.081	
Foramsulfuron	Herbicide	0.020	0.008	0.003	0.001	0.003	0.007	0.004		0.002					0.003	0.005	0.007	0.017	0.009	0.009	0.011	0.022	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.022	0.022	0.022	
Furathiocarb	Insecticide	0.001																												0.001	0.001
Hexaflumuron	Insecticide	0.003	0.002																											0.003	0.003
Iodosulfuron-methyl	Herbicide	0.007	0.004	0.001			0.007	0.064	0.098		0.006	0.011		0.004	0.010	0.019	0.073	0.006	0.003	0.001	0.005						0.001	0.001	0.098		
Indoxacarb	Insecticide		0.001																											0.001	0.001

CONSEIL SCIENTIFIQUE

DE LA COMMISSION INTERNATIONALE
POUR LA PROTECTION DES EAUX DU LÉMAN
CONTRE LA POLLUTION

RAPPORTS

SUR LES ÉTUDES
ET RECHERCHES ENTREPRISES
DANS LE BASSIN LÉMANIQUE

PROGRAMME QUINQUENNAL 2006-2010
CAMPAGNE 2006

*Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut.,
Campagne 2006, 2007*

Editeur :

Commission internationale pour la protection
des eaux du Léman contre la pollution

ACW - Changins - Bâtiment DC
50, route de Duillier
Case postale 1080
CH - 1260 NYON 1

Tél. : CH - 022 / 363 46 69
FR - 00 41 22 / 363 46 69

Fax : CH - 022 / 363 46 70
FR - 00 41 22 / 363 46 70

E-mail : cipel@cipel.org

Site web : <http://www.cipel.org>

La reproduction partielle de rapports et d'illustrations publiés dans les
"Rapports de la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman contre la pollution"
est autorisée à la condition d'en mentionner la source.
La reproduction intégrale de rapports doit faire l'objet d'un accord avec l'éditeur.