

MICROPOLLUANTS DANS LES EAUX DU RHÔNE

MICROPOLLUTANTS IN THE WATER OF THE RIVER RHÔNE

Campagne 2007

PAR

Marc BERNARD et Cédric ARNOLD

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

RÉSUMÉ

82 produits phytosanitaires, cinq principes actifs pharmaceutiques et un agent anticorrosion ont été analysés systématiquement dans les eaux du Rhône en amont du Léman tout au long de l'année 2007. 33 produits phytosanitaires distincts ont ainsi été détectés à une ou plusieurs reprises, dont 6 substances à des concentrations excédant les exigences de l'Ordonnance sur la protection des eaux (0.1 µg/L). Les cinq principes actifs pharmaceutiques recherchés ont tous été retrouvés dans les eaux du Rhône avec une concentration maximale de 2.3 µg/L pour la Mèpivacaïne.

En terme de flux annuels, les quantités totales de produits phytosanitaires ayant transité par le Rhône sont restées approximativement les mêmes qu'en 2006, soit 1.6 tonne sur l'ensemble de l'année. Les quantités calculées pour les pesticides d'origine industrielle ont diminué de 40 % par rapport à 2006. En revanche, les charges des herbicides d'origine diffuse (agriculture, entretien des routes, places et chemins, etc.) sont en forte augmentation par rapport à 2006. Les charges annuelles calculées pour les substances pharmaceutiques demeurent quant à elles élevées avec par exemple 900 kg/an pour la seule Mèpivacaïne.

ABSTRACT

82 pesticides, five pharmaceutical active substances and one anticorrosive were routinely tested for in the water of the Rhône upstream of Lake Geneva throughout 2007. Thirty-three distinct pesticides were detected on at least one occasion, including 6 substances at concentrations above the requirements of the Water Protection Order (Ordonnance sur la protection des eaux) (0.1 µg/L). The five pharmaceutical active substances tested for were all found in the water of the Rhône, with a maximum concentration of 2.3 µg/L of Mepivacaïne.

In terms of annual flow, the total quantities of pesticides carried by the Rhône were roughly the same as in 2006, i.e. 1.6 metric tonnes over the course of the year. The quantities calculated for the pesticides of industrial origin had decreased by 40 % compared to 2006. In contrast, the loads of herbicides of diffuse origin (agriculture, maintenance of roads and paths etc..) were much higher than in 2006. The annual loads calculated for the pharmaceutical active substances were still high with, for example, 900 kg/year for Mepivacaïne alone.

1. INTRODUCTION

En 2004 et 2005, les investigations menées par la CIPEL permettaient de mettre en évidence la présence de plus de trente produits phytosanitaires et autres micropolluants dans les eaux du Léman. Les contrôles réalisés avaient également permis de démontrer qu'une part importante de ces substances provenait d'industries chimiques implantées en amont du Léman (EDDER et al., 2006).

Afin de contrôler la mise en œuvre de mesures correctives par ces industries, le Service de la protection de l'environnement du canton du Valais (SPE) a mis en place, à partir de janvier 2006, un contrôle systématique et continu de la qualité des eaux du Rhône en amont du Léman. De plus, deux campagnes d'échantillonnages et d'analyses des eaux du Rhône sont organisées annuellement en amont et en aval des industries produisant ou formulant les substances incriminées (BERNARD et al., 2007).

Cet article présente les résultats des investigations réalisées en 2007 et les compare avec ceux obtenus 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 l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV). Depuis janvier 2006, le système d'échantillonnage a été modifié spécifiquement pour l'analyse des micropolluants, 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. Dès la fin du prélèvement, l'échantillon est expédié par express au laboratoire en charge des analyses.

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

Le 6 mars et le 7 novembre 2007, des échantillons moyens 24 heures ont été prélevés en amont et aval de Viège et de Monthey. Ces deux périodes de prélèvements correspondent à des périodes d'étiage du Rhône. Dès la fin du prélèvement, les échantillons ont été expédiés par express au laboratoire en charge des analyses.

3. MÉTHODOLOGIE

La liste des pesticides recherchés dans les eaux du Rhône est similaire à celle des produits recherchés dans les eaux du Léman en 2005, 2006 et 2007 (EDDER et al., 2007). La liste complète des substances recherchées est donnée en annexe 1, elle comprend 82 produits phytosanitaires, cinq principes actifs pharmaceutiques et un agent anticorrosion (benzo-triazole).

3.1 Analyses

Toutes les analyses ont été réalisées par le laboratoire CARSO de Lyon. La recherche des pesticides est effectuée sur l'eau brute : ils sont préconcentrés à partir d'un échantillon de 500 mL d'eau passée 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 tandem (HPLC/MS-MS) et par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (GC/MS). L'analyse des produits pharmaceutiques est réalisée à partir d'une injection directe des échantillons sur un chromatographe en phase liquide couplé à un spectromètre de masse en tandem.

3.2 Contrôles

Le laboratoire mandaté est accrédité selon la norme ISO CEI LEN 17025 et participe aux intercalibrations organisées par la CIPEL. Les résultats des intercalibrations organisées en 2005, 2006 et 2007 par la CIPEL font l'objet des rapports de STRAWCZINSKI (2006, 2007 et 2008).

En mars et novembre 2007, des comparaisons interlaboratoires sur les eaux prélevées en aval de Monthey ont été réalisées entre le laboratoire CARSO, celui du Service de la protection de la consommation (SPCo) du canton de Genève et celui de la Compagnie industrielle de Monthey (Cimo). Une concordance acceptable des résultats a généralement été obtenue, avec cependant des différences parfois importantes sur les paramètres suivants : Métalaxyl, Propiconazole, Fludioxonil et Pymétrozine. Ces résultats démontrent qu'un artefact, lors de l'échantillonnage, du transport ou de l'analyse, ne peut être complètement exclu. Des analyses comparatives plus détaillées seront menées en 2008.

4. RÉSULTATS

4.1 Concentrations des produits phytosanitaires dans les eaux du Rhône

La figure 1 présente les résultats de l'analyse des 23 échantillons du Rhône prélevés à la Porte du Scex en 2007 (voir aussi tableau en annexe). Ces résultats sont comparés à ceux obtenus en 2006 à la figure 2.

La concentration de la Simazine dépasse les exigences de l'Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, 0.1 µg/L) avec 0.2 µg/L au mois d'avril 2007, soit durant sa période d'application. Son produit de dégradation, la Simazine-2-hydroxy (maximum 0.34 µg/L), dépasse également les exigences de l'OEaux durant la deuxième moitié du mois d'avril ainsi que durant le mois de mai. Les autres dépassements des exigences de l'OEaux sont observés durant l'automne 2007 : Terbutylazine-2-hydroxy (0.33 µg/L), Simazine-2-hydroxy (0.2 µg/L), Pymétrozine (0.2 µg/L), Fludioxonil (0.12 µg/L) et Métalaxyl (0.12 µg/L).

Les triazines (Atrazine, Simazine, Terbutylazine) ne sont ni produites, ni formulées dans les industries valaisannes. Les quantités appliquées en agriculture dans le bassin versant du Rhône en amont de la Porte du Scex sont estimées respectivement à 1.2 t/an, 6.2 t/an et 12.6 t/an (KLEIN et al., 2007).

Les concentrations élevées en Simazine et Simazine-2-hydroxy observées au printemps, semblent liées à une utilisation agricole à cette période. La résurgence observée en automne de certains pesticides sous forme de produits de dégradation, pourrait être liée au travail des sols agricoles à cette période (CORVI et al., 1997) ou à l'utilisation de ces herbicides pour des applications non agricoles. Si les résultats obtenus en automne 2007 devaient se répéter en 2008, des investigations spécifiques devront être menées.

Les trois autres produits phytosanitaires analysés dans le Rhône à des concentrations dépassant les exigences de l'OEaux sont d'origine industrielle. Comme illustrés à la figure 2, les dépassements sont nettement moins importants qu'en 2006 pour les substances d'origine industrielle.

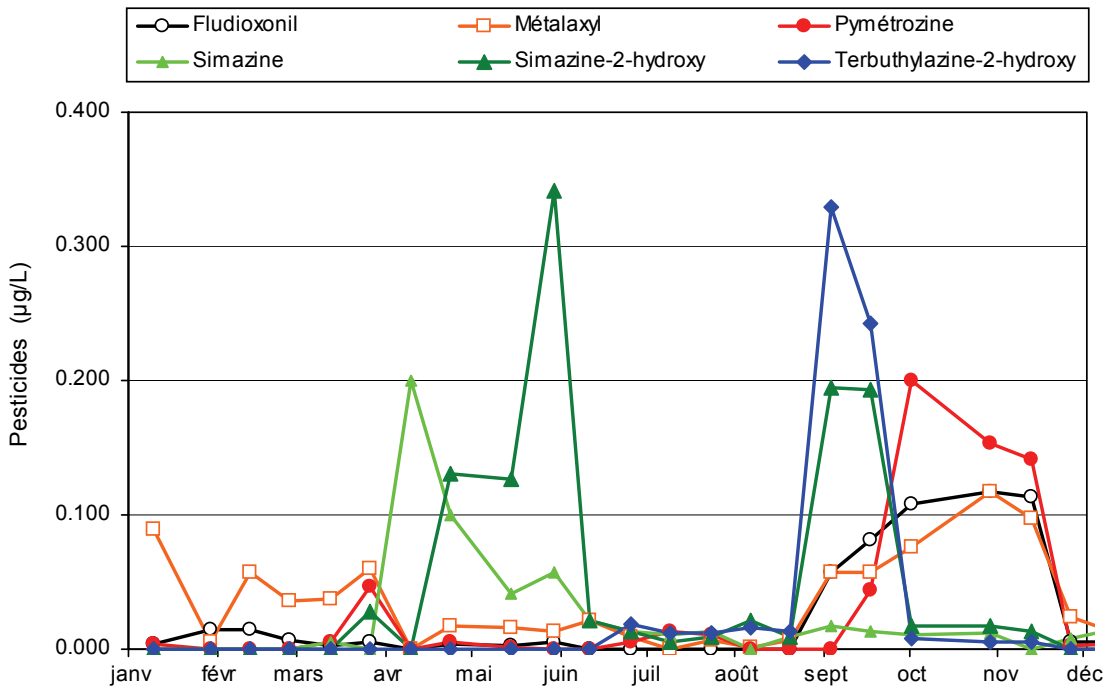


Figure 1 : Evolution des concentrations des substances détectées dans le Rhône à la Porte du Scex en 2007.

Figure 1 : Concentrations evolution of substances detected in the Rhône river at the Porte du Scex in 2007.

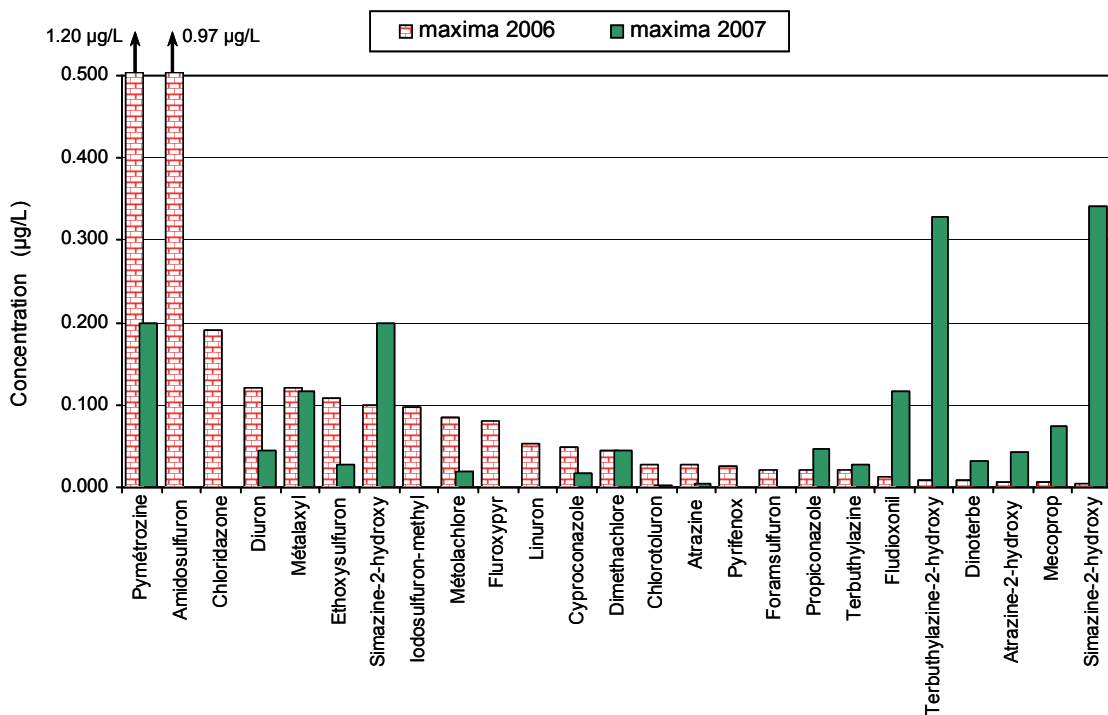


Figure 2 : Concentrations maximales des principales substances phytosanitaires détectées dans les eaux du Rhône en 2006 et 2007 à la Porte du Scex.

Figure 2 : Maximum concentrations of main substances detected in the River Rhône in 2006 and 2007 at Porte du Scex.

Par rapport à 2006, les concentrations de Pymétozine (résultats contestés par l'industrie concernée) sont en très forte diminution. L'Amidosulfuron n'a même plus été détecté dans les eaux du Rhône en 2007, tout comme le Foramsulfuron qui était, en 2005, le produit phytosanitaire avec les concentrations les plus importantes dans les eaux du Léman (entre 0.07 et 0.11 µg/L). Cette diminution marquée des rejets de produits phytosanitaires d'origine industrielle se traduit également par une forte diminution de leur concentration dans le Léman (p.ex. 0.01 µg/L en 2007 pour le Foramsulfuron, EDDER *et al.*, 2008). Actuellement, le Métalaxyl, dont les concentrations dans le Rhône sont restées approximativement les mêmes qu'en 2006, est le produit phytosanitaire le plus concentré dans les eaux du Léman avec 0.03 µg/L.

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. 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).

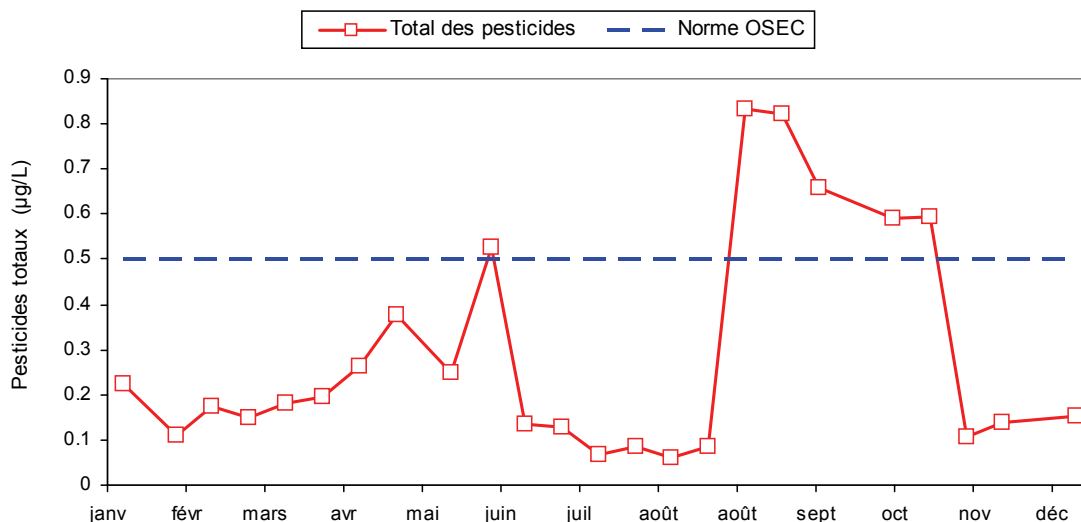


Figure 3 : Somme des concentrations en produits phytosanitaires décelés dans le Rhône à la Porte du Scex au cours de l'année 2007.

Figure 3 : Sum of pesticide concentrations detected in the Rhône river at the Porte du Scex during the year 2007.

Les résultats obtenus sur la somme des pesticides montrent qu'en 2007, la valeur de tolérance OSEC de 0.5 µg/L est dépassée dans le quart des analyses, toutefois les dépassements sont moins élevés qu'en 2006. La moyenne de la somme des produits phytosanitaires de 2007 (0.29 µg/L) est en baisse par rapport à 2006 (0.41 µg/L). 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'OEau (fixée à 0.1 µg/L par substance). Les dépassements de la norme de l'OSEC sont cependant nettement moins importants qu'en 2006.

4.2 Charge des produits phytosanitaires ayant transité par le Rhône en 2006 et 2007

Les charges des substances phytosanitaires ayant transité par le Rhône en 2006 et 2007 ont été calculées sur la base des concentrations mesurées et des débits moyens durant la période de prélèvement. 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 trois charges les plus importantes en 2007 sont observées pour des herbicides qui ne sont pas produits en Valais : Simazine-2-hydroxy 353 kg/an, Terbutylazine-2-hydroxy 231 kg/an, Simazine 127 kg/an.

Les autres substances sont en revanche produites ou formulées dans les industries valaisannes : Métalaxyl (également utilisé en agriculture) 173 kg/an, Pymétrozine 144 kg/an, Fludioxynyl 128 kg/an, Diméthachlor 95 kg/an.

Les quantités totales de produits phytosanitaires ayant transité par le Rhône sont restées approximativement les mêmes qu'en 2006, soit 1.6 tonnes sur l'ensemble de l'année.

Les quantités calculées pour certains pesticides d'origine diffuse sont en forte augmentation par rapport à 2006, notamment au printemps lors des périodes d'application des produits phytosanitaires en agriculture, mais aussi en automne au moment du travail des sols agricoles (cf. chapitre 4.1). Il est également possible que des herbicides proviennent d'utilisations illicites dans le cadre de l'entretien des routes, places et chemins. En revanche, les quantités de pesticides d'origine industrielle ont fortement diminué (environ 820 kg en 2007 contre 1'450 en 2006) suite aux mesures de limitation des rejets mises en place par les industries concernées.

Afin de mieux cerner les rejets industriels ponctuels par rapport aux rejets diffus en provenance de l'agriculture, des campagnes de prélèvements et d'analyses ont été réalisées les 6 mars et 7 novembre 2007, en amont et en aval de Viège et Monthey. Les figures 5 et 6 présentent la concentration et la charge totale en produits phytosanitaires aux différents emplacements. Les résultats des analyses présentés sont ceux du laboratoire CARSO de Lyon.

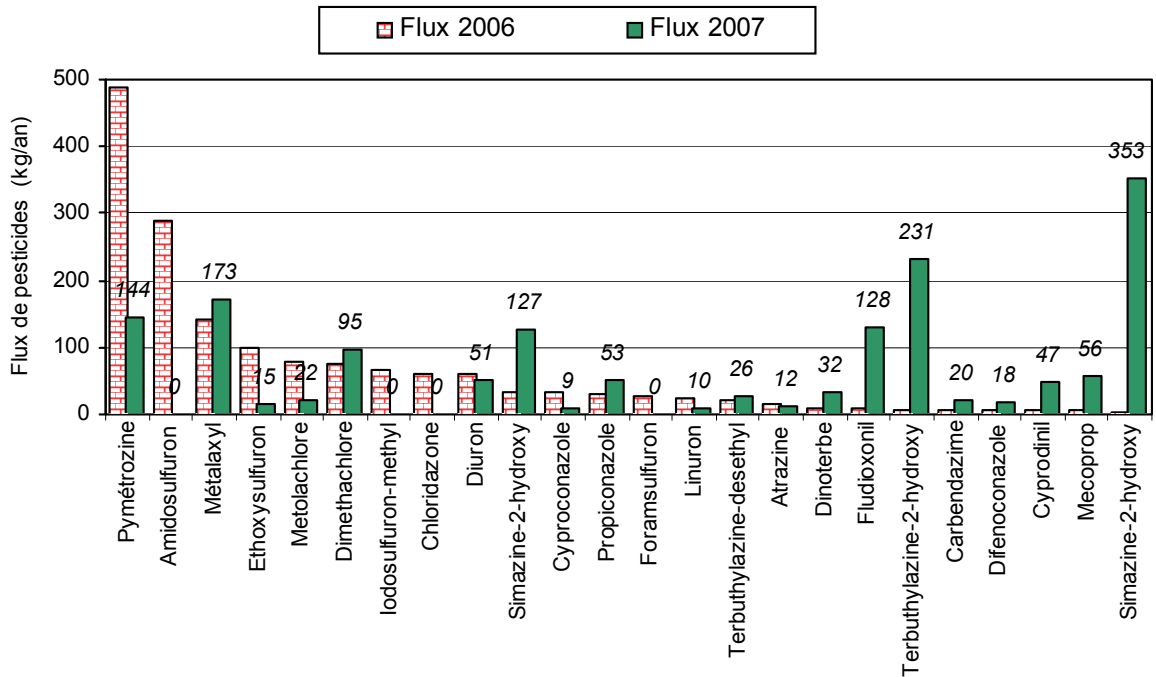


Figure 4 : Charges annuelles en pesticides ayant transité dans le Rhône en 2006 et 2007.

Figure 4 : Pesticide annual loadings from the Rhône river in 2006 and 2007.

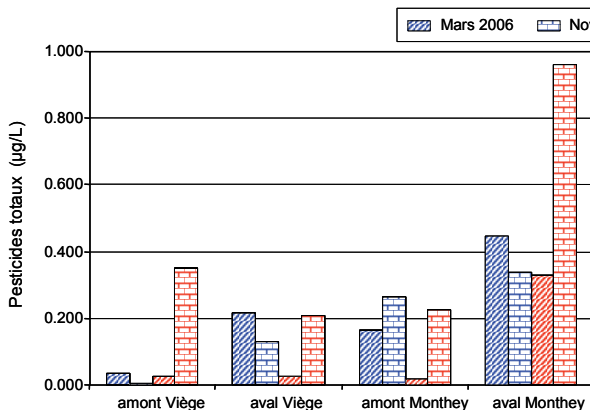


Figure 5 : Somme des concentrations en pesticides présents dans le Rhône en amont et en aval des sites industriels de Viège et Monthey les 8 mars, 30 novembre 2006, 6 mars et 7 novembre 2007.

Figure 5 : Sum of pesticide concentrations detected in the Rhône river in above and below the industrial production locations of Viège and Monthey the 8th March, 30 November 2006, 6th March and 7 November 2007.

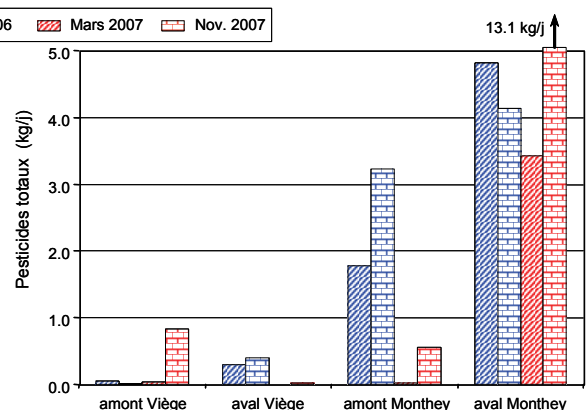


Figure 6 : Charges en pesticides calculées dans le Rhône en amont et en aval des sites industriels de Viège et Monthey les 8 mars, 30 novembre 2006, 6 mars et 7 novembre 2007.

Figure 6 : Calculated loadings of pesticides detected in the Rhône river in above and below the industrial production locations of Viège and Monthey the 8th March, 30 November 2006, 6th March and 7 November 2007.

Une augmentation des charges en pesticides dans le Rhône est toujours observée de l'amont vers l'aval. La diminution des charges calculée en novembre 2007 entre l'amont et l'aval de Viège pourrait s'expliquer partiellement par un échantillonnage non représentatif en aval de Viège (mauvaise homogénéisation du flux du Rhône).

L'augmentation des charges entre l'amont et l'aval de Monthey en novembre 2007 est expliquée essentiellement par des rejets de Fludioxonil (fongicide), Pymétroline (insecticide), Propiconazole (fongicide), Métalaxyl (fongicide), fabriqués sur le site de Monthey et présents dans les eaux du Rhône à des concentrations supérieures à 0.1 µg/L. Il convient cependant de relever que des différences significatives ont été obtenues par les trois laboratoires sur ces échantillons (voir paragraphe 3.2).

4.3 Produits pharmaceutiques

Suite aux recherches de principes actifs de médicaments menées en 2005 dans le Léman et à l'observation d'importants rejets industriels (EDDER et al., 2006), cinq produits pharmaceutiques (Mépivacaïne, Carbamazépine, Bupivacaïne, Prilocaïne et Irbersartan) ont été analysés systématiquement dans les eaux du Rhône à partir du mois de septembre 2006. En 2007, les analyses ont porté sur les éléments ci-dessous avec les concentrations maximales et moyennes suivantes :

| | | Maximum (2007) | Moyenne (2007) |
|---------------|-------------------|----------------|----------------|
| Mépivacaïne | Anesthésiant | 2.25 µg/L | 0.14 µg/L |
| Carbamazépine | Anti-épileptique | 0.10 µg/L | 0.02 µg/L |
| Prilocaïne | Anesthésiant | 0.03 µg/L | 0.01 µg/L |
| Ticlopidine | Anti-coagulant | 0.09 µg/L | 0.01 µg/L |
| Irbersartan | Anti-hypertenseur | 0.48 µg/L | 0.02 µg/L |

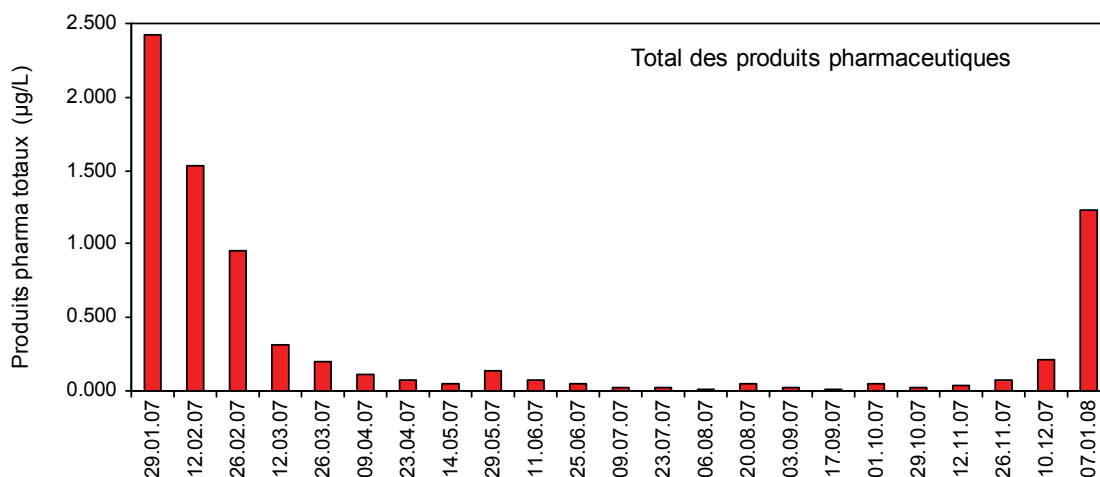


Figure 7 : Somme des concentrations des 5 produits pharmaceutiques analysés dans le Rhône à la Porte du Scex au cours de l'année 2007.

Figure 7 : Sum of pharmaceuticals concentrations analysed in the Rhône river at the Porte du Scex during the year 2007.

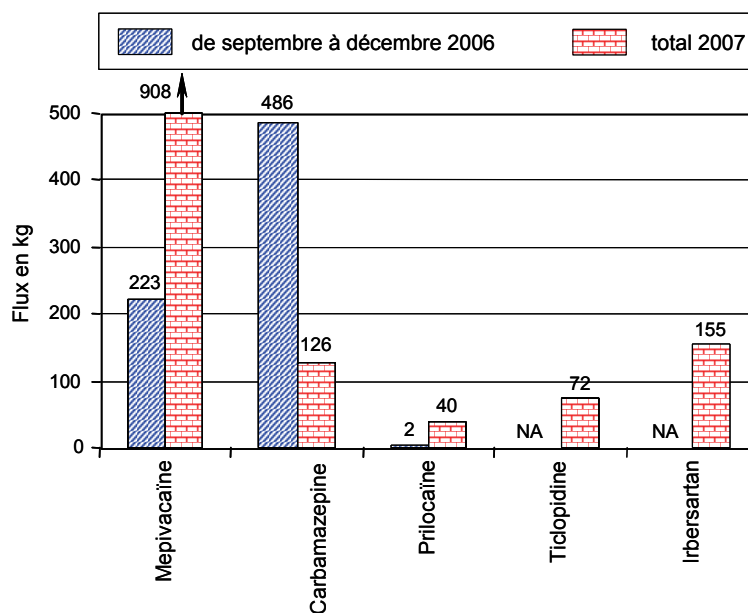


Figure 8 : Charges (par an en 2007 et sur 4 mois en 2006) calculées en produits pharmaceutiques retrouvés dans les eaux du Rhône de septembre 2006 à décembre 2006 et en 2007.

Figure 8 : Calculated loadings of pharmaceuticals detected in Rhône river between september and december 2006 and during 2007.

La diminution des concentrations pendant le période de mai à septembre est également due à une meilleure dilution liée aux hautes eaux du Rhône.

La moyenne des concentrations 2007 (0.34 µg/L) est inférieure à celle de 2006 (0.72 µg/L), ces valeurs ne sont toutefois pas directement comparables car la moyenne pour l'année 2006 ne portait que sur quatre mois de mesure.

La figure 8 présente les charges calculées pour les cinq principes actifs pharmaceutiques analysés dans le Rhône de septembre à décembre 2006, ainsi que durant l'ensemble de l'année 2007.

Les charges de substances pharmaceutiques retrouvées dans les eaux du Rhône en 2007 demeurent très importantes avec 900 kg pour la Mèpivacaïne, 130 kg pour la Carbarmazépine et 150 kg pour l'Irbersartan. Sur la base des analyses des eaux usées après traitement de l'industrie concernée, ainsi que de l'analyse des eaux du Rhône en amont et en aval de cette dernière, il apparaît clairement que la grande majorité des substances susmentionnées est d'origine industrielle. L'intervention auprès de cette industrie ayant été plus tardive qu'auprès des industries produisant des produits phytosanitaires, les mesures correctives mises en œuvre ne sont encore que partiellement perceptibles au niveau des eaux du Rhône.

4.4 Le benzotriazole

Le benzotriazole est un composé formé d'un noyau benzénique, largement utilisé comme agent anticorrosion dans les circuits de refroidissement industriels, fluides de dégivrage notamment sur les avions, comme antibuée ou agent de protection de l'argenterie dans les produits lave-vaisselle (HART et al., 2004).

Ce composé polaire, très soluble dans l'eau, a été suivi par l'institut suisse de recherche de l'eau du domaine des Ecoles Polytechniques Fédérales (EAWAG) dans plusieurs rivières et lacs suisses. Il est présent dans les eaux usées domestiques et industrielles (10 à 100 µg/L), très peu dégradé dans les stations d'épuration et persistant dans le milieu naturel (VOUTSA et al., 2006). Un suivi sur le cours d'eau la Glatt a permis également de mettre en évidence l'impact de son utilisation, en période hivernale, sur l'aéroport international de Zurich, avec des pics de concentration de 2.7 µg/L dans la rivière en aval de l'aéroport. Des teneurs moyennes de 1.07 µg/L et 0.2 µg/L ont été analysées respectivement dans le Greifensee et le lac Léman (GIGER et al., 2006). Le suivi sur le Rhône en 2006 avait également permis de mettre en évidence une concentration moyenne de 0.23 µg/L et un pic de concentration sur un échantillon moyen de 7 jours à 1.38 µg/L.

Cette substance, contaminant ubiquiste, est classée comme toxique pour les organismes aquatiques. Elle peut causer à long terme des effets indésirables sur les écosystèmes aquatiques (HEM et al., 2003).

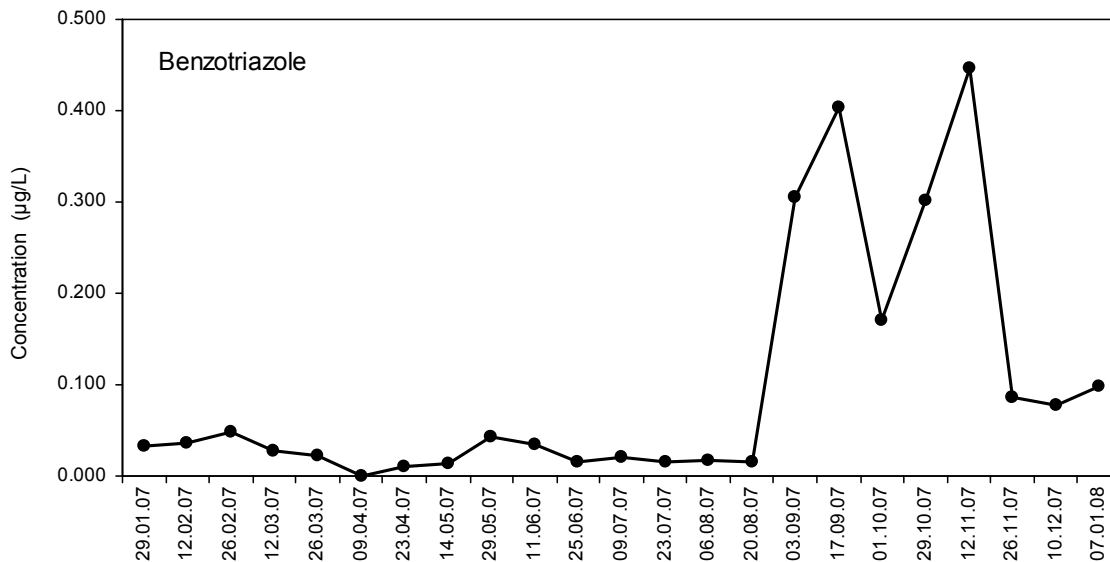


Figure 9 : Evolution des concentrations en Benzotriazole détectées dans le Rhône à la Porte du Scex en 2007.
Figure 9 : Concentrations evolution of Benzotriazole detected in the Rhône river at the Porte du Scex in 2007.

Les concentrations enregistrées dans les eaux du Rhône sur les échantillons moyens de 14 jours varient de moins de 0.01 µg/L à 0.4 µg/L avec une moyenne de 0.1 µg/L. Le flux annuel représente une quantité de 555 kg sur l'année 2007.

Les prélèvements et analyses réalisés en parallèle des pesticides et médicaments en amont et en aval des industries n'ont pas permis de localiser les sources de rejet de ce composé ni d'expliquer la forte augmentation des concentrations de septembre à novembre 2007, soit la période durant laquelle une augmentation des produits phytosanitaires a également été observée (voir figure 1).

5. CONCLUSIONS

Le suivi analytique des produits phytosanitaires et principes actifs pharmaceutiques dans les eaux du Rhône en 2007 a permis de contrôler l'efficacité des mesures de limitation des rejets mises en place par les différentes industries concernées.

Au niveau des produits phytosanitaires d'origine industrielle, la diminution des rejets est de plus de 40 % par rapport à 2006. Cette diminution des rejets a déjà un effet clairement observable sur les concentrations mesurées dans le Léman. Par rapport aux années précédentes, une forte augmentation de produits phytosanitaires d'origine non industrielle a été observée. En l'état actuel, cette augmentation n'est pas expliquée. Si ces résultats devaient se confirmer en 2008, des investigations spécifiques devront être menées.

Au niveau des principes actifs pharmaceutiques, les charges rejetées au Rhône sont demeurées élevées en 2007 par rapport aux produits phytosanitaires, avec par exemple 900 kg pour la seule Mèpivacaïne (contre environ 800 kg pour la somme des produits phytosanitaires d'origine industrielle).

Le suivi de la qualité des eaux du Rhône sera poursuivi en 2008. Une nouvelle amélioration est escomptée pour les années à venir grâce à la mise en œuvre de la ligne directrice élaborée par le Service de protection de l'environnement du Valais en partenariat avec les industries concernées. Cette ligne directrice prévoit un renforcement des exigences pour les principaux produits phytosanitaires, une application des mêmes exigences pour les principes actifs pharmaceutiques et définit les conditions à respecter pour les micropolluants autres que les pesticides et médicaments.

BIBLIOGRAPHIE

- BERNARD, M., ARNOLD, C., EDDER, P. et ORTELLI, D. (2007) : Micropolluants dans les eaux du Rhône. Rapp. Comm. Int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 163-172.
- CORVI, C. et KHIM-HEANG, S., (1997) : Surveillance des produits phytosanitaires dans les eaux des affluents du bassin lémanique. Rapp. Comm. Int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1996, 125-144.
- 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 CHEVRE, N. (2007) : Métaux et micropolluants organiques dans les eaux du Rhône. Rapp. Comm. Int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 59-81.
- EDDER, P., ORTELLI, D., KLEIN, A. et RAMSEIER, S. (2008) : Métaux et micropolluants organiques dans les eaux et sédiments du Léman. Rapp. Comm. Int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2007, 57-84.
- GIGER, W., SCHAFFNER, C. et KOHLER, H.-P. (2006) : Benzotriazole and Toloytriazole as aquatic Contaminants. 1. Input and Occurrence in Rivers and Lakes. Environ. Sci. Technol, 40, 7186-7192.
- HART, D.S., DAVIS, L.C., ERICKSON, L.E. et CALLENDER, T.M. (2004) : Sorption and partitioning parameters of benzotriazole compounds. Microchem. J., 77/1, 9-17.
- HEM, L.-J., HARTNIK, T., ROSETH, R. et BREEDVELD, G.-D. (2003) : Photochemical degradation of Benzotriazole. J. Environ. Sci. Health, Part A 38, 471-481.
- 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.
- OSEC (1995) : Ordonnance sur les substances étrangères et les composants du 26 juin 1995 (OSEC RS 817.021.23)
- OEAUX (1989) : Ordonnance sur la protection des eaux du 28 octobre 1989 (OEaux RS 814.201).
- STRAWCYNKY, A. (2006) : Analyses comparatives interlaboratoires. Rapp. Comm. Int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2005, 189-196.
- STRAWCYNKY, A. (2007) : Analyses comparatives interlaboratoires. Rapp. Comm. Int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 225-233.
- STRAWCYNKY, A. (2008) : Analyses comparatives interlaboratoires. Rapp. Comm. Int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2007, xx-xx.
- VOUTSA, D., HARTMANN, P., SCHAFFNER, C. and C. GIGER, W. (2006) : Benzotriazole Alkylphenols and Bisphenol A in Municipal Wastewaters and in Glatt River, Switzerland. Environ. Sci. Pollut. Res., 13 (5), 333-341.

| Concentrations en µg/L | | LQ | 29.01.2007 | 12.02.2007 | 26.02.2007 | 12.03.2007 | 26.03.2007 | 09.04.2007 | 23.04.2007 | 14.05.2007 | 29.05.2007 | 11.06.2007 | 25.06.2007 | 09.07.2007 | 23.07.2007 | 06.08.2007 | 20.08.2007 | 03.09.2007 | 17.09.2007 | 01.10.2007 | 29.10.2007 | 12.11.2007 | 26.11.2007 | 10.12.2007 | 07.01.2008 | maxi | |
|------------------------|-------------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|-------|
| Pesticides | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alachlor | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amidosulfuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.001 | | | |
| Atrazine | Herbicide | 0.010 | | | 0.001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.001 | | | |
| Atrazine-2-hydroxy | Herbicide | 0.010 | | | | | | | 0.004 | | | | 0.042 | 0.004 | 0.005 | 0.001 | 0.006 | | | | | | | | | | |
| Atrazine-desethyl | Herbicide | 0.010 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | | | | | | | | 0.005 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.007 | | | | | | | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.007 |
| Atrazine-desisopropyl | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Azoxystrobin | Fongicide | 0.010 | | | | | | | 0.003 | 0.004 | | 0.007 | | | | | | 0.007 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.004 | 0.001 | 0.001 | | 0.007 | |
| Boscalid | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.004 | 0.006 | | | | 0.006 | 0.006 |
| Carbendazim | Fongicide | 0.010 | | | 0.002 | | 0.003 | | 0.002 | 0.003 | 0.002 | | | | | | | 0.019 | 0.023 | 0.007 | 0.007 | 0.005 | | | | 0.023 | 0.023 |
| Carbafuran | Insecticide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chloridazon | Herbicide | 0.010 | NA | NA | NA | NA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chlorotoluron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.003 | 0.003 | 0.003 | | | | | 0.003 |
| Clomazone | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cyproconazole | Fongicide | 0.010 | | | 0.011 | 0.016 | | | | 0.004 | 0.009 | | | | | | | | | | | | | 0.002 | 0.004 | | 0.016 |
| Cyprodinil | Fongicide | 0.010 | 0.006 | 0.010 | 0.020 | 0.021 | | 0.005 | 0.008 | 0.002 | 0.006 | | 0.003 | 0.005 | 0.005 | 0.008 | 0.009 | 0.024 | | 0.019 | 0.006 | 0.003 | 0.004 | 0.008 | 0.004 | 0.024 | 0.024 |
| Diclotophos | Insecticide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Difenoconazol | Fongicide | 0.010 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | | 0.002 | | 0.002 | | | | | | | 0.011 | | 0.022 | 0.010 | 0.012 | 0.005 | 0.007 | 0.004 | 0.022 | 0.022 |
| Difenoconazol | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Difenoconazol | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diméthuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diméthuron | Herbicide | 0.010 | 0.032 | 0.045 | 0.045 | 0.027 | 0.018 | 0.020 | 0.021 | 0.007 | 0.019 | 0.011 | 0.008 | 0.007 | 0.014 | | 0.018 | 0.006 | 0.020 | 0.012 | 0.022 | 0.013 | 0.015 | 0.022 | 0.021 | 0.045 | |
| Diméthuron | Insecticide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diméthuron | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dinoseb | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dinoseb | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dinoseb | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dinoseb | Herbicide | 0.010 | 0.005 | 0.005 | 0.003 | | 0.004 | | 0.015 | 0.007 | 0.007 | | | | | | | 0.031 | 0.002 | 0.026 | 0.006 | 0.019 | 0.003 | 0.003 | 0.001 | 0.031 | |
| Dinoseb | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Durob | Herbicide | 0.010 | | | 0.001 | | 0.004 | | 0.015 | 0.007 | 0.027 | | | | | | | 0.024 | 0.045 | 0.021 | 0.025 | 0.018 | 0.003 | 0.004 | 0.004 | 0.045 | |
| Durob | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.028 | 0.025 | | | | | | 0.028 |
| Ethoxysulfuron | Herbicide | 0.010 | 0.001 | | | | | | 0.002 | 0.003 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fenatimol | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fenhexamide | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fenpropridin | Fongicide | 0.010 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | | | | | | | | | | | | | | 0.003 | | | | 0.005 | 0.012 | 0.001 | 0.012 |
| Fenuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fipronil | Insecticide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fluazifop-butyl | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fluazifop-butyl | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fluazifop-butyl | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fluazifop-butyl | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fluazinam | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fluazinam | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fluazinam | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fluazinam | Fongicide | 0.010 | 0.015 | 0.015 | 0.007 | 0.003 | 0.005 | | 0.004 | 0.003 | 0.005 | | | | | | | 0.057 | 0.082 | 0.108 | 0.117 | 0.114 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.117 | |
| Fluoxonil | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fluoxonil | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fluoxonil | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Insecticide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Insecticide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flufenoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Concentrations en µg/L | | LQ | 29.01.2007 | 12.02.2007 | 26.02.2007 | 12.03.2007 | 26.03.2007 | 09.04.2007 | 23.04.2007 | 14.05.2007 | 29.05.2007 | 11.06.2007 | 25.06.2007 | 09.07.2007 | 23.07.2007 | 06.08.2007 | 20.08.2007 | 03.09.2007 | 17.09.2007 | 01.10.2007 | 29.10.2007 | 12.11.2007 | 26.11.2007 | 10.12.2007 | 07.01.2008 | maxi | |
|--|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|-------|
| Pesticides | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mecoprop | Herbicide | 0.010 | | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | | 0.005 | 0.004 | 0.003 | | | | | | | 0.035 | 0.029 | 0.050 | 0.015 | 0.075 | 0.004 | 0.005 | 0.005 | 0.075 | |
| Mepanipyrim | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metaxyl | Fongicide | 0.010 | 0.006 | 0.057 | 0.036 | 0.037 | 0.060 | | 0.017 | 0.016 | 0.014 | 0.021 | 0.009 | | 0.007 | 0.001 | 0.007 | 0.057 | 0.057 | 0.076 | 0.117 | 0.098 | 0.024 | 0.014 | 0.048 | 0.117 | |
| Methoxyfenoside | Insecticide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metobromuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metolachlor | Herbicide | 0.010 | 0.016 | 0.020 | 0.015 | 0.013 | 0.006 | 0.006 | 0.005 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | | | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.001 | 0.001 | 0.004 | 0.005 | 0.002 | 0.020 | |
| Metoxuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metisulfuron-methyl | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oryzalin | Herbicide | 0.010 | | | | | | 0.006 | 0.003 | 0.003 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.006 | |
| Oxadixyl | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | 0.001 | 0.001 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.002 |
| Pencconazole | Fongicide | 0.010 | 0.002 | 0.001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pririmicarb | Insecticide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prometyn | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Propamocarb | Fongicide | 0.010 | | | | 0.002 | | | | | | | | | | | | | | | 0.004 | 0.004 | | | | 0.005 | |
| Propiconazole | Fongicide | 0.010 | 0.011 | 0.010 | 0.010 | 0.046 | | | | | | 0.019 | 0.005 | 0.003 | 0.003 | | | | 0.014 | 0.009 | 0.025 | 0.017 | 0.014 | 0.025 | 0.045 | 0.046 | |
| Propoxur | Insecticide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.013 | 0.014 | 0.007 | 0.006 | 0.005 | | | 0.014 | |
| Pymetrozine | Insecticide | 0.010 | | | | 0.006 | 0.047 | | 0.006 | 0.002 | | | 0.006 | 0.013 | 0.011 | | | | | 0.044 | 0.200 | 0.163 | 0.142 | 0.003 | 0.004 | 0.200 | |
| Pyrifenoxy | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pyralid | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Simazine | Herbicide | 0.010 | | | | 0.005 | | | 0.200 | 0.100 | 0.041 | 0.021 | 0.013 | 0.011 | 0.014 | | | | 0.010 | 0.017 | 0.011 | 0.012 | | 0.008 | 0.015 | 0.005 | 0.200 |
| Simazine-2-hydroxy | Herbicide | 0.010 | | | | 0.028 | | | 0.131 | 0.127 | 0.342 | 0.022 | 0.013 | 0.005 | 0.009 | 0.022 | 0.009 | 0.195 | 0.194 | 0.018 | 0.018 | 0.013 | | | 0.002 | 0.342 | |
| Spinosad | Insecticide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tebuconazole | Fongicide | 0.010 | 0.007 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.001 | | | | | 0.007 | |
| Tebufenpyrad | Acaricide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tebutam | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Teflubenzuron | Insecticide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Terbumeton | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Terbutylazine | Herbicide | 0.010 | | | | 0.001 | | | 0.027 | 0.020 | 0.006 | 0.002 | | | | | | | | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.027 | |
| Terbutylazine-2-hydroxy | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | 0.019 | 0.012 | 0.012 | 0.016 | 0.013 | 0.329 | 0.243 | 0.008 | 0.005 | 0.005 | | | 0.329 | | |
| Terbutylazine-desethyl | Herbicide | 0.010 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.003 | | 0.004 | 0.003 | 0.005 | 0.004 | 0.021 | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | | | 0.021 | |
| Terbutyn | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.003 | 0.006 | 0.005 | | | 0.001 | 0.006 |
| Thiabendazole | Fongicide | 0.010 | | | 0.001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Thiocyclam hydrogen oxalate | Insecticide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Triasulfuron | Herbicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trifloxystrobin | Fongicide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Triflurmuon | Insecticide | 0.010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total (pesticides) | 82 | | 0.109 | 0.173 | 0.151 | 0.181 | 0.197 | 0.264 | 0.376 | 0.250 | 0.527 | 0.135 | 0.128 | 0.068 | 0.086 | 0.061 | 0.086 | 0.833 | 0.821 | 0.659 | 0.592 | 0.585 | 0.106 | 0.138 | 0.154 | | |
| Anticorrosif | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 H benzotriazole | Anticorrosif | | 0.032 | 0.036 | 0.048 | 0.028 | 0.023 | | 0.010 | 0.013 | 0.043 | 0.034 | 0.016 | 0.020 | 0.015 | 0.018 | 0.016 | 0.305 | 0.403 | 0.171 | 0.301 | 0.446 | 0.087 | 0.077 | 0.098 | 0.446 | |
| Produits pharmaceutiques | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mepivacaine | Anesthésiant | 0.010 | 2.250 | 1.300 | 0.360 | 0.101 | 0.110 | 0.021 | 0.005 | 0.039 | 0.062 | 0.061 | 0.041 | 0.011 | 0.005 | 0.004 | 0.007 | 0.003 | 0.015 | 0.006 | 0.008 | 0.008 | 0.013 | 0.021 | 0.160 | 1.020 | 2.250 |
| Carbamazepine | Anti-épileptique | 0.010 | 0.090 | 0.098 | 0.065 | 0.060 | 0.038 | 0.036 | 0.026 | 0.007 | 0.018 | 0.006 | 0.004 | 0.002 | 0.010 | 0.007 | 0.033 | 0.015 | 0.006 | 0.010 | 0.005 | 0.012 | 0.034 | 0.010 | 0.050 | 0.098 | |
| Prilocaine | Anesthésiant | 0.010 | | | | 0.005 | | | | | 0.026 | | | | | | 0.009 | 0.010 | 0.006 | 0.010 | 0.005 | 0.012 | 0.034 | 0.010 | 0.050 | 0.060 | |
| Ticlopidine | Anti-coagulant | 0.010 | 0.015 | 0.010 | 0.045 | 0.086 | 0.036 | 0.030 | 0.027 | | 0.028 | 0.007 | 0.004 | | 0.006 | | | | | 0.016 | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.007 | 0.066 | 0.086 | |
| Ibuprofène | Anti-hypertenseur | 0.010 | 0.065 | 0.120 | 0.480 | 0.069 | 0.015 | 0.023 | 0.011 | 0.002 | 0.008 | 0.003 | 0.003 | 0.007 | 0.007 | 0.006 | | | | 0.011 | 0.013 | 0.013 | 0.015 | 0.012 | 0.071 | 0.480 | |
| Limite de détection : 0.001 µg/L ; les valeurs inférieures à 0.010 µg/L sont données à titre indicatif | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LQ : limite de quantification | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Débit moyen du Rhône | | m ³ /s | 121.3 | 113.8 | 106.7 | 124.9 | 102.4 | 94.4 | 136.1 | 169.8 | 255.6 | 290.9 | 382.4 | 330.6 | 367.6 | 340.0 | 357.0 | 276.0 | 203.0 | 174.0 | 155.2 | 132.0 | 135.3 | 123.1 | 88.8 | 382.4 | |