

MICROPOLLUANTS DANS LES EAUX DU RHÔNE AMONT

MICROPOLLUTANTS IN THE WATER OF THE RIVER RHÔNE UPSTREAM

CAMPAGNE 2017

PAR

Marc BERNARD, Lucie FAUQUET, Pierre MANGE et Joël ROSSIER

SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT - Rue des Creusets 5 - CH – 1951 SION

RÉSUMÉ

Cent-dix-sept produits phytosanitaires, 30 principes actifs pharmaceutiques, deux agents anti-corrosion et un solvant (1,4-dioxane) ont été analysés systématiquement dans les eaux du Rhône en amont du Léman tout au long de l'année 2017. Aucun produit phytosanitaire n'a dépassé les exigences de l'Ordonnance sur la protection des eaux (0.1 µg/L). Sur les 30 principes actifs pharmaceutiques recherchés, certains sont retrouvés dans les eaux du Rhône à des concentrations encore très importantes. Un maximum de 0.96 µg/L a été mesuré pour la Metformine.

En termes de flux annuels, les quantités totales de produits phytosanitaires ayant transités par le Rhône en 2017 s'élèvent à 444 kg par rapport à 577 kg en 2016 et 277 kg en 2015. La charge en 1,4-dioxane estimée à 395 kg est en baisse par rapport aux 750 kg de l'année 2015 et aux 6 tonnes de 2014.

ABSTRACT

One hundred seventeen pesticides, 30 active pharmaceutical ingredients, two anti-corrosion agents and one solvent (1,4 dioxane) were systematically analyzed throughout 2017 in the waters of the Rhône River upstream of Lake Geneva. No pesticide exceeded the requirements of the Waters Protection Ordinance (0.1 µg/L). On 30 active pharmaceutical ingredients that were sought, some were found in the waters of the Rhône River at still very high concentrations. A maximum of 0.96 µg/L was measured for Metformin.

In terms of annual fluctuations, total quantities of pesticides transiting through the Rhône River in 2017 amounts to 444 kg compared with 577 kg in 2016 and 277 kg in 2015. The load of 1,4-dioxane was estimated to 395 kg, compared to 750 in 2015 kg and to 6 tons for the year 2014.

1. INTRODUCTION

Depuis janvier 2006, un contrôle systématique et continu de la qualité des eaux du Rhône en amont du Léman a été mis en place par le Service de l'environnement du canton du Valais (BERNARD et MANGE, 2015).

Les résultats d'analyses à disposition permettent de suivre la qualité des eaux du Rhône vis-à-vis des produits phytosanitaires (PPS) utilisés en agriculture et issus des productions industrielles ainsi que de certaines substances pharmaceutiques, dites « Active Pharmaceutical Ingredient » (API). Les données récoltées permettent également de contrôler si les mesures prises par les industries du bassin versant sont efficaces, de vérifier la bonne corrélation avec les résultats des autocontrôles ainsi que le respect des exigences de la ligne directrice cantonale valaisanne en matière de micropolluants de 2008.

Le point de mesure étant situé au sein d'une station hydrologique de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), les débits du Rhône sont donc connus et permettent le calcul des charges annuelles de flux polluants des PPS et API et la tendance aux cours des dernières années.

Ce rapport présente les résultats des investigations réalisées en 2017 et les compare avec ceux obtenus depuis 2006.

2. ECHANTILLONNAGE

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 national de surveillance continue des cours d'eau suisses (NADUF) de la Confédération (figure 1). 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 pendant 14 jours à une fréquence de 3 prises aliquotes par heure. L'échantillon est récolté directement dans un flacon en verre au sein d'une enceinte réfrigérée à 5 °C. Dès la fin du prélèvement, l'échantillon est expédié par express au laboratoire en charge des analyses. Vingt-six échantillons moyens sur 14 jours ont ainsi été prélevés et analysés en 2017.

2.2 RHÔNE AMONT ET AVAL DE VIÈGE ET DE MONTHÉY

Le 15 mars et le 28 novembre 2017, des échantillons moyens sur 24 heures ont été prélevés dans le Rhône en amont et en aval de Viège et de Monthey, permettant ainsi d'évaluer ponctuellement l'impact des grands sites industriels. Les 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 pour la détermination de l'ensemble des substances figurant en annexes.

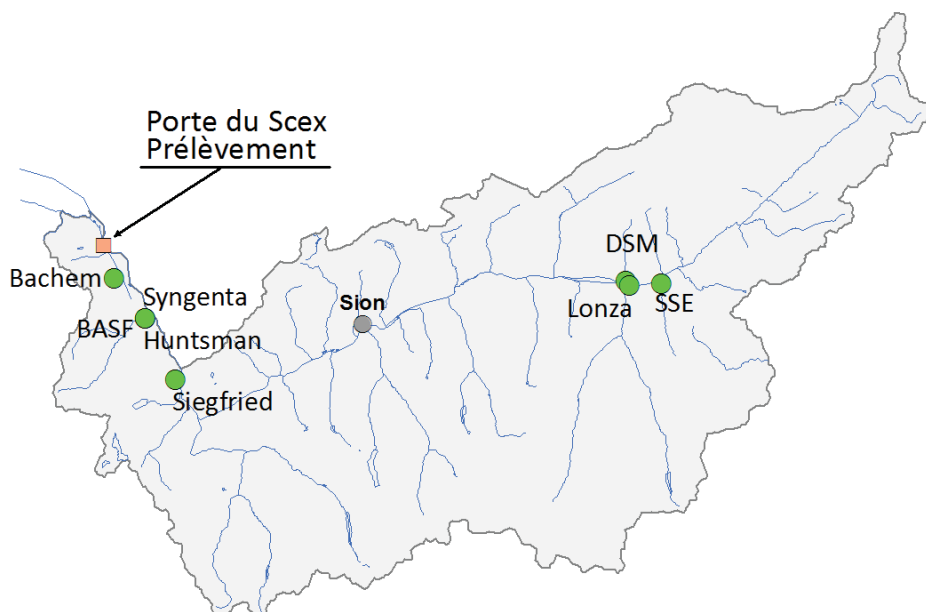


Figure 1 : Localisation de la station Porte du Scex sur le Rhône et des sites industriels sur le territoire du Valais

Figure 1 : Location of the Porte du Scex station on the Rhône and industrial sites in Valais

3. METHODOLOGIE

La liste complète des substances recherchées est donnée en annexes 1 et 2; elle comprend 117 produits phytosanitaires, 30 principes actifs pharmaceutiques, et deux agents anticorrosion (le Benzotriazole et le Tolyltriazole). Onze nouvelles substances correspondant à une production industrielle spécifique avaient été introduites dans le suivi 2013. Pour des questions de confidentialité, le nom de ces API n'est pas publié. Suite à la découverte de 1,4-dioxane (solvant très soluble dans l'eau) par les investigations du réseau d'observation national des eaux souterraines (NAQUA) dans les eaux souterraines dans le secteur de Viège, cette substance a également été analysée dans tous les échantillons des eaux du Rhône. Un nouveau fongicide (le fenpyrazamine) a été introduit dans la liste des produits analysés car il est fréquemment utilisé en viticulture depuis 2015.

3.1 ANALYSES

Toutes les analyses ont été réalisées par le laboratoire Scitec Research SA, Laboratoire d'analyses chimique, bactériologique et environnement, situé à Lausanne. Les méthodes d'analyse sont décrites dans BERNARD et MANGE (2015).

L'ensemble des résultats d'analyses sont présentés dans le tableau en annexe 1. La mention « bmdl » désigne les résultats d'analyses inférieurs au seuil de quantification : la substance a été détectée, en général à une concentration inférieure à 0.01 µg/L. Dans le cas contraire, la case reste vide.

3.2 CONTRÔLES

Le laboratoire mandaté est accrédité selon la norme ISO CEI LEN 17025 ainsi qu'auprès du Département de la Santé de l'Etat de New-York (NYDOH), dans le cadre du programme ELAP (Environmental Laboratory Approval Program). Il participe depuis quelques années aux intercalibrations organisées par la CIPEL (VARGAS 2017) et procède également aux analyses de résidus médicamenteux de la CIPEL (KLEIN 2017).

4. RESULTATS

4.1 CONCENTRATIONS DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES DANS LES EAUX DU RHÔNE

Les résultats de l'analyse des 26 échantillons du Rhône prélevés à la Porte du Scex en 2017 sont disponibles dans le tableau en annexe 1. Un total de 27 substances PPS ont été détectées sur 117 recherchées soit un nombre inférieur à celui recensé dans le programme NAWA Spez mis en place par l'OFEV en 2012 sur 5 cours d'eau de taille moyenne (WITTMER et al. 2014) et en 2015 sur 5 petits cours d'eau dont le bassin versant est fortement exploité par l'agriculture (DOPPLER et al. 2017). Cette différence est explicable, d'une part, parce que les analyses de l'étude de l'OFEV ont porté sur 220 PPS en 2012 et 257 en 2015 avec des seuils de quantification et détection plus bas et, d'autre part, parce que l'échantillonnage a été pratiqué sur des petits cours d'eau dans lesquels les capacités de dilution des substances étaient bien inférieures aux eaux du Rhône.

En 2017, aucune substance n'a dépassé ou atteint les exigences de l'Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, 0.1 µg/L). Toutefois, le glyphosate et l'AMPA ont été majoritairement présents tout au long de l'année sans dépasser 0.095 µg/L.

Sur la période 2008-2017, les concentrations maximales des produits phytosanitaires sont en diminution pour la plupart des substances. La même observation peut être faite sur les concentrations en produits phytosanitaires dans les eaux du Léman entre 2005 et 2017 (KLEIN 2017) et (KLEIN et PLAGELLA 2018).

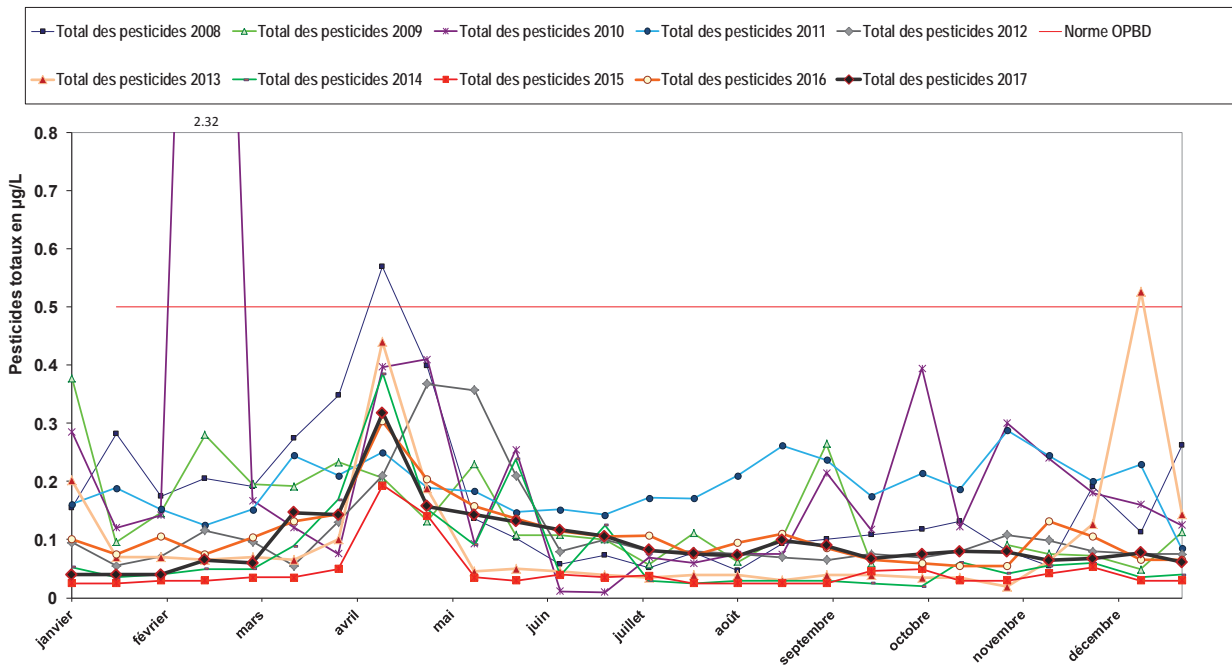


Figure 2 : Somme des concentrations en produits phytosanitaires décelées dans le Rhône à la Porte du Scex au cours des années 2008 à 2017.

Figure 2 : Sum of pesticide concentrations detected in the Rhône River at the Porte du Scex in 2008 to 2017.

En 2017, la valeur de tolérance OPBD³ de 0.5 µg/L (somme des pesticides) n'a jamais été atteinte. La somme des produits phytosanitaires est restée en général proche ou inférieure à 0.1 µg/L, contrairement aux années 2008 et 2010 (figure 2). On constate régulièrement ces dernières années que la période de mars à juin est celle où la concentration totale en phytosanitaires est la plus importante de l'année, correspondant à une période de basses eaux ainsi qu'à celle où les herbicides sont le plus utilisés jusqu'à fin avril.

4.2 CHARGES DES PRODUITS PHYTO SANITAIRES AYANT TRANSITÉ PAR LE RHÔNE

Les flux des substances phytosanitaires ayant transitées par le Rhône ont été calculés sur la base des concentrations mesurées et des débits moyens durant la période de prélèvement. Dans les cas où l'analyse révélait une teneur inférieure au seuil de quantification (bmdl), la moitié de la valeur de quantification (en général 0.005 µg/L) a été prise en compte pour ce calcul. Pour les substances non détectées à l'analyse, la charge apportée au lac a été considérée comme étant nulle. Les charges ainsi calculées sont présentées à la figure 3.

Les quantités totales des produits phytosanitaires ayant transité par le Rhône atteignent 444 kg en 2017 par rapport à 577 kg en 2016, 277 kg en 2015 et 414 kg en 2014 (figure 4).

La charge annuelle totale de pesticides d'origine non industrielle représente environ 443 kg contre 475 kg en 2016, 195 kg en 2015 et 286 kg en 2014. Pour les produits phytosanitaires d'origine agricole, les substances suivantes sont présentes : 77 kg de terbuthylazine et ses métabolites, 49 kg d'atrazine et de ses produits de dégradation, 8 kg de dinoterbe, 8 kg de linuron et 4 kg de simazine. De plus, 115 kg de glyphosate (herbicide d'origine diverse et agricole) ont été détectés en 2016 (77 kg en 2016, 18 kg en 2015, 121 kg en 2014) ainsi que 141 kg d'AMPA. Notons que l'atrazine comme la simazine sont interdits dans l'UE depuis 2003 et en Suisse depuis 2012 ; certains agriculteurs et plus particulièrement des non professionnels ont sans doute encore des stocks qu'ils utilisent même après les interdictions. Ces deux substances sont encore présentes dans les eaux mais à l'état de trace $\leq 0.010 \mu\text{g/l}$. Les traces cumulées toute l'année représentent finalement une charge de 20 à 30 kg/an. Le dinoterbe, ancien herbicide non autorisé semble également toujours présent.

Depuis 2012, les charges les plus importantes en 2017 ne proviennent plus de la production industrielle. Les quantités de produits phytosanitaires d'origine industrielle sont à présent réduites à seulement 11 kg/an cette année avec la présence de cyprodinil (4 kg), cyproconazole (2 kg) de bicyclopyrone (3 kg) et du dimetachlore (1 kg).

³ OPBD Ordonnance sur l'eau potable et l'eau des installations de baignade et de douche accessibles au public du 16 décembre 2016 (OPBD RS 817.022.11)

L'étude menée sur plusieurs bassins versants du Léman (ROSSI et CHESAUX, 2013) démontre que la stratégie d'échantillonnage actuelle permet d'estimer les charges annuelles, pour les composés dissous, avec une assez bonne fiabilité (incertitude de l'ordre de plus ou moins 35%).

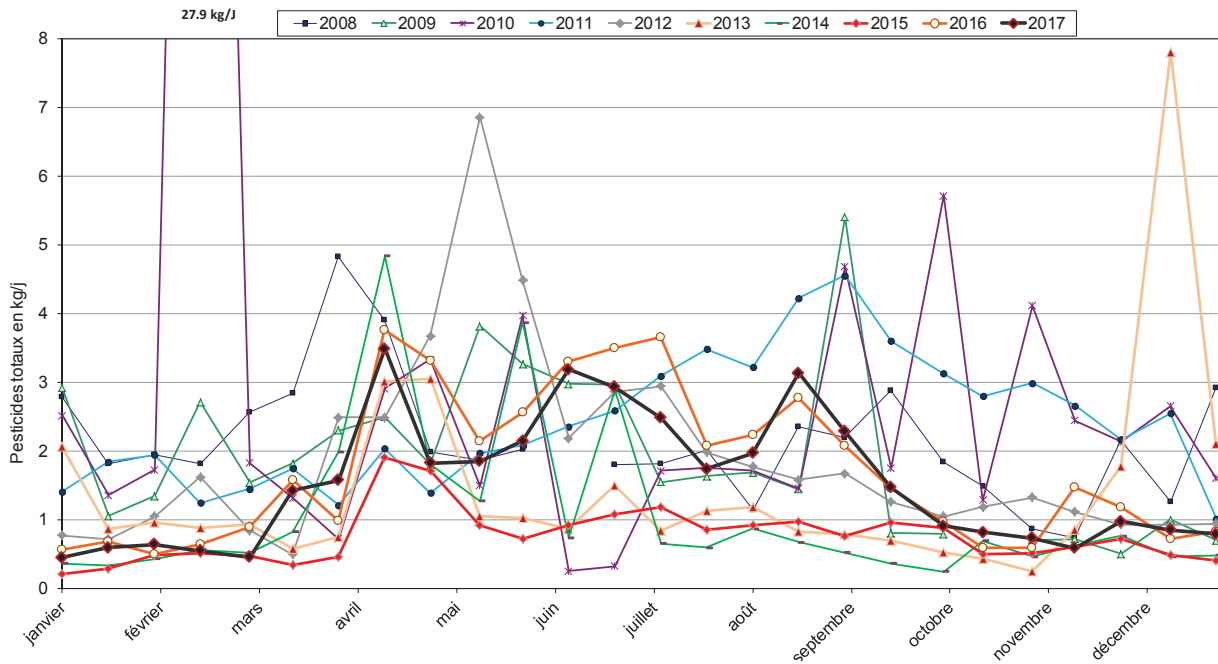


Figure 3 : Moyenne des charges journalières en pesticides ayant transités dans le Rhône de 2008 à 2017.

Figure 3 : Average daily loads of pesticides in the Rhône river from 2008 to 2017.

En 2017, la charge annuelle totale de pesticides d'origine industrielle calculée à partir des échantillons des eaux du Rhône se situe autour des 11 kg (figure 4), en nette baisse par rapport aux années précédentes 2016 (103 kg), 2015 (82 kg) et 2014 (128 kg). En 2017, elle ne représente plus que 1% des valeurs maximales mesurées en 2006 (1'450 kg). Les valeurs d'autocontrôle fournies par l'industrie donnent une charge globale supérieure (69 kg) alors qu'elles étaient inférieures en 2016. Les charges fournies par l'industrie sont sans doute plus réalistes que celle calculées depuis les eaux du Rhône, puisque qu'elles sont calculées sur des concentrations plus élevées et multipliées par de plus faibles débits, contrairement à la situation dans les eaux du Rhône. Les autocontrôles sont définis dans les autorisations de déversement délivrées aux industries sur une durée limitée ; elles permettent notamment un suivi analytique des eaux en sortie de STEP et le calcul de charges.

Depuis septembre 2010, les exigences de la ligne directrice cantonale en matière de micropolluants sont en vigueur pour les industries formulant des produits phytosanitaires. Ces exigences fixent les rejets journaliers à un maximum de 200 g, comme moyenne mensuelle, par substance fabriquée (SPE-VS 2008). Au cours de l'année 2017, cette exigence a été respectée pour toutes les substances produites contrairement à quelques dépassements pour le propiconazole (fongicide) en juin et juillet 2015. En 2017, les pesticides d'origine industrielle représentent 2.5% (18% en 2016 et 30% en 2015) de la charge totale de produits phytosanitaires ayant transités par le Rhône à la Porte du Scex (figure 4). La distinction des produits d'origine industrielle peut se faire du fait qu'ils sont dans la plus part des cas non utilisés en agriculture à l'exception du fongicide metalaxil qui est quantifié également en sortie de STEP industriel.

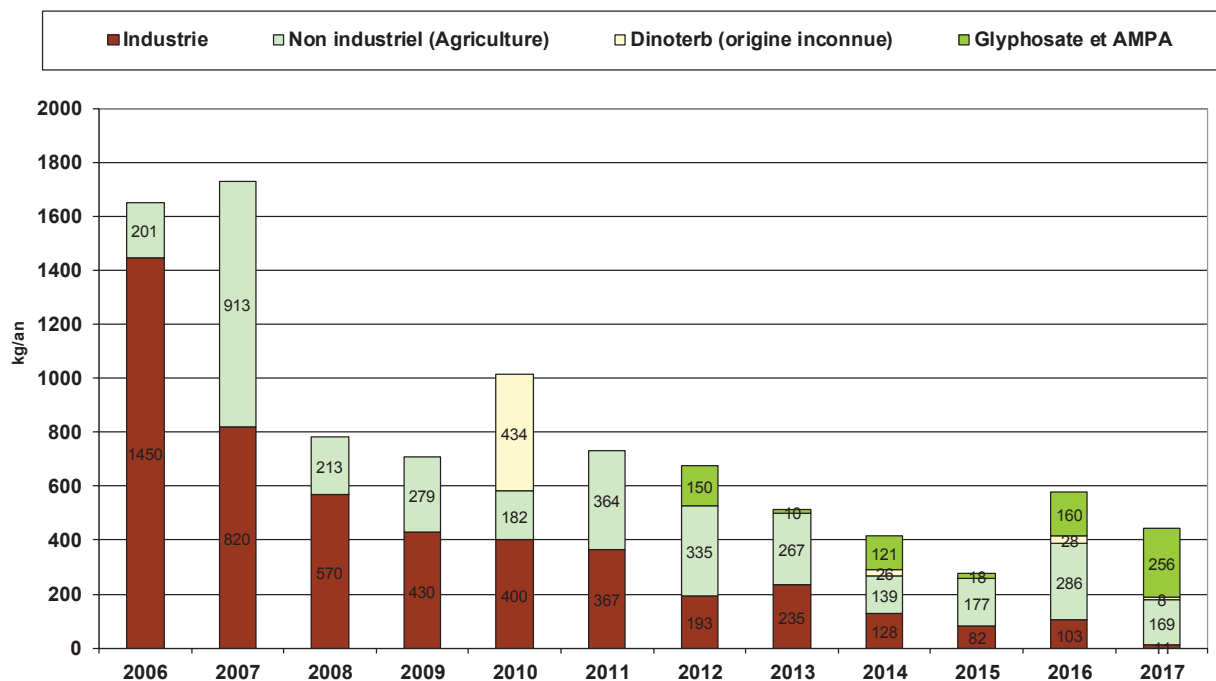


Figure 4 : Charges annuelles totales en pesticides ayant transités dans le Rhône de 2006 à 2017.

Figure 4 : Total annual pesticide loads from the Rhône River from 2006 to 2017.

L'augmentation des charges d'origine agricole qui avait été observée en 2016 peut probablement être mise en relation avec les conditions météorologiques enregistrées avec une pluviométrie particulièrement intense en début d'année. Le premier semestre 2016 s'est régionalement terminé au Nord des Alpes avec les sommes de précipitations les plus élevées depuis le début des mesures en 1864. Il était déjà tombé au 30 juin l'équivalent de 75 à 90% des valeurs annuelles (MétéoSuisse 2017). En 2017, les charges d'origine agricole restent hautes malgré une pluviométrie plus clémente, les précipitations annuelles dans les vallées des Alpes valaisannes n'ont mesuré que l'équivalent de 60 à 80% de la norme. Pour les températures, au Grand-Saint-Bernard et à Sion, il s'agit de la troisième année la plus chaude depuis le début des mesures en 1864 (MétéoSuisse 2018).

4.3 PROFILS DE CONCENTRATIONS DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES LE LONG DU RHÔNE

Comme les années précédentes, des prélèvements et analyses ont également été réalisés en amont et en aval des sites industriels de Viège et de Monthey. Les figures 5 et 6 présentent la concentration et la charge totale de tous les produits phytosanitaires détectés aux différents emplacements (voir aussi tableau en Annexe 2). La période de début et fin d'année a été choisie afin d'échantillonner durant la période d'étiage du Rhône et ainsi pouvoir détecter des substances présentes en faible quantité. Pour des questions de moyens limités, ce type de contrôle n'est réalisé que deux fois par an.

Les deux mesures ponctuelles (échantillons moyen 24h) réalisées en 2017 montrent la présence de dinoterbe en mars à Martigny et en aval de Monthey et aucune substance détectée en novembre. En février 2014, la présence de dinoterbe, herbicide d'origine inconnue, avait été retrouvée avec une concentration de 0.49 µg/L en amont de Monthey (BERNARD et MANGE, 2015), le même phénomène s'était reproduit en février 2016 avec des teneurs de 0.1 µg/L en amont de Viège et 0.64 µg/L en aval de Monthey (BERNARD, FAUQUET et MANGE, 2017). Lors de ces campagnes de mesures ponctuelles en période d'étiage du Rhône, l'impact des sites industriels était peu ou faiblement marqué.

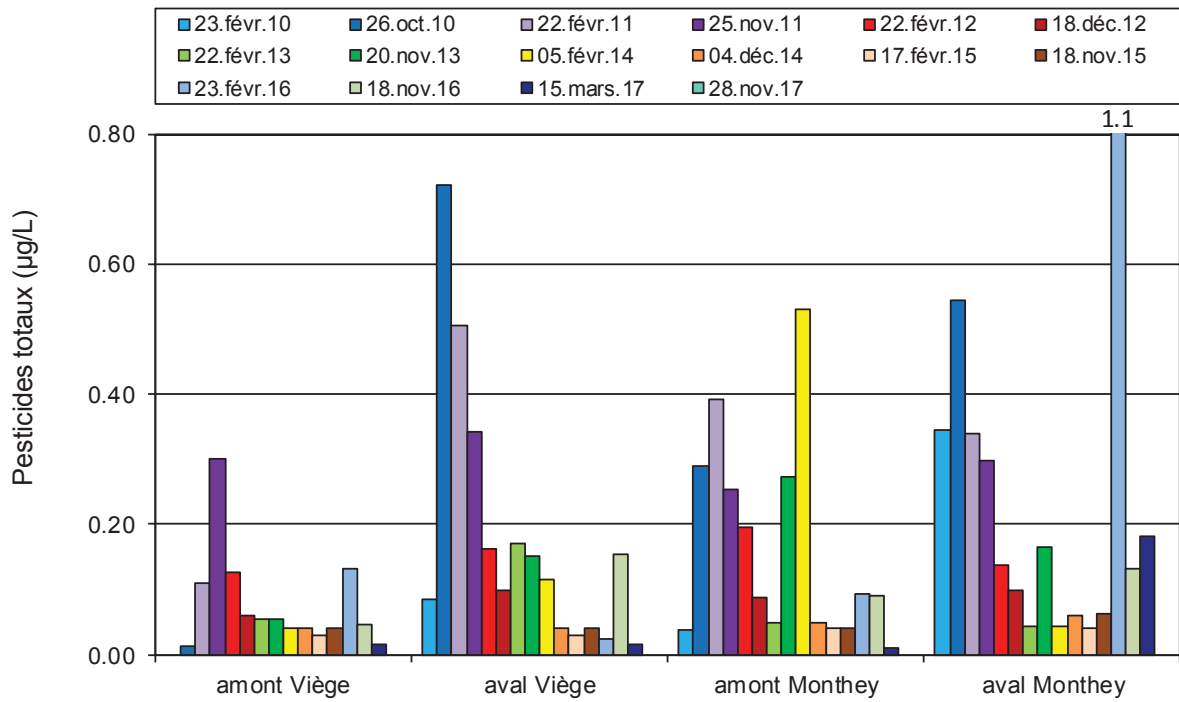


Figure 5 : Somme des concentrations en pesticides dans le Rhône en amont et en aval des sites industriels de Viège et Monthey de 2010 à 2017.

Figure 5 : Sum of pesticide concentration detected in the Rhône River upstream and downstream of the industrial production locations of Viège and Monthey from 2010 to 2017.

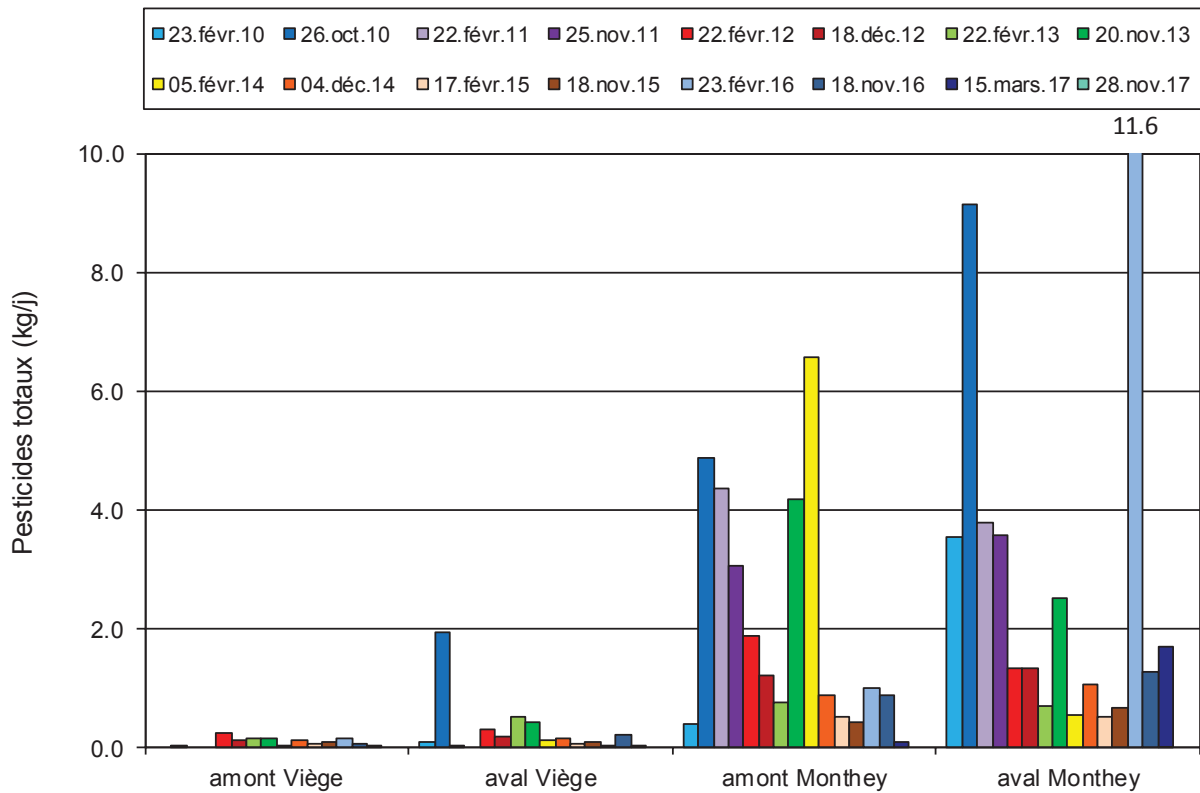


Figure 6 : Charges en pesticides calculées dans le Rhône en amont et en aval des sites industriels de Viège et de Monthey de 2010 à 2017.

Figure 6 : Calculated pesticide loads detected in the Rhône River upstream and downstream of the industrial production locations of Viège and Monthey from 2010 to 2017.

4.4 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, ticlopidine, prilocaïne, irbésartan) ont été analysés systématiquement dans les eaux du Rhône à partir du mois de septembre 2006. En 2017, les analyses ont porté sur les substances ci-dessous avec les concentrations maximales et moyennes suivantes :

Principe actif	Utilisation	Maximum	Moyenne
		Concentration en µg/L	Concentration en µg/L
Bupivacaïne	Anesthésiant	0.07	0.01
Carbamazépine	Anti-épileptique	déTECTÉ	<0.01
Carbidopa	Traite Parkinson	<0.01	<0.01
Carisoprodole	Relaxant musculaire	<0.01	<0.01
Déanol	Antiasthénique	<0.01	<0.01
Diclofénac	Analgésique	0.04	0.02
Irbésartan	Anti-hypertenseur	0.02	0.01
Mémantine	Maladie d'Alzheimer	0.12	0.02
Mépivacaïne	Anesthésiant	0.11	0.02
Métformine	Antidiabétique	0.96	0.44
Méthénéamine	Antibiotique	0.34	0.05
Picoxystrobine	Antifongique	<0.01	<0.01
Prilocaïne	Antiviral	0.04	0.01
Propofol	Anesthésique	0.04	<0.01
Ribavarine	Virucide	<0.5	<0.5
Sulfaméthoxazole	Antibiotique	<0.01	<0.01
Ticlopidine	Anti-coagulant	<0.01	<0.01
Trimétazidine.2HCl	Anti-angineux	<0.01	<0.01
Xipamide	Diurétique	<0.01	<0.01
API 1		<0.01	<0.01
API 2		<0.01	<0.01
API 3		<0.01	<0.01
API 4		déTECTÉ	<0.01
API 5		<0.01	<0.01
API 6		<0.05	<0.05
API 7		<0.01	<0.01
API 8		déTECTÉ	<0.01
API 9		<0.01	<0.01
API 10		<0.01	<0.01
API 11		<0.01	<0.01

En complément des API explicitement mentionnés ci-dessus, 11 substances correspondant à une production industrielle spécifique (API 1 à API 11 non nommés pour des raisons de confidentialité) ont été également suivies au cours de l'année. Deux de ces substances ont été détectées mais sans atteindre le seuil de quantification.

Trois des substances mentionnées dans le tableau ci-dessus font partie de l'Ordonnance du DETEC (DETEC, 2016) concernant la vérification du taux d'épuration atteint avec les mesures prises pour éliminer les composés de traces organiques dans les installations d'épuration des eaux. Il s'agit de la carbamazépine, du diclofénac et de l'irbésartan.

A l'inverse des produits phytosanitaires, les concentrations maximales observées en 2017 pour certains produits pharmaceutiques d'origine industrielle comme la mémantine et la mépivacaïne s'avèrent bien présentes (respectivement 0.12 et 0.11 µg/L). La metformine, antidiabétique non produit par les industries du Valais, a été introduite dans la liste des substances analysées en 2015. Avec une concentration moyenne de 0.44 µg/L et au maximum 0.96 µg/L (respectivement 0.38 µg/L et 0.91 µg/L en 2016), c'est l'une des substances pharmaceutiques la plus concentrée dans les eaux de surface puisqu'également retrouvée dans les eaux du Léman à une concentration moyenne de 0.35 µg/L (KLEIN, 2016 et 2017).

Pour l'année 2017 comme pour 2016 et 2015, on observe des concentrations totales plus élevées tout le long de l'année du fait de la prise en compte de la metformine, d'origine domestique et non analysée les années précédentes. Le pic présent en février est dû à la forte présence de metformine non industrielle, peut s'expliquer par le régime de basses eaux conjointement à l'augmentation de la population pendant la saison hivernale de février (figure 7).

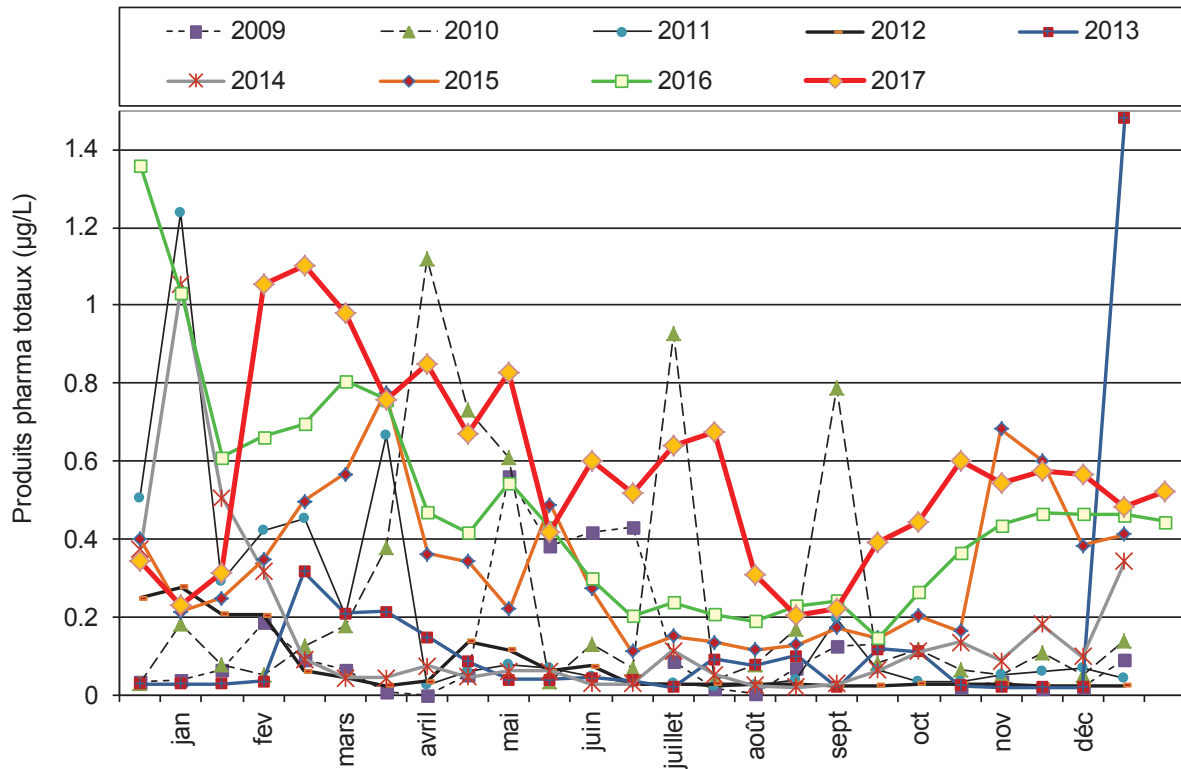


Figure 7 : Somme des concentrations des produits pharmaceutiques analysés au cours de l'année dans le Rhône à la Porte du Scex de 2009 à 2017.

Figure 7 : Sum of pharmaceutical concentrations analyzed during the year in the Rhône River at the Porte du Scex from 2009 to 2017.

La figure 8 présente les charges calculées pour les dix principes actifs pharmaceutiques retrouvés dans le Rhône durant les années 2009 à 2017. Le carisoprodole a été ajouté à partir de 2010, la méthénamine en 2013, la mémantine en 2014, la metformine en 2015 et le diclofénac en 2016.

Ainsi, les apports annuels de méthénamine également appelé urotropine, mémantine et mépivacaine au Rhône s'élèvent respectivement à 381, 116, 66 kg de matière active, ce qui représente une moyenne annuelle de 1044 g, 318 g et 181 g par jour et dépasse à plusieurs reprises la ligne directrice édictée pour les API (200 g par jour par substance). Ces trois substances sont suivies par la bupivacaine (29 kg) et la prilocaïne (29 kg), également d'origine industrielle avec des dépassements enregistrés au cours de l'année. La metformine, d'origine uniquement domestique et nouvellement analysée en 2016, représente une charge très importante : 1840 kg/an (1722 kg en 2016), soit un rejet moyen de 5 grammes par an, par habitant du bassin versant. Pour le traitement du diabète de type 2, la posologie journalière optimale s'élève à 2 g/jour. Le diclofénac, d'origine domestique, cumule 85 kg par an.

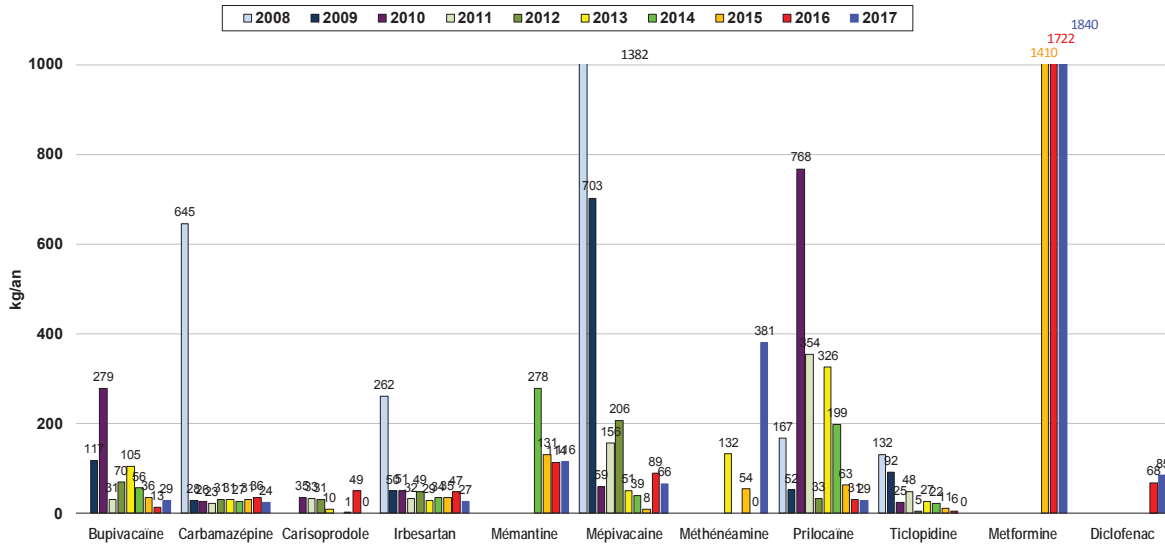


Figure 8 : Charges calculées (en kg/an) en produits pharmaceutiques retrouvés dans les eaux du Rhône de 2008 à 2017.

Figure 8 : Calculated pharmaceutical loads (in kg/an) detected in the Rhône River between 2008 and 2017.

Pour les produits pharmaceutiques mentionnés ci-dessus, les charges calculées depuis 2012, à partir des échantillons du Rhône étaient en général cohérentes avec celles annoncées par l'industrie concernée.

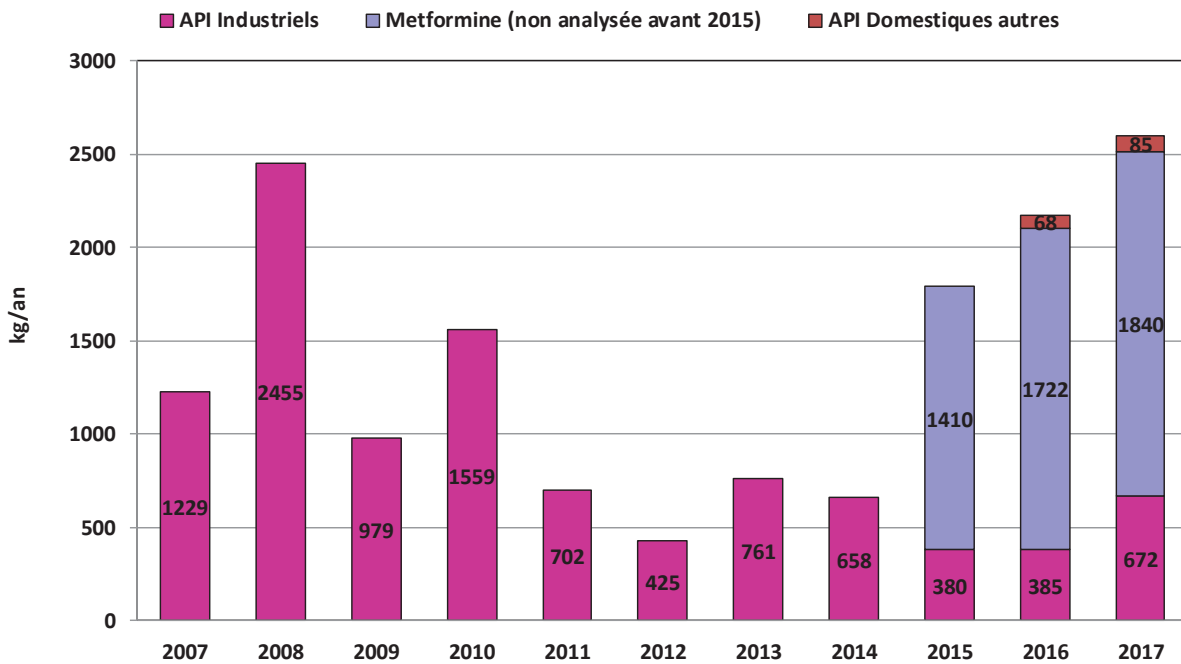


Figure 9 : Evolution des charges annuelles des produits pharmaceutiques dans le Rhône à la Porte du Scex de 2007 à 2017.

Figure 9 : Evolution of pharmaceutical annual load analyzed in the Rhône River at Porte du Scex from 2007 to 2017.

Les charges des substances pharmaceutiques d'origine industrielle retrouvées dans les eaux du Rhône en 2017 (figure 9) sont à nouveau à la hausse par rapport à la période antérieure, elles s'élèvent à 672 kg/an, comparées aux 385 kg en 2016 et 380 kg pour les médicaments recherchés.

Nous constatons que, si au cours de l'année 2012 une nette amélioration des charges rejetées pour les API et qu'aucun dépassement (200 g/j) ne s'était produit depuis la fin juin 2012, cette maîtrise n'a pas été tenue au cours des années qui ont suivi. Depuis l'année 2015, l'industrie a augmenté ses contrôles internes et a pu réduire les pertes de substances. Il en résulte que les dépassements de la valeur de 200 g/j ont pu être réduits.

L'industrie concernée a finalement mis en place un traitement complémentaire des effluents rejetés par sa station d'épuration au moyen de filtres à charbons actifs en 2017 ; la mise en service du système a toutefois pris plus de temps que prévu avec encore de nombreux rejets au cours de l'année. Les résultats du dernier trimestre 2017 s'améliorent nettement puisqu'aucun dépassement n'a été enregistré.

4.5 AUTRES SUBSTANCES

Deux autres substances non-volatiles ont fait l'objet d'un suivi : le 1H-benzotriazole depuis 2008 et le tolyltriazole depuis 2010. Ces deux substances, comportant un noyau benzénique, sont largement utilisées comme agent anticorrosion dans les circuits de refroidissement industriels dont les rejets peuvent finir dans les eaux claires, comme fluides de dégivrage notamment sur les avions et comme antibuée ou agent de protection de l'argenterie dans les produits lave-vaisselle (HART *et al.* 2004).

Pour le benzotriazole, les concentrations enregistrées dans les eaux du Rhône en 2017 sur les échantillons moyens de 14 jours varient entre 0.02 µg/L et 0.10 µg/L avec une moyenne de 0.05 µg/L. Les concentrations demeurent relativement constantes durant toute l'année. Le flux annuel 2017 (221 kg) est équivalent à celui de 2016, 2013 et 2012 (figure 10), il avait baissé en 2014 et 2015 à 71 kg/an.

Le tolyltriazole analysé depuis 2010 présente en 2017 des valeurs variant entre la limite de quantification (0.01 µg/L) et 0.05 µg/L avec une moyenne de 0.026 µg/L. Le flux annuel s'élève à 107 kg et semble encore plus fluctuant que le benzotriazole.

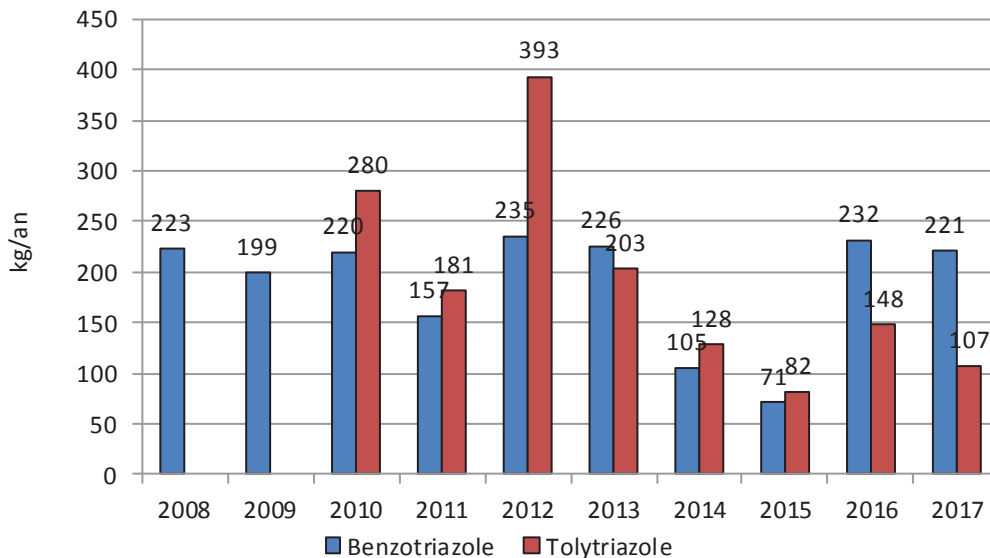


Figure 10 : Evolution des charges en Benzotriazole et en Tolyltriazole mesurées dans le Rhône à la Porte du Scex de 2008 à 2017

Figure 10 : Evolution of Benzotriazole and Tolyltriazole loads in the Rhône River at Porte du Scex between 2008 and 2017

La campagne NAQUA (réseau d'observation national coordonné par l'OFEV) de suivi des eaux souterraines de février 2014 a mis en évidence la présence de 1,4-dioxane dans la nappe phréatique à Viège et dans la plaine du Rhône jusqu'à Fully. Cette substance n'avait pas fait l'objet d'analyses systématiques avant 2014. Depuis, des investigations supplémentaires ont été menées par le SEN et le SCAV dans les eaux souterraines et les eaux de surface (Conseil d'Etat du Valais, 2014).

Le 1,4-dioxane est utilisé comme solvant dans la fabrication de nombreux produits, notamment pour le secteur de la manufacture, dans les liquides de refroidissement, ou comme agent complexant de grande importance en chimie organique. En Valais et sur le bassin versant amont du Rhône se rejetant dans le Léman, le site industriel de Viège est le plus grand consommateur avec une moyenne de plus de 190 t/an. L'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) a recommandé le 29 avril 2014 la fermeture des captages dont la concentration en 1,4-dioxane excède 6.6 µg/L car potentiellement cancérigène et la recherche de solutions proportionnées pour les captages avec des concentrations excédant 0.66 µg/L.

Le 1,4-dioxane est un di-éther cyclique, solvant très soluble dans l'eau, stable, peu volatil, très peu biodégradable dans les STEP et non adsorbable par les filtres à charbon actif. Il est classé par le centre international de recherche sur le cancer (CIRC) dans la catégorie 2B (cancérogène possible pour l'homme). Son seuil d'écotoxicité pour l'environnement est assez haut (PNEC : 10 mg/l).

La recherche de cette substance dans les eaux de surface en 2014 et 2015 a permis de montrer sa présence à partir du rejet de la STEP de Lonza-Visp dans le Grossgrundkanal puis dans le Rhône jusqu'à la Porte du Scex. Le 1,4-dioxane est présent également dans le Léman avec une concentration d'environ 0.3 µg/L, soit à 50% de la valeur seuil nécessitant la recherche de solutions proportionnées (KLEIN et PLAGELLAT, 2018).

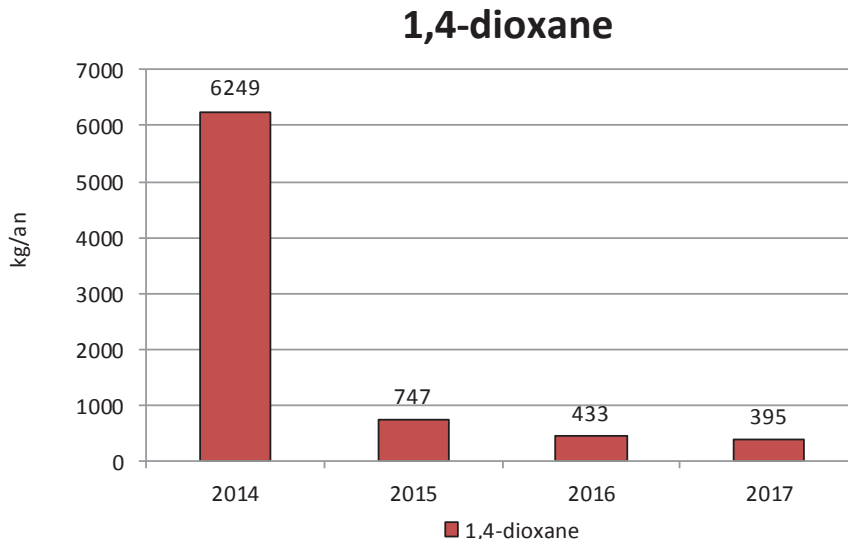


Figure 11 : Concentrations en 1,4-dioxane décelées dans le Rhône à la Porte du Scex en 2014, 2015 et 2016.

Figure 11 : 1,4-dioxane concentration detected in the Rhône River at the Porte du Scex in 2014, 2015 and 2016.

Les concentrations enregistrées en 1,4-dioxane dans les eaux du Rhône en 2017 pour les échantillons moyens de 14 jours varient entre la limite de quantification (0.2 µg/L) et 0.4 µg/L. La charge annuelle calculée pour l'année 2017 s'élève à 395 kg, alors qu'elle était de 433 kg en 2016, 747 kg en 2015, 6'250 kg en 2014 et sans doute bien supérieure par le passé. Notons que le plus grand émetteur de cette substance a été informé et sommé en avril 2014 de réduire au maximum ses rejets et de réaliser un suivi analytique de ce solvant. Il est probable que les charges rejetées dans les eaux de surface aboutissant dans le Rhône et le Léman avant 2014 aient été bien supérieures à celles calculées en 2014, raison pour laquelle le 1,4-dioxane est présent dans le lac à une concentration moyenne de 0.3 µg/L en 2015 ce qui correspond à un stock d'environ 26 tonnes.

Au cours de l'année 2017 les 26 échantillons récoltés sur les eaux du Rhône ont également fait l'objet d'analyses du cuivre et du zinc dissous avec une limite de quantification de 5 µg/L ; seuls deux échantillons (2 et 17 de l'annexe 1) ont révélé la présence de cuivre avec des concentrations limitées à 10 µg/L.

4.6 CONCENTRATIONS PRÉSENTES PAR RAPPORT À L'ÉCOTOXICITÉ DES SUBSTANCES

Le centre Ecotox suisse, spécialisé dans le domaine de l'écotoxicologie appliquée, a mis au point des tests proposant des critères de qualité en exposition aiguë et chronique pour une série de substances pertinentes. Si la concentration mesurée est supérieure au critère de qualité, le milieu peut présenter un risque chimique pour les organismes qui y vivent. Les échantillons collectés représentent des échantillons moyens de 14 jours. Les valeurs maximales d'analyses ont été comparées au critère de qualité relative à la pollution chronique (NQE-MA = concentration moyenne annuelle admissible) dont l'emploi est conseillé pour la surveillance de l'état chimique des eaux et permet d'évaluer la contrainte à long et moyen terme (WITTMER et al. 2014).

Sur un total de 147 paramètres analysés en 2017 (produits phytosanitaires, API et autres substances telles que des antioxydants), le centre Ecotox propose une NQE-MA pour 31 de ces substances. Dans le cas présent, aucune des concentrations moyennes sur 14 jours n'a dépassé les NQE-MA. Ce constat diffère des mesures réalisées par l'EAWAG sur les petits cours d'eau fortement impactés par les produits phytosanitaires d'origine agricole (LANGER et al. 2017).

4.7 OBSERVATION DES EAUX SOUTERRAINES ET GROUPE STRATÉGIE MICROPOLLUANTS EN VALAIS

Parallèlement au suivi de la qualité des eaux du Rhône le Service de l'environnement du Valais a développé depuis 2015 un réseau de mesure de la qualité des eaux de la plaine du Rhône sur une cinquantaine de points entre Brigue et Port-Valais permettant ainsi de compléter les données fournies par le réseau NAQUA.

Afin de mieux appréhender la problématique des micropolluants sur le bassin versant du Rhône amont et de définir une stratégie d'amélioration continue permettant notamment de réduire l'impact des traitements phytosanitaires dans les eaux de surface, le Conseil d'Etat du Valais a nommé en 2017 un groupe stratégie micropolluants. Ce groupe a pour objectif de mettre en place et suivre des mesures prioritaires et concertées entre le Service de l'environnement, de l'agriculture et de la consommation devant permettre de réduire les apports en micropolluants dans les eaux souterraines et les eaux de surface.

5. CONCLUSION

La charge des produits phytosanitaires d'origine non industrielle transitant par le Rhône évolue peu en 2017 par rapport à 2016, principalement à cause des herbicides toujours bien présents, elle atteint environ 433 kg contre 475 kg en 2016, et 195 kg en 2015. Si l'augmentation des charges d'origine agricole peut probablement être mise en relation avec les conditions météorologiques, particulièrement pluvieuses en début d'année 2016, 2017 est plutôt considérée comme une année avec un déficit hydrique. Les charges proviennent essentiellement des herbicides comme le glyphosate et l'AMPA qui cumulent 256 kg, suivis par les triazines (atrazine, simazine et terbuthylazine) avec leurs produits de dégradation, soit 130 kg. La réduction des rejets industriels permet de réduire les charges de pesticides (production propre ou formulation) autour des 11 kg/an contre 103 kg/an en 2016, 82 kg/an en 2015 et 128 kg/an en 2014, ce qui ne représente plus que 1% des quantités calculées pour l'année 2006. Ces résultats attestent de l'efficacité des mesures mises en œuvre par les industries concernées.

Pour les principes actifs pharmaceutiques d'origine industrielle, les charges cumulées des 16 substances prises en compte en 2017 remontent à 672 kg par rapport au 385 kg de 2016 et 380 kg de 2015. L'autocontrôle de suivi des API par l'industrie présentait encore en 2017 de trop nombreux dépassements par rapport aux 200 g/j autorisés, en particulier pour la mémantine, introduite en production en 2015.

La metformine, antidiabétique, d'origine domestique introduite dans la liste des substances analysées en 2015, représente une charge annuelle de 1.8 tonnes. Cette substance est également bien présente dans les eaux du Léman.

Les exigences de la ligne directrice cantonale en matière de micropolluants, intégrées dans les autorisations de rejet des trois principales stations d'épuration de l'industrie chimique depuis septembre 2010, ont permis une nette diminution des quantités de produits phytosanitaires qui étaient présents dans les eaux du Rhône. Les autorisations ont été renouvelées en 2016 avec le renforcement de certaines exigences, notamment sur les eaux de refroidissement. Les effets de ces exigences sur les rejets de médicaments sont moins visibles. Les rejets de certains principes actifs médicamenteux (mépivacaine, mémantine) sont toujours au-dessus de la limite fixée par le Canton du Valais et ce, pour la moitié des échantillons annuels. L'industrie reste active dans la mise en place de mesures correctives et le traitement par des filtres à charbons actifs mis en place en 2017 a montré son efficacité sur le dernier trimestre 2017.

Le 1,4-dioxane, retrouvé dans la nappe phréatique à Viège et dans une moindre mesure le long de la plaine du Rhône, est entré dans la liste des micropolluants suivis dans les eaux du Rhône depuis 2014 car il a été également retrouvé dans les eaux du Léman. La charge véhiculée par le Rhône de 395 kg en 2017 est en baisse par rapport aux 433 kg en 2016, 747 kg de 2015 et aux 6 tonnes de 2014.

Parallèlement aux mesures efficaces mises en œuvre par les industries, il est important d'informer et de sensibiliser tous les utilisateurs de produits phytosanitaires et de favoriser les pratiques agricoles utilisant moins de produits phytosanitaires. Le conseil d'Etat du Canton du Valais a approuvé la mise en place d'un groupe de travail stratégie micropolluant interservices qui s'engage pour la réduction des micropolluants d'origine agricole et domestique par une action d'amélioration continue concertée entre le Service de l'environnement, de l'agriculture et de la consommation.

BIBLIOGRAPHIE

- BERNARD, M. et MANGE, P (2015) : Micropolluants dans les eaux du Rhône. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2014, 144-162.
- BERNARD, M., FAUQUET, L. et MANGE, P (2017) : Micropolluants dans les eaux du Rhône. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2016, 125-142
- Conseil d'Etat du Valais. (2014) : Pollution entre Viège et Niedergesteln, nouveaux résultats, Communiqué pour les médias, 20 mai 2014.
- DETEC (2016). Ordonnance du DETEC, 814.201.231 concernant la vérification du taux d'épuration atteint avec les mesures prises pour éliminer les composés traces organiques dans les installations d'épuration des eaux, 3 nov. 2016.
- DOPPLER, T. MANGOLD, S. WITTMER, I. SYCHER, S. COMTE, R. STAMM, C. SINGER, H. JUNGHANS, M. KUNZ, M (2017) : Hohe PSM-Belastung in schweizer Bächen. Aqua & Gaz n°4, 46-56.
- EDDER, P., ORTELLI, D. et RAMSEIER, S (2006) : Métaux et micropolluants organiques. Rapp. Comm. Int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2005, 65-87.
- HART, D., DAVIS, LC., ERICKSON, LE. et CALLENDER, TM. (2004) : Sorption and partitioning parameters of benzotriazole compounds. Microchem J 77, 9-7.
- KLEIN, A. (2016) : Métaux et micropolluants organiques dans les eaux du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut. Campagne 2015, p. 64-74.
- KLEIN, A. (2017) : Métaux et micropolluants organiques dans les eaux du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut. Campagne 2016, p. 63-80.
- KLEIN, A. et PLAGELLA, C. (2018) : Métaux et micropolluants organiques dans les eaux du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut. Campagne 2017, p. 67-85.
- LANGER, M., JUNGHANS, M., SPYCHER, S., KOSTER, M., BAUMGARTNER, C., VERMEIRSEN, E., WERNER, I. (2017) : Hohe Ökotoxikologische Risiken in Bächen. Aqua & Gaz n°4, 58-68.
- METEOSUISSE (2017) : Bulletin climatologique année 2016. Genève, 10 p.
- METEOSUISSE (2018) : Bulletin climatologique année 2017. Genève, 12 p.
- OPBD (2016) Ordonnance du DFI sur l'eau potable et l'eau des installations de baignade et de douche accessibles au public du 16 décembre 2016 (OPBD RS 817.022.11)
- OEAOX (1989) Ordonnance sur la protection des eaux du 28 octobre 1989 (OEAOX RS 814.201).
- ROSSI, L. et CHESAUX, L. (2013) : sources diffuses de micropolluants dans le Léman : Etude de bassins versant spécifiques et définition d'outils d'extrapolation. Rapport d'étude de l'EPFL, laboratoire de technologie écologique (ECOL), sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). EPF Lausanne, 101 p + Annexes.
- SPE-VS Service de la protection de l'environnement du canton du Valais, (2008) : Groupe Stratégie micropolluants – Valais, Ligne directrice du 24 juin 2008.
- VARGAS, S. (2017) : Analyses comparatives interlaboratoires. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut, Campagne 2016, 227-231.
- WITTMER, I. JUNGHANS, H. SINGER, H. et STAMM, C. (2014) : Micropolluants – stratégie d'évaluation pour les micropolluants organiques de sources non ponctuels. Etude réalisée sur mandat de l'OFEV. Eawag, Dübendorf
- WITTMER, I., MOSCHET, C., SIMOVIC, J., SINGER, H., STAMM, C., HOLLENDER, J., JUNGHANS, M., LEU, C. (2014) : über 100 Pestizide in Fließgewässern, Aqua & Gas n°3, 32-43

Sample Id	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Mexi	
Date de fin de prélèvement moyen 14 jours	03.01.2017	16.01.2017	30.01.2017	13.02.2017	27.02.2017	13.03.2017	27.03.2017	11.04.2017	25.04.2017	09.05.2017	22.05.2017	06.06.2017	19.06.2017	03.07.2017	17.07.2017	31.07.2017	14.08.2017	28.08.2017	11.09.2017	25.09.2017	09.10.2017	23.10.2017	06.11.2017	20.11.2017	04.12.2017	16.12.2017		
Limite quantification	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Metoxuron																											0	
Metsulfuron-methyl																												0
Molinate																												0
NOV-14-BOC																												0
Orthosulfamuron																												0
Oryzalin																												0
Oxadixyl																												0
Penconazole																												0
Phosalone																												0
Pinoxaden																												0
Pirimicarb																												0
Pretilachlor																												0
Profenofos																												0
Prometryn																												0
Propamocarb																												0
Propanil																												0
Propiconazol						bmdl	bmdl																					0.005
Propoxur																												0
Prosulfocarb																												0
Pymetrozine																												0
Pyrifenox																												0
Pyritalid																												0
Simazine				bmdl	bmdl			bmdl	bmdl	bmdl	bmdl																	0.005
Simazine-2-hydroxy																												0
Solanenol																												0
Spinosad A																												0
Spiroxamine																												0
Tebuconazol																												0
Tebufenpyrad																												0
Tebutam																												0
Teflubenzuron																												0
Terbumeton																												0
Terbuthylazine		bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	0.057	0.019	0.0125	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl		bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	0.057
Terbuthylazine-2-hydroxy		bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl		bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl		bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	0.005
Terbuthylazine-desethyl		bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl		bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl		bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	0.005
Terbutryn																												0
Thiabendazole												bmdl	bmdl															0.005
Thiobencarb																												0
Thiocyclam																												0
Trifloxystrobin																												0
Trifloxysulfuron																												0
Triflumuron																												0
Trifluralin																												0
Total (pesticides)	0.040	0.040	0.040	0.065	0.060	0.147	0.143	0.318	0.157	0.143	0.131	0.117	0.106	0.082	0.076	0.073	0.099	0.09	0.067	0.075	0.08	0.079	0.064	0.0675	0.0775	0.0615	0.318	
Benzotriazole	<0.01	0.043	0.046	0.043	0.0785	0.102	0.0865	0.062	0.0895	0.082	0.08	0.065	0.0315	0.022	0.026	0.0315	0.031	0.016	0.028	0.02	0.042	0.062	0.068	0.05	0.064	0.051	0.0435	0.102
Tolyltriazole	<0.01	0.035	0.029	0.023	0.035	0.043	0.046	0.033	0.051	0.035	0.031	0.026	0.015	0.011	0.012	0.019	0.014	bmdl	0.013	0.012	0.019	0.025	0.031	0.028	0.024	0.026	0.0245	0.051
1,4-dioxane	<0.2							0.400	0.300	0.200								0.2	0.300	0.4							0.2	0.400
Produits pharma																												
Bupivacaine	<0.01	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl		0.0735	0.029	0.0115	0.026	bmdl	bmdl						0.0155									0.074
Carbamazepine	<0.01	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl		bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	0.000
Carbidopa	<0.01																											0.000
Carisoprodol	<0.01																											0.000
Deanol	<0.10																											0.000
Diclofenac	<0.01	0.026	0.019	0.018	0.029	0.025	0.0285	0.014	0.018	0.030	0.012	0.017	bmdl	bmdl	0.019	0.0145	0.031	bmdl	0.011	bmdl	0.021	0.035	0.0265	0.025	0.036	0.018	bmdl	0.036
Irbersartan	<0.01	0.0105	bmdl	bmdl	0.0165	0.020	0.015	0.018	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl					bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	0.020
Memantine	<0.01	0.017	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl		bmdl	0.018	0.123	0.109	0.102	0.036	0.032	0.022	0.012	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	0.123
Mepivacaine	<0.05	0.016	0.015	0.103	0.1065	0.069	0.032	bmdl	0.013	bmdl	bmdl	bmdl						bmdl	bmdl	0.021	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	0.107
Metformin	<0.01	0.225	0.159	0.169	0.8645	0.962	0.9005	0.715	0.7235	0.572	0.654	0.243	0.299	0.261	0.242	0.295	0.249	0.1675	0.179	0.2215	0.35	0.505	0.4915	0.519	0.501	0.437	0.962	
Methenamine	<0.05								bmdl	bmdl	bmdl	0.182	0.200	0.337	0.3305	bmdl	bmdl	bmdl	0.113	0.055				bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	0.337
Picoxystrobin	<0.01																											0.000
Prilocaine	<0.01	0.039	0.016	bmdl	0.024	0.011				bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl								bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	bmdl	0.039
Propofol	<0.01																											0.041
Ribavarine	<0.50																											0.000
Sulfometoxazole	<0.10																											0.000
Ticlopidine	<0.01																											0.000
Trimetazidine.2HCl	<0.01																											0.000
Xipamide	<0.01																											0.000
Total (AP)	0.344	0.229	0.315	1.056	1.102	0.981	0.757	0.848	0.669	0.826	0.420	0.603	0.517	0.640	0.677	0.307	0.203	0.22	0.391	0.446	0.6005	0.543	0.574	0.567	0.485	0.5215	1.102	
Débit du Rhône	(m³/s)	116	153	164	97	81	92	111	98	104	104	136	256	273	296	228	240.13	297	236.18	202	113.16	102.51	91.898	106.02	144.54	145.75	149.19	297

