

## 4. Résultats

### 4.1. CLASSEMENT PAR TYPE D'EAUX

#### 4.1.1. Eaux usées traitées en sortie de STEP

Les résultats d'analyses ont révélé la présence en plus grand nombre de substances médicamenteuses au niveau du rejet de la STEP.

19 molécules ont été quantifiées dont 18 substances médicamenteuses sur 25 analysées et un perturbateur endocrinien sur 7, le Bisphénol A. L'éthylène glycol n'a pas été quantifié.

Ces résultats sont synthétisés dans l'illustration 9 :

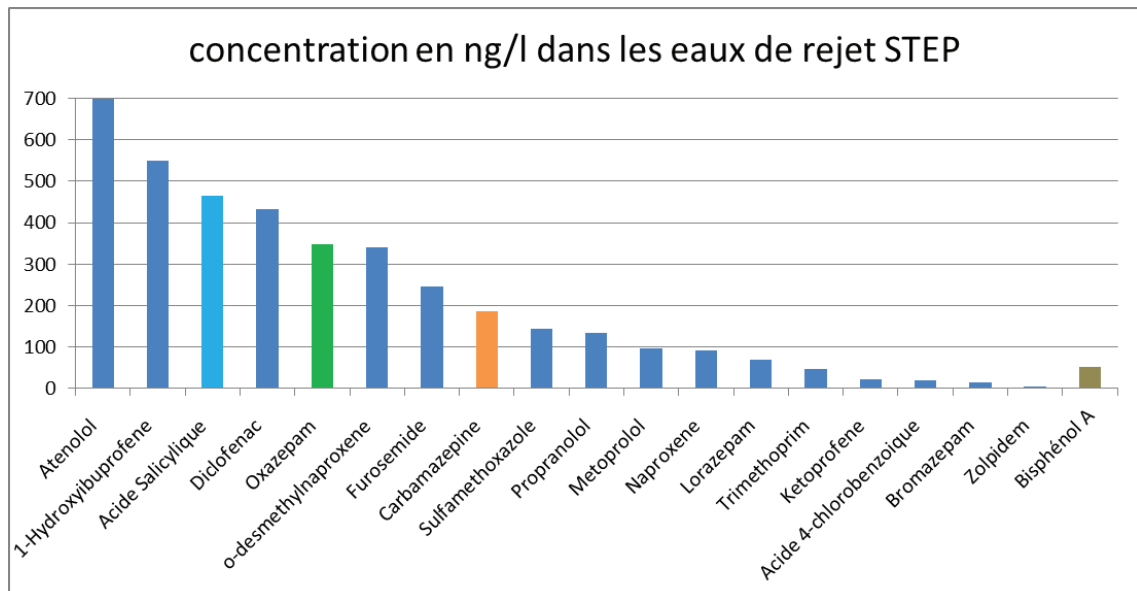


Illustration 9 : concentration des substances quantifiées dans le rejet de la STEP

Les concentrations par substances mesurées au niveau du rejet de STEP sont comprises entre 4 et 699 ng/l. L'atenolol, bêtabloquant, présente la plus forte concentration (699 ng/l), suivi du 1-hydroxybuprofène (551 ng/l) et de l'acide salicylique (464 ng/l). La somme des concentrations pour l'ensemble des substances médicamenteuses est de 3914 ng/l. Le bisphénol A a été quantifié à 51 ng/l.

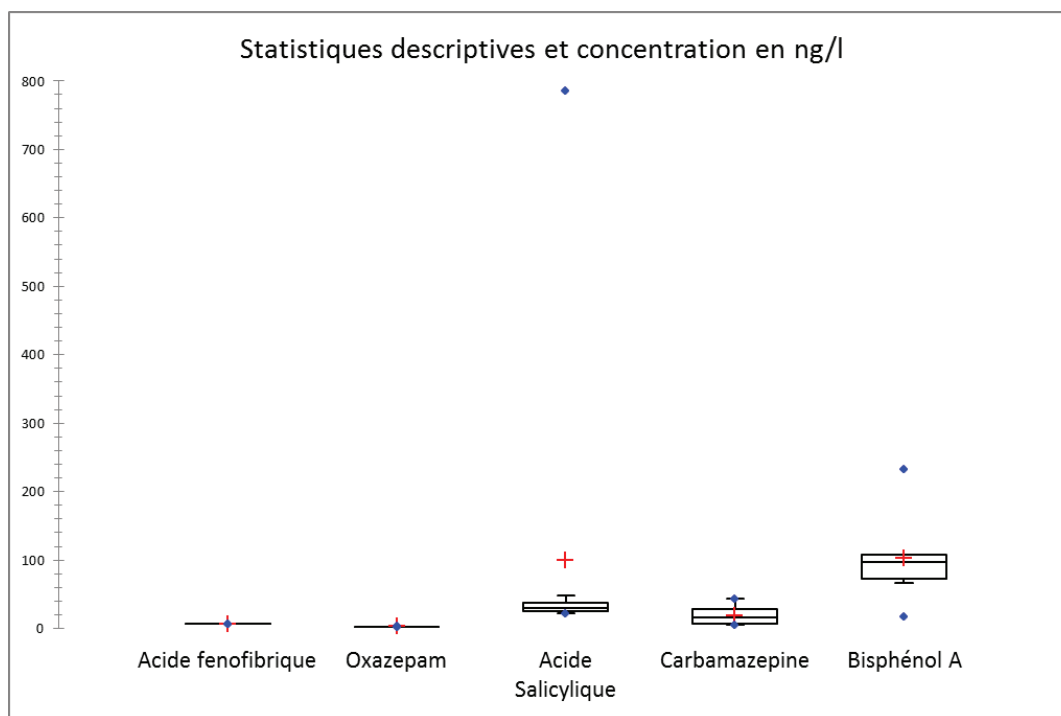
Par rapport aux données bibliographiques correspondant à des systèmes équivalents (bassin Seine-Normandie), ces concentrations sont dans la moyenne basse.

#### 4.1.2. Eaux souterraines brutes

Les résultats d'analyses ont révélés la détection de cinq substances dans les eaux souterraines : 4 médicamenteuses et un perturbateur endocrinien.

Les 4 substances médicamenteuses décelées sont par ordre décroissant de fréquence l'acide salicylique, la carbamazépine, l'acide fénofibrique et l'oxazépam. Le perturbateur endocrinien décelé est le bisphénol A.

Le graphique de l'illustration 10 présente les données statistiques (concentrations minimales et maximales, médianes) par substances pour l'ensemble des points d'accès aux eaux souterraines.



Statistique	Acide fenofibrique	Oxazepam	Acide Salicylique	Carbamazepine	Bisphénol A
Nb. d'échantillons	12	12	12	12	12
Nb. De quantification	1	2	12	7	6
Minimum	7,0	2,0	22,0	5,0	17,0
Maximum	7,0	3,0	785,0	43,0	232,0
1er Quartile	7,0	2,3	24,8	6,5	72,0
Médiane	7,0	2,5	30,5	16,0	97,5
3ème Quartile	7,0	2,8	37,5	28,0	108,0
Moyenne	7,0	2,5	99,9	19,0	103,2
Variance (n-1)		0,5	47208,4	230,7	5127,8
Ecart-type (n-1)		0,7	217,3	15,2	71,6

Illustration 10 : proportion des substances médicamenteuses détectées dans les eaux souterraines

L'acide salicylique représente à lui seul 83% de la somme des teneurs mesurées sur l'ensemble des points d'eau, la carbamazépine 9 %, le bisphénol A 7% et les autres médicaments – acide fénofibrique et oxazépam le % restant.

Le graphique de l'illustration ci-dessous représente le nombre de piézomètres impactés par molécules quantifiées.

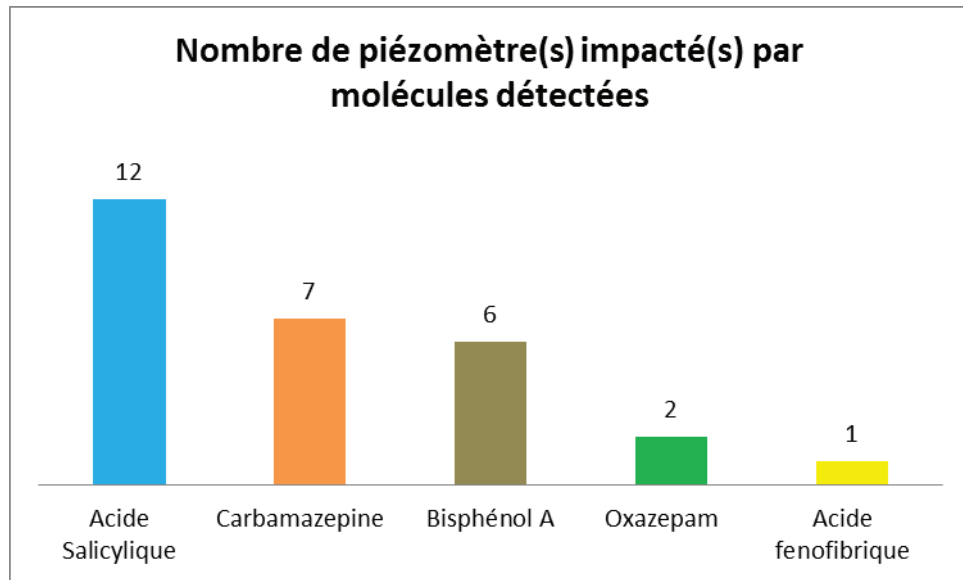


Illustration 11 : nombre de piézomètres (sur un total de 13) impactés par molécules

L'acide salicylique a été systématiquement quantifié ; la carbamazépine quantifiée au droit de 7 piézomètres. Le bisphénol A a été détecté au droit de 6 piézomètres.

Entre 1 et 4 substances ont été quantifiées par points d'eau. Un maximum de 3 substances médicamenteuses a été détecté au droit des points d'eau. Les concentrations sont globalement faibles ; hormis pour 2 piézomètres dont la somme des concentrations mesurée dépasse 100ng/l : le piézomètre 02348X0002 situé à la Wantzenau et 02726X0339 situé sur le site de la gravière à Eschau. Ces deux piézomètres révèlent des teneurs importantes en acide salicylique.

A ce stade il est convenu de rappeler les multiples origines possibles de l'acide salicylique. Cette origine multiple rend délicate l'établissement d'un lien entre les teneurs de cette molécule et les teneurs des autres molécules pharmaceutiques.

L'illustration ci-dessous présente, par points d'eau, la somme des concentrations en substances médicamenteuses mesurées et la concentration en bisphénol A. Le nombre de paramètre détecté (médicaments + BPA) par points d'eau est également représenté.

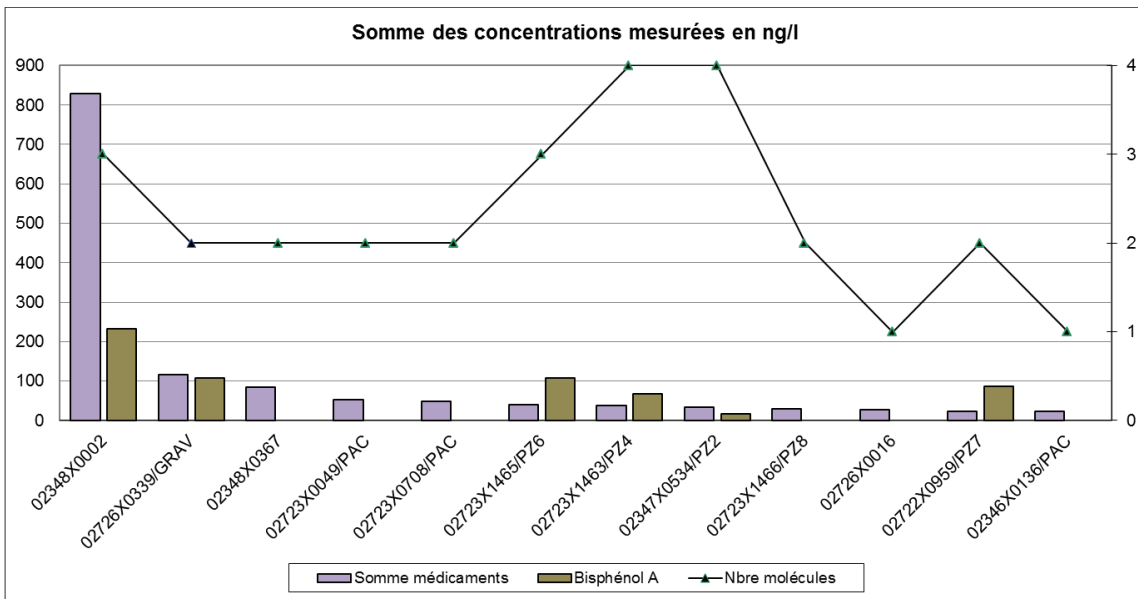


Illustration 12 : somme des concentrations mesurées au droit des points d'accès à la nappe et nombre de substances quantifiées

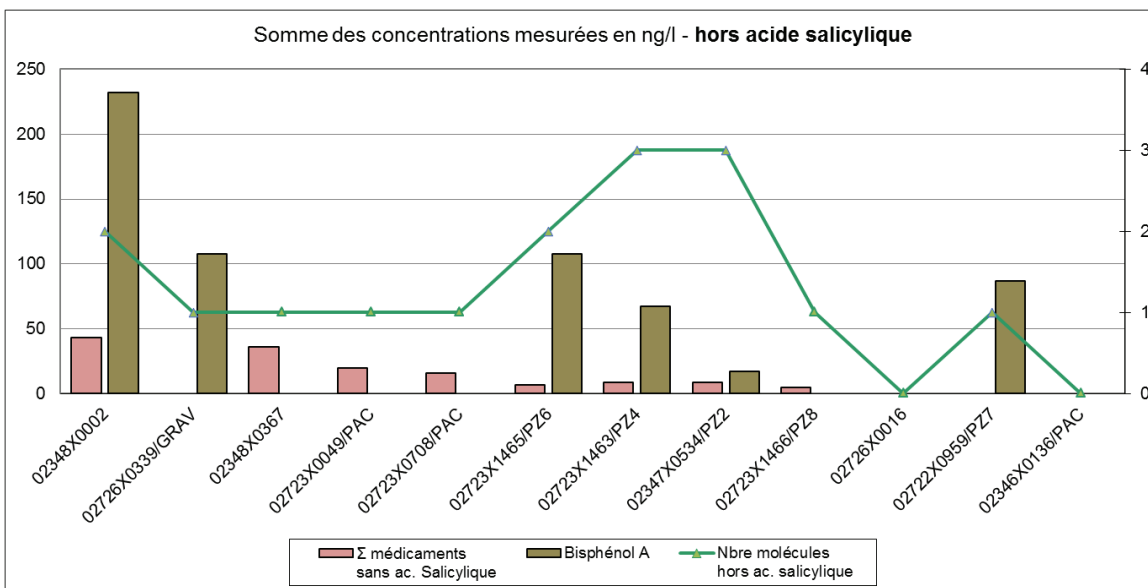


Illustration 13 : somme des concentrations mesurées hors acide salicylique par points d'eau

L'illustration 13 reprend les mêmes données que le graphique précédent mais en écartant l'acide salicylique. L'échelle de mesure des concentrations est divisée par approximativement 3.

Les résultats d'analyses sont synthétisés par points d'accès aux eaux souterraines sous forme de « fiche qualité » en annexe 5.

On observe que, hors acide salicylique, deux points n'affichent aucune substance quantifiée, tant médicamenteuse que perturbateur endocrinien. Ces deux points sont le piézomètre 02726X0016/236F et la pompe à chaleur 02346X0136/PAC. Le piézomètre est situé sur la commune d'Eschau, il s'agit du point le plus à l'amont de la zone d'étude et de l'agglomération. Le captage de la pompe à chaleur est quant à lui implanté sur la terrasse de loess à l'Est de la zone d'étude. La couverture loessique, d'une épaisseur d'une dizaine de mètres, assure peut être ainsi une protection de l'aquifère vis-à-vis des pollutions superficielles.

On observe par ailleurs qu'au droit des 3 pompes à chaleurs, aucune trace de bisphénol A n'a été quantifiée. Ces ouvrages captent l'horizon inférieur de l'aquifère tandis que les piézomètres l'horizon supérieur.

Le diagramme ci-dessous présente la répartition des teneurs en substances médicamenteuses et bisphénol A mesurés au droit des 3 piézomètres les plus impactés : le piézomètre 02348X0002/Wantzenau situé à l'aval du site d'étude à la Wantzenau, le piézomètre 02726X0339/Grav situé sur le site de la gravière à Eschau et le piézomètre 02723X1465/PZ6 situé dans les jardins familiaux au nord de Strasbourg.

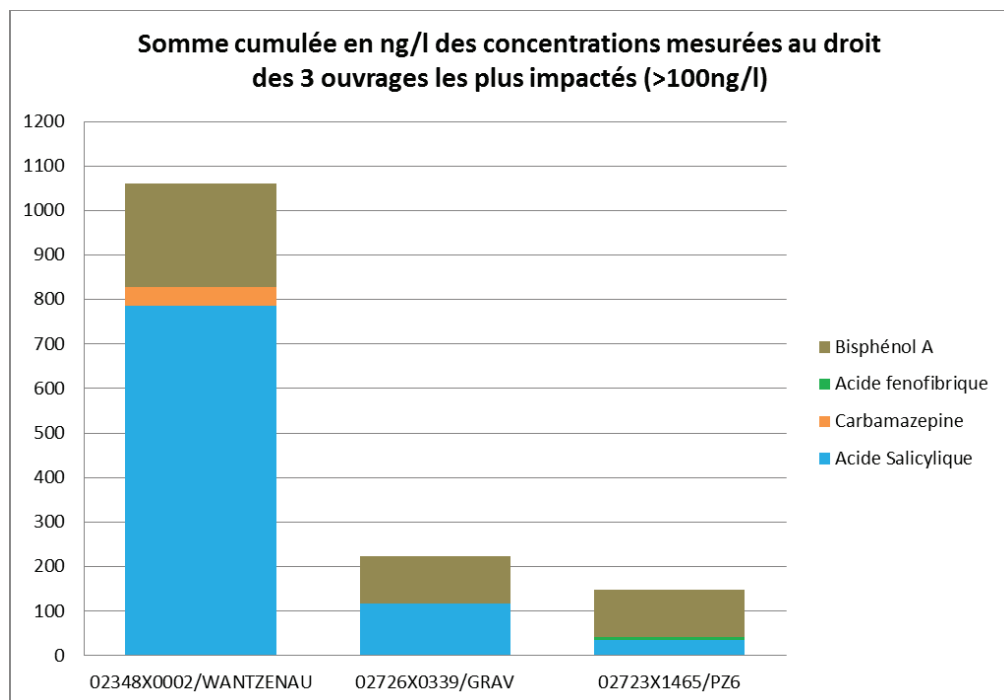


Illustration 14 : Diagramme des teneurs mesurées sur les 3 ouvrages les plus impactés

Le piézomètre 02348X0002/Wantzenau se distingue par les fortes concentrations quantifiées. Il concentre 828 ng/l de substances détectées pour deux paramètres, l'acide salicylique et la carbamazépine. L'acide salicylique a été mesuré avec une valeur de 785 ng/l, soit plus de 1,6 fois la quantité détectée dans le rejet de la STEP (464 ng/l).

Ce piézomètre, situé en contrebas d'un talus, se trouve distant de moins de deux kms de la STEP, à l'aval de celle-ci et séparé par le Bois de la Wantzenau. Peu productif lors des opérations de purge et peu profond, son prélèvement est douteux.



Illustration 15 : photographie de l'environnement immédiat du piézomètre 02348X0002

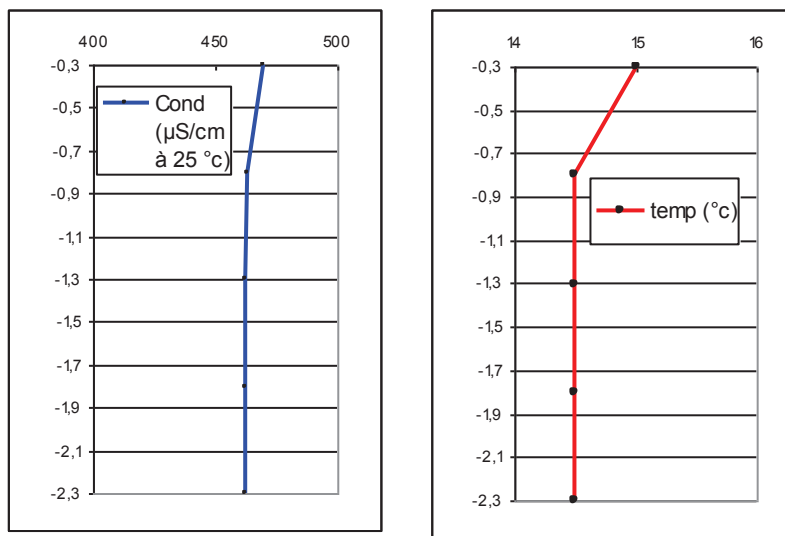


Illustration 16 : diagraphie conductivité –température - 02348X0002/WANTZENAU

La diagraphie – illustration 16 - opérée in-situ indique une eau chaude, 14,5°C, laissant présager une influence de surface. La conductivité est quant à elle dans la moyenne des autres ouvrages prélevés..

Il est à souligner que l'acide salicylique est naturellement présent dans l'environnement et notamment produit par les racines des saules. Cette source secondaire liée à l'hypothèse d'une eau d'infiltration sous le bois situé en proximité amont captée pourrait expliquer cette présence significative d'acide salicylique.



Le piézomètre 02726X0339/GRAV se situe dans l'enceinte d'une gravière. Il n'est impacté par la présence d'une seule substance, l'acide salicylique mais à un taux important au regard des autres points considérés (116 ng/l).



Illustration 17 : photographie de l'environnement immédiat du piézomètre 02726X0339/GRAV

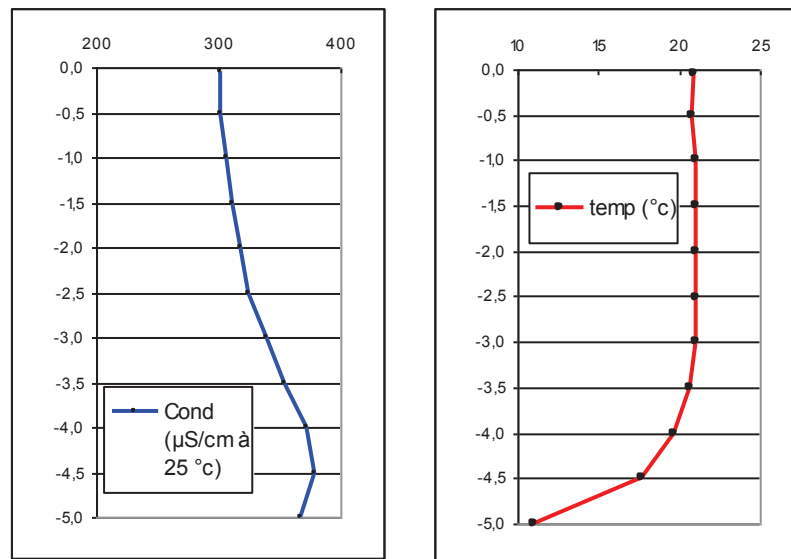


Illustration 18 : diagraphie conductivité –température - 02726X0339/GRAV

La température mesurée au droit de ce piézomètre est particulièrement élevée (supérieures à 20°C) les 4 premiers mètres avant d'atteindre une température conforme aux eaux souterraines à partir du 5<sup>ème</sup> mètre. La conductivité est quant à elle dans la moyenne des autres ouvrages prélevés.

Enfin, le piézomètre 02723X1465/PZ6 est situé dans les jardins familiaux au nord de Strasbourg. Il est également implanté à l'aval du déversoir d'orage du fossé des remparts. Les concentrations mesurées au droit de cet ouvrage sont particulièrement conséquentes pour le bisphénol A avec 108 ng/l au regard des autres substances et points d'eau.



Illustration 19 : photographie de l'environnement immédiat du piézomètre 02723X1465/PZ6

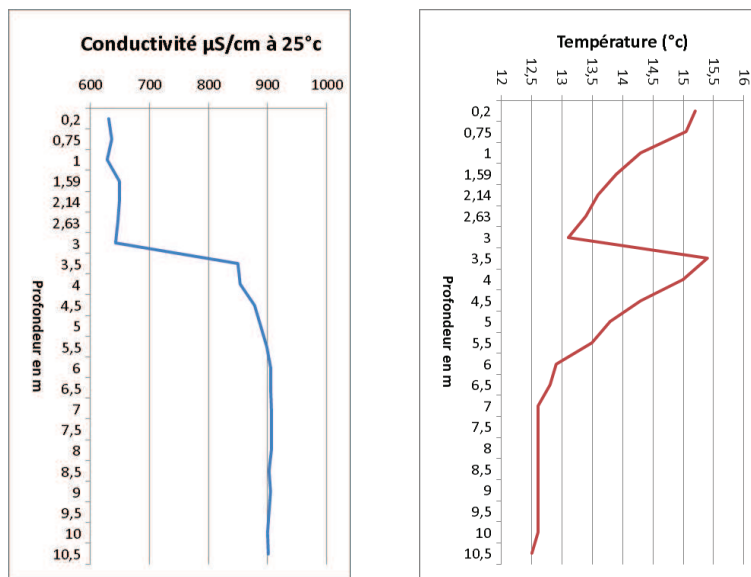


Illustration 20 : diagraphie conductivité –température - 02723X1465/PZ6

On observe une forte variation des paramètres à 3,5m de profondeur tant pour la conductivité que pour la température. Cette variation pourrait être le marqueur d'une arrivée d'eau.



Les piézomètres situés en aval des centres hospitaliers – 02723X/1463, 02723X0708 et 02723X1465 ne se distinguent pas par des concentrations en substances médicamenteuses importante. Il n'a pas été observé de lien entre cette source potentielle de contamination et les résultats mesurés dans les eaux souterraines à l'aval de ceux-ci.

## 4.2. CLASSEMENT PAR GROUPE DE SUBSTANCES

### 4.2.1. Substances médicamenteuses

Les substances médicamenteuses recherchées pour cette campagne sont rappelées dans l'illustration 21 avec leurs limites de quantification et leur détection dans les eaux souterraines (caractères verts) et dans les eaux de rejet STEP (caractères gras).

Action pharmacologique	MOLECULES	LQ eaux souterraines ng/l	LQ STEP ng/l
analgésique	Paracetamol	22	22
antibiotique	<b>Sulfamethoxazole*</b>	6	12
	<b>Trimethoprim*</b>	13	26
antiépileptiques	<b>Carbamazepine*</b>	3	6
antiinflammatoire	<b>Acide Salicylique*</b>	18	72
	<b>Diclofenac*</b>	7	14
	<b>Ketoprofene*</b>	7	14
	Ibuprofene	13	13
	<b>Naproxene*</b>	4	16
	<b>1-Hydroxyibuprofene*</b>	14	56
	2-Hydroxyibuprofene	45	45
	<b>o-desmethylnaproxene*</b>	9	36
	cardiovasculaires/ bêtabloquants	<b>Atenolol*</b>	13
<b>Metoprolol*</b>		5	10
<b>Propranolol*</b>		10	20
Diurétique	<b>Furosemide*</b>	5	20
hypolipidémiant	Bezafibrate	5	10
	<b>Acide 4-chlorobenzoïque*</b>	10	10
	<b>Acide fenofibrique</b>	5	10
	Gemfibrozil	7	7
psychotrope	<b>Oxazepam*</b>	2	4
	<b>Lorazepam*</b>	6	12
	<b>Zolpidem*</b>	2	4
	<b>Bromazepam*</b>	6	12
	Alprazolam	5	10
<b>* molécules quantifiées dans le rejet STEP</b>			
<b>molécules quantifiées dans les eaux souterraines</b>			

Illustration 21 : liste des molécules médicamenteuses recherchées et limite de quantification

Les méthodes d'analyses ont conduit à des limites de quantification de l'ordre de quelques ng/l (2 ng/l pour l'oxazépam et le Zolpidem) à plusieurs dizaines de ng/l (45 pour le 2-Hydroxybuprofène). Ces limites de quantification sont pratiquement doubles pour les eaux de rejet de la STEP ainsi que pour le piézomètre de la Wantzenau, le 02348X0002. La différence de limite de quantification est due à la prise d'essai qui est différente pour les eaux souterraines (1 litre) et pour les eaux de STEP (300 ml) - la matrice STEP étant plus complexe car plus chargée en composés peut gêner à la fois l'étape d'extraction et l'étape d'analyse (interférents) d'où une prise d'essai réduite. Le piézomètre 02348X0002/WANTZENAU étant quant à lui peu productif, sa prise d'échantillon en a été légèrement amoindri. Il est également à souligner qu'il s'agit du piézomètre cumulant le plus fort taux de substances détectées.

19 substances médicamenteuses ont été quantifiées lors de cette campagne, dont 18 au niveau du rejet de la STEP et quatre au droit des eaux souterraines. Il est remarquable de constater que les 2 principales substances mesurées dans le rejet STEP, l'atenolol et le 1-hydroxybuprofène n'ont pas été quantifiées dans les eaux souterraines. L'acide salicylique mesuré en 3<sup>ème</sup> position dans le rejet STEP a quant à lui été systématiquement détecté dans les eaux souterraines. L'acide fénofibrique quantifié dans les eaux souterraines (7ng/l) n'a pas été mesuré dans le rejet de la STEP le jour du prélèvement. La limite de quantification pour le rejet de la STEP (10ng/l) ne permet pas de détecter cette substance à faible dose.

La forte variabilité des fluctuations en entrée de STEP selon les heures de la journée et des saisons induit une hétérogénéité des eaux de rejets et donc des molécules rencontrées comme de leurs concentrations mesurées.

### a) Acide salicylique

L'acide salicylique a été systématiquement détecté, au droit des 12 points d'accès aux eaux souterraines et dans le rejet STEP. Métabolite de l'aspirine, cette molécule est très fortement consommée et existe également à l'état naturel. Cette molécule a une bonne biodégradabilité.

Les proportions décelées dans les eaux souterraines varient de 22 à 785 ng/l. Les deux piézomètres enregistrant des concentrations supérieures à 100 ng/l sont le piézomètre 02348X0002/Wantzenau – piézomètre peu profond et peu productif lors des opérations de purge - et le piézomètre 02726X0339/GRAV - en connexion plus ou moins direct avec les eaux de la gravière.

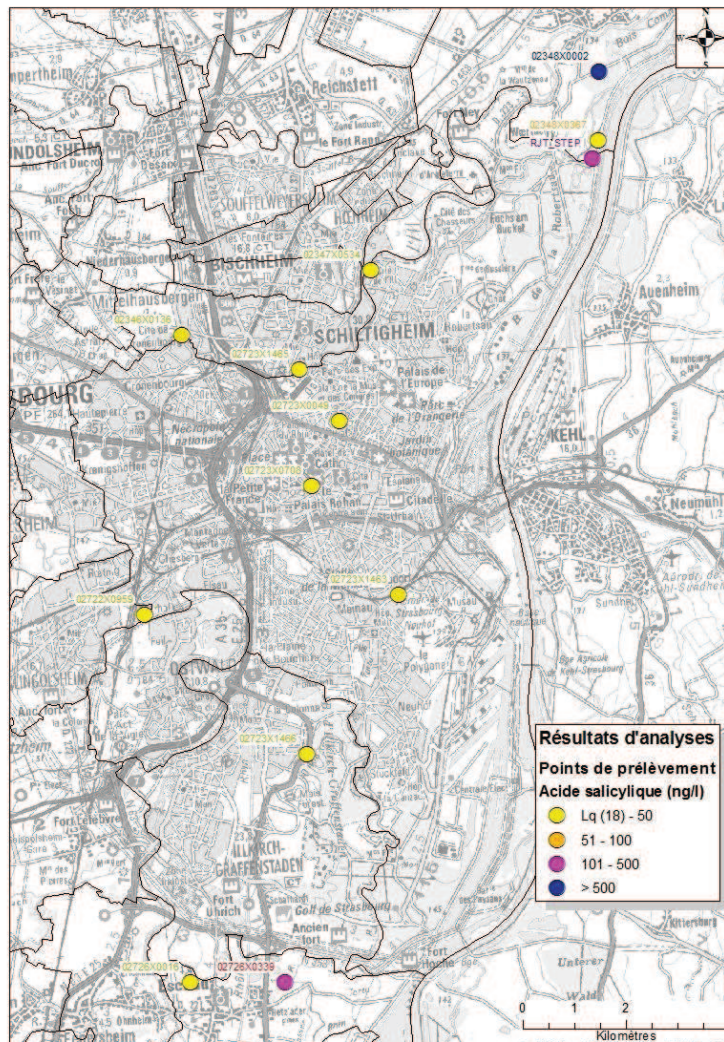


Illustration 22 : cartographie de la concentration en acide salicylique



### b) Carbamazépine

La carbamazépine a été détectée au droit de 7 points d'accès aux eaux souterraines ainsi que dans le rejet STEP. L'amplitude des valeurs mesurées est de 7 à 43 ng/l dans les eaux souterraines (moyenne de 21ng/l) et de 186 ng/ dans le rejet STEP. La persistance de la carbamazépine dans les système environnementaux a été mise en évidence à de multiples reprises (Andreozzi et al., 2002) ce qui rend sa présence peu surprenante dans les eaux souterraines étudiées. Peu biodégradable et faiblement éliminée lors de son passage en station d'épuration, c'est donc un bon traceur de dilution des eaux souterraines par des eaux superficielles (infiltration d'eaux usées et/ou d'eaux de surfaces vers les eaux souterraines).

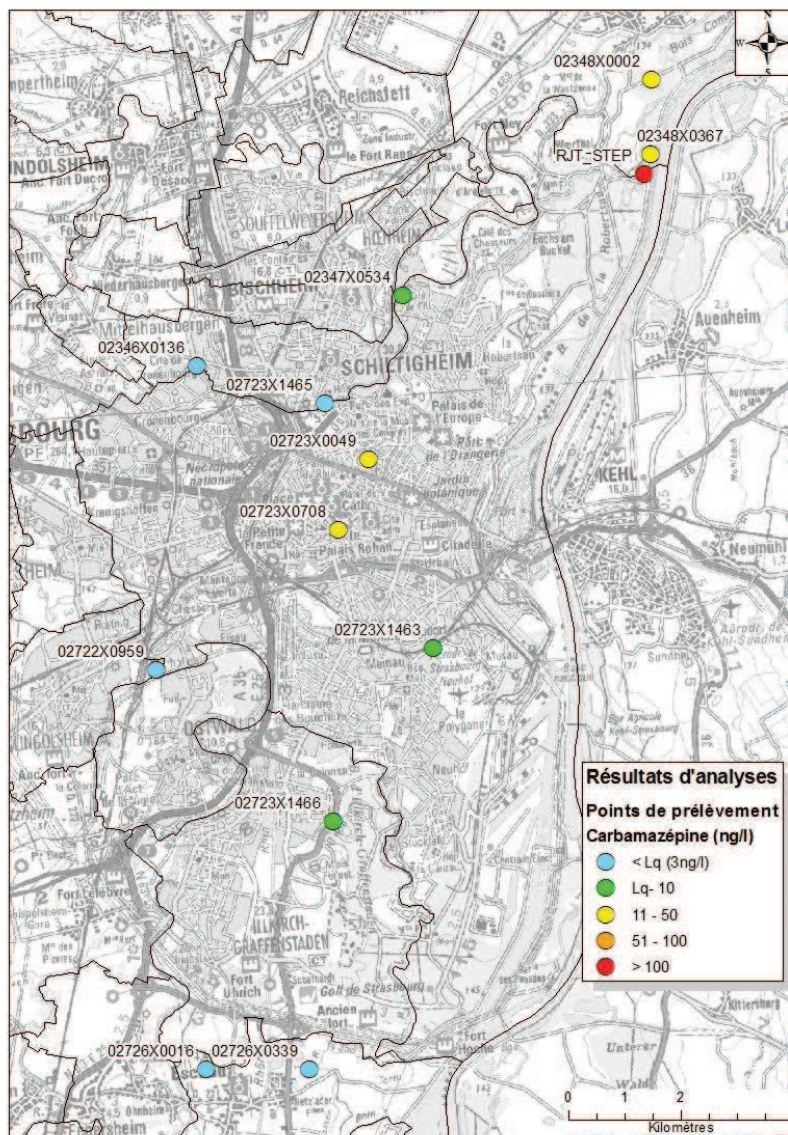


Illustration 23 : cartographie de la concentration en carbamazépine

### c) Oxazépam

L'oxazépam a été quantifiée au droit de 2 piézomètres avec des concentrations de 2 et 3ng/l, teneurs équivalentes à la limite de quantification. On le retrouve également dans le rejet STEP dans des teneurs beaucoup plus importantes – 349ng/l.

L'oxazépam, médicament mais aussi métabolite d'autres benzodiazépines (bromazépam et diazépam), figure parmi les 100 premières molécules vendues en France et est également reconnu pour sa rémanence dans l'environnement. Cette substance est couramment détectée dans eaux de surface en France et souterraines en France dans ces proportions.

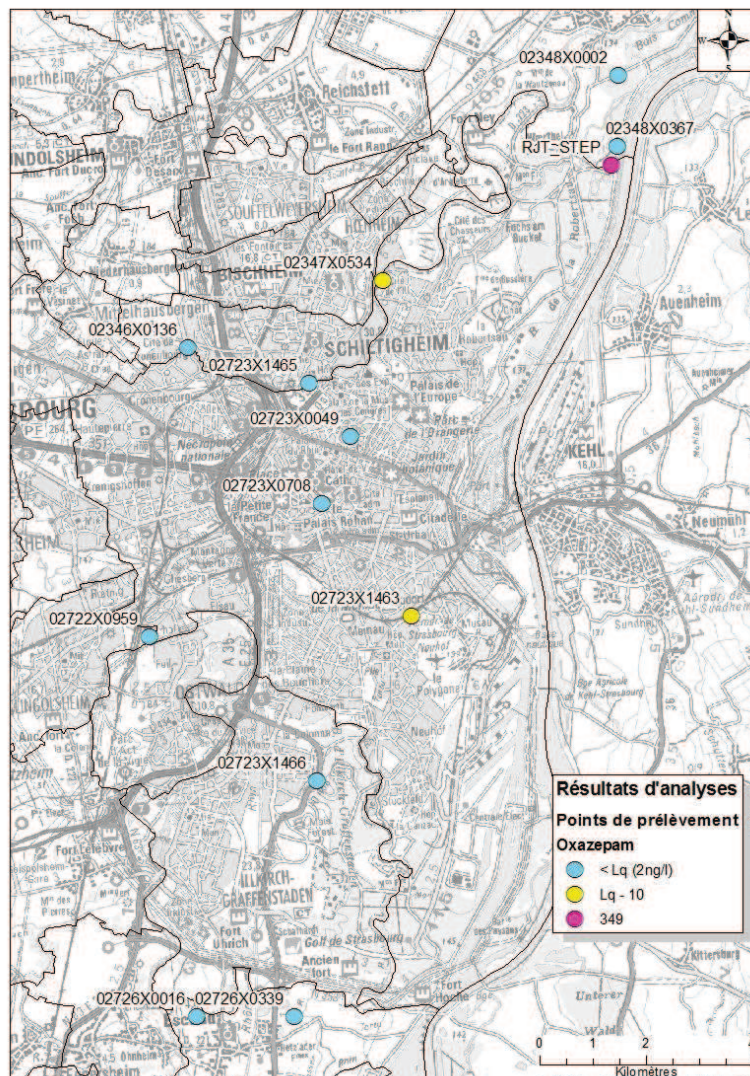


Illustration 24 : cartographie de la concentration en oxazépam



**d) Acide fénofibrique**

L'acide fénofibrique a été détecté au droit d'un seul point d'eau, le 02723X1465/PZ6 – jardins familiaux de Schiltigheim avec une valeur de 7ng/l, très proche de la limite de quantification (5ng/l).

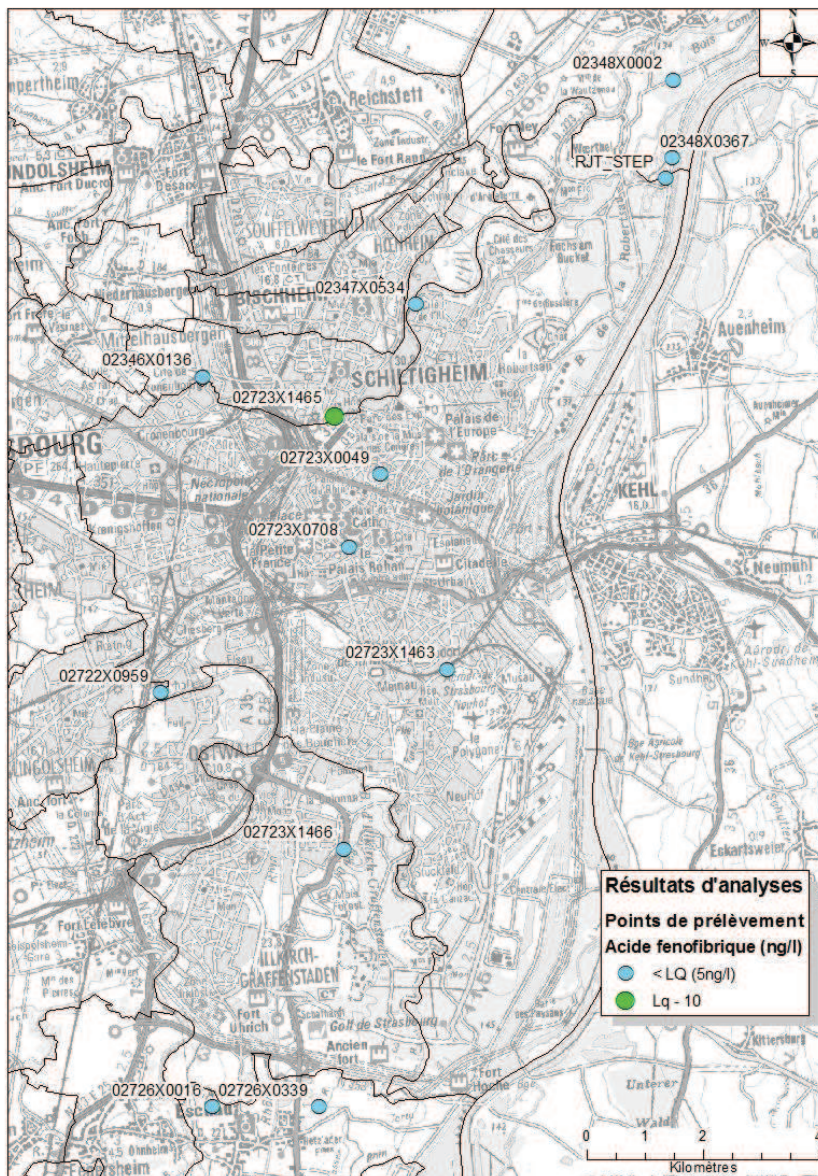


Illustration 25 : cartographie de la concentration en oxazépam



#### 4.2.2. Perturbateurs endocriniens

Les perturbateurs endocriniens recherchés pour cette campagne sont rappelés dans l'illustration 26 avec leurs limites de quantification et leur détection dans les eaux souterraines et dans les eaux de rejet STEP (caractères gras).

GROUPE	Hormones / Usages	Molécules	Caractéristique
stéroïdes	Estrogène	Estrone	hormone naturelle
		17-béta-estradiol	hormones synthétiques
		17-alpha-éthynil-estradiol	
		16-alpha-hydroxy-estrone	
surfactants ou agents tensio-actif	alkylphénols	<b>Bisphénol A*</b>	composé traceur des eaux usées
		4-Nonylphénol	
		4-tert-Octylphénol	

Illustration 26 : liste des perturbateurs endocriniens recherchés et limite de quantification

Un seul perturbateur endocrinien a été retrouvé dans le rejet STEP et dans les eaux souterraines. Il s'agit du plastifiant, le Bisphénol A.

Aucun stéroïdien n'a été quantifié tant dans les eaux souterraines que dans le rejet STEP. La limite de quantification des 3 stéroïdes opérée par le laboratoire est de 30 ng/l. Les conditions analytiques actuelles ne permettent pas de quantifier ces substances plus finement.

De même, aucun alkylphénols n'a été quantifié tant dans les eaux souterraines que dans le rejet STEP. Leur limite de détection est de 10ng/l. Ce sont des molécules peu solubles dans l'eau et avec un fort pouvoir de stockage dans les sédiments. Leur usage est désormais très restreint et interdit dans de nombreuses industries. Seuls les composés finaux ont été dosés.

Le Bisphénol A (BPA) a été détecté sur la moitié des points de contrôle au droit de 6 points d'accès aux eaux souterraines et dans le rejet STEP. Il a été mesuré à des concentrations comprises entre 17 et 232 ng/l.

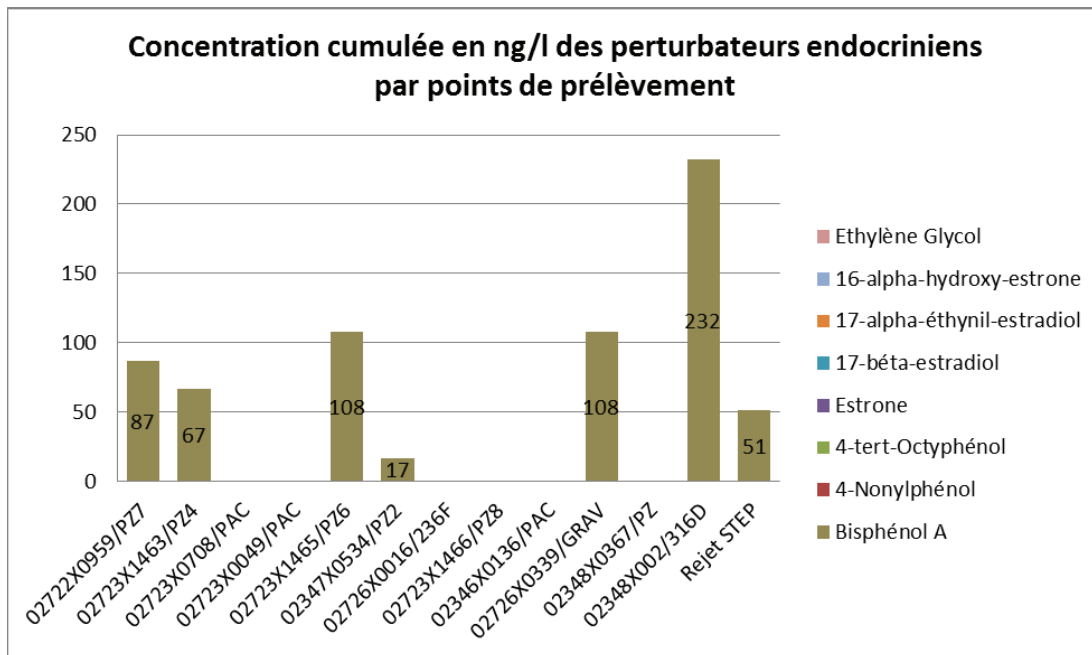


Illustration 27 : concentrations cumulées en ng/l des perturbateurs endocriniens par points de prélèvement

On observe que, contrairement aux substances médicamenteuses, ce n'est pas dans le rejet STEP que les concentrations mesurées sont les plus fortes mais dans les eaux souterraines. En effet, 3 points d'accès aux eaux souterraines enregistrent une concentration supérieure à 100ng/l, contre 51 ng/l dans le rejet de la STEP.

On observe par ailleurs qu'au droit des 3 captages des pompes à chaleurs (partie inférieures de l'aquifère) aucune trace de bisphénol A n'a été quantifiée.

Les sources d'introduction du BPA dans les eaux souterraines sont multiples notamment par l'intermédiaire des eaux usées domestiques, industrielles, des décharges et lixiviat ainsi que par les eaux d'infiltration.

Compte tenu de la non quantification de bisphénol A dans l'horizon inférieur de l'aquifère, l'hypothèse que les eaux d'infiltration contribuent à la pollution diffuse par lessivage des sols semble prioritaire sur le territoire de la CUS.

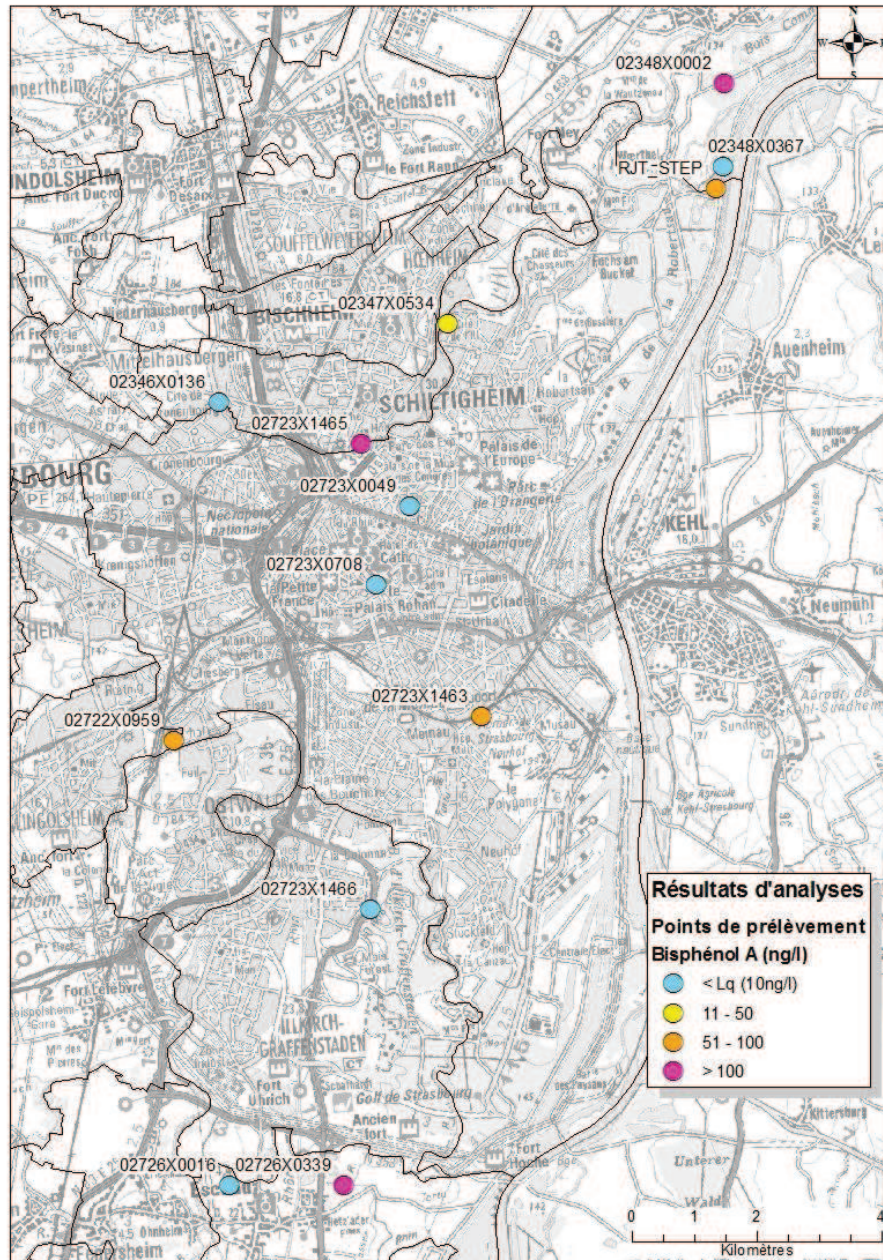


Illustration 28 : Cartographie de la concentration en Bisphénol A

#### 4.2.3. Ethylène glycol

L'analyse de l'éthylène glycol, réalisée dans le but d'identifier un éventuel impact des pompes à chaleur, n'a mis en évidence aucune trace de ce composé, à la fois dans le rejet de STEP et dans les eaux souterraines.



## 5. Etudes similaires sur le plan national

Ce chapitre est développé à partir d'études similaires menées sur le territoire national afin d'apporter des éléments de comparaison des résultats observés sur le territoire de la CUS. Ces études ont été menées sur 3 bassins : le bassin Loire-Bretagne, le bassin Adour-Garonne et le bassin Seine-Normandie.

### 5.1. BASSIN LOIRE-BRETAGNE

Cette étude, missionnée par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, a été réalisée par le BRGM en 2008 (Togola A., Amalric L., Bristeau S. – BRGM/RP-55578-FR).

➤ Stratégie : choix des molécules et des sites

- 29 substances médicamenteuses et métabolites étudiés ;
- 15 sites de prélèvements sur sites potentiellement impactés : 2 eaux souterraines (août 2006, 10 eaux de surface – fréquence mensuelle entre juin et septembre 2006 + sédiments, 3 eaux estuariennes.

➤ Résultats et premiers constats

- 2 à 22 molécules quantifiées sur l'ensemble des sites ;
- Concentrations comprises entre 0,01 à 814 ng/l pour les eaux superficielles avec une variation saisonnière (+élevée au mois d'août du fait débit d'étiage), entre 5 à 26ng/g (hors acide salicylique de 11 à 563 ng/g) pour les sédiments, entre 2 et 2183ng/l dans les estuaires et 3 à 161 ng/l pour les eaux souterraines ;
- Composés les plus présents dans les eaux superficielles comme oxazépam et carbamazépine ont aussi été retrouvés dans les eaux souterraines en moindre quantité, présence significative de bromazépam dans les eaux souterraines avec même ordre de grandeur que dans eaux superficielles (73 et 161 ng/l).

### 5.2. BASSIN ADOUR-GARONNE

Cette étude missionnée par la Direction Générale de la Santé a été réalisée par l'Agence de l'Eau Adour Garonne et la DDASS-DRASS Midi Pyrénées entre 2006 et 2008.

➤ Stratégie : choix des molécules et des sites

- 12 médicaments et 12 micropolluants (plastifiants, perfluorés et détergents) ;

- 42 sites de prélèvements : 31 en eaux superficielles en aval d'agglomérations et 11 en eaux souterraines au droit de captages puisant dans des nappes de préférence peu profondes et non captives sur 11 départements.

➤ Résultats et premiers constats

- Nombreux prélèvements «positifs»: 90 % des eaux brutes et 38 % eaux traitées, mais seulement 6 molécules détectées ;
- Médicaments : Carbamazépine : présence fréquente à l'état de trace (<35 ng/l), diclofénac (< 62ng/l), iopromide ;
- Traces de stéroïdes suspectées dans certains échantillons d'eaux brutes sans confirmation en seconde analyse ;
- Micropolluants : mise en évidence de quantités non négligeables de DEHP, 4 nonylphénol et Triclosan.

### **5.3. BASSIN SEINE-NORMANDIE**

Cette étude missionnée par la Direction Générale de la Santé a été réalisée par l'Agence de l'Eau seine Normandie et la DDASS- DRASS de Basse Normandie entre 2006 et 2008.

➤ Stratégie : choix des molécules et des sites

- 74 sites de prélèvements : 57 eaux souterraines brutes, 7 eaux superficielles, 7 eaux traitées pour AEP d'origine superficielles, 3 rejet de STEP ;
- 4 campagnes de mesures (nov 2006, juin 2007, janv. 2008, sept. 2008) ;
- 30 molécules médicamenteuses analysées.

➤ Résultats et premiers constats

- Rejets STEP : 24 molécules détectées à des concentrations très variables ;
- 20 molécules quantifiées : présence occurrente de Carbamazépine, acide fénofibrique et acide salicylique dans les eaux superficielles et souterraines ;
- Concentrations majoritairement < 25 ng/l ;
- 6 molécules prédominantes : carbamazépine et bromazépam (25 – 100ng/l), sulfaméthoxazole, acide fénofibrique et salicylique et le kétoprofène ;
- Occurrence et concentrations plus importantes dans les eaux superficielles que dans les eaux souterraines.



## 6. Synthèse et interprétation générale

33 principes actifs ont été analysés au cours de cette campagne de mesures conduites sur 12 points d'eau répartis sur la nappe alluviale du Rhin au niveau de la CUS. L'illustration 29 synthétise ces résultats obtenus par classe de concentrations pour chacune des substances et par type d'eau (souterraine et rejet STEP) en prenant en compte les limites de quantification (cellules grisées) relatives aux méthodes analytiques utilisées. Les points bleus correspondent aux prélèvements eaux souterraines (12) et le point rouge le prélèvement de l'eau de rejet de STEP.

Famille	molécules	LQ eaux souterraines ng/l	LQ STEP ng/l	Concentrations mesurées en ng/l dans les eaux souterraines et dans le rejet STEP					
				< LQ	≤ 10	10 - 50	50 - 100	> 100	
analgésique	Paracetamol	22	22	.....*					
antibiotique	Sulfamethoxazole	6	12	.....*					..*
	Trimethoprim	13	26	.....*					..*
antiépileptiques	Carbamazepine	3	6	.....*	...*	.....*			..*
antiinflammatoire	Acide Salicylique	18	72	.....*		.....*		..*	..*
	Diclofenac	7	14	.....*					..*
	Ketoprofene	7	14	.....*			..*		
	Ibuprofene	13	13	.....*	..*				
	Naproxene	4	16	.....*			..*		
	1-Hydroxyibuprofene	14	56	.....*					..*
	2-Hydroxyibuprofene	45	45	.....*	..*				
	o-desmethylnaproxene	9	36	.....*					..*
cardiovasculaires/ bêtabloquants	Atenolol	13	26	.....*					..*
	Metoprolol	5	10	.....*				..*	
	Propranolol	10	20	.....*	..*				
Diurétique	Furosemide	5	20	.....*					..*
hypolipidémiant	Bezafibrate	5	10	.....*	..*				
	Acide 4-chlorobenzoïque	10	10	.....*			..*		
	Acide fénofibrique	5	10	.....*	..*				
psychotrope	Gemfibrozil	7	7	.....*	..*				..*
	Oxazepam	2	4	.....*	..*				..*
	Lorazepam	6	12	.....*				..*	
	Zolpidem	2	4	.....*		..*			
	Bromazepam	6	12	.....*			..*		
Perturbateurs endocriniens	Alprazolam	5	10	.....*	..*				
	Bisphénol A	30	30	.....*		..*	..*	..*	...*
	4-Nonylphénol	30	30	.....*	..*				
	4-tert-Octylphénol	30	30	.....*	..*				
	Estrone	30	30	.....*	..*				
	17-béta-estradiol	10	10	.....*	..*				
17-alpha-éthynil-estradiol	10	10	.....*	..*					
16-alpha-hydroxy-estrone	10	10	.....*	..*					

Illustration 29 : Répartition du nombre de quantifications par classe de concentration et par molécule étudiée pour les eaux souterraines (en bleu) et le rejet de la STEP (en rouge)

Sur les 33 molécules analysées, 20 ont été quantifiées : 19 médicamenteuses et 1 perturbateur endocrinien.

Le rejet de STEP est l'échantillon qui représente la plus grande diversité de molécules quantifiées en substances médicamenteuses (19 sur les 25 étudiées) et les concentrations les plus élevées pour la somme des teneurs des substances quantifiées (3965 ng/l) et pour la plupart des paramètres. Un seul perturbateur endocrinien a été

quantifié, le bisphénol A avec de fortes disparités entre l'échantillon de STEP et les eaux souterraines. Contrairement aux substances médicamenteuses, ce n'est pas dans le rejet STEP que les concentrations mesurées pour le bisphénol A sont les plus fortes.

Au droit des points d'accès aux eaux souterraines, entre 1 et 4 substances ont été quantifiées par échantillon. Les concentrations mesurées sont globalement faibles et vont de quelques dizaines à quelques centaines de nano grammes par litre. 5 substances ont néanmoins été détectées et leur quantification est significative pour 3 molécules : acide salicylique, carbamazépine et bisphénol A. Parmi ces dernières, 2 substances dépassent une concentration de 100ng/l par échantillon : l'acide salicylique et le bisphénol A.

Ces résultats sont issus d'une seule campagne de mesure. Or par expérience, les résultats peuvent considérablement varier d'une campagne à une autre tant pour la liste des substances quantifiées que pour les concentrations mesurées.

L'origine de l'acide salicylique, métabolite de l'aspirine, ne peut être reliée aux seuls composés pharmaceutiques car c'est une substance qui existe à l'état naturel. Aussi les fortes concentrations mesurées sont à relativiser dans le cadre de cette étude ainsi que la quantification sur l'ensemble des points échantillonnés. On notera également une fréquence élevée de quantification pour la carbamazépine et le bisphénol A (7 et 6 fois respectivement sur 12 points mesurés). On observe que, hors acide salicylique, aucune substance n'a été quantifiée au droit de 2 points. Ces deux points, 02726X0016 et 02346X0136 sont situés pour le premier à l'amont de la zone d'étude et pour le second au droit de la terrasse de loess, peu perméable aux pollutions superficielles.

Quant au bisphénol A, utilisé dans une large variété de produit - y compris des bouteilles en plastique et boîtes de conserve, papier d'imprimerie thermique, scellement dentaire - ses sources d'introduction dans l'eau souterraine sont multiples notamment par l'intermédiaire des eaux usées domestiques, des eaux usées industrielles, des décharges industrielles et lixiviat. Par ailleurs, les eaux de ruissellement contribuent à la pollution diffuse par lessivage des sols. C'est une molécule soluble dans l'eau et fortement biodégradable. Sa présence détectée, à des teneurs relativement élevées (3 points d'accès aux eaux souterraines avec des concentrations > 100ng/l) sur l'ensemble du territoire de la CUS indique une utilisation non négligeable de cette molécule et relargage dans l'environnement. Toutefois, cette substance n'a pas été quantifiée au droit des 3 pompes à chaleurs, captant l'horizon inférieur de l'aquifère moins soumis aux pollutions superficielles..

Aucun stéroïdien n'a été quantifié tant dans les eaux souterraines que dans le rejet STEP ; il en est de même pour les alkylphénols. Les conditions analytiques ne permettent pas une détection fine de ces molécules.

L'éthylène glycol, analysé pour évaluer l'impact de l'utilisation de pompes à chaleur, n'a pas été quantifié.

La comparaison eaux souterraines brutes et eau traitée en sortie de STEP est délicate en raison du peu d'analyses disponibles en aval de celle-ci. De plus, la forte variabilité des fluctuations en entrée de STEP selon les heures de la journée et des saisons induit une hétérogénéité des eaux de rejets et donc des molécules rencontrées comme de leurs concentrations mesurées. Aussi on n'observe pas de corrélation évidente entre substances détectées au droit des eaux souterraines et dans le rejet STEP.

Les concentrations mesurées et les substances quantifiées dans cette étude sont en cohérence avec les études antérieures menées sur le plan national (bassins Adour-Garonne, Seine-Normandie et Loire-Bretagne) et en concordance avec la consommation (acide salicylique - métabolite de l'aspirine très fortement consommé et présente naturellement dans l'environnement et bisphénol A - utilisé dans une large variété de produits) et la persistance des molécules dans l'environnement (carbamazépine – molécule qui se dégrade difficilement et lentement).

