



**EVALUATION DE L'OCCURRENCE DES RESIDUS DE MEDICAMENTS
DANS UN ECHANTILLON DE NAPPES SOUTERRAINES VULNERABLES
DU BASSIN SEINE-NORMANDIE UTILISEES POUR LA PRODUCTION D'EAU
DESTINEE A LA CONSOMMATION HUMAINE**

Raphaël Tracol - DRASS Basse Normandie Ministère de la Santé avec le concours des services
Santé Environnement des DDASS

Jean Duchemin - DDD - Eau et Santé- Agence de l'Eau Seine Normandie



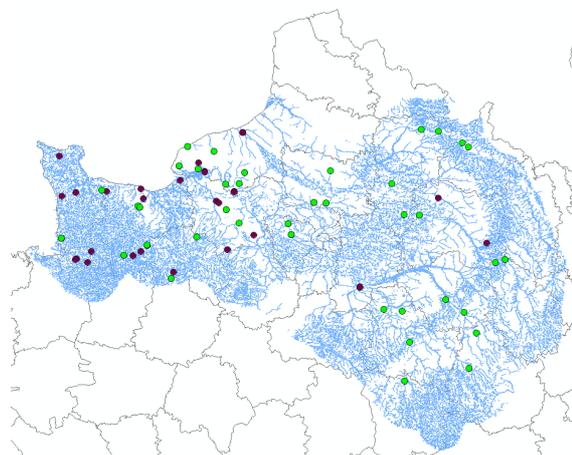
EVALUATION DE L'OCCURRENCE DES RESIDUS DE MEDICAMENTS DANS UN ECHANTILLON DE NAPPES SOUTERRAINES VULNERABLES DU BASSIN SEINE-NORMANDIE UTILISEES POUR LA PRODUCTION D'EAU DESTINEE A LA CONSOMMATION HUMAINE

Depuis 1980 aussi bien en Europe qu'aux Etats-Unis de nombreuses études ont mis en évidence la présence et la persistance de résidus de médicaments dans les milieux aquatiques. Toutefois, pour les eaux souterraines qui sont utilisées pour l'alimentation en eau potable les données régionales ou même nationales sont rares. L'exposition du consommateur d'eau à des molécules actives du point de vue pharmacologique est peu connue et l'évaluation des risques et notamment de l'exposition du buveur d'eau est donc rendue difficile par ce manque de données.

Dans ce contexte, en vue d'évaluer l'occurrence des produits pharmaceutiques dans les eaux utilisées pour la production d'eau potable, la DRASS de Basse-Normandie, sous l'égide de la Direction Générale de la Santé (DGS) et l'Agence de l'eau Seine-Normandie, ont mis en place, entre décembre 2006 et septembre 2008, quatre campagnes de recherche de ces substances dans un échantillon représentatif des nappes souterraines vulnérables du bassin.

A. Protocole d'étude

En liaison avec les services Santé Environnement des DDASS de 16 départements, ont été sélectionnés des captages utilisés pour la consommation humaine puisant dans des **nappes souterraines peu profondes et non captives**, avec un environnement de surface représentatif d'une pression homogène sur l'ensemble du bassin d'alimentation (zone industrielle, zone agricole (culture, élevage, épandage), environnement domestique).



Quatre campagnes de mesures ont été réalisées :

- la première (novembre et décembre 2006) et la deuxième (avril à juin 2007) sur un échantillon de 36 points de prélèvement situés majoritairement situés dans l'ouest du bassin Seine Normandie, surtout dans les régions de Basse et Haute-Normandie,
- la troisième (janvier 2008) et la quatrième (septembre 2008) sur un échantillon de 48 points de prélèvement prioritairement situés dans la partie Est du bassin Seine Normandie,

Au final 74 sites de recherche ont été retenus (Voir tableau ci-dessous)

- 57 ressources en eau brute **souterraine** (ESO),
- 7 ressources en eau **superficielle** (ESU-prises d'eau de surface),
- 7 points d'eau traitée (prélèvement en production au niveau des usines de traitement)
6 des 7 eaux produites sont d'origine superficielle,

et à titre comparatif :

- 3 points représentatifs de rejet de station d'épuration.

Points de prélèvements	Campagnes Décembre 2006 Mai 2007	Campagnes Janvier 2008 Septembre 2008	Total
	<i>8 départements</i>	<i>16 départements</i>	
Eaux souterraines	28	35	57
Eaux superficielles	4	5	7
Eaux traitées	3	6	7
Rejets de station d'épuration	1	2	3
Total	36	48	74

Nombre de points de prélèvements par type d'eau

Nb : Certains points ont été échantillonnés à chaque campagne, d'autres non, d'où des totaux différents dans la somme des colonnes)

Les prélèvements d'eau ont été effectués par les agents des DDASS ou des laboratoires selon une méthodologie d'échantillonnage et acheminés selon des modalités de transport précises vers les laboratoires définis. Pour chaque prélèvement, a été recherchée la présence de substances médicamenteuses préalablement déterminées, d'hormones humaines ou animales et de quelques micropolluants persistants rarement recherchés lors des contrôles sanitaires habituels (PCB, dioxines, perfluorés...) dans des secteurs où les activités humaines voisines semblaient le justifier.

Prélèvements	Campagnes Décembre 2006 Mai 2007	Campagnes Janvier 2008 Septembre 2008	Total
Eaux souterraines	55	62	117
Eaux superficielles	8	8	16
Eaux traitées	6	9	15
Rejets de station d'épuration	1	2	3
Total	70	81	151

Nombre de prélèvements par type d'eau

Les recherches de médicaments ont été réalisées par le laboratoire du BRGM d'Orléans et l'analyse des stéroïdiens par le LABERCA de Nantes. Cette synthèse ne traitera que des résidus de médicaments. La recherche des hormones et stéroïdiens libres et conjugués fait l'objet de deux rapports spécifiques LABERCA - DRASS Basse-Normandie - Agence de l'eau : EAUSTER 1 et 2 Septembre 2007 et EAUSTER 3 et 4 février 2009.

En se basant sur les données bibliographiques existantes et en collaboration avec les laboratoires pour les critères de faisabilité et de coût, la recherche a porté sur 30 molécules médicamenteuses ou dérivés appartenant à 8 classes thérapeutiques particulièrement utilisées et dotées d'une certaine persistance dans l'environnement.

Famille	Molécules
Bêtabloquants	aténolol, métoprolol, propranolol
Hypolipémiants	gemfibrozil, bésafibrate, fénofibrate, acide clofibrigue, acide-4-chlorobenzoïque, acide fénofibrigue
Antifongique	clotrimazole
Diurétique	furosémide
Antibiotiques	triméthoprime, sulfaméthoxazole
Analgésiques	ibuprofène, <i>1-hydroxyibuprofène</i> , <i>2-hydroxyibuprofène</i> , kétoprofène, diclofénac, paracétamol, acide salicylique, naproxène, <i>O-desméthylnaproxène</i>
Psychotropes	fluoxétine, lorazépam, diazépam, <i>oxazépam</i> , alprazolam, bromazépam, zolpidem
Anti-épileptique	carbamazépine

Les molécules recherchées lors des 4 campagnes

Parmi ces molécules figurent des métabolites, l'oxazépam, médicament mais aussi métabolite d'autres benzodiazépines (bromazépam et diazépam), les 1-OH- et 2-OH-ibuprofène, métabolites de l'ibuprofène, l'O-desméthylnaproxène, métabolite du naproxène, l'acide salicylique, métabolite de l'aspirine. Ont été recherchées dans les eaux les **molécules mères**, directement administrées aux patients ou éliminées via le réseau des eaux usées, et aussi des **métabolites** résultant des transformations métaboliques soit au sein de l'organisme du patient, soit issus de la dégradation des matières actives dans le milieu aquatique.

Sur chacun des **151** échantillons prélevés sur les différents sites lors des 4 campagnes, la recherche a porté sur les **30** produits pharmaceutiques précités soit au total **4 530 analyses**. Les méthodes d'analyse ont conduit à des limites de quantification de l'ordre du ng/L. Ces dernières ont évolué d'une campagne à l'autre et ont parfois pu être divisées par 10.

Il est à noter qu'à titre complémentaire, lors des deux dernières campagnes, une dizaine de substances à usage vétérinaire (antibiotiques, analgésiques, antiparasitaires) ont été recherchées.

B. Les résidus de médicaments : les résultats des 4 campagnes

• B1- Les rejets de station d'épuration

Trois échantillons d'eau ont été prélevés et analysés en sortie de station d'épuration de collectivité de capacité différente (petite, moyenne et importante). Ils révèlent la présence de résidus de médicaments (24 molécules sur 30 ont été détectées) à des concentrations très variables selon les molécules : de 4 à près de 5 000 ng/L. Les 6 molécules non détectées dans les 3 rejets sont le bromazepam, la fluoxétine, l'acide clofibrique le gemfibrozil, le paracetamol et le cotrimazole.

Des concentrations supérieures à 1µg/L sont constatées pour l'acide fénofibrique, le furosémide, le bézafibrate, la carbamazépine et l'oxazépan. Des concentrations assez élevées sont aussi mesurées pour l'ensemble des bêtabloquants. Pour chaque molécule, les concentrations relevées dans les différentes stations d'épuration sont relativement homogènes (pas d'effet de taille). A noter toutefois dans la station d'épuration de type rural, un nombre de molécules détectées plus faible. Les molécules pharmaceutiques précitées sont peu retenues par les stations d'épuration ce qui explique qu'on les retrouve dans les eaux superficielles.

Ces résultats sont en concordance avec les données de la littérature qui précisent que les concentrations sont généralement situées entre le ng/L et la dizaine de µg/L.

• B2- Résultats globaux sur l'ensemble des analyses hors rejets STEP (Eaux brutes souterraines et superficielles - Eaux traitées pour alimentation humaine)

Eaux souterraines	Détection ESO		oxazepam	Détection ESU	
	Nombre	Taux		Nombre	Taux
carbamazépine	37	31,6%	carbamazépine	13	81,3%
sulfaméthoxazole	11	9,4%	oxazepam	10	62,5%
oxazepam	10	8,5%	acide 4 chlorobenzoïque	6	37,5%
acide fénofibrique	8	6,8%	acide fénofibrique	5	31,3%
acide salicylique	8	6,8%	bezafibrate	4	25,0%
bromazepam	5	4,3%	paracetamol	3	18,8%
ketoprofène	4	3,4%	sulfaméthoxazole	2	12,5%
diazepam	2	1,7%	acide salicylique	2	12,5%
zolpidem	2	1,7%	diclofenac	2	12,5%
gemfibrozil	2	1,7%	metoprolol	2	12,5%
bezafibrate	2	1,7%	zolpidem	1	6,3%
diclofenac	2	1,7%	cotrimazole	1	6,3%
clotrimazole	2	1,7%	naproxène	1	6,3%
furosémide	2	1,7%			
1-hydroxy ibuprofène	1	0,9%			
paracetamol	1	0,9%			
metoprolol	1	0,9%			

Les molécules les plus fréquemment retrouvées (nombre et taux de quantification par type d'eau)

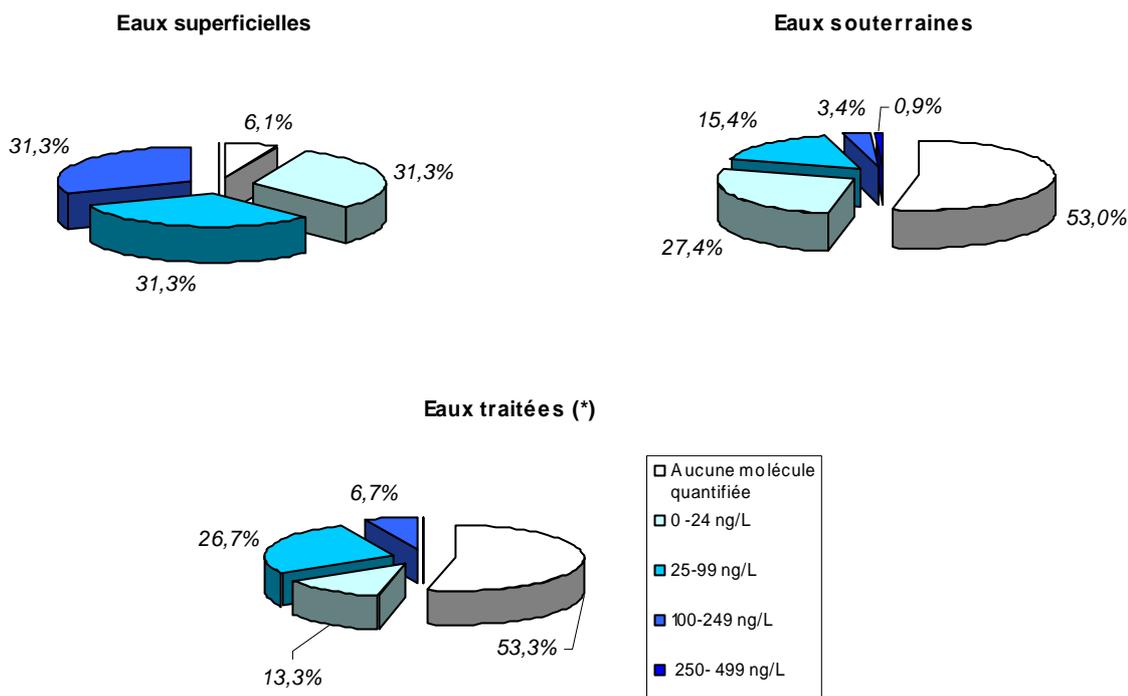
10 molécules n'ont jamais été retrouvées dans les eaux brutes ou traitées. Il s'agit de l'alprazolam, du diazepam, du lorazepam, de l'acide clofibrique, de l'ibuprofène, du 2-hydroxy-ibuprofène, du O-desméthylnaproxène, de l'aténolol, du propranolol et du triméthoprime.

20 molécules ont été quantifiées. Par ordre de fréquence de quantification, les molécules les plus détectées sont la carbamazépine (52 détections), l'oxazépam (24 détections), l'acide fénofibrique (17 détections), le sulfaméthoxazole (13 détections), l'acide salicylique (12 détections), le bézafibrate (9 détections) et l'acide-4-chlorobenzoïque (9 détections).

Les concentrations en chacune des substances pharmaceutiques mesurées dans les eaux sont majoritairement comprises dans l'intervalle [seuil de mesure - 25 ng/L]. Elles sont rarement supérieures à 25 ng/L. Globalement, les concentrations sont comprises dans l'intervalle [seuil -100 ng/L] pour les eaux souterraines comme pour les eaux de surface. Il est à noter une concentration maximale de 167 ng/L et 3 valeurs supérieures à 100ng/L. Ces valeurs sont constatées en eau souterraines.

Somme des concentrations en ng/L	Eaux souterraines	Eaux superficielles	Eaux traitées (*)	Rejets STEP
Aucune molécule quantifiée	62	1	8	
0 - 24	32	5	2	
25 - 99	18	5	4	
100 - 249	4	5	1	
250 - 499	1			
.....				
> 4000				3
Total	117	16	15	3

Nombre de prélèvement dans chaque classe en fonction de la somme des concentrations retrouvées toutes substances confondues



(*) : après prise d'eau de surface dans 90 %

Si pour un prélèvement on ajoute l'ensemble des concentrations des molécules détectées, on constate que cette somme est faible, en général inférieure à 100 ng/L pour les eaux souterraines et les eaux traitées. Pour 93,4 % des prélèvements, cette somme est inférieure à 100 ng/L, et pour 108 analyses sur 148, soit 73 %, elle est nulle ou inférieure à 25 ng/L.

Des sommes supérieures à 100 ng/L sont constatées le plus souvent pour les eaux superficielles.

Il est à noter à titre comparatif que pour les rejets de station d'épuration les sommes des concentrations sont comprises entre 4 000 et 14 000 ng/L

- **B3- Les eaux souterraines : (détectées dans 57 % des sites et pour 2.8 % des analyses)**

Pour l'ensemble des quatre campagnes, 37 sites sur 57 ont montré la **présence de substances pharmaceutiques, soit 65% des sites**. Il n'est néanmoins dénombré sur les eaux souterraines que 100 détections sur 1650 recherches de paramètres soit un **pourcentage d'analyses positives de 2,8 %**. Parmi ces ouvrages souterrains, la fréquence de détection est légèrement plus forte pour les sources (13 sources sur 19 soit 68 %) que pour les forages et puits (24 puits ou forages sur 38 soit 63 %).

Molécule médicamenteuse	Concentrations dans les ESO en ng/L			
	≤10	10 - 25	25 - 100	≥ 100
carbamazepine	●●●●●●●● ●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●
sulfamethoxazole	●●●●●●	●●●●●●		
oxazepam	●●●●●●●●	●		
acide fenofibrique	●●	●●●●●●		●
acide salicylique		●●●●●●	●●●	
bromazepam			●●●●●●	
ketoprofene		●●●●		
diazepam	●●			
zolpidem	●●			
gemfibrozil	●		●	
bezafibrate	●●			
diclofenac	●		●	
cotrimazole	●	●		
furosemide	●	●		
hydroxy ibuprofene	●			
paracetamol				●
metoprolol	●			

Nombre de détections des molécules médicamenteuses dans les prélèvements d'eau au cours des quatre campagnes, par intervalles de concentration dans les eaux souterraines

Lorsque des molécules de résidus de médicaments sont détectées dans les eaux souterraines les concentrations sont faibles, majoritairement inférieures à 25 ng/L (79 % des détections sont inférieures à 25 ng/L et 47 % sont comprises entre le seuil de mesures et 10 ng/L).

Les 6 molécules prédominantes en concentration significative sont la carbamazépine, le sulfaméthoxazole, le bromozepam, l'acide fenofibrique, l'acide salicylique et le ketoprofène.

Lors des 2 premières campagnes le sulfaméthoxazole a été détecté 8 fois dans les eaux souterraines lors de la 1ère campagne mais pas lors de la 2ème campagne d'analyses. Ceci peut être mis en relation avec le caractère saisonnier de son utilisation puisque le pic de consommation des antibiotiques survient en période hivernale c'est-à-dire pendant la 1ère campagne et décroît au printemps et en été soit au cours de la 2ème phase de l'étude.

Une étude conduite en Allemagne sur 105 prélèvements d'eau souterraine a montré une contamination de 39 d'entre eux. Ils contenaient des concentrations de l'ordre de 10 ng/L de bêtabloquants, d'analgésiques, de carbamazépine, de diclofénac, d'antibiotiques et de l'iopamidole (produit de contraste iodé). Les résultats obtenus lors de la présente étude sont comparables : les mêmes classes de molécules sont retrouvées le plus fréquemment et leurs concentrations sont du même ordre de grandeur.

- **Les eaux superficielles : (détections dans 100% des sites et pour 10.8 % des analyses)**

Lors des quatre campagnes d'analyses, l'ensemble des prélèvements d'eau de surface ont révélé la présence de résidus de médicaments (**7 sites sur 7 soit 100 %**). **52 analyses sur 480** paramètres analysés ont montré la présence de médicaments soit un pourcentage d'analyses positives de **10,8 %**.

Molécule médicamenteuse	Concentrations dans les ESU en ng/L			
	≤10	10 - 25	25 - 100	≥ 100
carbamazepine	•••	••••••••	••	
oxazepam	•••	••••••	•	
acide 4 chlorobenzoïque	••••	••		
acide fenofibrique	••••		•	
bezafibrate	••	••		
paracetamol			•••	
diclofenac	••			
acide salicylique			••	
metoprolol	••			
sulfamethoxazole	••			
zolpidem	•			
naproxene		•		
cotrimazole		•		

Nombre de détections des molécules médicamenteuses dans les prélèvements d'eau au cours des quatre campagnes, par intervalles de concentration dans les eaux superficielles

Dans les eaux de surface, les concentrations sont en général situées entre 10 et 25 ng/L voire sont inférieures à 10 ng/L. La carbamazépine et l'oxazépan sont les molécules le plus souvent détectées. Le bromazépam présent dans les eaux souterraines est absent des prélèvements d'eau de surface, bien que beaucoup plus utilisé qu' l' oxazépan, sans doute parce que ce dernier peut en fait être le produit de dégradation du bromazépam à l'air et à la lumière, absente en eau souterraine.

Si l'on se réfère aux études menées dans les rivières, que ce soit en Bretagne ou dans la région parisienne, les concentrations mesurées y sont souvent supérieures à celles que l'on a mesurées lors de nos campagnes d'analyses. Dans la Vilaine par exemple, trois séries de mesures effectuées en été 2006 ont révélé la présence, en majorité d'oxazépan, de carbamazépine et de sulfaméthoxazole à des concentrations atteignant plusieurs centaines de ng/L. Les concentrations mesurées dans l'estuaire de la Seine étaient aussi de l'ordre de quelques dizaines voire parfois centaine de nanogrammes par litres lors d'échantillonnages sur une période 2002-2006. Les eaux superficielles analysées lors de notre étude sont quantitativement assez peu contaminées par les résidus de médicaments comparativement à d'autres régions et d'autres prises d'eau, ce que peut expliquer la faible pression anthropique de leurs bassins-versants, plutôt ruraux, par rapport à la Vilaine en aval de Rennes ou à la Seine en aval de Paris.

Cette première approche confirme les données de la littérature selon lesquelles des traces de médicaments ou de leurs résidus sont davantage retrouvées, tant en diversité qu'en concentration, dans les eaux superficielles que dans les eaux souterraines. Il est à noter que, parmi les sites retenus pour l'analyse des eaux souterraines, certains concernent pourtant des eaux d'origine karstique dont la problématique se rapproche plus de celle des eaux superficielles.

Globalement, ces concentrations de résidus de médicaments dans les eaux analysées restent très faibles par rapport aux doses utilisées en thérapeutique. A titre d'exemple voici la posologie de quatre molécules particulièrement présentes dans l'eau : la carbamazépine est utilisée à la dose de 15 mg/kg p.c./jour (soit 1g/j pour une personne de 65 kg), les posologies habituelles du sulfaméthoxazole sont de 800 à 2400 mg/jour, l'acide fénofibrique est, quant à lui, utilisé sous forme de fénofibrate administré à des doses variant de 67 à 400 mg/jour ; la prescription de bromazépam se fait à une posologie de 6 à 36 mg/jour. Les concentrations en médicaments mesurées dans l'eau sont donc inférieures d'un facteur 10^6 à 10^9 à celles employées dans l'usage médical.

B4-Les eaux produites pour l'alimentation humaine

Des analyses ont été réalisées sur les eaux superficielles brutes à l'entrée de l'usine de traitement puis en production sur l'eau traitée en sortie d'usine (15 couples Eaux brutes/Eaux traitées pour 7 sites)

- L'ensemble des eaux brutes a révélé la présence de résidus de médicaments.
- Pour 7 échantillons sur 15, l'eau produite révèle la présence de médicaments. **Les concentrations relevées dans les eaux produites sont toutefois faibles puisque majoritairement comprises entre le seuil de quantification et 10 ng/L.**

Tout en restant très prudent compte tenu du faible nombre et du caractère ponctuel des prélèvements, l'analyse du rendement d'élimination des résidus de médicaments par les stations de traitement montre que **l'élimination est en moyenne supérieure à 80 % pour 5 sites sur 7.**

- pour deux sites, dotés de traitements performants, si les prélèvements d'eau superficielle brute montrent la présence de résidus de médicaments, quelle que soit la campagne, l'eau distribuée analysée ne révèle aucune trace de substance médicamenteuse quantifiable.
- pour deux autres sites, des résidus de médicament sont détectés dans l'eau traitée avec des rendements d'élimination inférieure à 50 % voire nuls.

Il est à noter que **dans les deux cas où le rendement est de 100%, l'installation de potabilisation est une filière complète (coagulation/filtration + charbon actif) qui permet semble-t-il d'éliminer significativement les médicaments présents dans l'eau de surface. Au contraire, dans le cas des rendements inférieurs à 50 %, la filière de traitement est incomplète et obsolète, sans étage de filtration, ce qui peut expliquer les résultats obtenus.**

Molécule médicamenteuse	Concentrations dans les Eaux traitées en ng/L			
	≤10	10 - 25	25 - 100	≥ 100
oxazepam	•••	•		
acide fenofibrique	••		••	
bezafibrate		•••		
acide 4 chlorobenzoïque	•	••		
acide salicylique			••	
metoprolol	••			
carbamazepine	•	•		
fluoxétine	•			
paracetamol			•	
sulfaméthoxazole				

Nombre de détections des molécules médicamenteuses dans les prélèvements d'eau au cours des quatre campagnes, par intervalles de concentration dans les eaux produites

- **L'influence de l'environnement**

Il a été difficile d'analyser ces données par rapport à l'environnement des points d'eau car, dans de nombreux cas, l'environnement des captages est complexe et associe au moins deux des trois composantes industrielles, domestiques ou agricoles (élevage).

Quelques résultats peuvent cependant être rapportés à une pression spécifique de l'environnement du point d'eau, notamment dans les zones très urbanisées de Seine-et-Marne, où la carbamazépine (usage humain strict) est mise en évidence dans chaque prélèvement au cours des quatre campagnes, et dans les Yvelines où les deux points d'eau souterraine prélevés montrent une contamination par un à huit composés pharmaceutiques au cours des quatre campagnes. Sur ces points aux alentours de Paris, les rejets domestiques diffus et l'infiltration des rejets de station d'épuration via les berges de rivières et nappes alluviales peuvent expliquer la présence constante et récurrente de médicaments utilisés uniquement chez l'homme dans les eaux souterraines analysées.

C. ANALYSES COMPLEMENTAIRES

- **C1- Médicaments vétérinaires**

Lors des campagnes 3 et 4, des analyses complémentaires relatives aux médicaments vétérinaires ont été réalisées. En janvier 2008, 14 molécules de résidus de médicaments vétérinaires ont été recherchées sur les 48 sites de prélèvements dont deux rejets de station d'épuration.

Famille	Sous famille	Composés
Antibiotiques	Macrolide	Erythromycine
	Macrolide (Lincosamide)	Lincomycine
	Quinolone (1 ^{ere} génération)	Acide oxolinique
	Quinolone (1 ^{ere} génération)	Flumequine
	Quinolone (2 ^{eme} génération)	Danofloxacin
	Quinolone (2 ^{eme} génération)	Enrofloxacin
	Quinolone (2 ^{eme} génération)	Marbofloxacin
	Sulfamide	Sulfadiméthoxine
	Sulfamide	Sulfaquinoxaline
	Sulfamide	Sulfaméthazine
	Sulfathiazole	
Analgesiques	anti inflammatoire (utilisé en élevage)	Dexaméthasone
	Phytopharmaceutique (utilisé en élevage)	Enilconazole (=imazalil)
Antiparasitaires	antiparasitaire (antihelminthique)	Ivermectine

- L'ensemble des résultats sur les eaux souterraines, superficielles, et traitées pour l'alimentation humaine, sont négatifs.

Cependant quatre molécules ont été détectées au niveau de 2 rejets de station d'épuration :

- Erythromycine (concentration de l'ordre de la centaine de ng/L) Il est à noter que cette molécule est aussi utilisée comme antibiotique chez l'homme
- Danofloxacin, Enrofloxacin et Marbofloxacin (concentration de l'ordre de la dizaine de ng/L).

Lors de la campagne de septembre 2009 sur 33 points ne comprenant pas de rejet de station d'épuration la liste des molécules était légèrement modifiée.

Molécules
Erythromycine
Tylosine
Lincomycine
Acide oxolinique
Flumequine
Danofloxacin
Enrofloxacin
Marbofloxacin
Sulfadiméthoxine
Sulfaquinoxaline
Sulfaméthazine
Sulfathiazole
Penicillin G
Ceftiofur

Trois molécules ont été détectées au niveau de 3 puits d'eaux souterraines à des concentrations de l'ordre de la dizaine de ng/L :

- Danofloxacin (2), Enrofloxacin (2) et Marbofloxacin (1)

- **C2- Autres recherches : anticancéreux, produits de contraste :**

Lors de la dernière campagne, deux anticancéreux (Cyclophosphamide Ifosfamide) et un produit de contraste (Iopromide) ont été recherchés sur 33 points.

L'ensemble des résultats sur des eaux souterraines, superficielles ou traitées sont négatifs

- **C3- Micropolluants persistants « émergents » :**

Les PCB ont été recherchés dans des eaux souterraines sous influence de zones industrielles ou artisanales en Haute Normandie (Laboratoire ETS de Rouen), les teneurs retrouvées sont très faibles (en cohérence avec leur faible solubilité et les résultats des analyses de contrôle pratiquées sur l'ensemble du territoire au titre du contrôle sanitaire des ressources en eau potable), quelques sources karstiques semblent néanmoins plus affectées, ce qui justifierait un suivi particulier.

Les Perfluorés (PFOA, PFOS...) ont été recherchés par le LABERCA (Nantes) lors de la dernière campagne d'analyses. Des valeurs de quelques dizaines à quelques centaines de ng/L ont été retrouvées

D. CONCLUSION

La présente étude a permis de détecter, parmi un échantillon de ressources en eaux vulnérables utilisées comme ressources en eau potable du bassin Seine Normandie, la présence de médicaments ou de résidus de médicaments dans environ 2/3 (65 %) des 57 ressources souterraines et sur l'ensemble des 7 eaux superficielles analysées. Conformément aux données de la littérature, le nombre de quantifications et les concentrations dans les eaux de surface sont plus importants que dans les eaux souterraines. Au niveau de ces ressources souterraines, des quantifications plus nombreuses ont été

constatées au niveau des sources. Certaines eaux d'origine karstique peuvent avoir des problématiques se rapprochant plus de celles des eaux superficielles.

Les concentrations relevées sont très faibles. Elles sont tout au plus de l'ordre de la centaine de ng/L, souvent inférieures à la dizaine de ng/L.

De telles études pour évaluer l'occurrence des résidus de médicaments dans un échantillon de nappes souterraines vulnérables utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine ont été réalisées conjointement dans d'autres bassins notamment avec l'Agence de l'eau Adour Garonne en liaison avec la DRASS Midi Pyrénées et en Rhône Méditerranée Corse en liaison avec la DRASS de Rhône Alpes.

Au vu des concentrations relevées dans l'eau et au vu des doses utilisées en thérapeutique, une éventuelle toxicité aiguë et même chronique liée à la consommation d'eau contenant ces traces apparaît très peu probable. Toutefois, on ne peut exclure complètement la possibilité d'une toxicité chronique en raison du caractère persistant de certains résidus ou métabolites de médicaments dans les ressources d'eau destinée à la consommation, ni d'une écotoxicité potentielle sur le milieu aquatique, liée à d'éventuelles synergies, même à ce niveau très bas de quelques dizaines de ng/l.

L'ensemble des résultats seront transmis à l'AFSSA pour contribuer à l'évaluation des risques pour la santé de ces molécules parfois retrouvées dans l'environnement.

Les anticancéreux et leurs métabolites, vu leur forte toxicité intrinsèque, et les hormones vraies, agissant à très faible concentration, méritent sans doute une surveillance particulière et peut-être l'étude de moyens de rétention à la source évitant leur émission dans le milieu hydrique.

La recherche d'hormones et stéroïdes libres et conjugués pratiquées sur les mêmes échantillons s'est révélée globalement négative (y compris le dosage de contraceptifs dans les rejets de stations d'épuration ou les eaux naturelles et traitées) Ces premiers résultats font l'objet de rapports séparés.

Une poursuite des recherches dans le milieu hydrique pendant quelques années de ces molécules et de leurs métabolites pertinents, ainsi qu'une évaluation des risques pour l'environnement et la santé publique, en utilisant notamment des biomarqueurs d'effets et des tests de synergies à très faible dose, s'avèrent sans doute nécessaires, même si d'autres micropolluants peu suivis jusqu'ici (biocides et désinfectants, détergents, cosmétiques, plastifiants, et peut-être perfluorés, dont des concentrations significatives ont été trouvées lors des dernières campagnes, et rejetés dans le milieu en quantités 100 ou 1000 fois plus élevées, mériteraient pour le moins autant d'attention .

Raphaël Tracol - DRASS Basse Normandie Ministère de la Santé **avec le concours des services Santé Environnement des DDASS**

Jean Duchemin - DDD - Eau et Santé- Agence de l'Eau Seine Normandie

