

# Liens avec les milieux récepteurs et les ressources pour l'eau potable

A. Bruchet, S. Robert, M. Esperanza, M.L. Janex-Habibi,  
C. Miège, K. LeMenach, H. Budzinski, M. Coquery

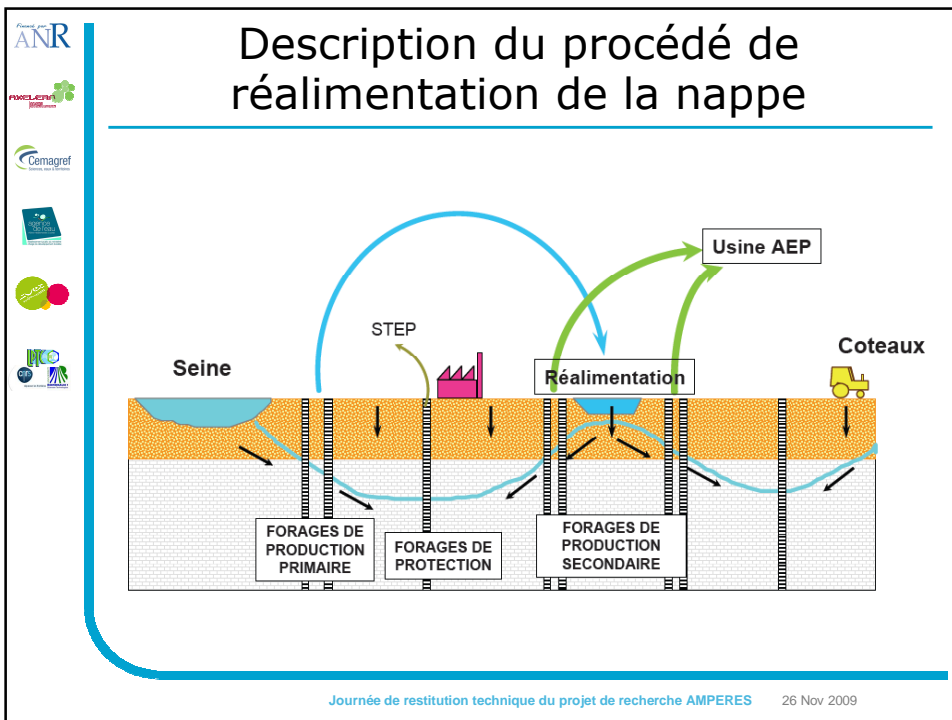
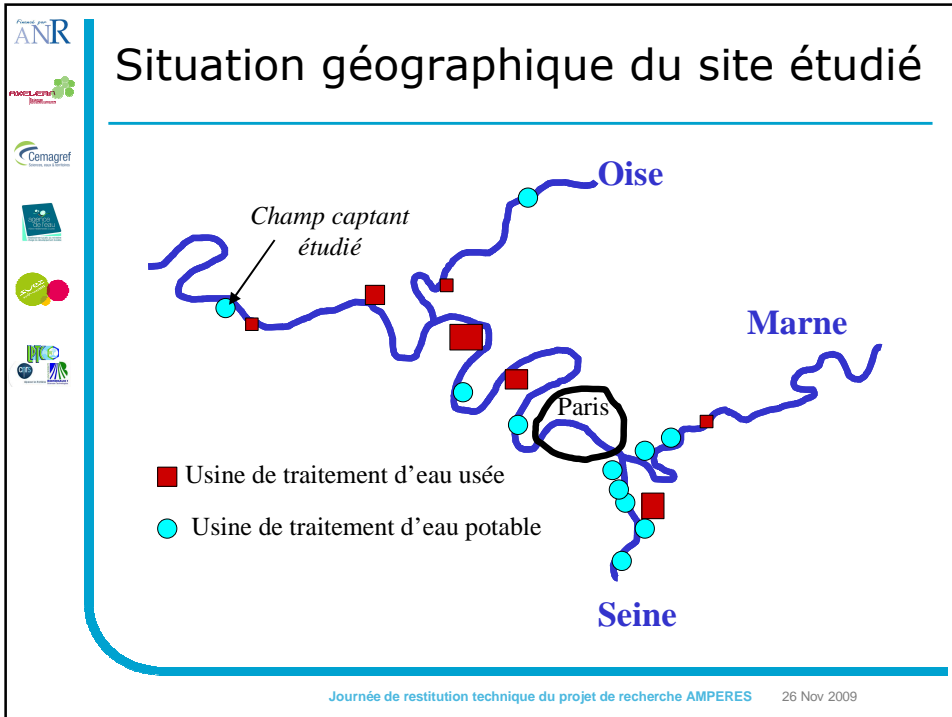


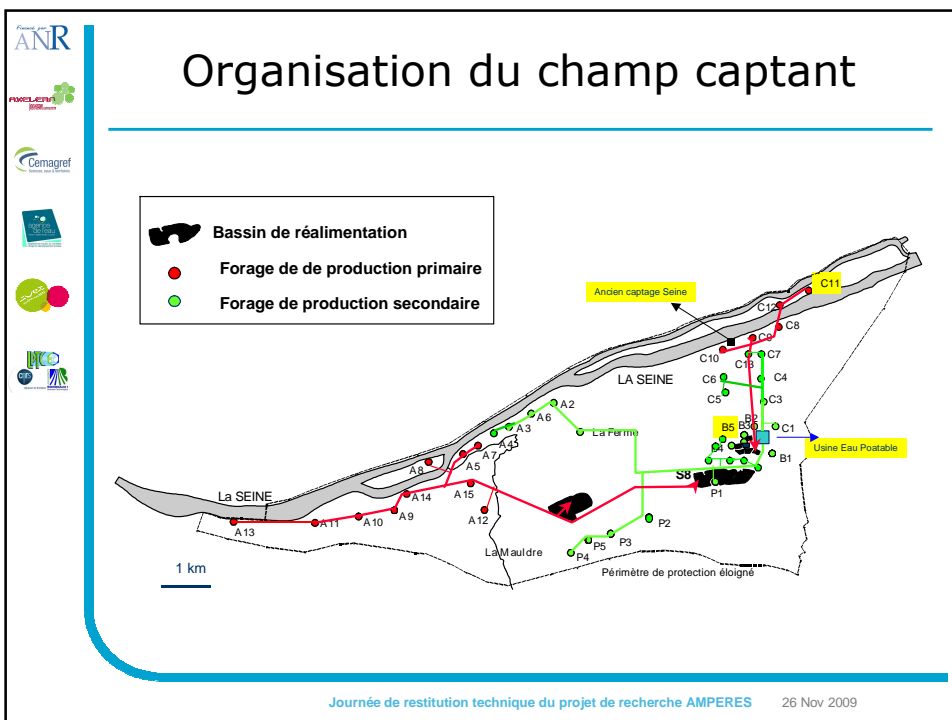
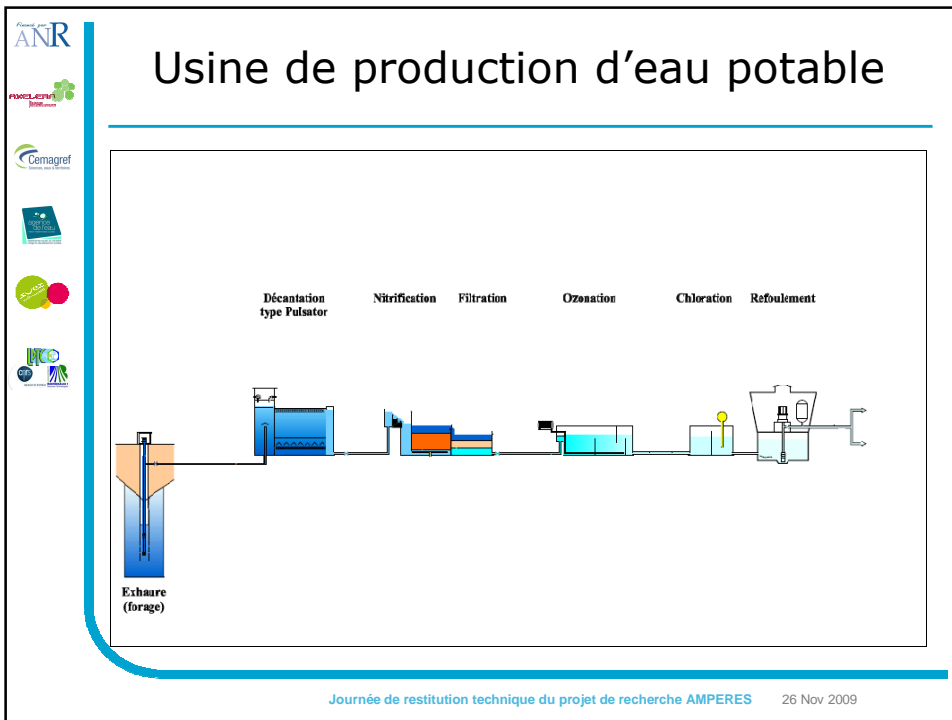
## Introduction

La détérioration de l'état chimique et écologique des masses d'eau a rendu plus difficile la production d'eau potable, notamment en aval des grandes agglomérations

La partie « ressources » du projet AMPERES a été menée dans un contexte de « worst case scenario » en étudiant une nappe alluviale située en bord de Seine en aval de la région Parisienne et de ses stations d'épuration

Etude de la capacité d'un système complexe intégrant des barrières naturelles (filtration sur berge, réalimentation artificielle) et des procédés industriels, à éliminer les polluants prioritaires et émergents





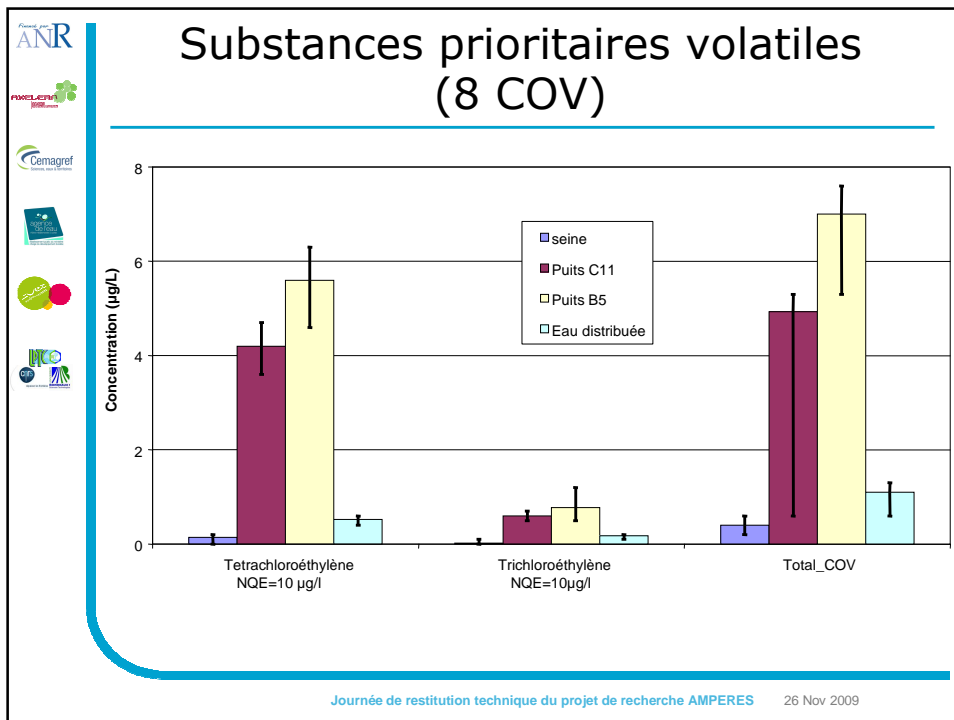
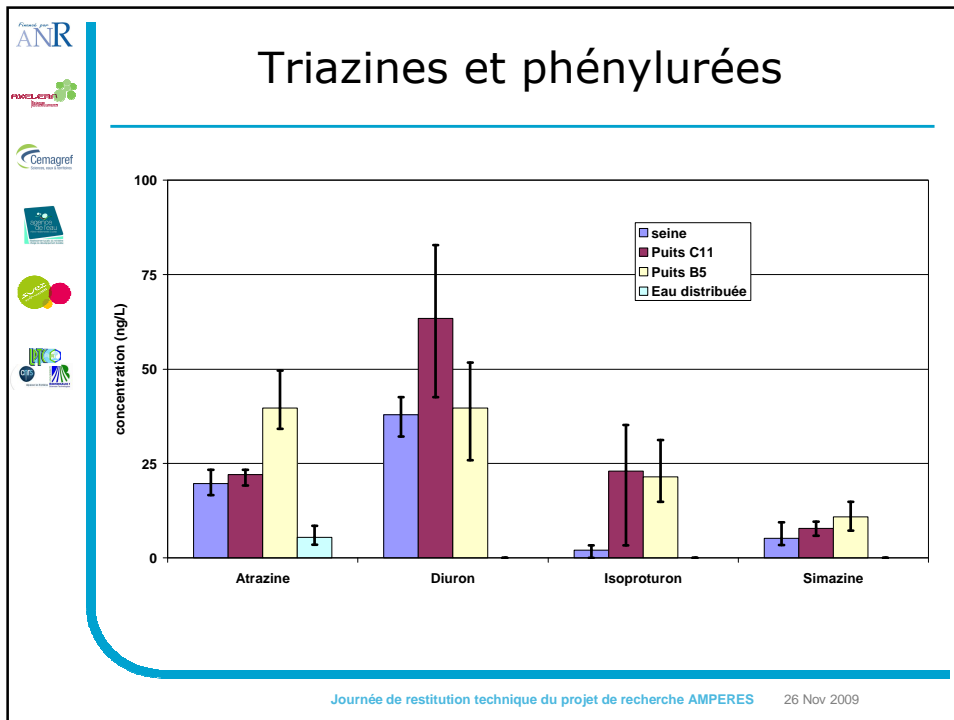
## Paramètres physico-chimiques: enseignements principaux







- Le COT de l'eau de Seine en aval de Paris (2,3 à 3 mg/l) est beaucoup plus faible qu'il y a une quinzaine d'années (6-8 mg/l), dû à une bien meilleure épuration des eaux résiduaires.
- La filtration sur berge réduit le COT à 0,9-1,1 mg/l (-60%), conduisant à une eau souterraine de bonne qualité.
- Le carbone organique dans l'eau traitée de l'usine est encore abaissé à 0,7-0,9 mg/l (qualité d'une eau profonde)
- La filtration sur berge s'effectue en anaérobie, en milieu réducteur
- La filtration sur berge élimine totalement les nitrates, mais augmente légèrement l'ammoniac. Ce paramètre est éliminé par la réalimentation artificielle
- La réalimentation artificielle s'effectue en milieu légèrement aérobie

## Substances prioritaires semi-volatiles (29)

Paramètre	unité	SEINE n=5	C11 n=5	B5 n=5	Traînée n=5
Fluoranthène	ng/l	9 à 14	<10	<10	<10
DEHP	ng/l	191 à 675	367 à 509	320 à 2013	243 à 521
Atrazine	ng/l	17 à 23	19-23	34 à 50	3 à 9
Simazine	ng/l	3 à 9	6 à 10	7 à 15	<1
Diuron	ng/l	32 à 40	58 à 73	26 à 52	<1
Isoproturon	ng/l	<1 à 3	24 à 35	15 à 31	<1
Autres (23)	ng/l	<10	<10	<10	<10

- La **majorité des substances prioritaires organiques ne sont jamais détectées** (PBDE, chloroalcanes, chlorophénols)
- Les quelques substances retrouvées sont largement en dessous de leur NQE et sont éliminées soit par filtration sur berge (fluoranthène), soit par l'usine de traitement (pesticides)
















## Métaux dissous (24)

Paramètre	unité	SEINE (métaux dissous)		Puits C11 (métaux dissous)		Puits B5 (métaux dissous)		Eau chlorée (usine)	
		13/10/08	20/10/08	13/10/08	20/10/08	13/10/08	20/10/08	13/10/08	20/10/08
Bore	µg/l	44,5	43,1	<b>77,3</b>	<b>73,9</b>	89,8	90,6	85,6	86,4
Aluminium	µg/l	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<b>18,2</b>	<b>19,4</b>
Chrome	µg/l	0,20	0,26	<0,05	<0,05	0,11	0,11	0,48	0,46
Fer	µg/l	23,5	29,0	<b>133</b>	<b>142</b>	2,9	3,6	2,6	2,4
Nickel	µg/l	1,53	1,66	<b>6,67</b>	<b>6,84</b>	3,55	3,53	4,34	4,46
Cuivre	µg/l	1,61	1,59	1,90	1,77	1,61	1,96	<b>6,37</b>	<b>6,66</b>
Arsenic	µg/l	0,72	0,82	<b>1,33</b>	<b>1,32</b>	0,83	0,83	0,50	0,46
Selenium	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,57
Cadmium	µg/l	0,02	0,02	<b>0,16</b>	<b>0,10</b>	<0,01	0,01	0,01	0,01
Antimoine	µg/l	0,24	0,23	<0,1	<0,1	0,17	0,15	0,11	0,11
Plomb	µg/l	0,18	0,18	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Uranium	µg/l	0,60	0,62	0,92	0,89	0,91	0,93	0,87	0,90
<b>Mercur</b>	ng/l	2,4	1,7	2,8	2,4	2,3	1,5	2,7	0,6

- Les métaux dissous sont en dessous de leur NQE sur la Seine en aval de Paris et en dessous de leur concentration maximale admissible dans les eaux potables.  
 - L'infiltration dans l'aquifère a tendance à charger l'eau en certains métaux (fer) mais l'eau de la nappe ne nécessite pas de traitement vis à vis des métaux.

Journée de restitution technique du projet de recherche AMPERES 26 Nov 2009

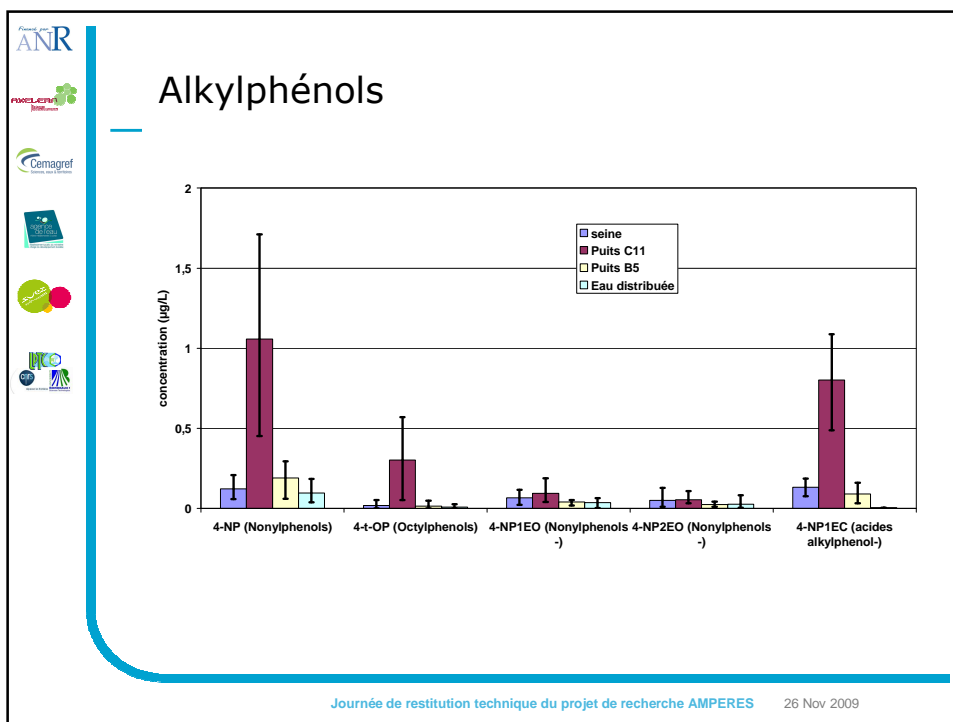







## Alkylphénols

Paramètre	Unité	SEINE	Puits C11	Puits B5	Sortie usine
4-NP (Nonylphenols)	µg/l	0,06-0,21	<b>0,45-1,71</b>	<b>0,06-0,29</b>	<b>0,05-0,18</b>
4-t-OP (Octylphenols)	µg/l	<0,01-0,05	<b>0,05-0,57</b>	<0,01-0,02	<0,01-0,03
4-NP1EO	µg/l	0,02-0,11	0,04-0,19	0,02-0,04	0,002-0,04
4-NP2EO	µg/l	0,01-0,13	0,03-0,11	0,01-0,04	0,01-0,08
4-NP1EC	µg/l	0,08-0,19	<b>0,49-1,09</b>	0,03-0,01	<0,01-0,003

- ❖ Concentration des alkylphénols dans la Seine cohérente avec le taux de dilution des effluents de STEP (facteur 25 à 35)
- ❖ Augmentation significative lors de la filtration sur berges (facteur 10 à 17), résultat de la dégradation anaérobie des alkylphénols poly-éthoxylates (cf digestion anaérobie en STEP)
- ❖ Présence de traces dans l'eau traitée : indésirable, mais l'apport via l'eau potable reste très inférieur à l'apport via alimentation (facteur 20)

Journée de restitution technique du projet de recherche AMPERES 26 Nov 2009

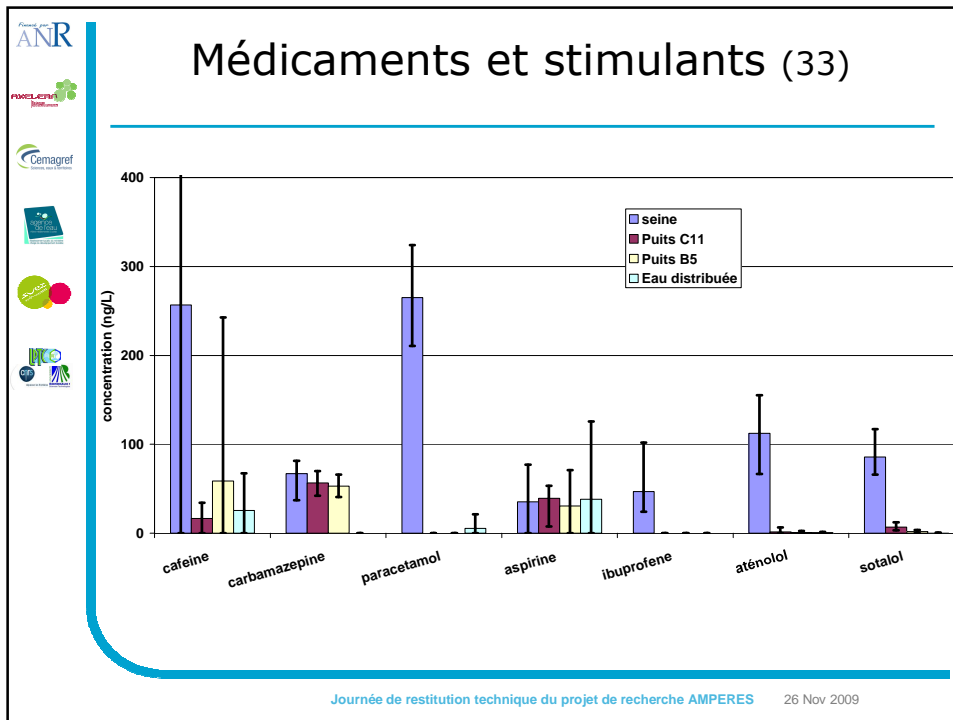


**Hormones**

Paramètre	unité	SEINE		C11		B5		Sortie usine	
		13/10/08	20/10/08	13/10/08	20/10/08	13/10/08	20/10/08	13/10/08	20/10/08
Estrone (E1) deconj.	ng/l	2,2	1,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
17a-estradiol (Ea2) deconj.	ng/l	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
17b-estradiol (Eb2) deconj.	ng/l	1,0	0,4	0,7	<LQ	0,6	<LQ	0,6	<LQ
Estriol (E3) deconj.	ng/l	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Ethinylestradiol (EE2) deconj.	ng/l	<LQ	<LQ	<LQ	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

- Niveaux d'hormones dans la Seine en aval de Paris voisins de ceux déjà reportés
- Bénéfice de la filtration sur berges pour les hormones
- Présence de 17b-estradiol dans l'eau potable très surprenante -à confirmer par études futures
- Production endogène de 17b-estradiol chez l'humain :
  - 50-100 µg/j (homme)
  - 35-500 µg/j (femme)

Journée de restitution technique du projet de recherche AMPERES 26 Nov 2009



## Médicaments et stimulants

- Sur les 26 autres médicaments et stimulants recherchés, 23 ont été détectés au moins une fois sur la Seine en aval de Paris : antidépresseurs, tranquillisants, anti-inflammatoires, antibiotiques, anticholestérol, à des niveaux compris entre 0,1 et 75 ng/l ⇒ caractère universel en aval des grandes agglomérations
- Le bénéfice de la filtration sur berge et des procédés de traitement d'eau potable est très net : seuls la caféine, théophylline, le paracétamol et surtout l'aspirine ont dépassé 10 ng/l dans l'eau traitée
- La concentration maximale observée pour l'aspirine en eau traitée (125 ng/l) représenterait 6,4 mg ingérés sur une vie entière, à comparer aux 100 à 1000 mg d'un seul cachet d'aspirine

Journée de restitution technique du projet de recherche AMPERES 26 Nov 2009



ANR  
 PIRELLA GÖTTSCHE LOWE  
 Cemagref  
 INRA  
 INM

## Conclusions (1/2)

Des **substances prioritaires** sont observées (solvants chlorés, DEHP, fluoranthène, atrazine, simazine, diuron, plomb, nickel, cadmium, 4-nonyl et 4-t-octylphénol) dans l'eau de Seine à un niveau qui reste en deçà de leur norme de qualité environnementale.

Composés/ familles de composés jamais détectés en aucun point de prélèvement :

- 3 composés organiques volatils (COV),
- la plupart des composés semi-volatils recherchés (23),
- Chloroalcanes, PBDE, chlorophénols et quelques médicaments.

**Impact de la filtration sur berge :**

- Efficace vis-à-vis de certaines substances prioritaires (fluoranthène) et surtout émergentes (nombreux médicaments et stimulants)
- Accroît la concentration de 4-NP et 4-NP1EC (alkylphénols) et des métaux dissous (milieu réducteur)
- Sans effet sur les solvants chlorés, et les pesticides qui sont déjà présents dans la nappe

Journée de restitution technique du projet de recherche AMPERES 26 Nov 2009

ANR  
 PIRELLA GÖTTSCHE LOWE  
 Cemagref  
 INRA  
 INM

## Conclusions (2/2)

**Bénéfice des procédés de traitement d'eau :**

Les procédés mis en place pour éliminer les goûts et odeurs et pesticides (**charbon en poudre, ozone**) montrent une excellente efficacité (rares exceptions) vis à vis des substances prioritaires et émergentes atteignant la nappe

Dans un système influencé par des rejets urbains en aval d'une agglomération majeure, on retrouve des traces de quelques composés émergents dont des nonylphénols et médicaments (surtout de l'aspirine) dans l'eau traitée par filtration sur berge, réalimentation artificielle, clarification avec adsorption sur charbon actif en poudre, ozonation et chloration. Cependant, l'apport via l'eau potable reste très inférieur à l'apport via l'alimentation ou la prise de médicaments et **l'eau s'avère dans tous les cas conforme à la réglementation**

Journée de restitution technique du projet de recherche AMPERES 26 Nov 2009