

# Développement durable, de quoi parle-t-on ?

Lausanne 20 juin 2023

Dr Philippe Carenco

Médecin hygiéniste

CHU Nice – CPIAS PACA



## Une prise de conscience planétaire récente



Clair de Terre depuis Apollo 8 en orbite lunaire– 24 Décembre 1968 - NASA



## Une courte histoire



**1968** : Fondation du **Club de Rome** : des capitaines d'industrie lancent le mouvement (!)

**1972** : Publication de *The limits to growth* (MIT, Club de Rome)

**1972** : Conférence de Stockholm sur l'environnement – (ONU- **René Dubos**)  
*écodéveloppement, environnement = patrimoine mondial* « Nous n'avons qu'une Terre »

**1992** : Sommet de Rio – Convention de Rio – *Agenda 21 - Trépied du DD*

**1997** : Sommet De Kyoto – **protocole de Kyoto** – *réduction des GES*

**2002** : Johannesburg – *Conservation ressources naturelles et Biodiversité*

**2009** : Copenhague – *Conférence sur le changement climatique*

**2015** : Paris COP 21 - -Conférence internationale sur le **climat, ONU 17 goals of SD**

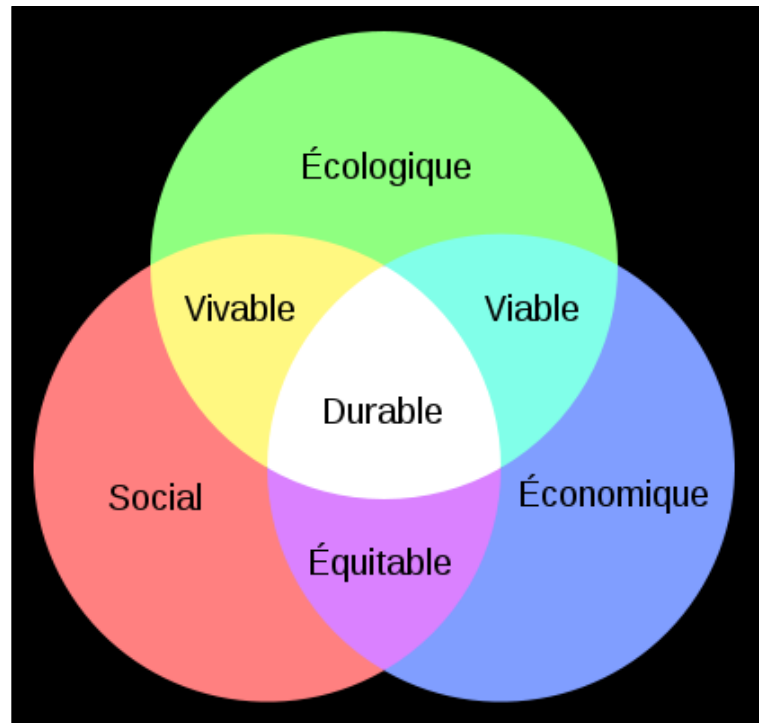
**COP sur COP: Marrakech, Bonn, Katowice, Madrid, Glasgow, Charm El Cheikh**

# Développement durable

*Mauvaise traduction de « Sustainable Development »*

*Commission mondiale sur l'environnement et le développement , 1987, Rapport Brundtland*

Un développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs.



Trépied du développement durable



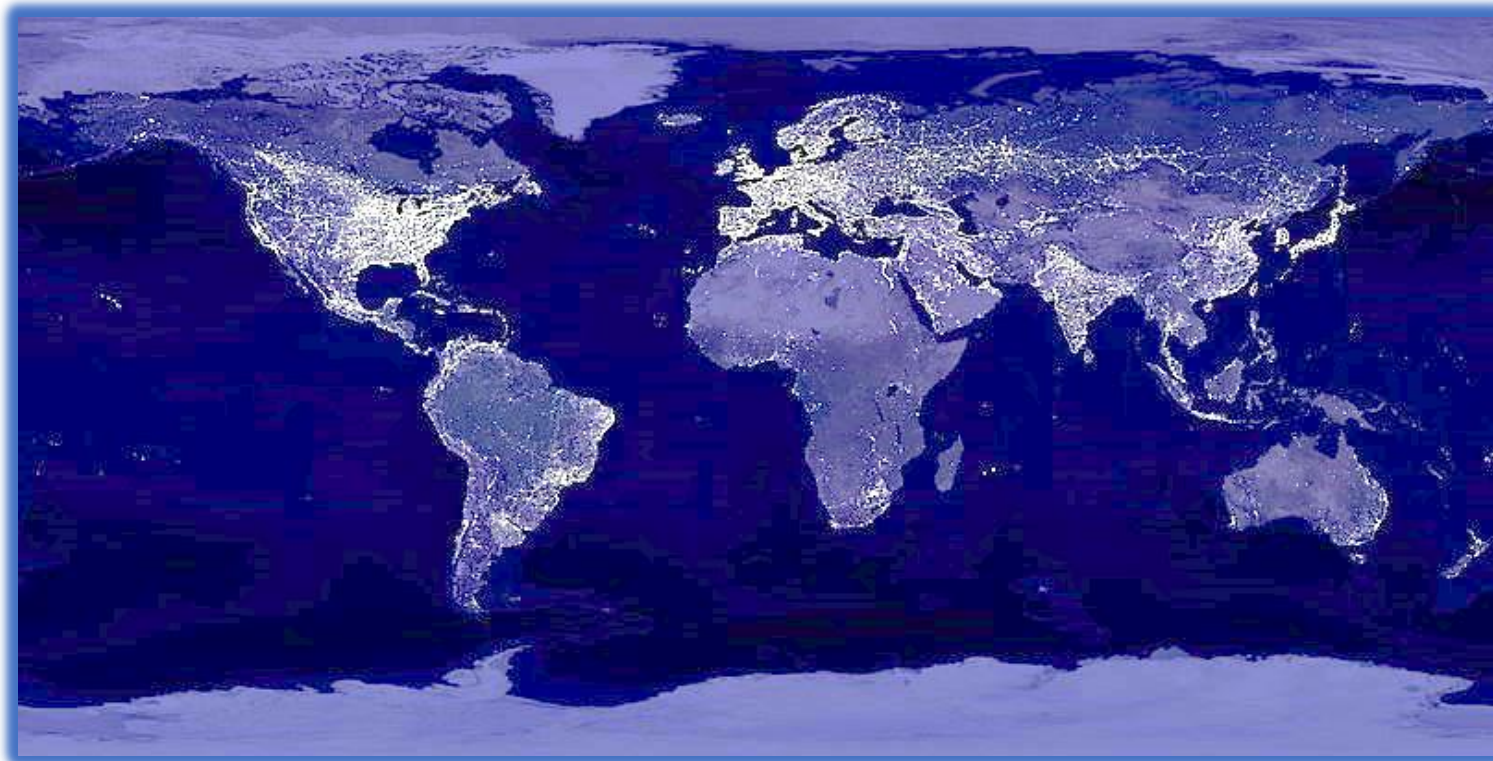
2015 : 17 objectifs de l'ONU du développement durable

# Anthropocène

Paul Josef Crutzen (Nobel de chimie 1995) et Eugene Stoemer (biologiste)

Période géologique où l'influence de l'être humain sur la géologie et les écosystèmes est devenue significative à l'échelle de l'histoire de la Terre.

– 12 000 ans (néolithique) pour certains, année 1950 pour d'autres (retombées radioactives des essais nucléaires, mesurables sur la planète entière)



La Terre, la nuit (NASA)

# ONE HEALTH (une seule santé) OMS – 2017, 2021

Approche intégrée, systémique et unifiée de la santé publique, végétale, animale et environnementale, aux échelles locales, nationales et planétaires.



- Multidisciplinarité : santé humaine et animale, environnement, agriculture
- Domaines dans lesquels la démarche est particulièrement pertinente
  - Sécurité sanitaire de aliments
  - Lutte contre les zoonoses
  - Maladie tropicales négligées
  - Santé environnementale
  - Résistance aux antimicrobiens
- les ressources s'épuisent, l'urgence ne permet plus d'envisager le temps long inclus dans « durable »

# L'empreinte environnementale des établissements de soins

- Déplacements
- Energie
- Consommation de ressources en eau
- Déchets
- Effluents
- Gestion des espaces verts
- Nuisances : bruit, éclairage nocturne



# La part de l'hygiène



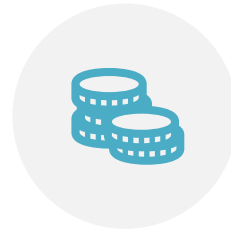
Les produits et traitements  
→ L'effluent



L'UU, l'activité de soins → Les déchets



La ressource en eau



La dépense énergétique



Les expositions professionnelles



L'accompagnement socioprofessionnel des agents





**Enjeu  
environnemental :  
Les rejets liquides**

# Effluents hospitaliers



# Etude la plus complète à ce jour

- Un nouvel hôpital, le CHAL (Centre Hospitalier Alpes-Léman)
- Une situation géographique spécifique, Contamine sur Arve



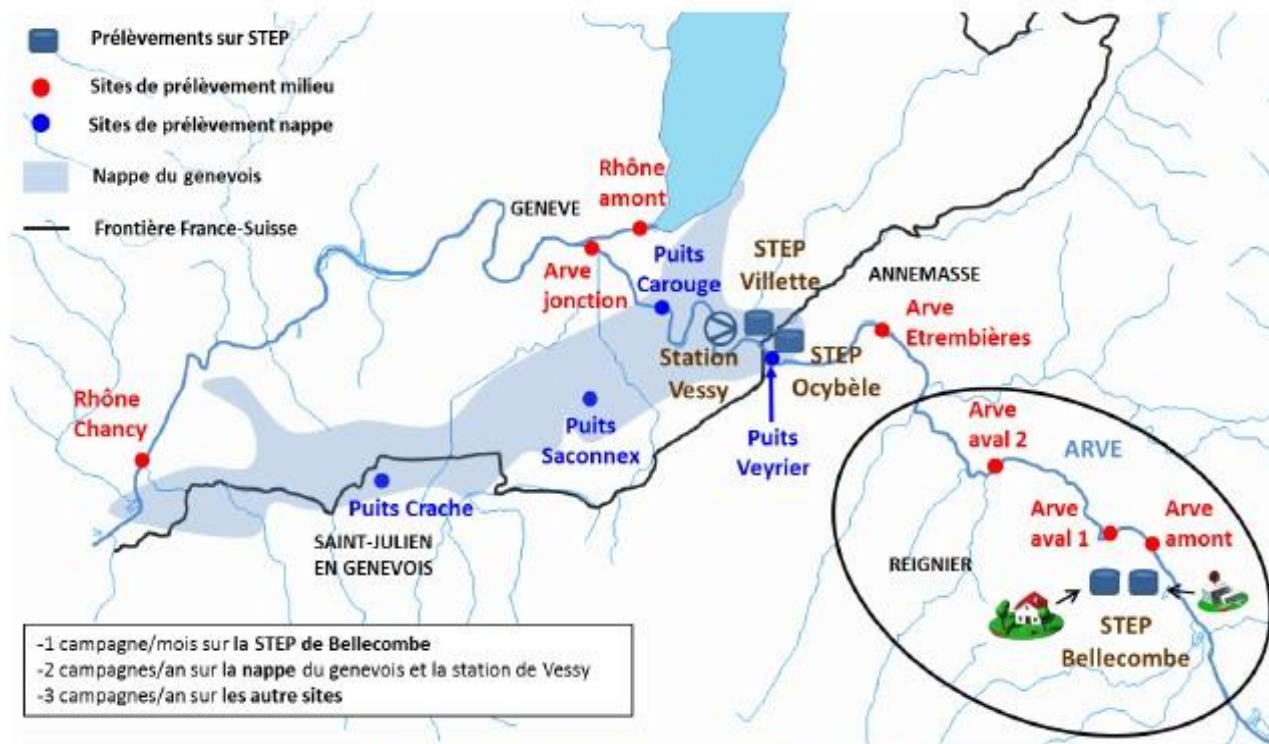
La station d'épuration de Bellecombe et le Centre Hospitalier Alpes Léman (source : CHAL, 2012)

## Synthèse des résultats 2011-2015

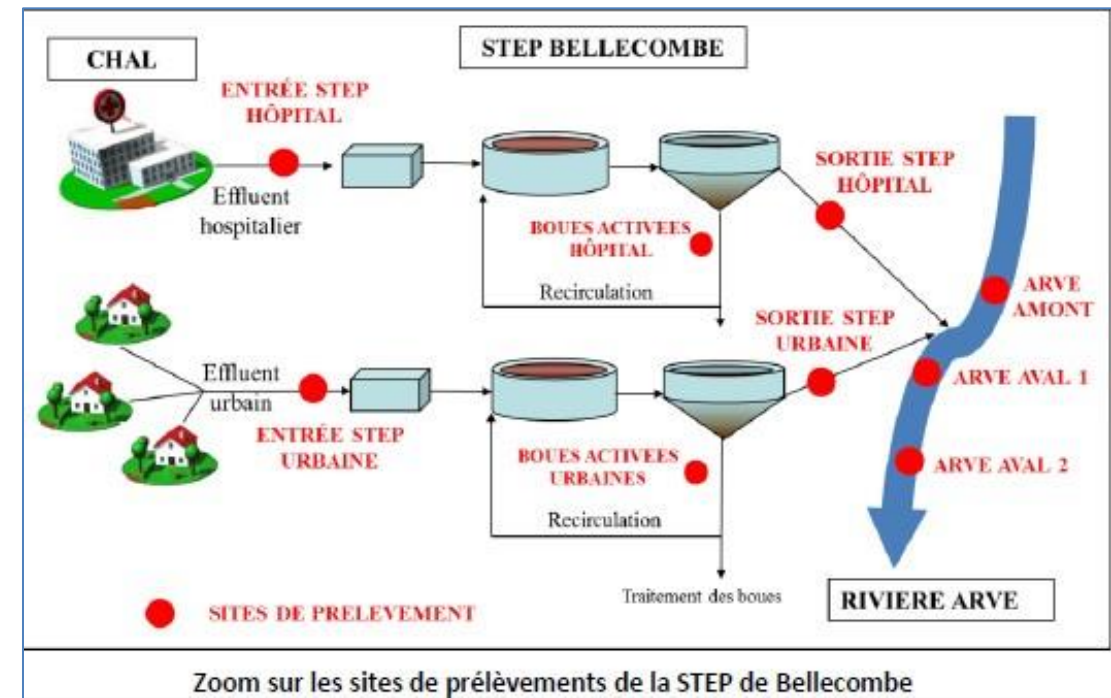


QUATRE ANNÉES DE SUIVI,  
D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES,  
SUR LE SITE PILOTE DE BELLECOMBE

## Les sites de prélèvement



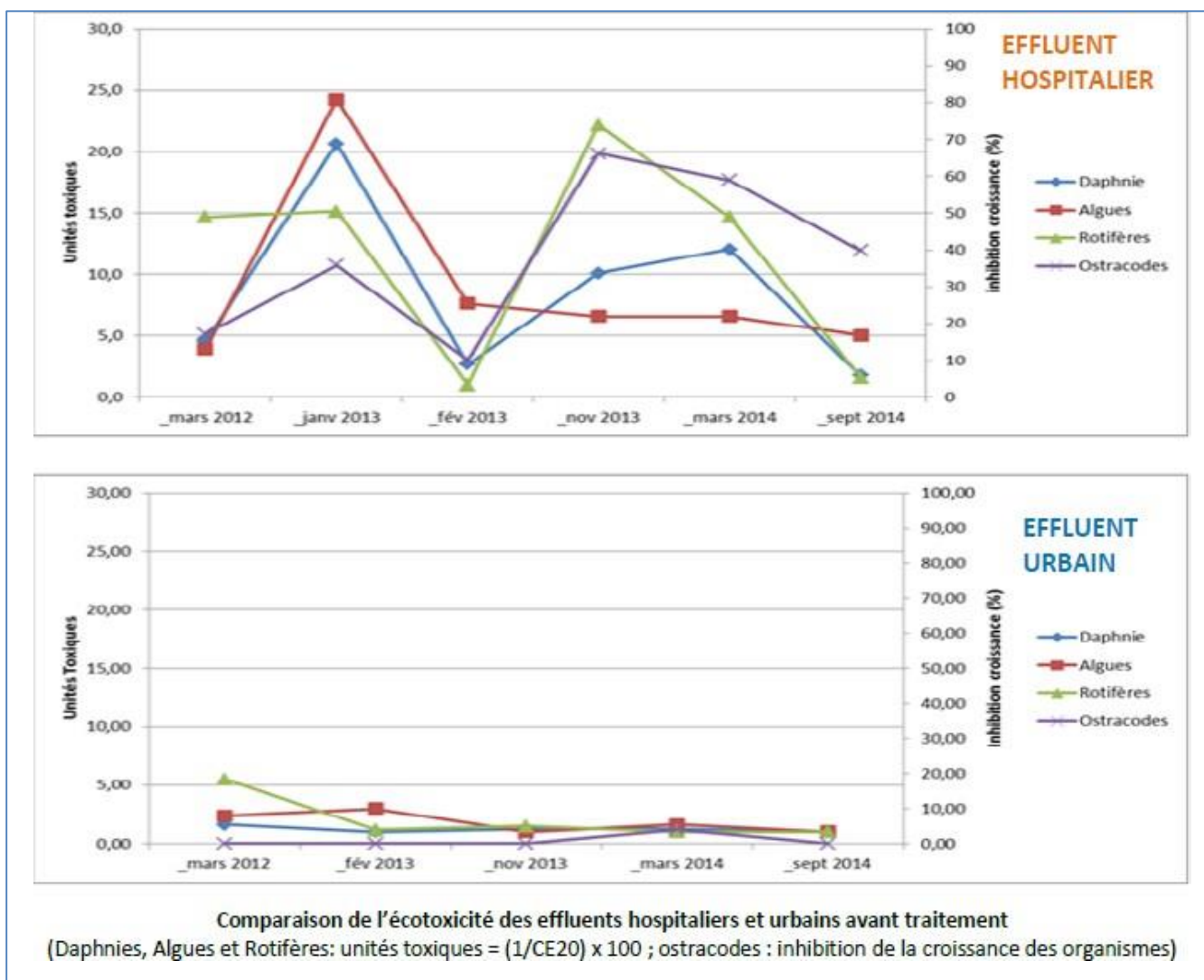
Sites de prélèvement de l'observatoire SIPIBEL



22 sites de prélèvement  
>130 paramètres suivis

- les effluents hospitaliers et urbains de la STEP de Bellecombe : prélèvements mensuels en entrée (eaux brutes) et en sortie (eaux traitées), ainsi que sur les boues des bassins d'aération ;
- les effluents traités des STEP Ocybèle (France) et Villetta (Suisse) : 3 campagnes par an ;
- la rivière Arve et le Rhône : 3 campagnes par an sur 7 sites de prélèvement
- la station de réalimentation de Vessy et 4 puits de la nappe du Genevois : 2 campagnes par an

## L'effluent hospitalier présente certaines spécificités

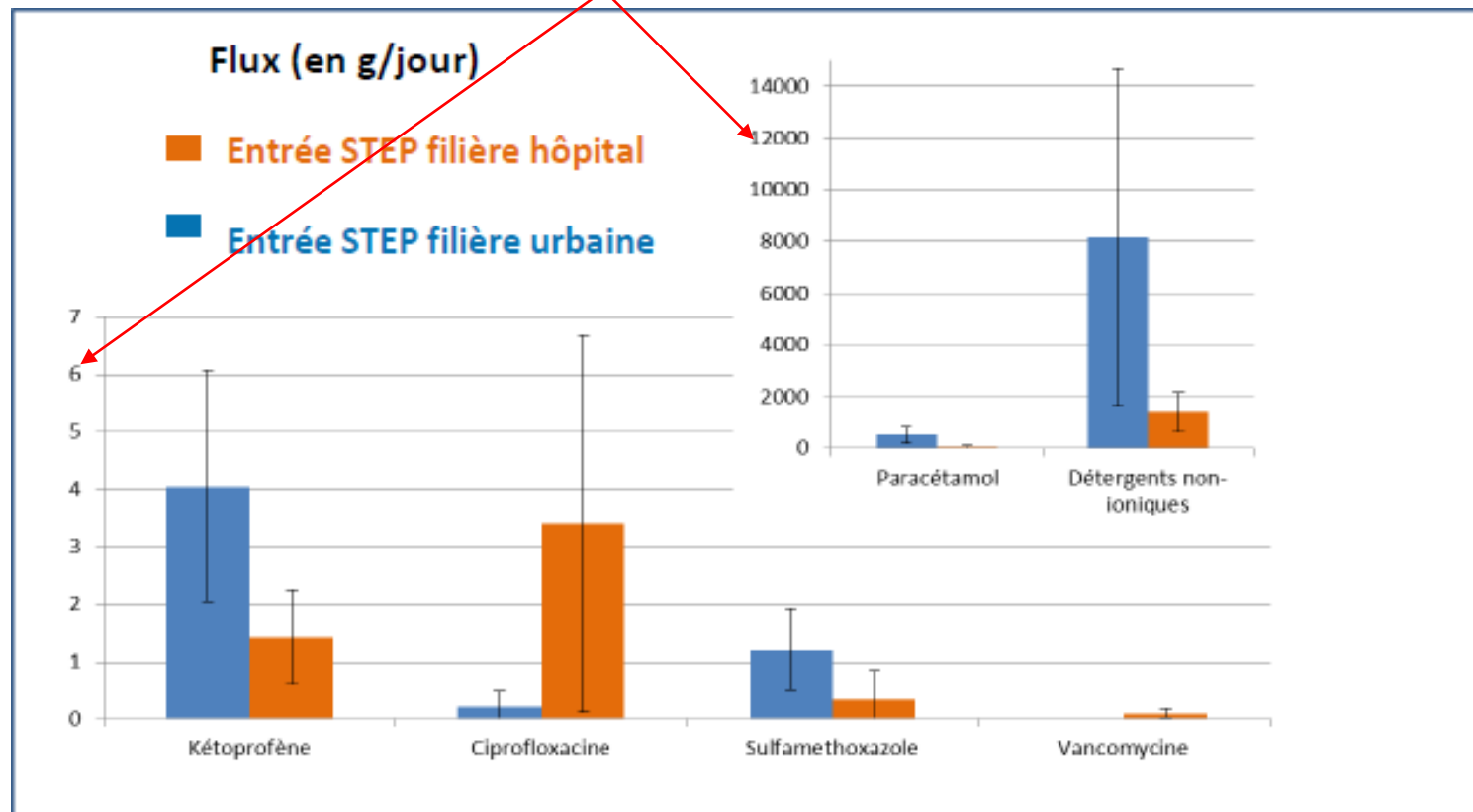


*Les résultats acquis grâce à ce suivi ont démontré que l'effluent hospitalier issu du CHAL présente certaines spécificités comparées à l'effluent urbain issu du bassin de collecte : des concentrations en résidus de médicaments plus élevées, une écotoxicité plus marquée (bien que très variable au cours de l'année) et la présence de bactéries potentiellement « plus » antibiorésistantes.*

## La majorité du flux de résidus de médicaments et détergents provient des apports diffus

En raison d'un débit beaucoup plus faible, la contribution de l'effluent hospitalier en termes de flux de résidus de médicaments et détergents entrant à la STEP de Bellecombe est inférieure à 30 % sauf pour 2 antibiotiques, plus spécifiquement utilisés en milieu hospitalier : la ciprofloxacine et la vancomycine.

Trois ordres de grandeur entre ces deux échelles



Flux (en g/j) apportés par les effluents urbains et hospitaliers, de molécules dont les concentrations sont supérieures dans l'effluent hospitalier (février 2012 à octobre 2014 ; 30 campagnes)

## Traiter séparément l'effluent hospitalier n'est pas la solution appropriée

### 1. L'effluent hospitalier est plus écotoxique que l'effluent urbain

Campagne de mesure de novembre 2013		EFFLUENT HOSPITALIER		EFFLUENT URBAIN	
		ENTRÉE	SORTIE	ENTRÉE	SORTIE
Daphnies	(CE <sub>50</sub> ) (%)	9,9	> 90	78,8	> 90
Algues	(CE <sub>20</sub> ) (%)	15,1	80	> 80	80
Rotifères	(CE <sub>20</sub> ) (%)	4,5	20	34,1	> 100
Ostracodes	Inhibition croissance (%)	66,2	0	0	0
Essai des comètes (sur extrait)	(% tail DNA)	NS	NS	NS	NS
SOS Chromotest (sur extrait)	(Induc. factor)	1,2	1,2	1,1	1
Essai micronoyaux (sur extrait)	(nb noyaux)	2,5	1,25	12,5	1,3
Perturbateurs endocriniens (hormones thyroïdiennes) (extrait)	(ng/L Eq T3)	NS	NS	NS	NS
Perturbateurs endocriniens (oestrogènes) (extrait)	(ng/L Eq E2)	114	0,55	28	1,5

Comparaison de l'écotoxicité et de l'effet estrogénomimétique avant et après traitement - exemple de la campagne de mesure de novembre 2013 - Code couleurs : Rouge -> effets importants.

Orange -> effets intermédiaires. Vert -> peu d'effets ou absence d'effet (Santiago *et al.*, 2002 ; Degremont *et al.*, 2009).

CE50 (%) : concentration efficace (en %) pour engendrer un effet de hauteur 50% sur la population test (en général, la mort)

## Traiter séparément l'effluent hospitalier n'est pas la solution appropriée

### 2. Après passage en STEP, le rejet effluent mixte urbain+hôpital présente une écotoxicité comparable à celle de l'effluent urbain

Campagne de mesure de janvier 2015		ENTRÉES			SORTIES	
		Effluent hospitalier	Effluent urbain	Effluent mixte pré-traité	Effluent urbain	Effluent mixte
Daphnies	(CE <sub>50</sub> ) (%)	31,3	> 90	52,2	> 90	> 90
Algues	(CE <sub>20</sub> ) (%)	34,8	> 80	76,5	> 80	> 80
Rotifères	(CE <sub>20</sub> ) (%)	24,7	> 100	51,3	> 100	> 100
Ostracodes	Inhibition croissance (%)	28,9	0	0	5,7	3,7
Essai des comètes (sur extrait)	(% tail DNA)	NS	NS	NS	NS	NS
SOS Chromotest (sur extrait)	(Induc. factor)	1,6	0,85	1,35	1,15	1,4
Perturbateurs endocriniens (œstrogènes) (extrait)	(ng/L Eq E2)	24	44,5	33	1,4	2,9

Bioessais sur effluents hospitalier, urbain et mixte

effluent mixte constitué *in situ* avec 1/3 d'effluent hospitalier et 2/3 d'effluent urbain – NS = non significatif.

CE50 (%) : concentration efficace (en %) pour engendrer un effet de hauteur 50% sur la population test (en général, la mort)

- la concentration sans effets observés CEO (en anglais : NOEC) : c'est la concentration en substance/échantillon testé(e) la plus élevée pour laquelle aucun effet significativement différent du témoin n'a été observé ;
- la concentration minimale avec effets observés CME0 (en anglais : LOEC) : elle correspond à la concentration la plus faible pour laquelle un effet significativement différent du témoin a été observé.
- la concentration efficace CE50 (en anglais : EC50) : elle correspond à la concentration en substance/échantillon qui engendre un effet différent de 50 % par rapport au témoin. Pour une plante par exemple, ce peut être une croissance racinaire 50 % moins élevée que pour la plante témoin. Pour des animaux, ce peut être la mort de la moitié des organismes. La CE50 est déterminée statistiquement sur la base d'une modélisation.

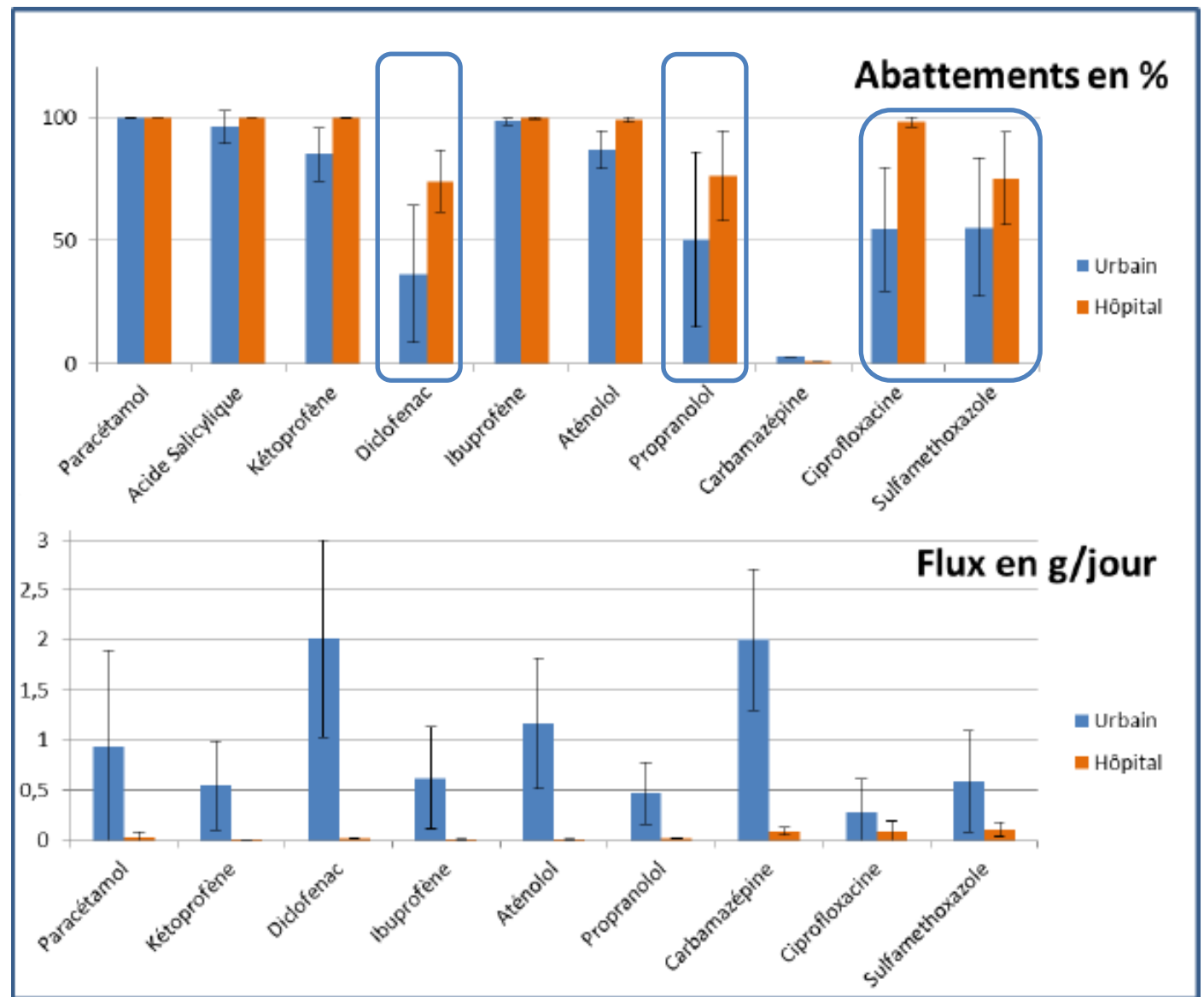
**En première conclusion, la STEP urbaine est apte à recevoir et traiter l'effluent hospitalier**



# Le traitement de la STEP est efficace... mais n'élimine pas tous les polluants

## Médicaments

Efficacité variable selon les molécules

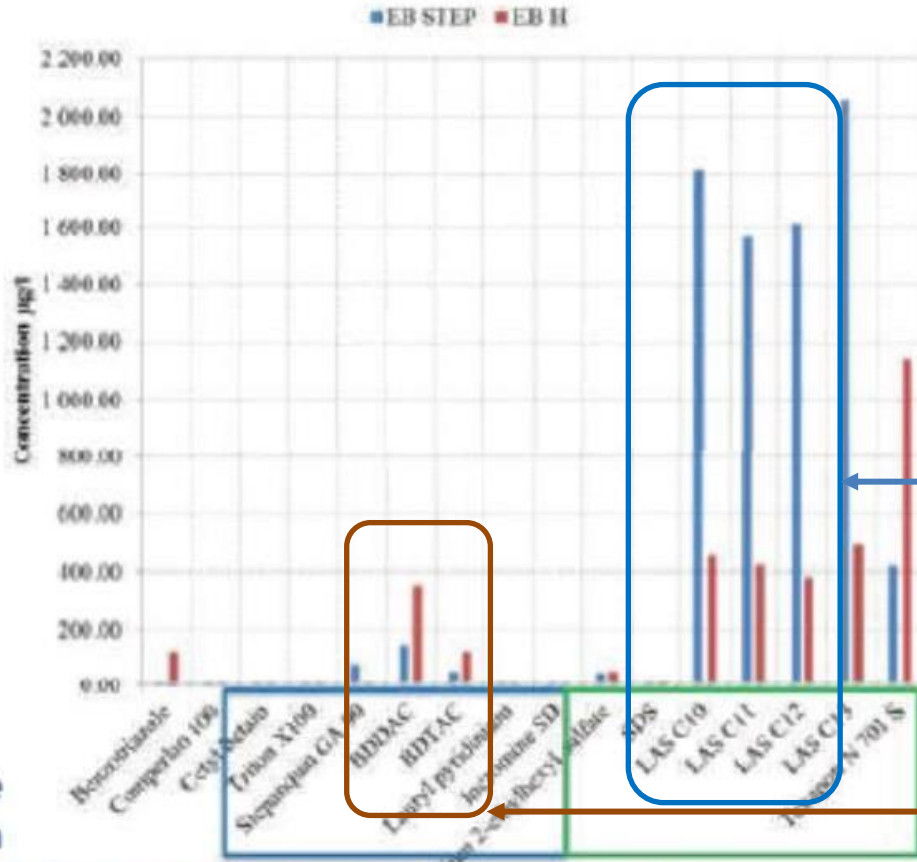


Globalement, 90% des médicaments sont consommés en ville

Moyennes des abattements et flux de médicaments en sortie des filières urbaine et hôpital

# Effluents: STEP vs Hop

## Concentrations totales en $\mu\text{g/L}$

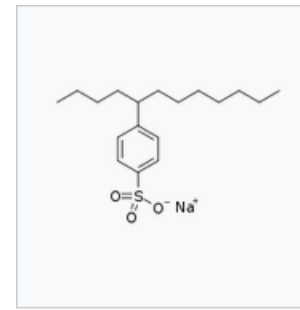


Bergé et al. (2017)  
Environmental Science  
and Pollution Research

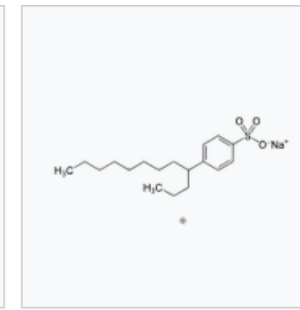
7<sup>e</sup> Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau des eaux aux pratiques de soin

- **Anionique** : Sodium 2-ethylhexyl sulfate; Sodium dodecyl sulfate (SDS); LAS C<sub>10-13</sub>; Texapon N 701 S
- **Cationique** : Didecylmethyl ammonium chloride (BDDAC); Diethylmethylbenzyl ammonium chloride (BDTAC); Stepanquat GA 90; Incromine SD; Lauryl pyridinium chloride
- **Zwitterionique** : Cetyl Betaine
- **Non-ionique** : Comperlan 100; Triton X-100
- **Agent dispersif** : Benzotriazole

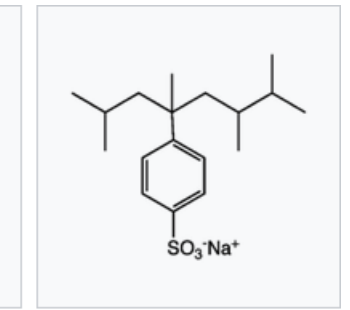
## Détergents, biocides



Structure du 4-(5-dodécyl) benzènesulfonate de sodium, un dodécylbenzènesulfonate linéaire



4-(4-Dodécyl) benzènesulfonate de sodium, un isomère linéaire



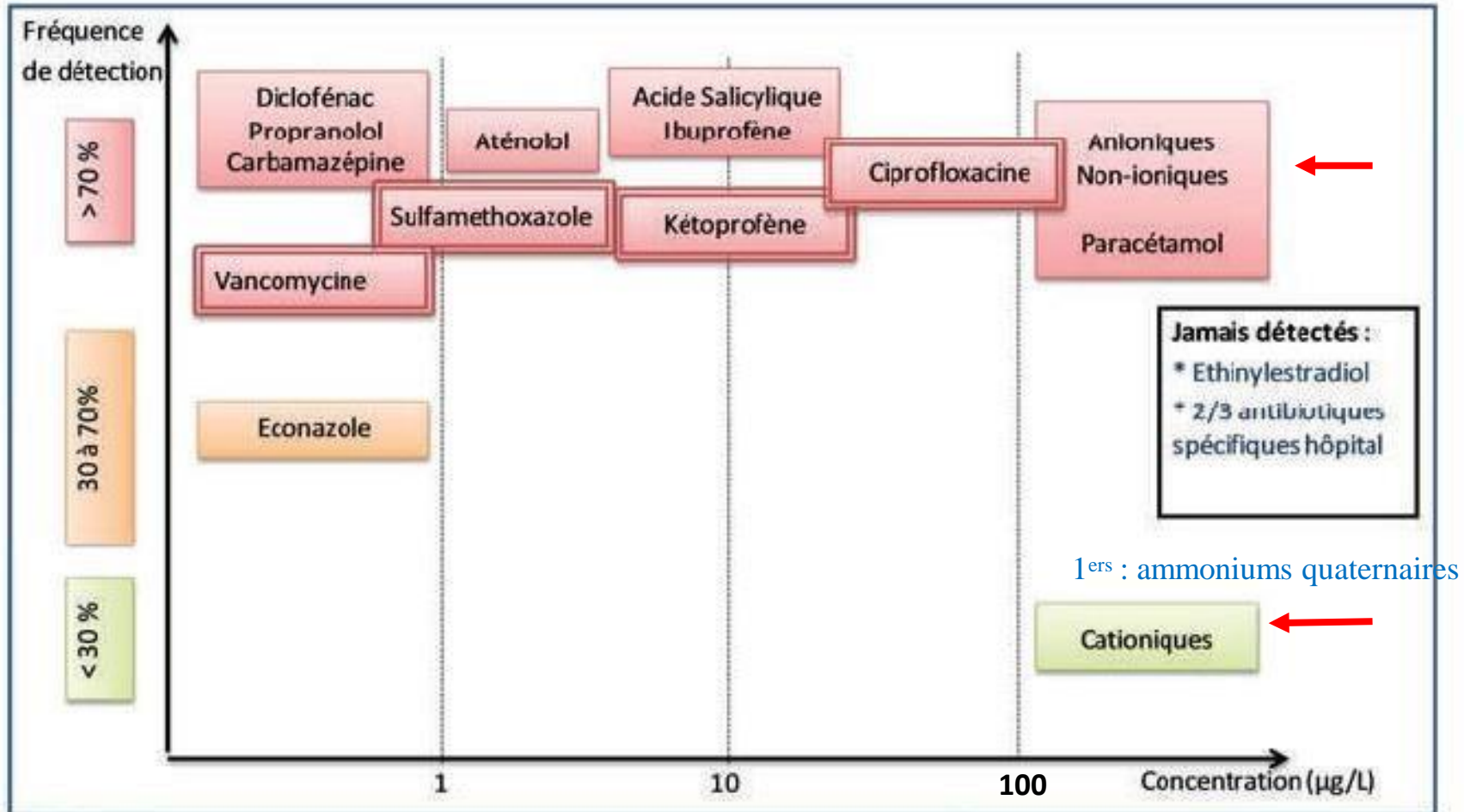
Un dodécylbenzènesulfonate de sodium branché

LAS : alkylbenzène sulfonates linéaires, les plus produits (3,5 GT en 2016), très écotoxiques mais biodégradables en STEP (pas en anaérobiose)

BDDAC, BDTAC, DDAC : ammoniums quaternaires Hospitaliers, peu biodégradables, sédimentent dans les boues

# Principaux rejets : Détergents et détergents-désinfectants

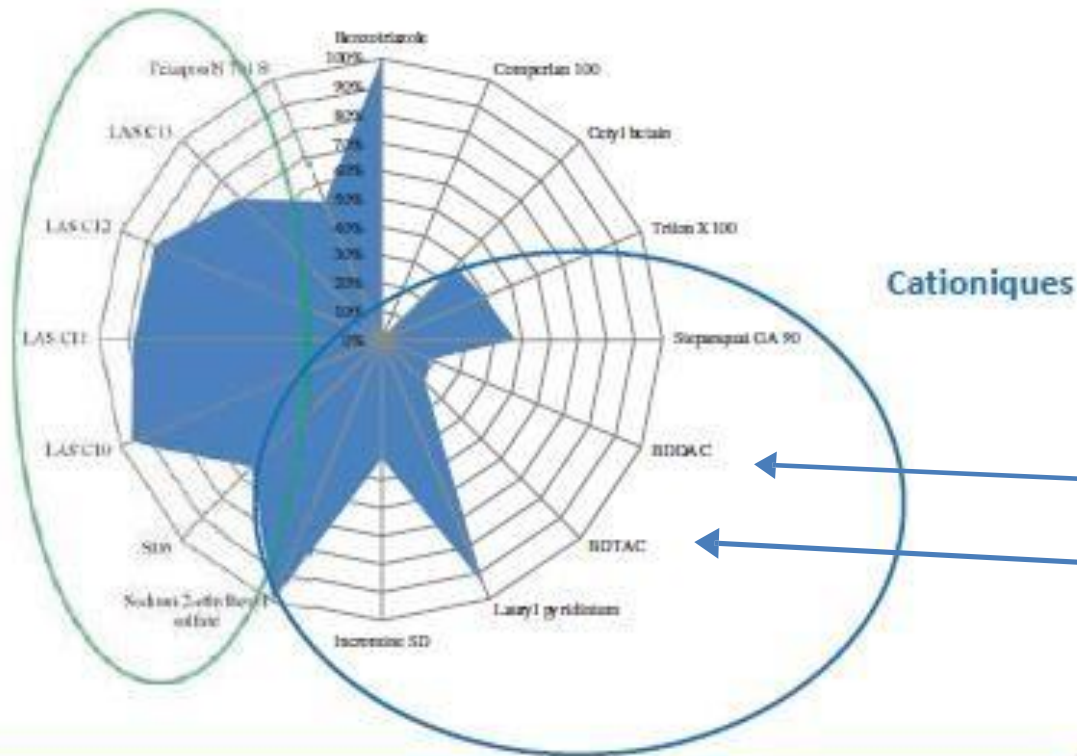
## EAUX USEES HOPITAL



# Partition dissous/particulaire

## Fraction dissoute dans l'effluent

$r_0$  - Urbain



Anioniques

Cationiques

Accumulation dans les boues des produits de nettoyage utilisés à l'hôpital (majoritairement les cationiques)

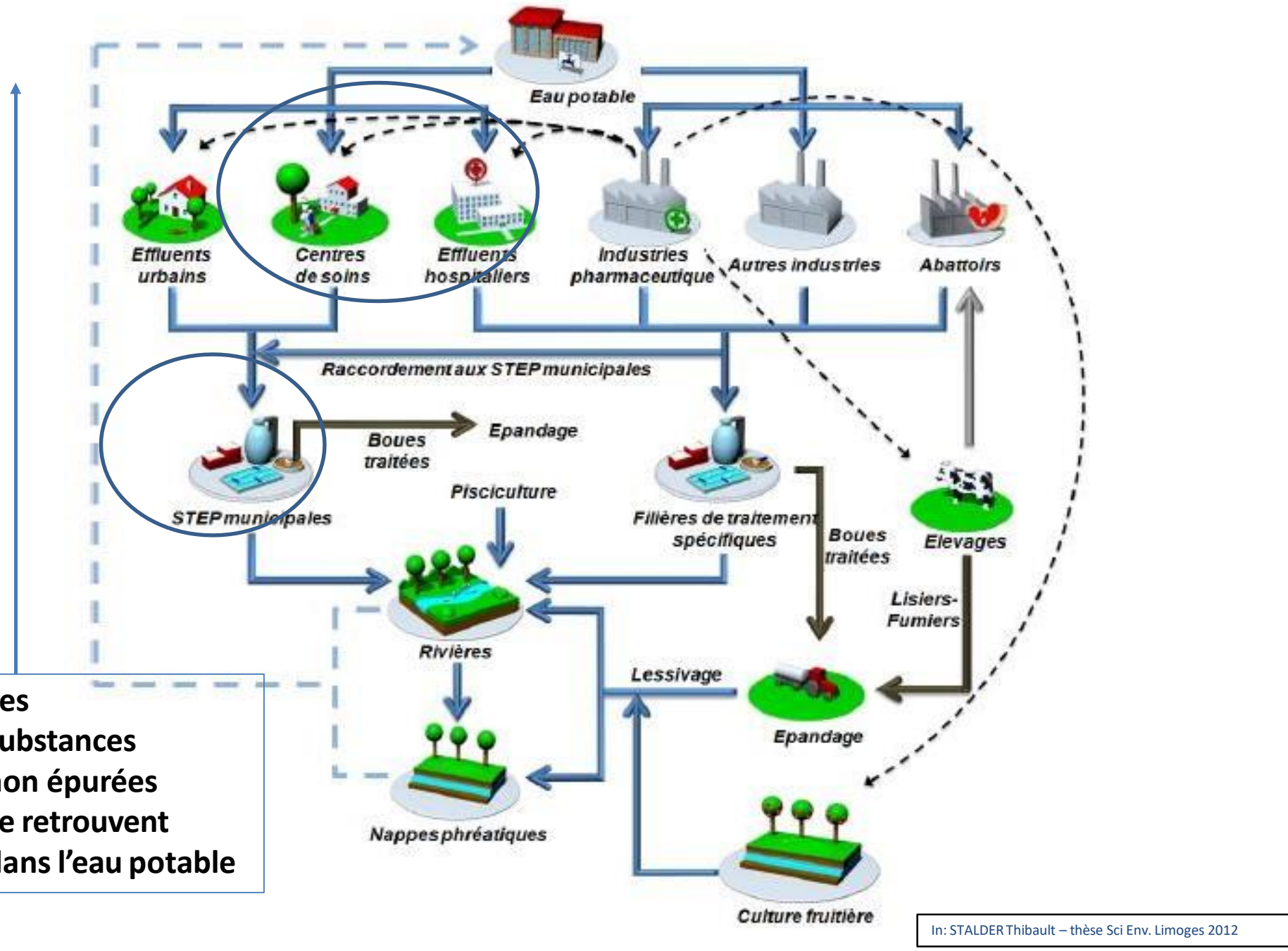
## Biodégradabilité et cinétique environnementale (LAS)

Bien étudiée elle dépend beaucoup de l'isomérisation (ramification) qui modifie aussi grandement sa toxicité. Le sel du matériau linéaire a une DL50 de 2,3 mg/L pour le poisson, ce qui en fait une molécule environ quatre fois plus toxique que le même composé ramifié ; Cependant, le composé linéaire se biodégrade beaucoup plus rapidement, ce qui en fait peut-être à long terme le choix le plus sûr.

Ce composé est biodégradé rapidement en condition aérobie (sa demi-vie est alors d'environ 1 à 3 semaines); la dégradation par oxydation commence au niveau de la chaîne alkyle. Inversement, en conditions anaérobies (dans le sédiment vaseux par exemple), il ne se dégrade que très lentement, voire pas du tout, ce qui peut conduire à une persistance à des taux élevés dans les boues d'épuration, ce qui n'est généralement pas considéré comme très préoccupant, car ces boues sont destinées à être fragmentées lors de leur retour au sol (la matière est alors en environnement aérobie, favorable à la biodégradation du Dodécylbenzènesulfonate de sodium).

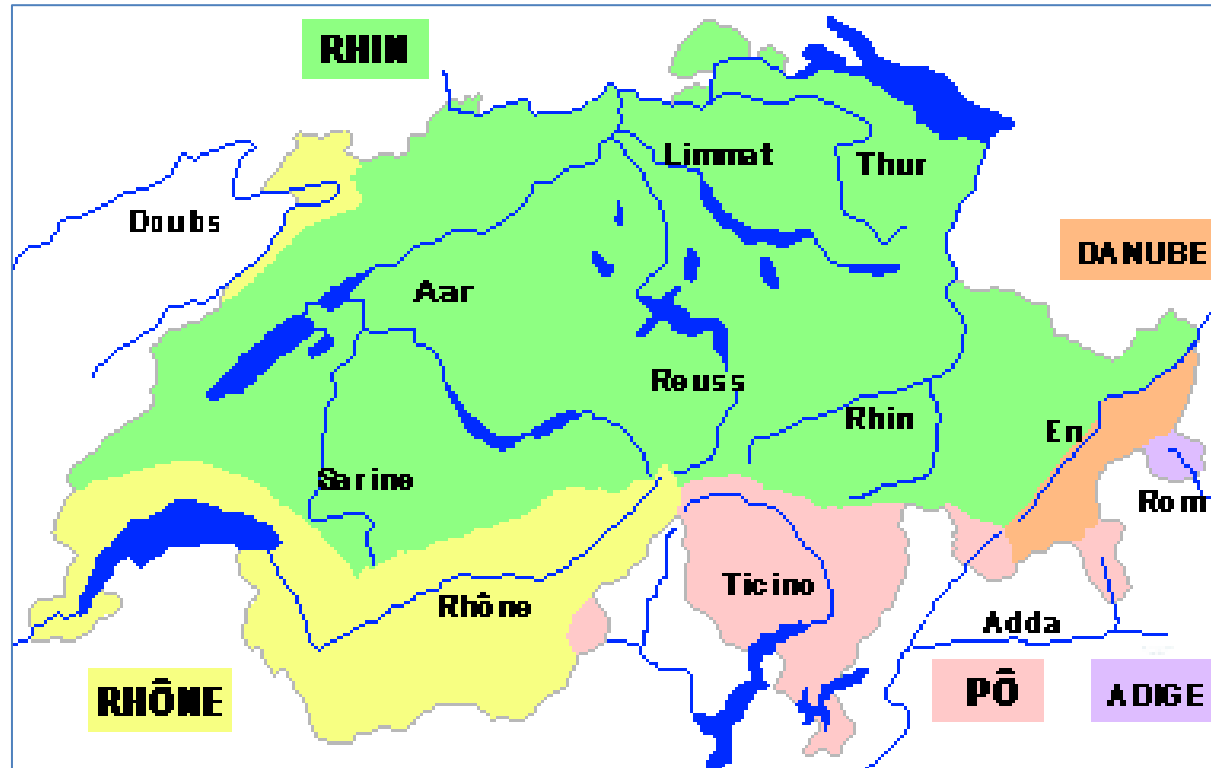
- **Anionique** : Sodium 2-ethylhexyl sulfate; Sodium dodecyl sulfate (SDS); LAS C<sub>10-13</sub>; Texapon N 701 S
- **Cationique** : Didecylmethyl ammonium chloride (BDDAC); Diethylmethylbenzyl ammonium chloride (BDTAC); Stepanquat GA 90; Incromine SD; Lauryl pyridinium chloride
- **Zwitterionique** : Cetyl Betaïne
- **Non-ionique** : Comperlan 100; Triton X-100
- **Agent dispersif** : Benzotriazole

# Le cycle de l'eau destinée à la consommation

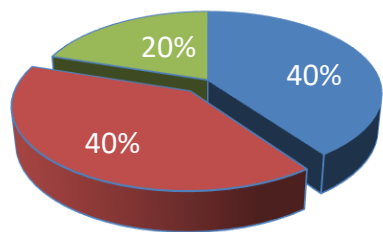


Les substances non épurées se retrouvent dans l'eau potable

# La Suisse, château d'eau de l'Europe



Suisse, Ressources en eau



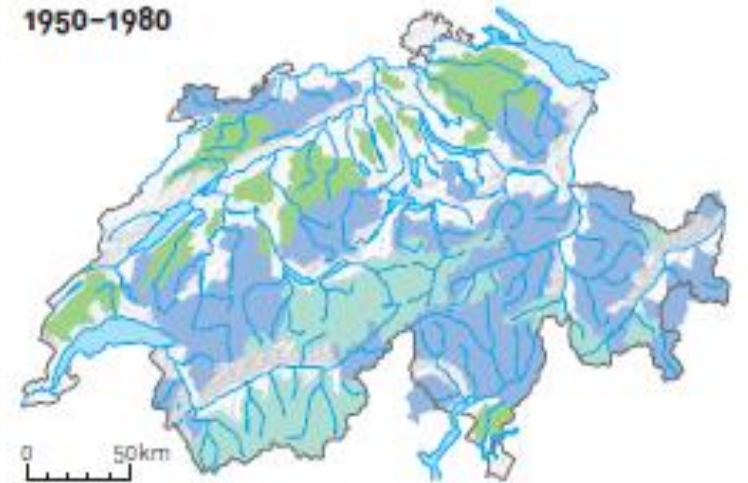
■ Eau souterraine ■ Sources ■ Eau de surface

- Au cours de l'année 2022, la perte en masse des glaciers suisses a été de 6% (source SCNAT)
- Le précédent record datait de la canicule de 2003 : 2% de perte.
- Quasi disparition des glaciers modélisée pour 2085 (Université de Bern)

Office fédéral des eaux et de la géologie, 2004

## RÉGIMES D'ÉCOULEMENT EN SUISSE

1950-1980



2085



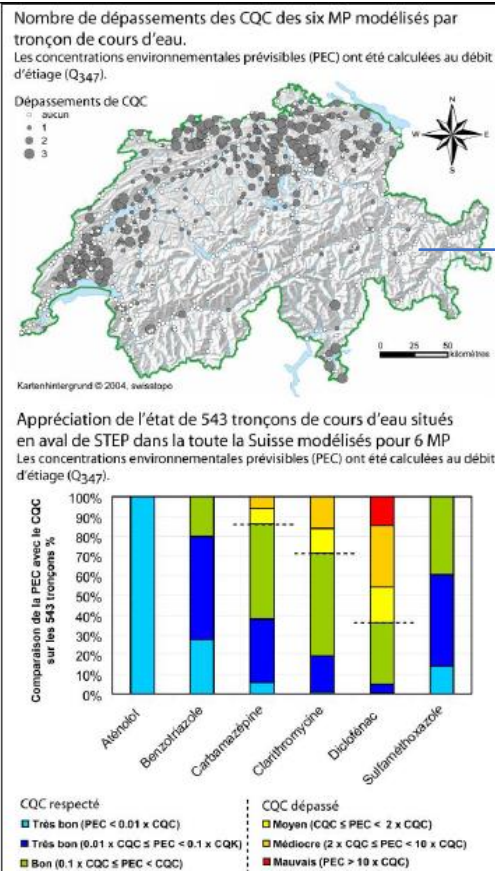
■ glaciaire ■ nival ■ pluvial

Les régimes d'écoulement entre 1950 et 1980 et aux alentours de 2085. Les régimes glaciaires vont quasiment disparaître de la carte.

# Devenir des boues de station d'épuration

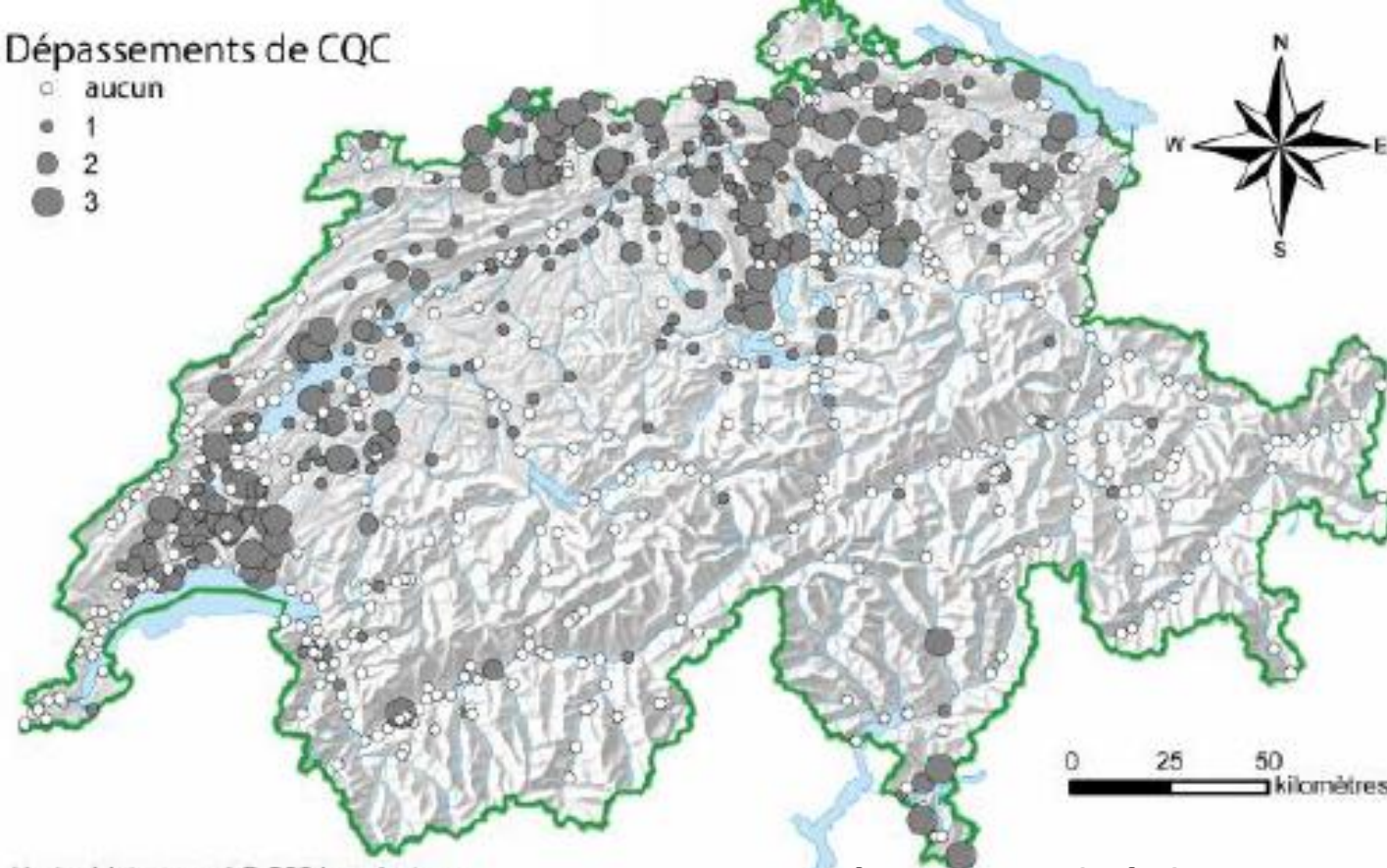
- En Suisse (ordonnance de traitement des déchets): pré-traitement par méthanisation (→ biogaz) puis déshydratation mécanique, enfin incinération (UIOM, IBE, cimenteries). Interdiction d'utilisation en engrais. Récupération du phosphore.
- En France : Epannage sur sol agricole après contrôles de conformité (et pas en crise Covid), ou méthanisation, ou incinération.





## Dépassements de CQC

- aucun
- 1
- 2
- 3



CQC = critères de qualité chronique

Figure 9: Appréciation de l'état de 543 tronçons de cours d'eau en aval de STEP au vu de concentrations prévisibles (PEC = „predicted environmental concentration“) au débit d'étiage (Q<sub>347</sub>) pour l'aténolol, le benzotriazole, la carbamazépine, la clarithromycine, le diclofénac et le sulfaméthoxazole. Les PEC à l'étiage ont été calculées par le modèle des flux de matière de Ort et al (2009) puis comparées aux critères de qualité chroniques (CQC). Pour le sulfaméthoxazole, un CQC de 0,12 µg/l, soit 5 fois inférieur à celui du tableau 10, a été utilisé.

Pour l'aténolol, le benzotriazole et le sulfaméthoxazole, aucun dépassement des CQC n'a été obtenu dans les tronçons modélisés. Les CQC de la carbamazépine, de la clarithromycine et du diclofénac sont dépassés au débit d'étiage dans certains tronçons principalement situés sur le Plateau. Pour 14 % des tronçons modélisés, les PEC de la carbamazépine, de la clarithromycine et du diclofénac sont simultanément supérieures au CQC à l'étiage. Un risque potentiel existe donc pour les organismes aquatiques dans ces cours d'eau.

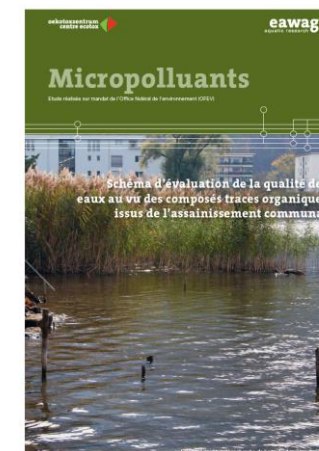




Tableau 13: Approches possibles pour une réduction des rejets de micropolluants issus de l'assainissement communal

Voies de rejet	Mesures	Effet/ appréciation	Substances représentatives
Rejets d'eaux usées traitées par les STEP	Actualisation technique - traitements biologiques, âge des boues...	Réduction des rejets de substances facilement dégradables	Bézafibrate, œstrogènes, ibuprofène
	Traitements avancés à large spectre d'action - ozonation, charbon actif en poudre	Fort rendement d'élimination pour de nombreux composés	Benzotriazole, carbamazépine, diclofénac, mécoprop, sulfaméthoxazole
	Traitement séparé des flux spécifiques (effluents hospitaliers ou industriels par ex.) Mesures organisationnelles	Peut être intéressant pour des polluants spécifiques mais de faible intérêt pour le problème global	(Contrastants)/ très variables d'un cas à l'autre
Rejets par les déversoirs d'orage des systèmes unitaires	Optimiser le dimensionnement pour les situations de pluie	Voie importante pour les substances facilement biodégradables et les produits mobilisés par les pluies (biocides)	Œstrogènes, paracétamol, caféine
Eaux pluviales des systèmes séparatifs	Traitement des eaux pluviales (p. ex. infiltrations, filtres de rétention)	Pas de composés domestiques. En milieu urbain, surtout substances utilisées pour les façades et les espaces verts	Mécoprop diuron
Effluents urbains non traités	Raccordement de tous les ménages et de toutes les communes au réseau d'assainissement et aux STEP	Pas d'importance notable en Suisse	
Rejets directs d'effluents domestiques		Pas d'importance notable en Suisse	
Rejets directs d'effluents industriels ou artisanaux	Optimisation des processus chimiques / Optimisation de l'épuration sur les sites d'activité	Réduction des rejets au niveau des sources ponctuelles importantes	Substances industrielles spécifiques

## Propositions de solutions

Parmi les solutions efficaces envisagées :

- Compléter le traitement des eaux usées de STEP par **ozonation et adsorption sur charbon actif** (essais en cours par l'OFEV)

- **Réduction des polluants à la source**

L'une des mesures les plus prometteuses pour la réduction des rejets de micropolluants avec les effluents de STEP est l'ajout de traitements complémentaires dans la chaîne d'épuration comme par exemple l'ozonation ou l'adsorption sur charbon actif en poudre. Ces traitements avancés permettent une élimination de plus de 80% de la plupart des micropolluants et peuvent réduire d'environ 70% la charge polluante rejetée dans les cours d'eau (Eawag News 67f 2009). L'ozonation et le traitement au charbon actif en poudre font également l'objet d'essais pilotes de grande envergure<sup>11</sup> dans le cadre du projet Stratégie MicroPoll de l'OFEV et les études ont prouvé que ces mesures permettaient d'obtenir des bons résultats également à l'échelle de la station d'épuration (Abegglen et al. 2009), (Margot et al. 2011).

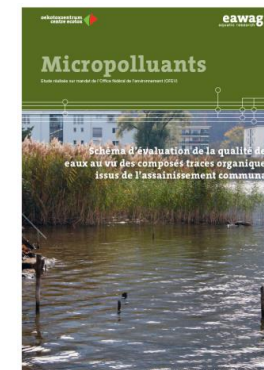
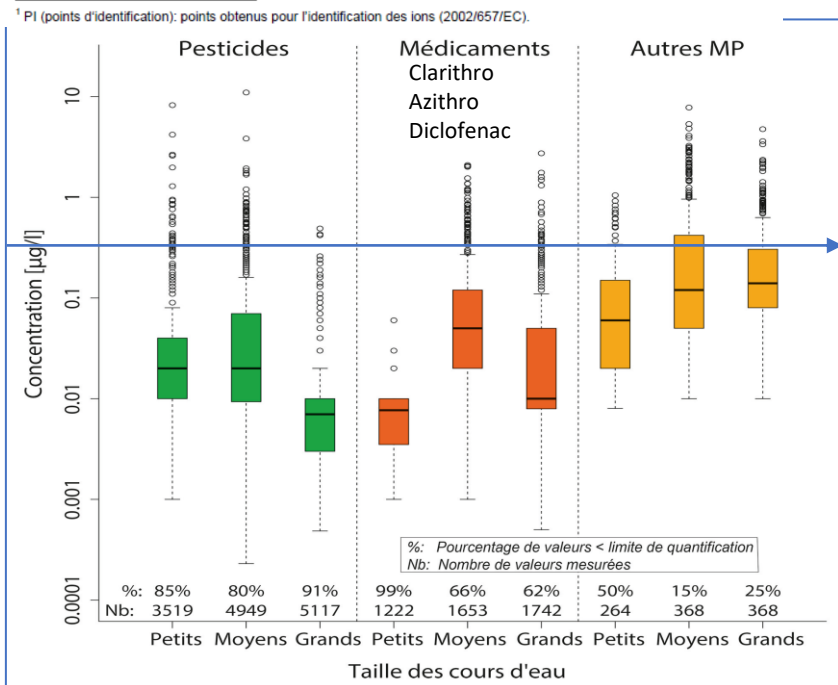


Tableau 8: Screening de substances dans le lac de Constance (milieu du lac) en 2008. Teneurs en ng/l (Singer et al. 2009). Micropolluants spécifiques détectés dans le lac de Constance

Substance	Groupe de substances	Concentrations en ng/l		
		Profondeur 1 m	Profondeur 10 m	Profondeur 230 m
Aténolol*	Médicaments	0.8	0.8	< 0.2
Carbamazépine*		7	8	12
Clarithromycine*		< 0.5	(1)	(2)
Metformine		(43)	(52)	(47)
Métoprolol*		0.9	1	2
Sotalol*		< 0.1	0.8	0.9
Sulfaméthoxazole*		(4)	7	12
Tramadol		2	(3)	(4)
Triméthoprime*		0.4	< 0.1	< 0.1
Carbendazime*		4	4	8
Diéthyltoluamide (DEET)	Substances à effets biocides intentionnels	8	7	6
Diuron*		5	6	5
Irgarol*		1	1	1
Isoproturon		0.7	1	2
MCPA*		2	2	< 1
Mécoprop*		5	4	2
Benzotriazole*		Autres substances à propriétés préoccupantes pour l'environnement	97	95
Méthylbenzotriazole	32		33	< 25
Sucralose*	13		14	< 5

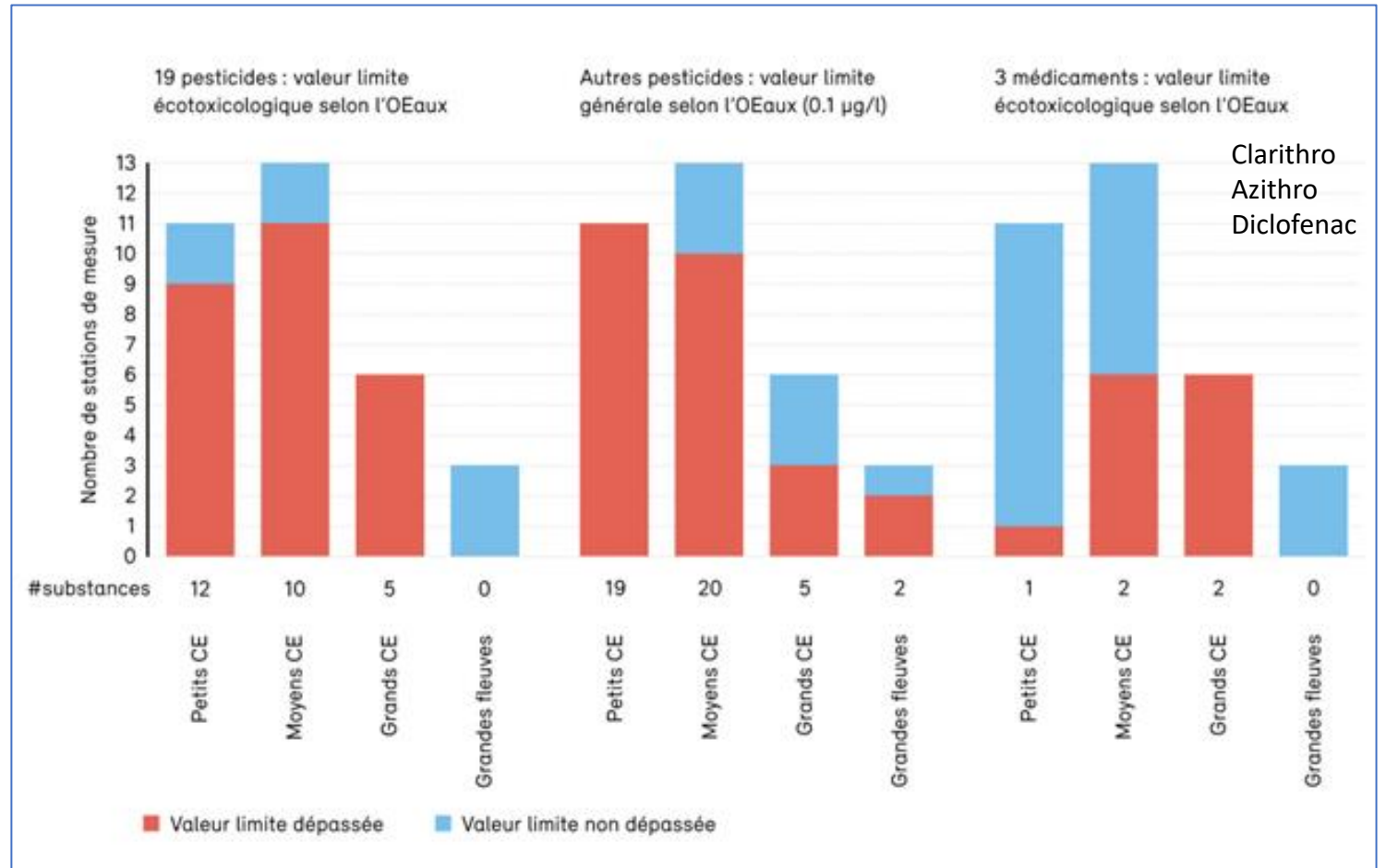
Valeur = détection avec 5.5 PI<sup>1</sup>  
 (Valeur) = détection avec 2 PI  
 <Valeur = concentration inférieure à la limite de détection  
 \* Quantification à l'aide d'un étalon interne avec marquage isotopique



# 2021 : Une qualité des eaux de surface qui se dégrade

- sur 22 micropolluants (19 pesticides et 3 médicaments), 17 ont dépassé leur valeur limite écotoxicologique (OEaux).
- valeurs limite respectées dans 6 des 33 cours d'eau.

Progressivement, l'inquiétude pour les poissons se tourne vers les humains



Comparaison  
effluents hospitaliers  
vs  
effluents urbains

### Volumétrie par lit plus élevée

hôpital 400 à 1200 l/lit/j vs dom =150 à 250

### Capacité épuratoire plus faible

moins de bactéries, moins d'épuration

### Forte proportion de BMR

Présence d'ATB , ATS et désinfectants

### Toxicité sur les milieux élevée

biocides

**Vous avez dit  
« biodégradable » ?**

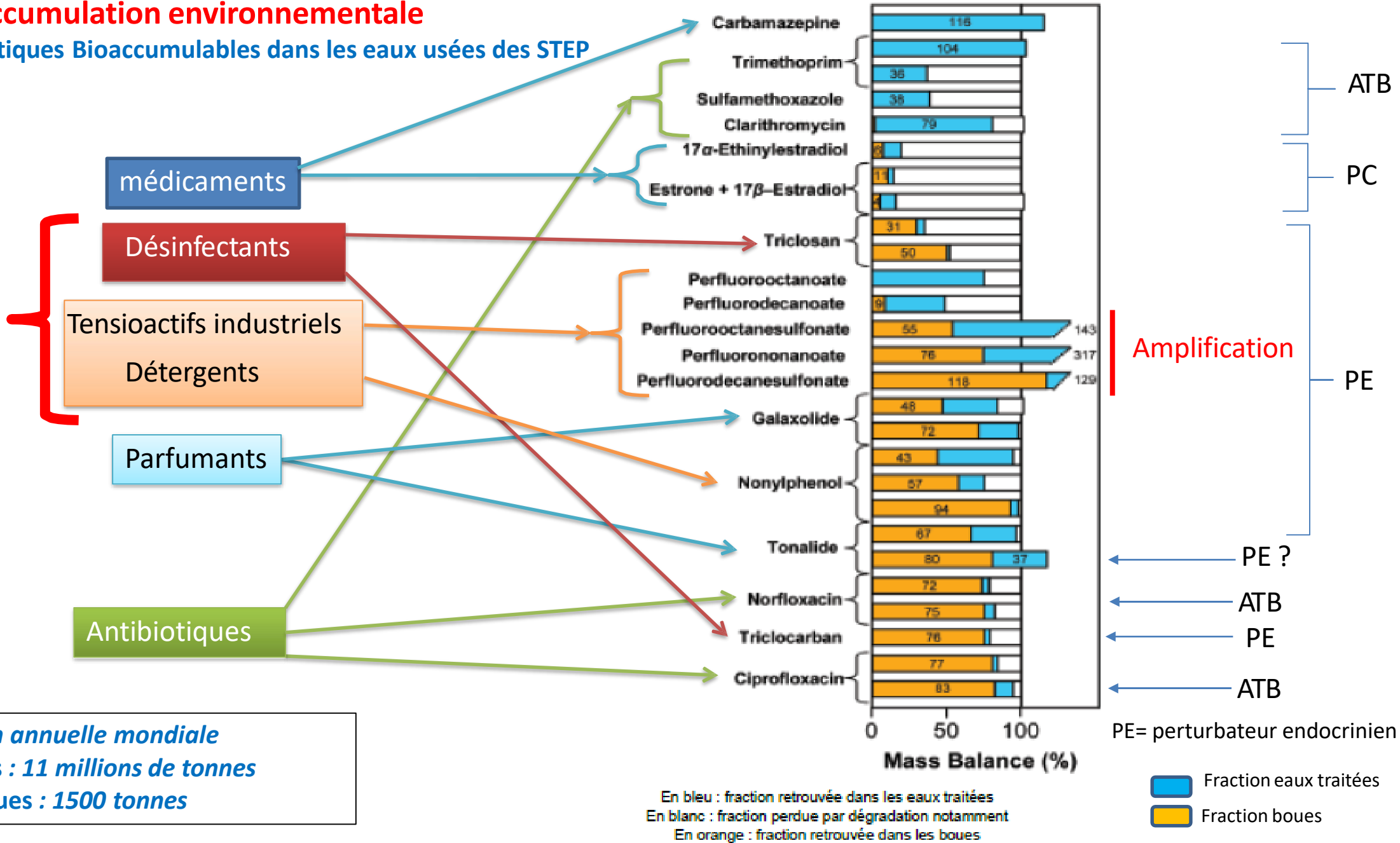
La plupart des biocides ne sont pas biodégradables du fait de leur toxicité biologique

Les détergents admis sur le marché doivent être dégradables au minimum à 60% en 28 j et en présence d'oxygène (STEP)

- (CE 2007) Art. R211-63 : Les dispositions applicables aux détergents figurent au règlement (CE) n° 648/2004 du Parlement européen et du Conseil du 31 mars 2004

# Accumulation environnementale

Composés synthétiques Bioaccumulables dans les eaux usées des STEP



**Production annuelle mondiale**  
**Détergents : 11 millions de tonnes**  
**Antibiotiques : 1500 tonnes**

En bleu : fraction retrouvée dans les eaux traitées  
 En blanc : fraction perdue par dégradation notamment  
 En orange : fraction retrouvée dans les boues

PE= perturbateur endocrinien

Fraction eaux traitées  
 Fraction boues

Figure 3 - 1. Compilation des bilans massiques pour des composés organiques des eaux usées publiés dans des revues à comité de lecture (d'après Heidler et Halden, 2008).

## Etat des lieux des usages - produits

L'utilisation de désinfectants en routine pour le nettoyage est une pratique majoritaire

Résultats de l'enquête de la SF2H sur 400 établissements français en 2015

DESINFECTANTS SUR LES SOLS	MCO	PSY	EHPAD
Sol des chambres	73%	69%	71%
Sol de sanitaires	79%	72%	76%
Sol des circulations	47%	58%	57%

## Impacts des désinfectants



**Ecotoxicité** : principaux responsables : **les désinfectants**



**Génotoxicité** : majoritairement liée aux produits de dégradation du chlore et à certains médicaments.



**Induction de co-résistances désinfectants-antibiotiques.** (“Assessment of the antibiotic resistance effects of biocides” SCENIHR - Commission européenne, janvier 2009)

# Lien désinfectants - antibiorésistance

Il existe des **preuves convaincantes que des mécanismes communs** qui confèrent la résistance à la fois aux biocides et aux antibiotiques sont présents chez les bactéries et que **ces bactéries peuvent acquérir des résistances** grâce à l'intégration d'éléments génétiques mobiles. Ces éléments portent des gènes indépendants qui confèrent des résistances spécifiques **aux biocides et aux antibiotiques**



2020

Les éléments trace métalliques et les biocides peuvent **co-sélectionner** une résistance aux antibiotiques par **résistance croisée** ou **co-résistance**

*L'ANSES désigne ces ETM et biocides comme des « cosélecteurs » de gènes de résistance aux ATB*

2009



Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks

SCENIHR

Assessment of the Antibiotic Resistance Effects of Biocides

Janvier 2009



*Evaluation de l'effet des biocides sur les résistances bactériennes, SCENHIR, 2009*



# — rapport de l'ANSES, Nov 2020



Antibiorésistance et environnement  
État et causes possibles de la contamination  
des milieux en France

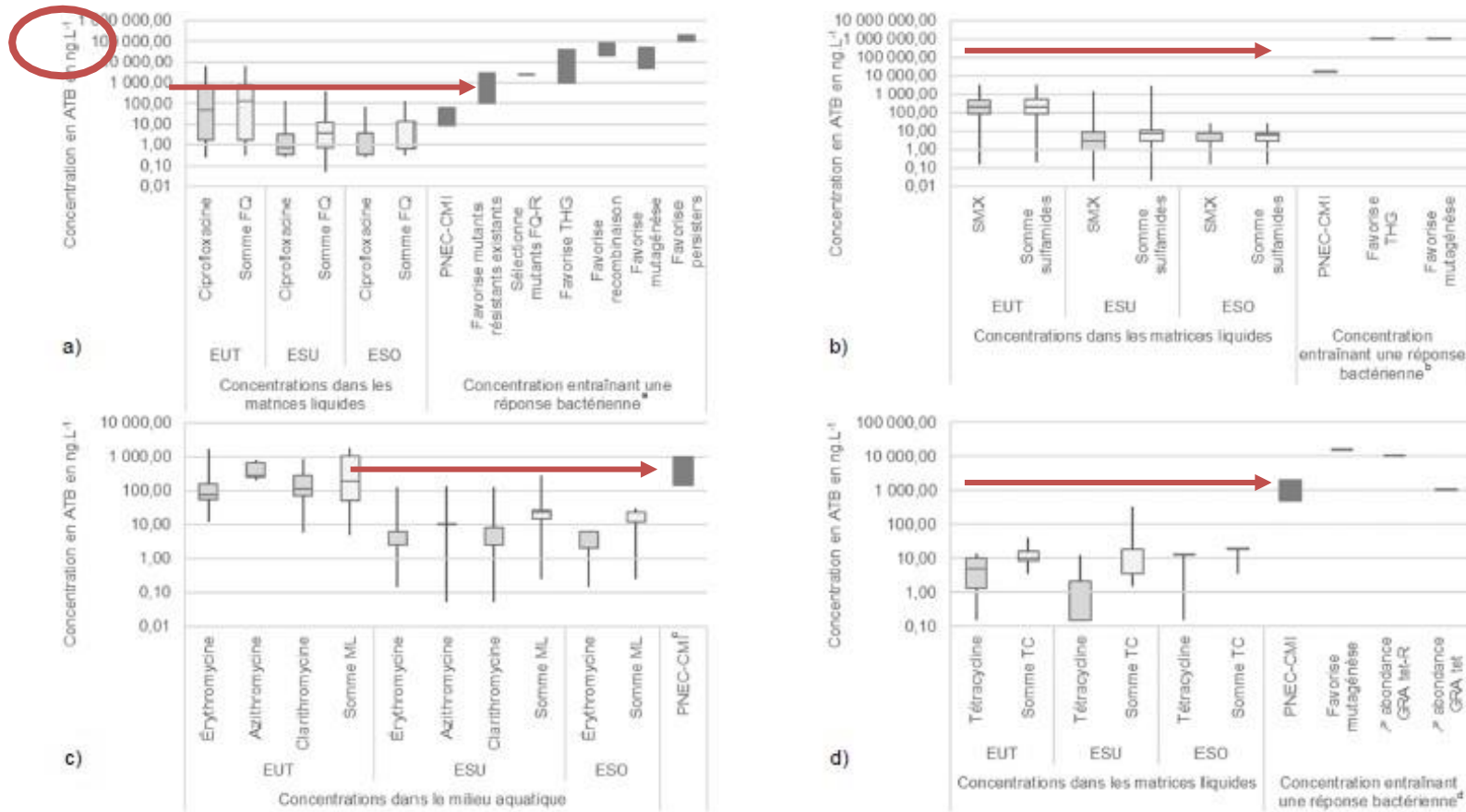
Avis de l'Anses  
Rapport d'expertise collective

Novembre 2020 - Édition scientifique

- **Confirme le lien biocides-antibiorésistance** démontré in vitro
- Demande **des études complémentaires** pour évaluer le phénomène dans les milieux
- Observe la **présence de biocides dans les milieux (ce n'est pas l'objet du rapport)**
- Observe la **faible concentration d'ATB** dans les milieux

Les [] d'ATB dans les matrices liquides sont rarement significatives  
(mais nombre d'entre eux sont adsorbés sur les MES en STEP)

Unité : le ng/l



Dans l'eau :  
- Sulfamides  
- Macrolides

Dans les boues :  
- Fluoroquinolones  
- Ammoniums quaternaires

Figure 38. Concentrations en ATB dans la phase dissoute de différentes matrices environnementales liquides (en gris clair) et entraînant une réponse bactérienne (en gris foncé) pour les fluoroquinolones (a), les sulfamides (b), les macrolides (c) et les tétracyclines (d).

FQ=fluoroquinolones ; SMX=sulfaméthoxazole ; ML=macrolides ; TC=tétracyclines ; EUT=eaux usées traitées de STEU ; ESU=eau de surface ; ESO=eau souterraine. <sup>a</sup> (Beaber, Hochhut et Waldor 2003 ; Huschek *et al.* 2004 ; Lopez *et al.* 2007 ; Dörr, Lewis et Vulić 2009 ; Guerin *et al.* 2009 ; Baharoglu et Mazel 2011 ; Gullberg *et al.* 2011 ; Bengtsson-Palme et Larsson 2016) ; <sup>b</sup> (Thi *et al.* 2011 ; Bengtsson-Palme et Larsson 2016 ; Jutkina *et al.* 2018) ; <sup>c</sup> (Huschek *et al.* 2004 ; Bengtsson-Palme et Larsson 2016) ; <sup>d</sup> (Baharoglu et Mazel 2011 ; Bengtsson-Palme et Larsson 2016 ; Lundström *et al.* 2016).

Tableau X. Synthèse, réalisée à partir des données produites par des équipes de recherche, des concentrations individuelles dans les eaux usées traitées urbaines pour les 15 antibiotiques quantifiés le plus grand nombre de fois dans les sources de contamination d'origine humaine en France. Le détail pour tous les antibiotiques est donné dans l'annexe 5.

ATB	Eaux usées traitées urbaines <sup>a</sup> en ng.L <sup>-1</sup>				
	N	% quantif	Méd	Moy	C <sub>Max</sub>
Ciprofloxacine	103	48 %	50	417	6 080
Norfloxacine	17	94 %	60	143	700
Ofloxacine	26	92 %	100	215	960
Vancomycine	67	10 %	4	12	62
Azithromycine	6	100 %	277	434	800
Clarithromycine	12	100 %	113	225	840
Érythromycine	15	80 %	75	215	1 724
Roxithromycine	18	72 %	61	228	1 100
Spiramycine	6	100 %	68	100	200
Fluméquine	20	35 %	1	95	830
Sulfaméthoxazole	110	96 %	200	360	3 110
Sulfapyridine	7	100 %	60	119	396
Doxycycline	16	38 %	3	7	17
Tétracycline	15	73 %	5	6	14
Triméthoprim	22	77 %	66	117	460

N=nombre d'échantillons ; % quantif=féquence de quantification ; Méd=médiane ; Moy=moyenne ; C<sub>Max</sub>=concentration maximale ; MS=matières sèches - (Tamtam 2008 ; Coetsier et al. 2009 ; Mullot 2009 ; Capdeville 2011 ; Loos et al. 2012 ; Oberlé 2012 ; Oberlé et al. 2012 ; Pasquini et al. 2013 ; Petit et al. 2014 ; Chiffre et al. 2016 ; Perrodin et al. 2016 ; SIPIBEL 2019). Les analyses ont été réalisées sur les échantillons filtrés.

## Exemple des milieux aqueux

Les rapports de dosages entre ATB et biocides sont de trois ordres de grandeur

En France, par an

- conso ATB : 1 350 tonnes

Hommes : 850 tonnes

Animaux : 500 tonnes

Unité : le ng/l

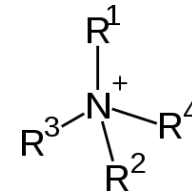
- conso QAC : 1700 tonnes

Unité : le µg/l

ANSES 2020

Matrice environnementale	Concentrations	
	QAC	Triclosan <sup>b</sup>
Eaux de surface	1 - 19 µg.L <sup>-1</sup>	1,4 - 40 000 ng.L <sup>-1</sup>
Eaux usées de STEU		
Brutes	330 - 4 920 µg.L <sup>-1</sup>	20 - 86 161 ng.L <sup>-1</sup>
Traitées	0,8 - 24 µg.L <sup>-1</sup>	23 - 5 370 ng.L <sup>-1</sup>
Sédiments de		
Rivière, lacs	5 - 3 100 ng.g MS <sup>-1</sup>	<100 - 53 000 ng.g MS <sup>-1</sup>
Mer	0 - 46 ng.g MS <sup>-1</sup>	0,02 - 35 ng.g MS <sup>-1</sup>
Boues d'épuration	250 - 1850 ng.g MS <sup>-1</sup>	580 - 15 600 ng.g MS <sup>-1</sup>
Soils <sup>c</sup>	0 - 1500 ng.g MS <sup>-1</sup>	0 - 1,8 ng.g MS <sup>-1</sup>

Les trois CAQ les plus fréquemment détectés dans les environnements naturels sont les composés de diméthyle dialkyle ammonium (DADMAC) (ayant des longueurs de chaîne alkyle de C8 à C18), de triméthyle alkyle ammonium (ATMAC) (C12-C18) et d'alkyle diméthyl benzyle ammonium (ADBAC) (C12-C18)



<sup>a</sup> Données issues de la revue de Mulder et al. (2018) ; <sup>b</sup> du rapport SCENHIR (SCENHIR 2010) ; <sup>c</sup> Chen et al. (2011).

## — Principaux biocides inducteurs d'antibiorésistance : Les désinfectants en premier lieu

### — Ammoniums quaternaires

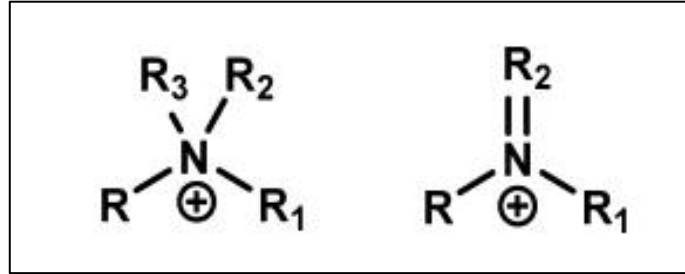
- Niveau de preuve le plus élevé
- Premiers composants utilisés dans les désinfectants hospitaliers et agroalimentaires, à cause de leur propriété tensioactive et de leur faible coût de production (résidu de la pétrochimie)
- Faible pouvoir bactéricide → nombreuses espèces résistantes
- Leur propriété tensioactive les rend actifs sur SARS-CoV-2
- Surutilisés en routine, y compris pour le lavage des mains !
- Allergisants et pour certains PE
- Biodégradabilité variable fonction de longueur de chaîne carbonée
- Parfaitement substituables

### — Triclosan (= hexachlorophène) et autres organochlorés : PE ++

- Utilisés en cosmétique et associés aux détergents domestiques
- Concentration maximale réglementée en Europe

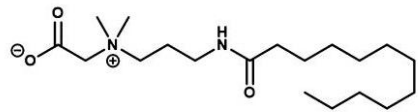
# Que sont les ammoniums quaternaires ?

Issus de la pétrochimie (sous-produits de la fabrication des carburants, les QAC connaissent des usages très variés

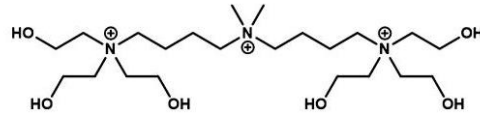


Structure générale des Ammoniums quaternaires (QAC)

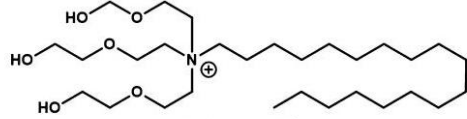
QAC utilisés principalement comme tensioactifs cationiques (détergents-désinfectants très utilisés dans les hôpitaux, cosmétiques, shampoings, assouplissants textiles, ...)



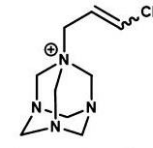
Cocamidopropyl betaine (1)



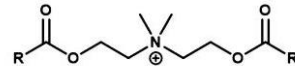
Polyquaternium-10 (2)



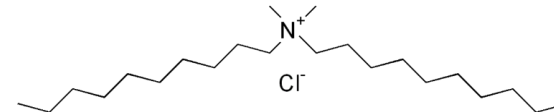
Quaternium-52 (3)



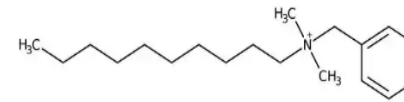
Quaternium-15 (4)



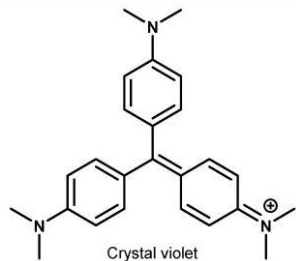
DEEDMA (5)



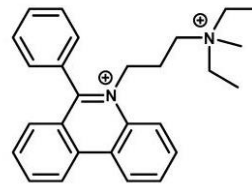
Chlorure de diméthyl-diéthylammonium



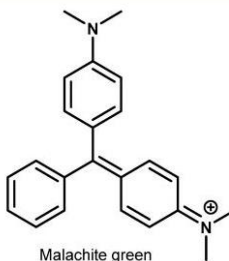
Chlorure de benzalkonium



Crystal violet

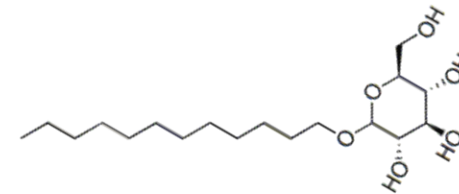


Propidium iodide



Malachite green

QAC utilisés comme colorants et réactifs biologiques



laurylglucoside

TABLE 2. EFFLUX PUMPS THAT HAVE BEEN SHOWN TO MEDIATE EXPORT OF BOTH QUATERNARY AMMONIUM COMPOUNDS AND OTHER ANTIMICROBIAL AGENTS

Name	Species	Antimicrobial agents exported	References
Plasmid-encoded efflux pumps:			
QacA	<i>Sta. aureus</i> and other staphylococci	BC, cetrимide, chlorhexidine	103, 109
OqxAB	<i>E. coli</i>	BC, triclosan, chloramphenicol, quinolones, trimethoprim, quinoloxalines	42
Chromosomally encoded efflux pumps:			
MdrL	<i>L. monocytogenes</i>	QACs, macrolides, cefotaxime	115
MdeA	<i>Sta. aureus</i>	BC, fusidic acid, mupirocin, virginiamycin, novobiocin	51
MepA	<i>Sta. aureus</i>	BC, chlorhexidine, pentamidin, fluoroquinolones	52, 58
NorA	<i>Sta. aureus</i>	Cetrimide, BC, fluoroquinolones	59
AcrAB-TolC	<i>E. coli</i>	QACs, triclosan, chlorhexidine, ampicillin, chloramphenicol, nalidixic acid, tetracycline, rifampicin	74, 102
AcrAB-TolC	<i>Sa. enterica</i> serovar Typhimurium	Cetrimide, triclosan, chloramphenicol, quinolones	106
SdeAB	<i>Se. marcescens</i>	Cetylpyridin chloride, quinolones, chloramphenicol	85
SdeXY	<i>Se. marcescens</i>	BC, erythromycin, tetracycline, norfloxacin	23
MexCD-OprJ	<i>P. aeruginosa</i>	BC, chlorhexidine, quinolones, macrolides, tetracyclines, lincomycin, chloramphenicol, novobiocin, meropenem, most penicillins, most cepheems	85, 86, 95
PmpM	<i>P. aeruginosa</i>	BC, fluoroquinolones	43

BC, benzalkonium chloride; QACs, quaternary ammonium compounds.

## Activation des pompes à efflux

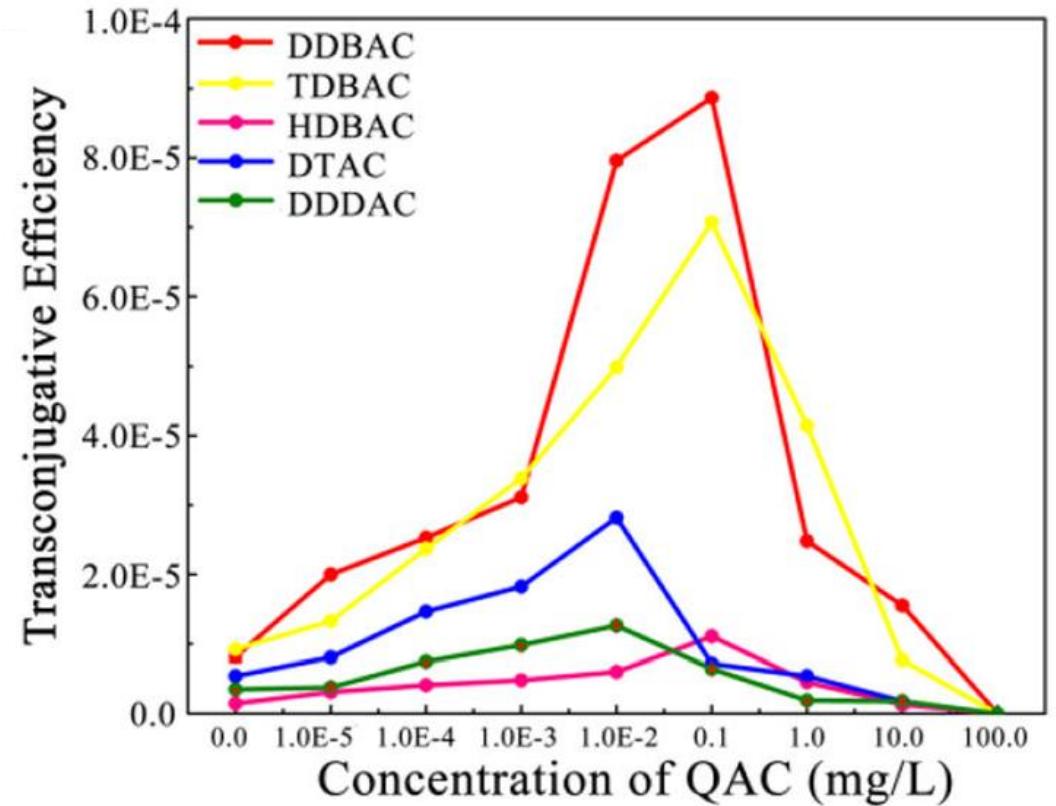
Pompes à efflux actives à la fois sur QAC et autres antibactériens

# Les CAQ augmentent l'efficacité transconjugative des bactéries (accélération des échanges de plasmides porteurs de gènes de résistance)

**La réponse au stress « biocide » augmente fortement la vitesse d'adaptation (x 300)** (JY Maillard, 2017)

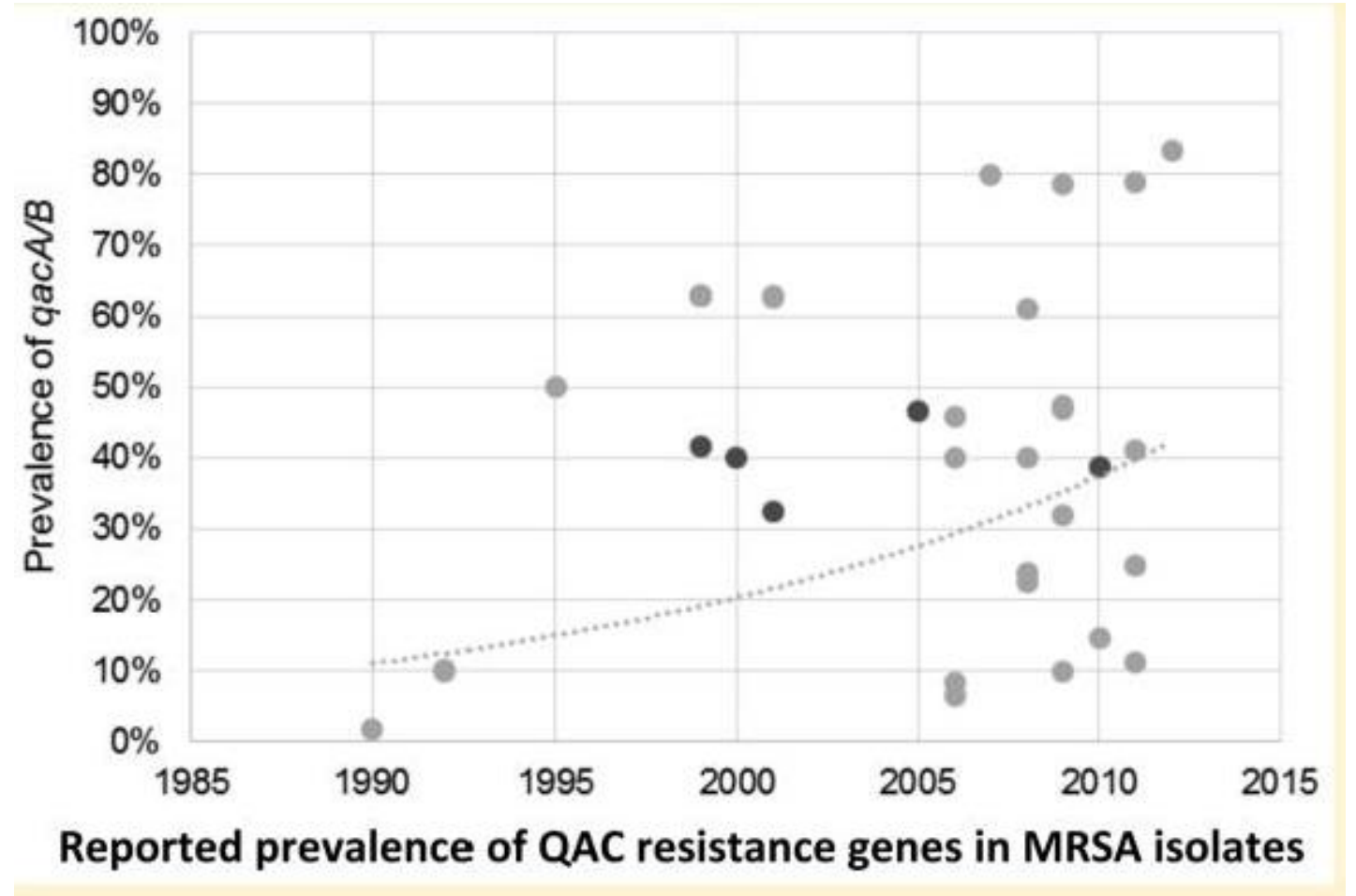
changes of transconjugative efficiency in bacteria under five QACs selection pressures

dodecyl trimethyl ammonium chloride,	DTAC
didodecyl dimethyl ammonium chloride,	DDDAC
dodecyl dimethylbenzyl ammonium chloride,	DDBAC
dimethyl benzyltetradecyl ammonium chloride,	TDBAC
hexadecyl dimethylbenzyl ammonium chloride	HDBAC



## Progression de la résistance aux CAQ chez les SARM

Augmentation de la prévalence des gènes résistance aux QAC dans les SARM





# Une riche bibliographie

Informations  
du réseau national de prévention des infections associées aux soins

**Bulletin CCLin-Arlin**

---

Biocides

## Antibiorésistance et biocides

Philippe Carenco, médecin hygiéniste, CH Hyères (83)

[pcarenco@ch-hyeres.fr](mailto:pcarenco@ch-hyeres.fr)

---

Le rapport du groupe de travail spécial pour la préservation des antibiotiques (rapport "Carlet") introduit ainsi son rapport : "Après plusieurs décennies d'une utilisation souvent débridée des antibiotiques, nous entrons dans une période de risque et de pénurie, avec l'apparition de bactéries extrêmement résistantes aux antibiotiques, voire à tous les antibiotiques, alors que très peu de nouveaux produits sont attendus dans les dix prochaines années. Se dessine ainsi un problème aigu de santé publique, pour l'homme et le règne animal, dans un futur proche" (1).

Ce que qualifie d'"antibiotic apocalypse" le Pr Dame Sally Davies, Chef des services de santé anglais, est une "menace de catastrophe au même rang que le terrorisme et le changement climatique" (2).

En France, le gouvernement accorde à ce sujet une attention particulière avec le plan national d'alerte sur les antibiotiques (3).

**L'évolution des idées**

Depuis l'idée, née de l'inventeur de la Pénicilline lui-même, que l'antibiothérapie utilisée en santé humaine serait seule responsable de cette évolution, le regard s'est tourné vers le rôle de l'antibiothérapie utilisée chez les animaux d'élevage comme cofacteur alimentaire avant même tout usage thérapeutique (4). Dans cette

approche plus globale "one health", le lien entre les microbiotes humains et animaux passent par l'alimentation humaine et la diffusion environnementale des résistances bactériennes via les eaux usées d'origine humaine et animale (élevages, abattoirs).

**L'élargissement aux biocides**

Les antibiotiques font partie des substances dites "biocides", identifiées par une Directive européenne de 1998, révisée en 2012. Conformément au Règlement relatif aux produits biocides (n° 528/2012), les biocides répondent à la définition suivante : toute substance ou tout mélange, sous la forme dans laquelle il est livré à l'utilisateur, constitué d'une ou plusieurs substances actives, en contenant ou en générant, qui est destiné à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre de toute autre manière par une action autre qu'une simple action physique ou mécanique.

Ainsi, les biocides comprennent désinfectants, antiseptiques, antibiotiques, antiparasitaires, pesticides, insecticides, raticides, tous produits largement utilisés tant en médecine humaine que vétérinaire, en industrie agro-alimentaire, en horticulture et agriculture (produits phytosanitaires).

1
Bulletin CCLin-Arlin n° 7 - juin 2017

Agence nationale de sécurité sanitaire  
de l'alimentation, de l'environnement, et du travail

Connaître, évaluer, protéger

## Antibiorésistance et environnement

### État et causes possibles de la contamination des milieux en France

Avis de l'Anses  
Rapport d'expertise collective

Novembre 2020 - Édition scientifique

Claire Tillon  
AGENCE EDEL

Site Pilote de Bellecombe

ANIMATION TERRITORIALE ET SENSIBILISATION A LA  
PROBLEMATIQUE DES MEDICAMENTS DANS L'EAU

EN APPUI SUR SIPIBEL – SITE PILOTE DE BELLECOMBE SUR LES EFFLUENTS HOSPITALIERS ET STATIONS D'EPURATION

Présentation de la démarche

14/12/2015

Anemasse Agglo  
Association de Naves Agglomération

Société Rhône-Bresse  
Brest, Sud de Genève

Communauté de Communes  
Genevois  
Brest, Sud de Genève

Centre Hospitalier  
Anselme-Lafayette  
Nouvelon

Partenaires : Ministère des affaires sociales, de la santé et des droits de la femme, agence régionale de santé, Région Auvergne-Rhône-Alpes, Département de la Haute-Savoie

Nom	Modifié le	Type	Taille
2020_SIBA_TENSIОACTIFS	17/10/2021 17:03	Document Adobe ...	1 239 Ko
Aiello2005(2)	30/01/2023 07:36	Document Adobe ...	143 Ko
buffet2011	06/12/2015 18:32	Document Adobe ...	164 Ko
buffet2012	30/01/2023 07:45	Document Adobe ...	314 Ko
carenco2017	19/10/2017 15:11	Document Adobe ...	1 345 Ko
Chen2021	29/07/2022 01:01	Document Adobe ...	1 814 Ko
furt2015	30/01/2023 07:35	Document Adobe ...	800 Ko
gaze2005	30/01/2023 07:34	Document Adobe ...	217 Ko
gaze2008	30/09/2019 22:55	Document Adobe ...	337 Ko
gaze2009	30/01/2023 07:49	Document Adobe ...	155 Ko
gaze2011	30/01/2023 07:46	Document Adobe ...	572 Ko
Gillor2008	04/06/2017 22:47	Document Adobe ...	108 Ko
Han2019	30/01/2023 07:10	Document Adobe ...	2 559 Ko
harbarth2014	30/01/2023 07:39	Document Adobe ...	211 Ko
hegstad2010 fr	02/04/2023 22:14	Document Adobe ...	545 Ko
hegstad2010	30/01/2023 07:06	Document Adobe ...	175 Ko
jennings2015 fr	02/04/2023 22:20	Document Adobe ...	1 413 Ko
jennings2015, 2	30/01/2023 07:05	Document Adobe ...	3 203 Ko
jennings2015	30/01/2023 06:59	Document Adobe ...	3 330 Ko
knapp2013	30/01/2023 07:42	Document Adobe ...	132 Ko
Liebert1999	05/06/2017 18:26	Document Adobe ...	549 Ko
Mahoney2021	28/12/2022 14:54	Document Adobe ...	1 175 Ko
maillard2015	06/12/2015 23:54	Document Adobe ...	264 Ko
mavri2013	30/01/2023 07:38	Document Adobe ...	818 Ko
meyer2010	30/01/2023 07:44	Document Adobe ...	148 Ko
ortega2013	30/01/2023 07:46	Document Adobe ...	275 Ko
rapport inerin ammoniums quaternaires	24/01/2020 10:08	Document Adobe ...	2 717 Ko
russel1998	30/01/2023 07:25	Document Adobe ...	1 225 Ko
Sansonetti2015	17/10/2021 15:42	Document Adobe ...	8 614 Ko
scenihr2009	08/12/2015 17:08	Document Adobe ...	598 Ko
soumet2012	06/12/2015 18:32	Document Adobe ...	308 Ko
Stokes2011	05/06/2017 01:41	Document Adobe ...	1 279 Ko
sundheim1998	30/01/2023 07:04	Document Adobe ...	490 Ko
tremblay2014	30/01/2023 07:27	Document Adobe ...	1 791 Ko
vega2014	30/09/2019 22:57	Document Adobe ...	427 Ko
webber2015	30/09/2019 22:37	Document Adobe ...	265 Ko

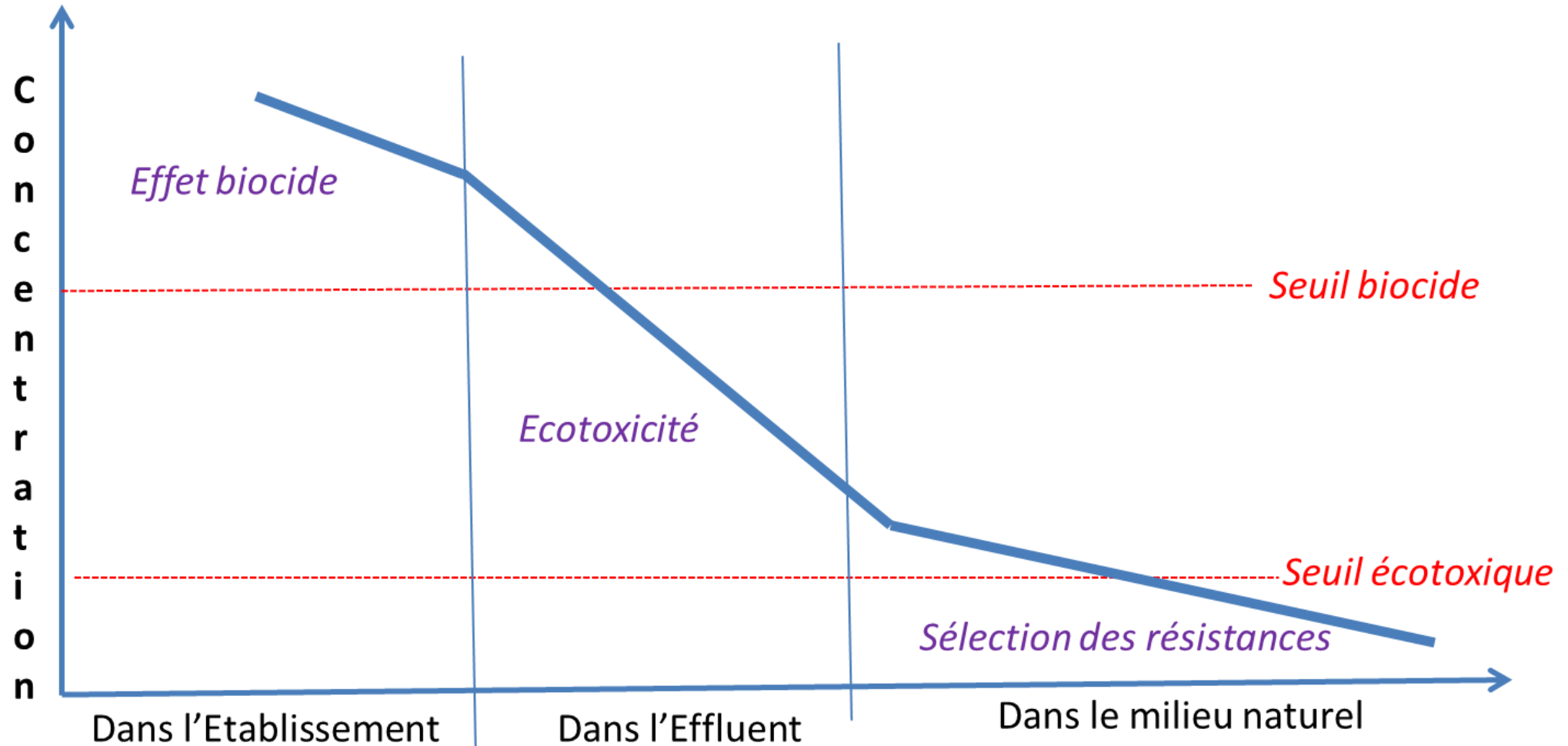
Les  
conditions  
d'apparition  
des  
résistances  
aux  
désinfectants

Exposition à des concentrations subléthales

- Pas dans les sites et les conditions d'usage hospitalier

Durée longue de contact bactérie-biocide

# SCHEMA DES EFFETS DES BIOCIDES SELON LEUR CONCENTRATION DANS LE RESEAU

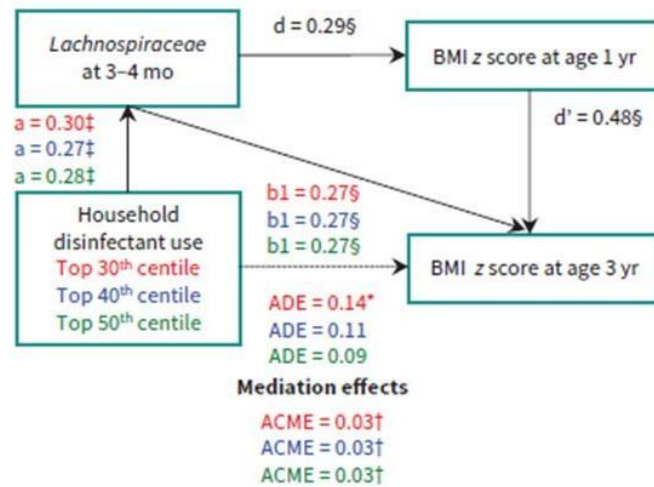


# Obésité infantile et produits désinfectants

1<sup>er</sup> exemple de perturbation endocrinienne indirecte par modulation du microbiote ?

- Canada, 2018
- 757 enfants suivis de la naissance à 3 ans
- Sélectionnés selon l'usage ou non de désinfectants dans les produits de ménage
- Bilan à 3-4 mois : mensurations (IMC), prélèvement microbiote intestinal
- Bilan à 1 an et trois ans : mensurations (IMC)

Le microbiote intestinal est différent



## Postnatal exposure to household disinfectants, infant gut microbiota and subsequent risk of overweight in children

Mon H. Tun MBBS MSc, Hein M. Tun DVM PhD, Justin J. Mahoney MSc, Theodore B. Konya MSc, David S. Guttman PhD, and al

CMAJ 2018 September 17;190:E1097-107. doi: 10.1503/cmaj.170809

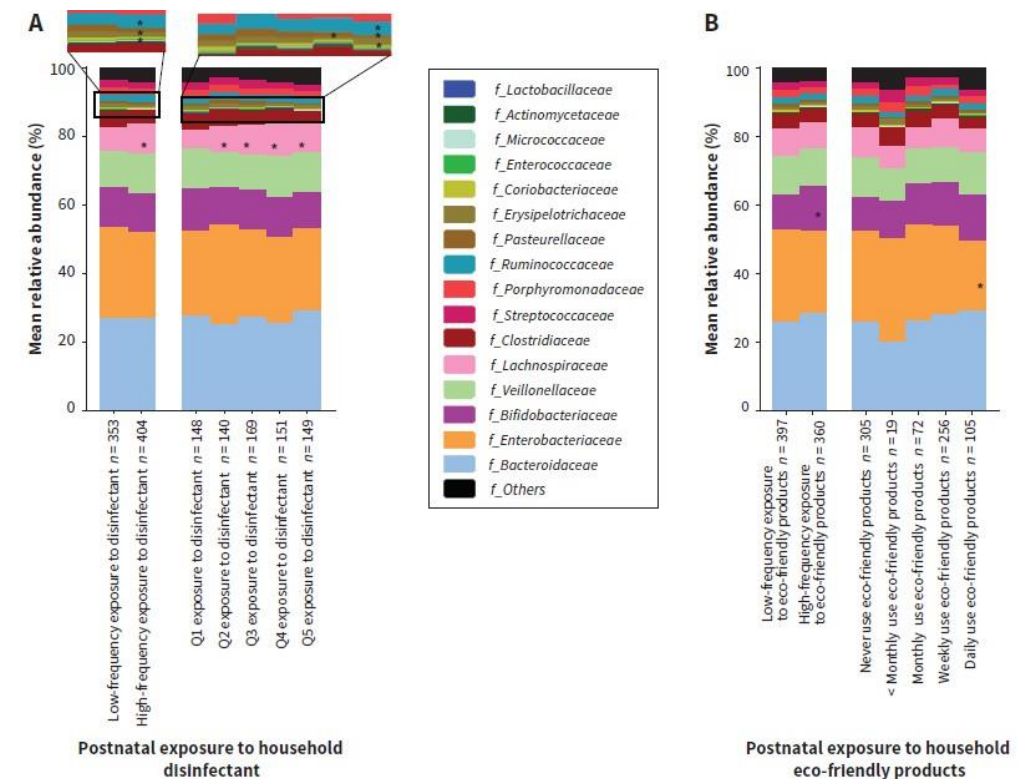
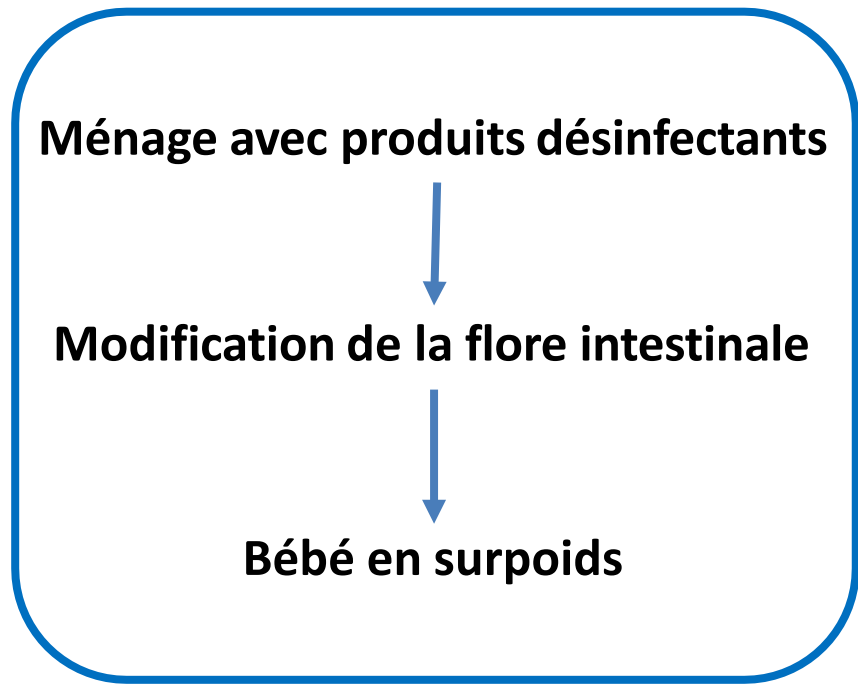


Figure 2: Composition of key gut microbiota at the family level, by exposure to A) household disinfectant and B) eco-friendly products in all infants ( $n = 757$ ). The stacked bar charts show mean relative abundance of gut microbiota populations at the family level in infant feces at 3 months of age. A) Left to right, binary category of exposure to disinfectant ( $\geq$  median score) and disinfectant exposure in quintiles. B) Left to right, binary category of exposure to eco-friendly products ( $\geq$  median score) and questionnaire category of use of eco-friendly products. Asterisks show  $p$  values  $< 0.05$  from median relative abundance comparisons from Appendices 1g-1h (median relative abundance with interquartile range comparisons can be found in Appendices 1g-1h).

# Effets des biocides sur la santé des plus vulnérables : PE

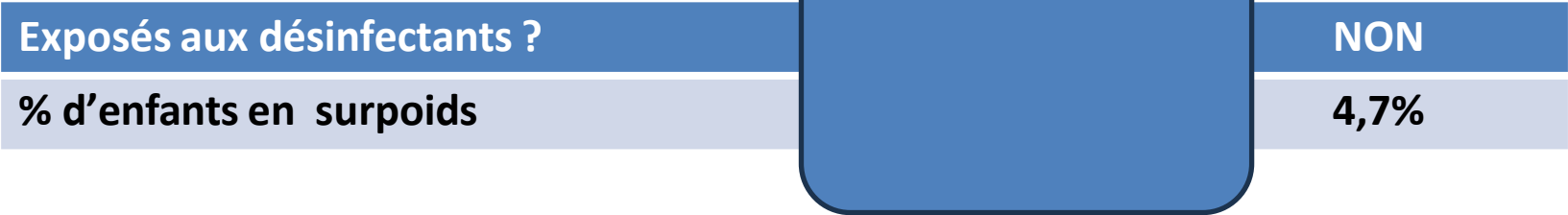
Direct : certains ammoniums quaternaires, triclosan...

Indirect : Obésité infantile - microbiote - désinfectants



**Table 1: Distribution of status of exposure to disinfectant and eco-friendly products at 3–4 months, according to study covariates\***

Characteristic	No. of infants with higher exposure to disinfectant, <i>n</i> (%) <sup>†</sup> <i>n</i> = 404 (53.4)	<i>p</i> value <sup>‡</sup>	No. of infants with higher exposure to eco-friendly products, <i>n</i> (%) <sup>†</sup> <i>n</i> = 361 (47.7)	<i>p</i> value <sup>‡</sup>
<b>Overweight or obesity at 3 yr (<i>n</i> = 675)</b>				
No ( <i>n</i> = 609)	311 (51.5)	0.1	301 (49.4)	0.0001
Yes ( <i>n</i> = 66)	42 (63.6)		17 (25.8)	



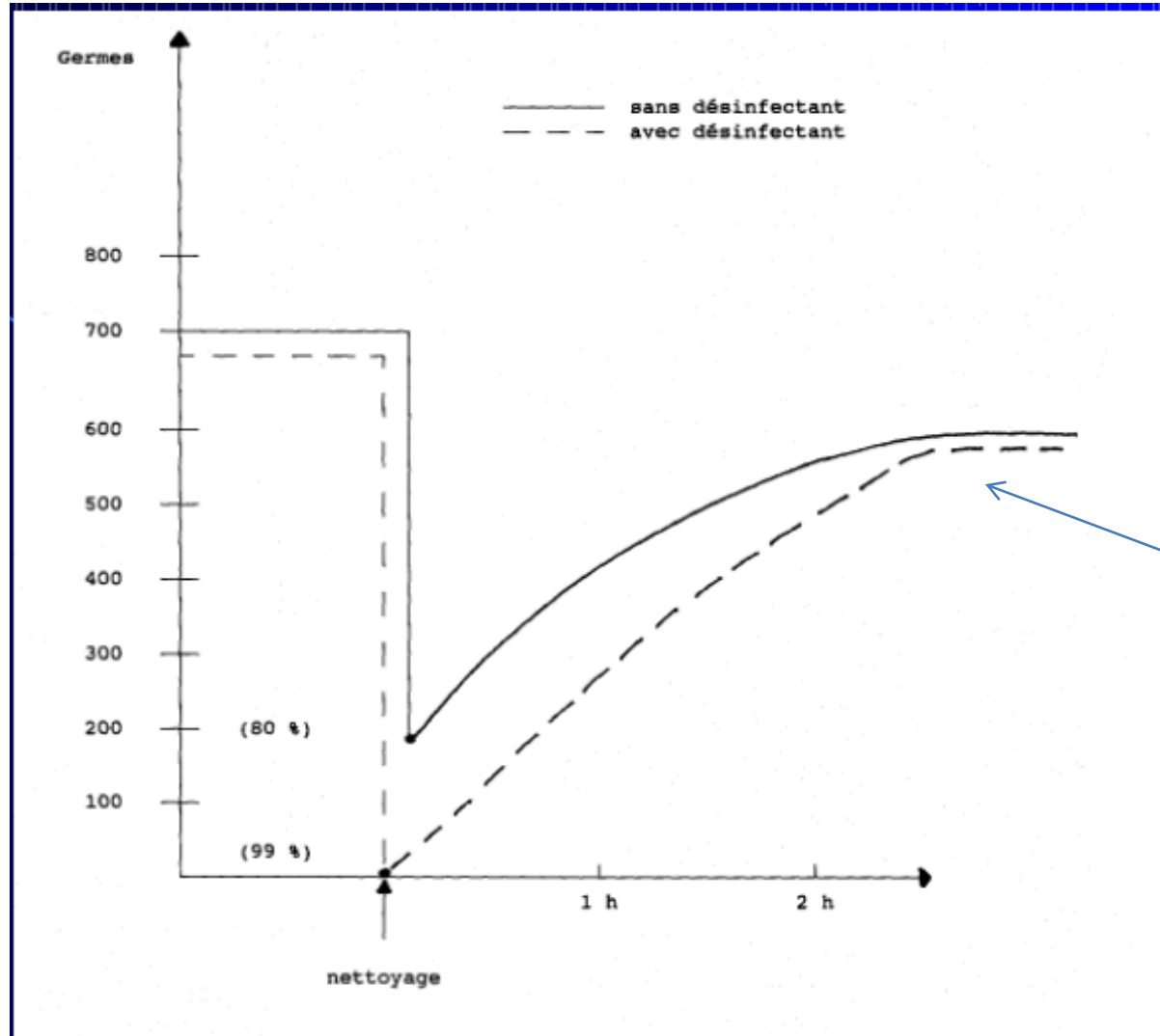
Antibacterial cleaning products have the capacity to change the environmental microbiome and alter risk for child overweight.



# Motifs du changement



## Les désinfectants n'ont pas d'utilité durable dans la désinfection des sols



Courbes de recolonisation  
bactérienne d'une surface  
après entretien :

— sans désinfectant

- - - avec désinfectant

*Niveau de colonisation  
identique après 2h30*

# En situation de risque épidémique

Lorsque l'environnement joue un rôle

En présence d'un agent infectieux  
déterminé

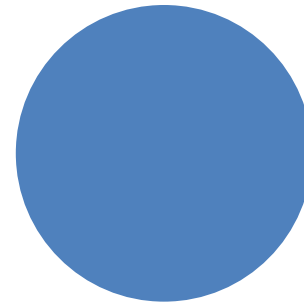
On associe un moyen de désinfection  
approprié :



Quel que soit l'objet à nettoyer, il existe  
des principes communs

---

## **Le nettoyage**





## Nettoyage avec de l'eau. Problème : l'eau ne mouille pas



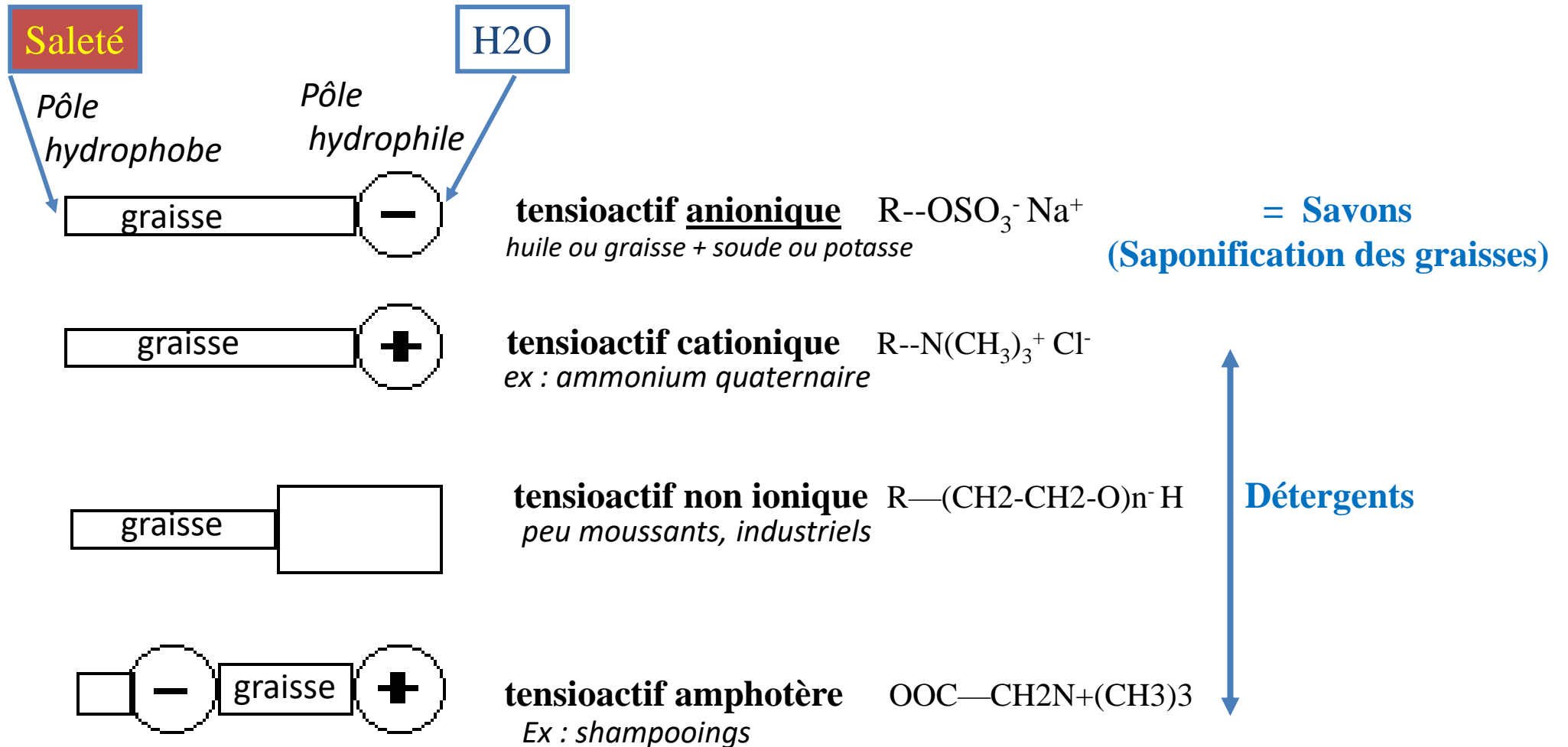
**Mouiller, c'est pénétrer une fibre, ou s'étaler sur une surface**  
**L'eau forme une goutte, par liaisons entre ses molécules**  
**Ces liaisons créent une force qui maintient la goutte : la tension de surface**

**Pour que l'eau mouille, il faut rompre cette tension de surface**  
**Pour cela, on provoque une liaison entre la surface et l'eau grâce aux tensioactifs**



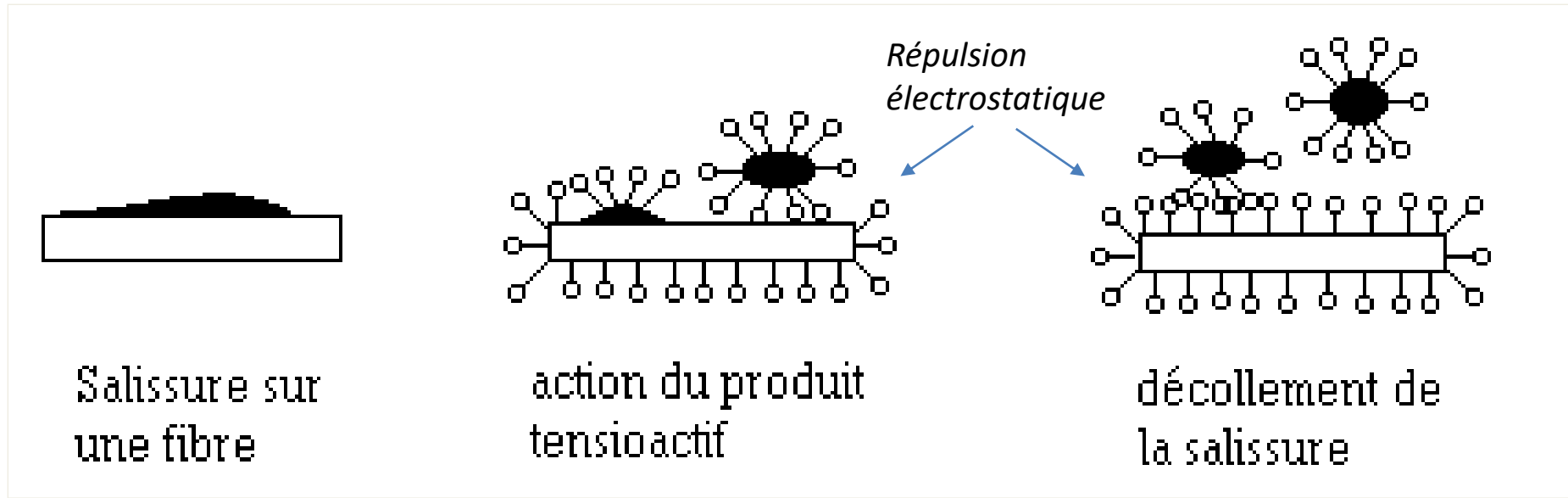
# Détergents, savons = tensioactifs

ils diminuent la tension superficielle





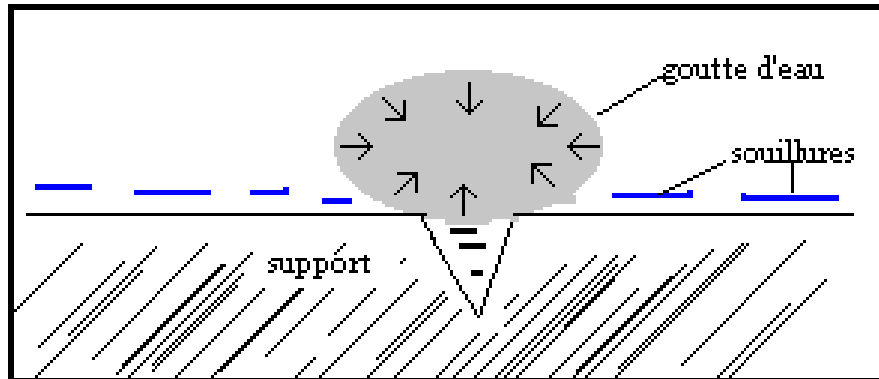
# Action d'un détergent



**1. Mouillant**

**2. Emulsifiant**

**3. Dispersant**  
(anti-redéposition)

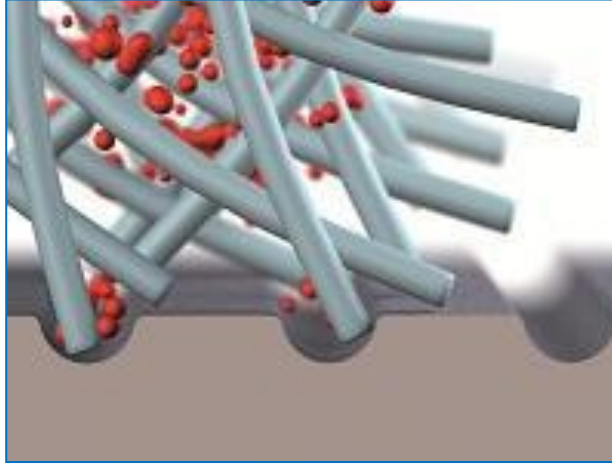


← micelles



# Effet mécanique de la microfibre

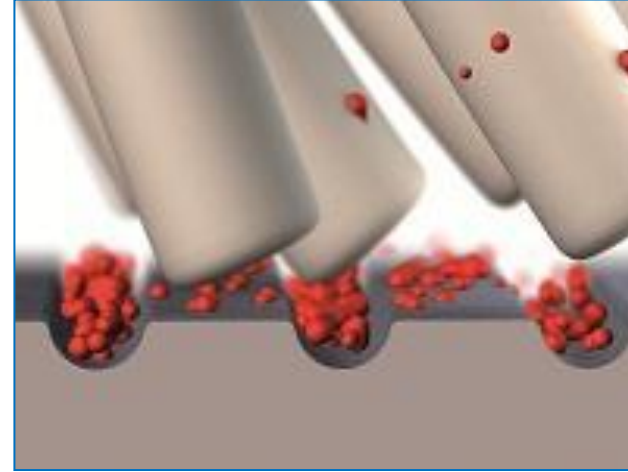
## Microfibre



Microfibre = 1 gramme de fibre mesure au moins 10 km de long

- La fibre nettoie les plus petites irrégularités de la surface
- La force électrostatique retient les souillures

## Coton



Coton

- Moins performant sur les petites échelles
- Plus lourd et moins résistant

**Représentation  
des diamètres relatifs**

Bactérie •

Microfibre ●

**Comparaison de microfibrilles  
avec un cheveu humain**



Cheveu

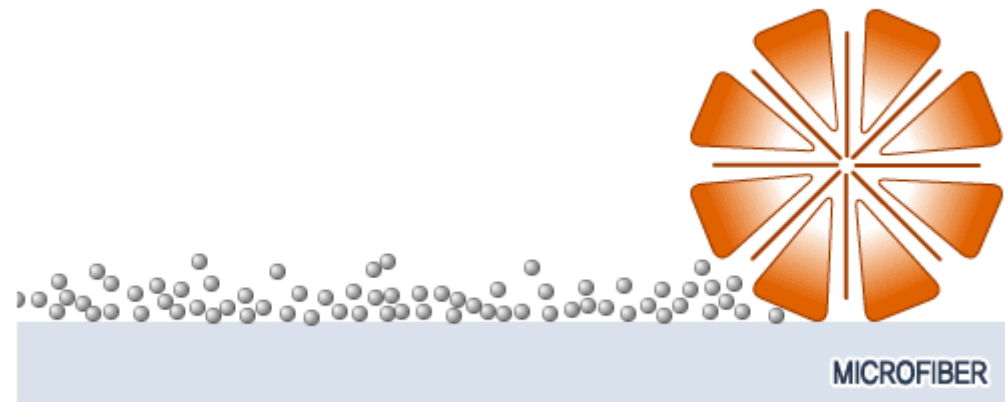
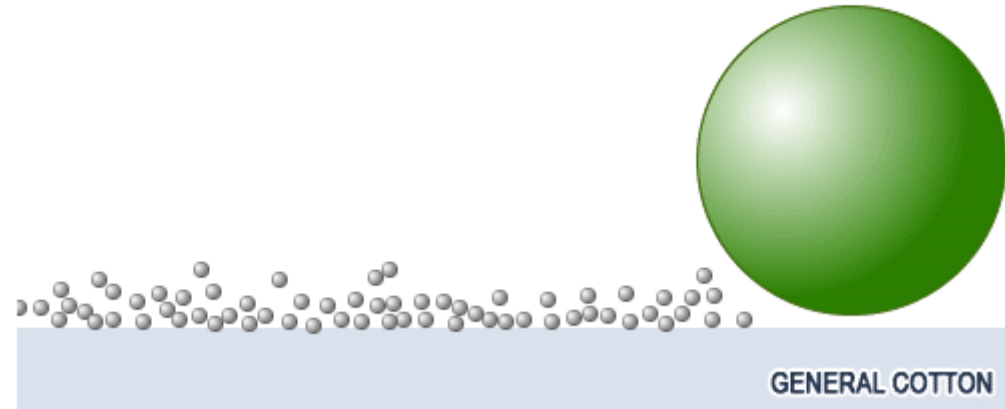
Fibre Coton



Mécanique



# Vert: fibre coton

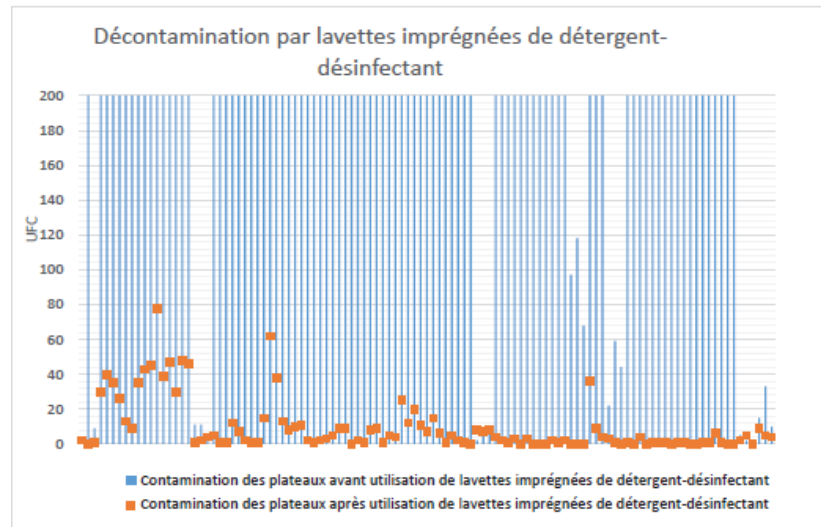
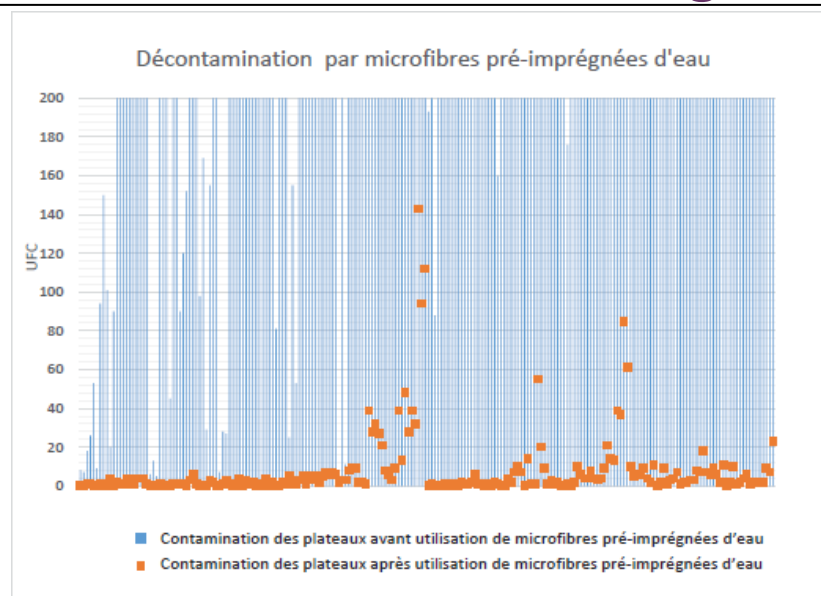


# Orange: microfibre



# Effacité du nettoyage mécanique

## Désinfecter ne signifie pas utiliser un désinfectant



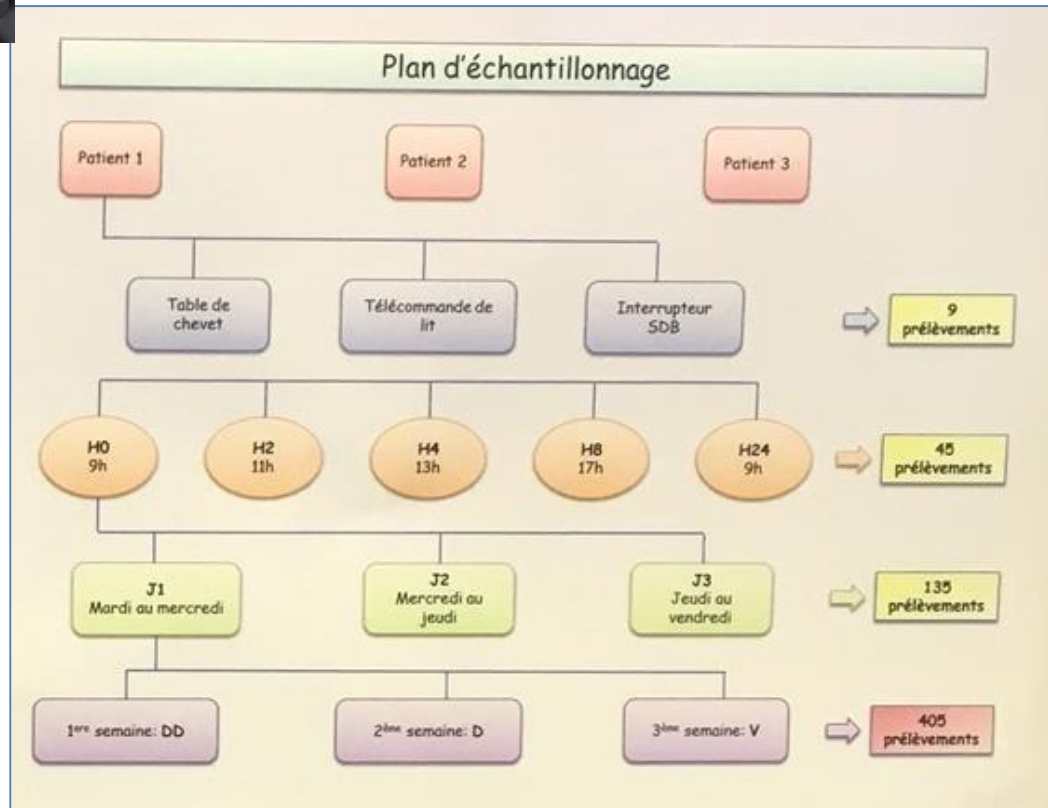
Le nettoyage d'une surface avec microfibre et eau obtient un résultat équivalent à une lavette imprégnée de dD sur la décontamination bactérienne.

**désinfection** = Opération au résultat momentané, permettant d'éliminer ou de tuer les microorganismes et/ou d'inactiver les virus indésirables portés par des milieux inertes contaminés, en fonction des objectifs fixés. Le résultat de cette opération est limité aux microorganismes présents au moment de l'opération. (*norme AFNOR NF T 72-101*)





Service SSR, applications gélozes, durée 3 semaines



## Comparaison Détergent /Détergent+désinfectant/Vapeur sur les surfaces hautes

Résultats

Niveau de contamination des surfaces à H0 et H24 pour les 3 méthodes en UFC (med.[Q25-Q75])			
	Détergent Désinfectant	Détergent neutre	Vapeur
H0	0 [0-1]	1 [0-3]	0 [0-0]
H24	55 [6-150]	40 [11-78]	37 [11-68]

### Conclusion

L'efficacité de l'entretien des surfaces hautes avec un détergent neutre semble comparable à celle d'un entretien avec un détergent désinfectant et son utilisation au quotidien pourrait être une alternative intéressante (moins de biofilm, moins onéreux, plus respectueux de l'environnement). Par ailleurs, il est à noter que l'utilisation de la vapeur permet une très bonne désinfection des surfaces et cela sur l'ensemble de la journée

# Comparaison de l'efficacité antibactérienne de plusieurs méthodes de bionettoyage

*O. Meunier, Dijon URBH 2022*

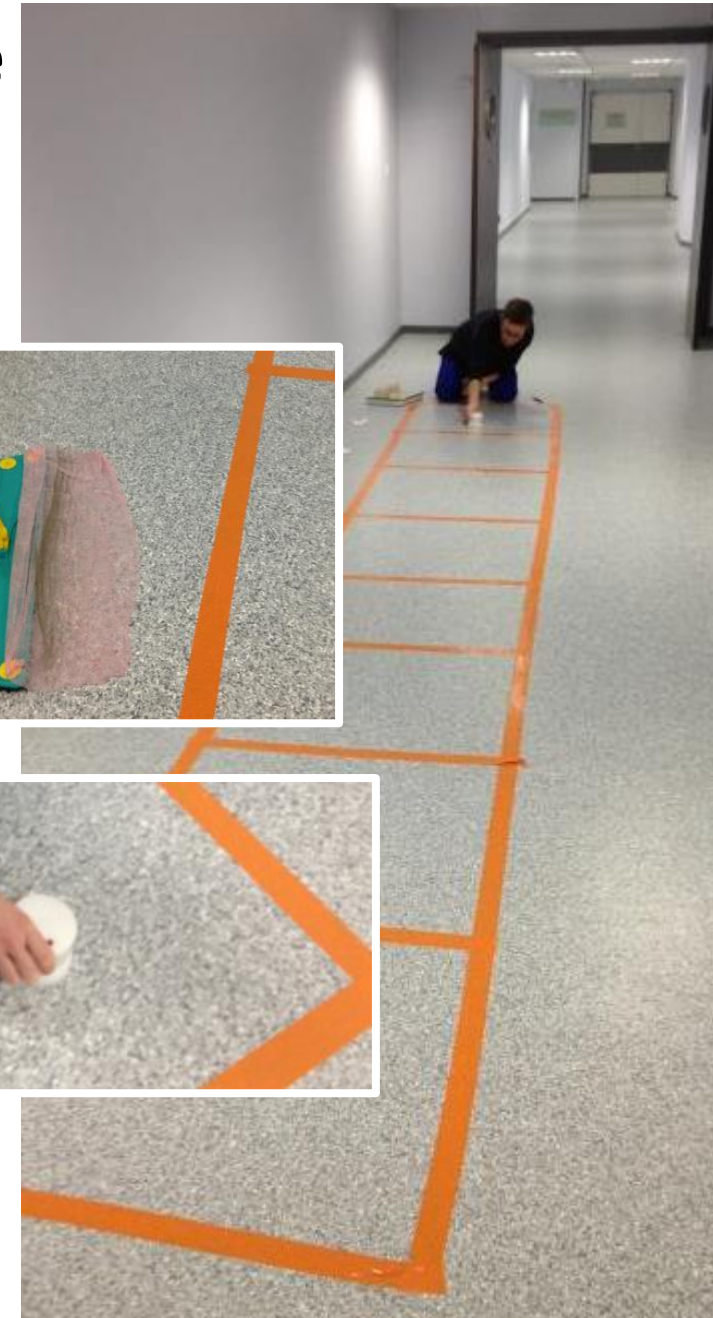
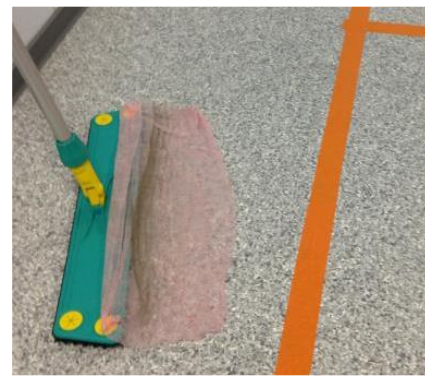
**Balayage humide**

**Tirage au sort de l'attribution des zones aux techniques**

**Application de la technique sélectionnée**

**Pour chaque zone**

- 10 empreintes gélosées
- 3 séries de 6 pour le calcul du rendement d'extraction

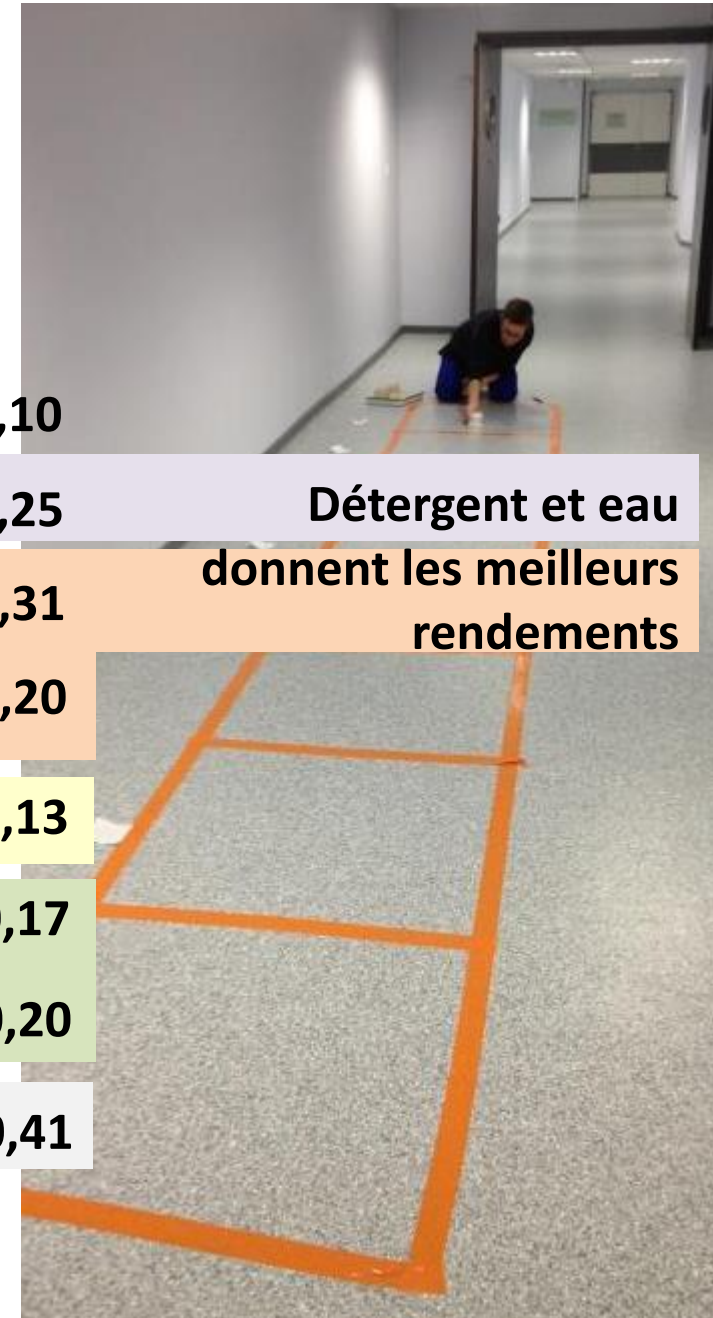


# Comparaison de l'efficacité antibactérienne de plusieurs méthodes de bionettoyage

O. Meunier, Dijon URBH 2022

		UFC/25cm <sup>2</sup> (log)	Delta Log	
	<b>Témoin</b>	<b>15,0 (1,18)</b>		<b>21 % (R<sup>2</sup> 63 %) -0,10</b>
	<b>µfibre/eau</b>	<b>10,1 (1,00)</b>	<b>0,17</b>	<b>44 % (R<sup>2</sup> 81 %) -0,25</b>
	<b>Détergent</b>	<b>24,5 (1,39)</b>	<b>+0,21</b>	<b>52 % (R<sup>2</sup> 82 %) -0,31</b>
Surfanios*	<b>Détergent/ Désinfectant</b>	<b>7,9 (0,90)</b>	<b>0,28</b>	<b>37 % (R<sup>2</sup> 86 %) -0,20</b>
	<b>Eau de Javel</b>	<b>9,3 (0,97)</b>	<b>0,21</b>	<b>27 % (R<sup>2</sup> 22 %) -0,13</b>
vapeur	<b>Vapodil</b>	<b>21,3 (1,33)</b>	<b>+0,15</b>	<b>33 % (R<sup>2</sup> 97 %) -0,17</b>
	<b>Sanivap</b>	<b>34,1 (1,53)</b>	<b>+0,36</b>	<b>37 % (R<sup>2</sup> 98 %) -0,20</b>
	<b>Oxyfloor</b>	<b>9,2 (0,96)</b>	<b>0,21</b>	<b>61 % (R<sup>2</sup> 71 %) -0,41</b>

n=10



**Détergent et eau  
donnent les meilleurs  
rendements**

# Guide de l'éconettoyage 2021



Commandé par l'ARS ARA  
Coordonné par Claude Bernet  
CPIAS ARA – CPIAS PACA  
Disponible sur le site ARS ARA

## Coordination

D<sup>r</sup> Claude BERNET, CPias ARA

## Groupe de travail

D<sup>r</sup> Olivier BAUD, CPias ARA

D<sup>r</sup> Christian BERTHOD, ARS ARA

Charlotte BOUDAL, ARS ARA

D<sup>r</sup> Philippe CARENCO, EOH C.H. d'Hyères

D<sup>r</sup> Pierre CASSIER, Hospices Civils de Lyon

D<sup>r</sup> Jean-Christophe DELAROZIERE, CPias PACA

Sophie DESMONS, CPias PACA

Marie-Elisabeth GENGLER, CPias ARA

Jean PESNEL, CTTN-IREN, Lyon

Nathalie SANLAVILLE, CPias ARA

Marie-France TEXIER, EOH C.H. d'Hyères

Téléchargeable sur le site de l'ARS ARA

<https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/faire-evoluer-le-bio-nettoyage-vers-leco-nettoyage>

## Comment me renseigner sur les produits utilisés ?

Utiliser le numéro CAS car les noms chimiques sont multiples pour la même substance.

### Anglophones

- [www.echemportal.org](http://www.echemportal.org)
- [www.chemicalbook.com](http://www.chemicalbook.com)

### Canada

- <https://canadachemical.oecd.org>
- Répertoire toxicologique :  
<https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/Pages/repertoire-toxicologique.aspx>

### France

- INRS fiches toxicologiques :  
<https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox.html>
- Wikipedia

Exemple de 11 synonymes :

laurylaminedipropylènediamine,  
N-(3-Aminopropyl)-N-dodécylpropane-1,3-diamine,  
N-(3-aminopropyl)-N-dodécylpropane-1,3-diamine;  
LAURYLAMINE DIPROPYLENEDIAMINE;  
Bis(aminopropyl)laurylamine  
1,3-Propanediamine, N-(3-aminopropyl)-N-dodécyl-  
LONZABAC12.100  
N-3-AMINOPROPYL-N-DODECYL-1,3-  
PROPANEDIAMINE  
N-(3-Aminopropyl)-N-dodécylpropane-1,3-diamine ;  
3-Propanediamine, N-(3-aminopropyl)-N-dodécyl- 1

CAS = numéro d'enregistrement unique auprès de la banque de données de Chemical Abstracts Service (CAS), une division de l'American Chemical Society (ACS).

## DECHETS : Réduire la production de déchets médicaux



Réflexion sur la pertinence de l'usage unique



Mesurer le poids de déchets produits  
par actes (les plus fréquents)

# Avis conjoint SFAR / SF2H sur la tenue vestimentaire au bloc opératoire

## Recommandations de Pratiques Professionnelles



### Tenue vestimentaire au bloc opératoire

Guidelines for the clothing in the operating theatre

2021

RPP Commune SFAR-SF2H  
Société Française d'Anesthésie-Réanimation (SFAR)  
Société Française d'Hygiène Hospitalière (SF2H)

Avec la validation de l'Association Française de Chirurgie (AFC) et du Collectif  
EcoResponsabilité En Santé (CERES)



Texte validé par le Comité des Référentiels Cliniques de la SFAR le 05/05/2021, par le Conseil d'Administration de la SFAR le 19/05/2021, par le Conseil Scientifique de la SF2H le 06/05/2021, et par le CA de l'AFC et de CERES le 28/05/2021.

Auteurs : El-Mahdi Hafiani, Pierre Cassier, Serge Aho, Pierre Albaladejo, Hélène Beloeil, Evelyne Boudot, Philippe Carencu, Florence Lallemand, Marie Gabrielle Leroy, Jane Muret, Corinne Tamames, et Marc Garnier.

Auteur pour correspondance : El-Mahdi Hafiani (el-mahdi.hafiani@aphp.fr)

Coordonnateurs d'experts :  
SFAR : El-Mahdi Hafiani

**R1.1.1 – Les experts suggèrent que le personnel de bloc opératoire porte une tenue dédiée au bloc opératoire, indifféremment à usage unique ou réutilisable, pour prévenir le risque infectieux pour le patient.**

Avis d'expert (Accord Fort)

**R1.1.2 – Les experts suggèrent que le personnel de bloc opératoire porte une tenue réutilisable plutôt qu'une tenue à usage unique, pour diminuer l'impact environnemental.**

Avis d'expert (Accord Fort)

**R1.2 – Les experts suggèrent de réaliser un essai sur le terrain des différents produits sélectionnés sur les précédents critères (efficacité, coût environnemental) auprès du personnel de bloc opératoire qui sera amené à les utiliser, pour en apprécier les caractéristiques d'usage.**

Avis d'expert (Accord Fort)

... Diverses recommandations sur les pratiques du port de la tenue ...

**R2.1.1 – Les experts suggèrent que le personnel de bloc opératoire porte un article coiffant, indifféremment à usage unique ou réutilisable, lors de sa présence dans l'enceinte du bloc opératoire, pour prévenir le risque infectieux pour le patient.**

Avis d'expert (Accord Fort)

**R2.1.2 – Les experts suggèrent que le personnel de bloc opératoire porte un article coiffant, réutilisable soumis à un entretien régulier plutôt qu'un article coiffant à usage unique, lors de sa présence dans l'enceinte du bloc opératoire, pour diminuer l'impact environnemental.**

Avis d'expert (Accord Fort)

# Conclusion

---

Consommer moins d'eau et de produits d'entretien

---

Produire moins de déchets

---

Economiser l'énergie

**C'est une démarche de sobriété responsable**





La nature cherche  
toujours à s'adapter

L'Homme peut-il  
s'adapter à lui-même ?

---

# Adaptation génétique des phalènes du bouleau

Adaptation aux conséquences de la pollution industrielle sur ce papillon

- Consommation de charbon → suies → noircissement des écorces des bouleaux → les papillons noircissent par sélection naturelle (camouflage des prédateurs)
- Arrêt de l'utilisation du charbon → pas de suies → les bouleaux reprennent leur couleur claire → la sélection de fait en faveur des papillons à ailes claires mieux camouflés



« mélanisme industriel »  
Dr Kettlewell, 1959

# OÙ ILS SE SONT CROISÉS

- Pelage : **brun**
- Taille : **1,70 à 2,80 m** (tête et corps)
- Membres : **griffes non rétractiles**
- Régime alimentaire : **omnivore**
- Lieu de vie : **forêts, zones côtières, montagnes**
- Période d'accouplement : **mai à juillet**



Grizzly ou ours brun



- Pelage : **blanc**
- Taille : **1,80 à 3 m** (tête et corps)
- Membres : **doigts partiellement palmés**
- Régime alimentaire : **carnivore**
- Lieu de vie : **banquise**
- Période d'accouplement : **avril à juin**



Ours polaire



**Pizzly ou grolar** Le pizzly, encore appelé grolar ou prizzly, a été trouvé sur l'île de Banks, au nord-ouest du Canada, en 2006.

photos AP/DG

## Adaptation des espèces au Changement climatique l'Ours

- Moins de nourriture aux pôles
- Déforestation au Canada
- Migration des espèces
- Rencontre des deux types  
→ Ours hybride, Pizzly



Photo personnelle



Visible à l'aéroport Holman d'Ulukhaktok  
Photo personnelle, septembre 2022

## Pizzly deuxième génération

Abattu en 2008 dans l'île Victoria (Canada, territoires du Nord-Ouest)

Croisement entre :

- Femelle pizzly
- Mâle grizzly

## Etonnant ? NON !

Une seule espèce il y a 500 000 ans  
La séparation des deux types « polaire » et « brun » s'est produite à l'occasion d'une période glaciaire.

# Adaptation génétique au braconnage

Entre 1970 et 2000, le nombre d'éléphants femelles sans défenses a triplé Par mutation sur le chromosome X, fatale chez le mâle (Princeton University)



Dina Fine Maron , National Geographic, 19 aout 2021

<https://www.nationalgeographic.fr/animaux/2021/08/en-reaction-au-braconnage-de-plus-en-plus-delephants-naissent-sans-defenses>



**Parc de Gorongosa, Mozambique**

Quebec Science

<https://www.quebecscience.qc.ca/14-17-ans/encyclo/des-elephants-sans-defenses/>

Photo: fouroaks @ depositphotos.com

# La ville, habitat refuge d'une nouvelle faune diversifiée

- Renards
- Sangliers
- Ecureuils
- Pumas
- Alligators
- Ours bruns
- Insectes
  - abeilles ++, guêpes
  - moustiques dont 2 nouvelles espèces dans le métro de Londres
- Nombreuses espèces d'oiseaux
- En plus des anciens locataires (pigeon, rongeurs, chauve-souris, insectes...)

Et leurs relations écosystémiques complexes



