

# Colloque final

## Pollutions diffuses de la terre à la mer

1<sup>er</sup> juin 2021



# Impact environnemental d'une ancienne décharge municipale à Nantes - Suivi du transfert de micropolluants depuis le massif de déchets à la Loire

*Cécile Le Guern (BRGM) / Béatrice Béchet (Univ. Eiffel) / Hervé Capioux, Aurore Zalouk, Laurence Poirier (Univ. Nantes) / Y. Lotram / A. Coulon*

*Equipe technique : A. Lepinay, P. Augris, P. Radigois, B. Flahaut, L. Martinet, L. Pineau*



# L'ancienne décharge municipale de la Prairie de Mauves entre faubourgs nantais et Loire

## Carte identité



20 ans d'activité (1963 à 1987)

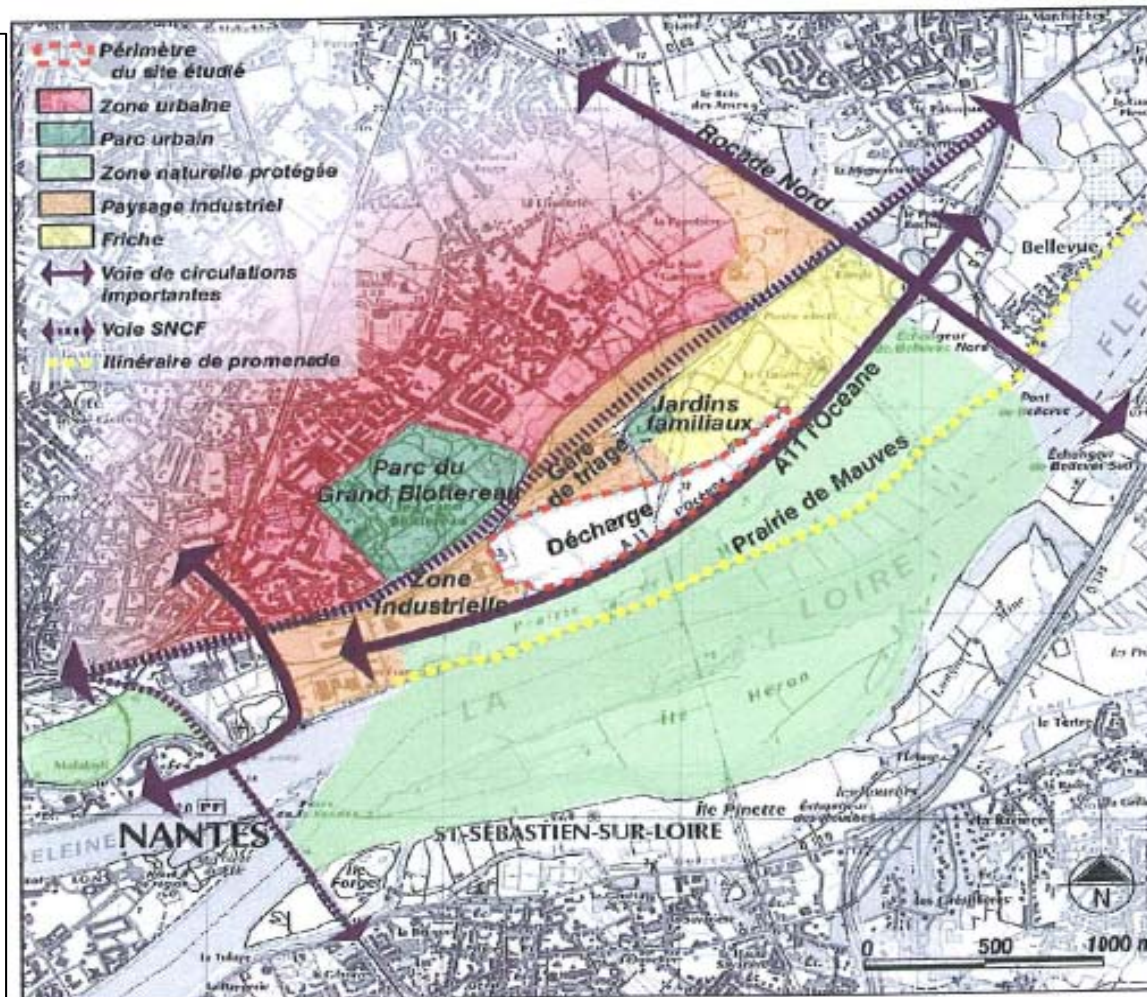
Déchets : ménagers/hospitaliers/  
verts/ gravats

Structure en couches 8/10 m épaisseur  
2 millions m<sup>3</sup> /23 ha

Infiltration de surface  
Non étanchée en fond  
Sous-sol : alluvions

Suivi post-exploitation ICPE depuis  
1993

6 pts eaux souterraines + eaux surface  
- dépassements réglementaires  
ponctuels /organiques  
- méthane



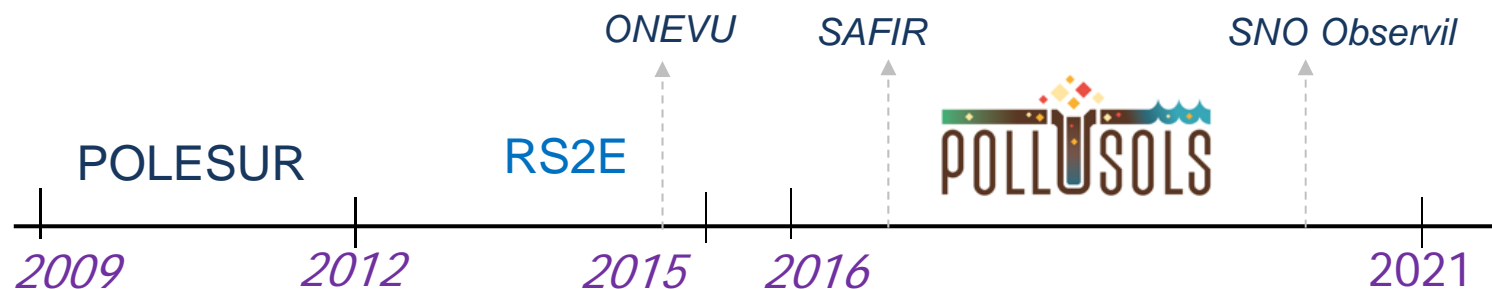
(Antea 2005)

# La spécificité d'un site à intérêt scientifique fort

- Milieu urbain en cours de réaménagement
- Proximité de la Loire, zone Natura 2000
- 
- Pollutions multiples (inorganique et organique)
- Hétérogénéités verticales et horizontales (milieu très remanié)
- Difficulté : étendue et complexité du site



# Caractériser l'impact environnemental de la pollution : une démarche sur le long terme



## Diagnostic Sols et Eaux

- Historique du site
- Géologie & hydrogéologie
- Caractérisation massif
- Réseau de suivi eaux
  - Nappes et écoulement
  - Micropolluants classiques
  - Extension latérale et verticale du panache de pollution

## Polluants émergents

- Substances médicamenteuses et phytosanitaires
- Autres substances émergentes
- Antibiorésistance

## Variabilité des transferts

- Evolution saisonnière du niveau des nappes
- Evolution temporelle de la qualité des eaux souterraines

- Essais pompage
- Transferts colloïdaux

## Usages du site

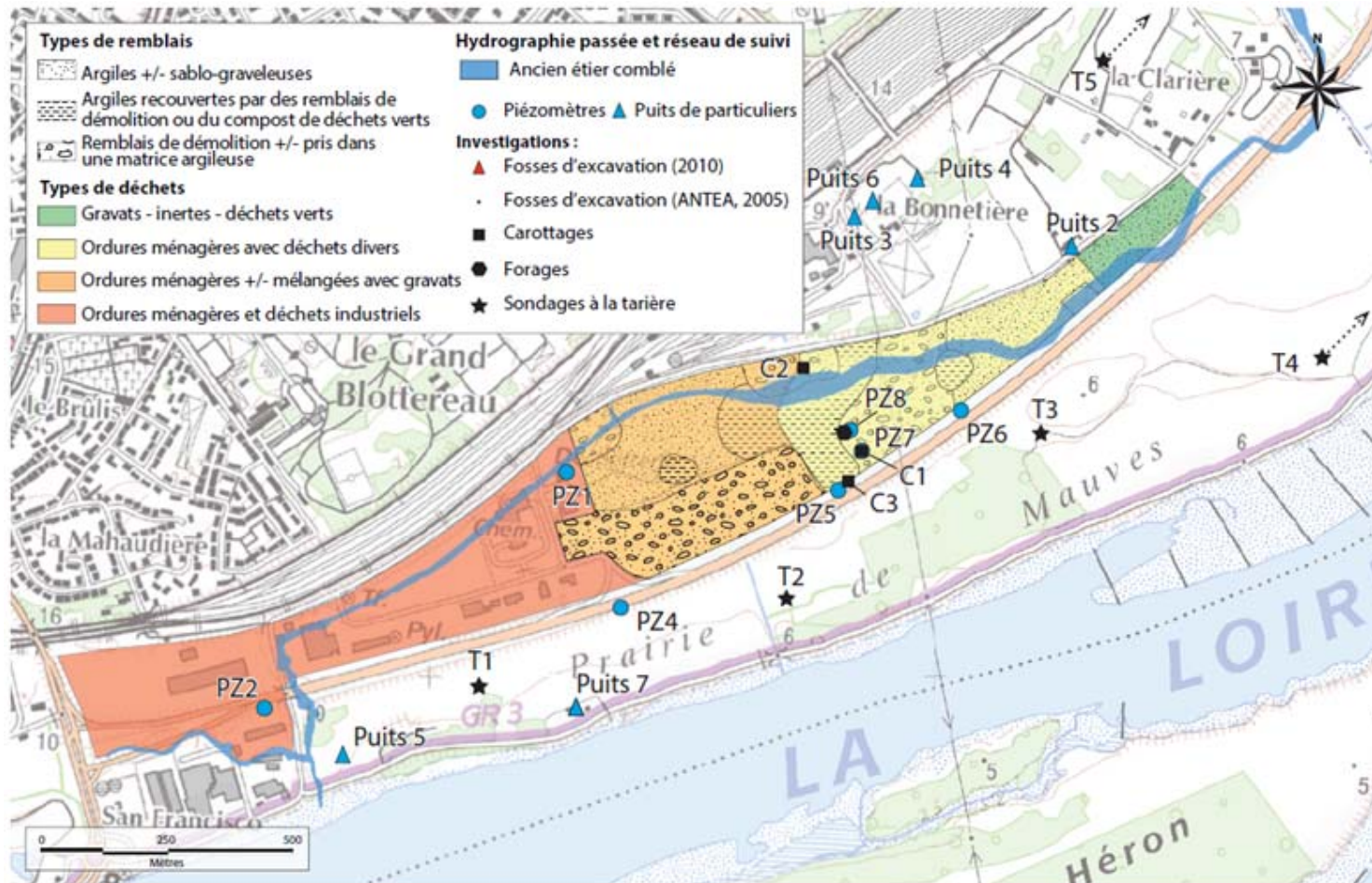
## Schéma conceptuel du site

Modèle Source – Transferts – Cibles

## Concentrations et évolution spatiale HAP/subs. médicamenteuses Antibiorésistance

# Diagnostic Sols et Eaux

## Cartographie des déchets, hydrographie et investigations



(Lotram 2012)

# Diagnostic Sols et Eaux



Phases solides :  
Déchets, sols/sous-sols

Phases liquides :  
lixiviats, eaux souterraines

**Investigations**  
**Echantillonnage**



Piezomètres

**Caractérisation**  
**in-situ et au**  
**laboratoire**




Typologie des déchets  
Granulométrie  
Analyses chimiques  
Minéralogie

Eaux brutes, filtrées  
Mesures et analyses  
physico-chimiques

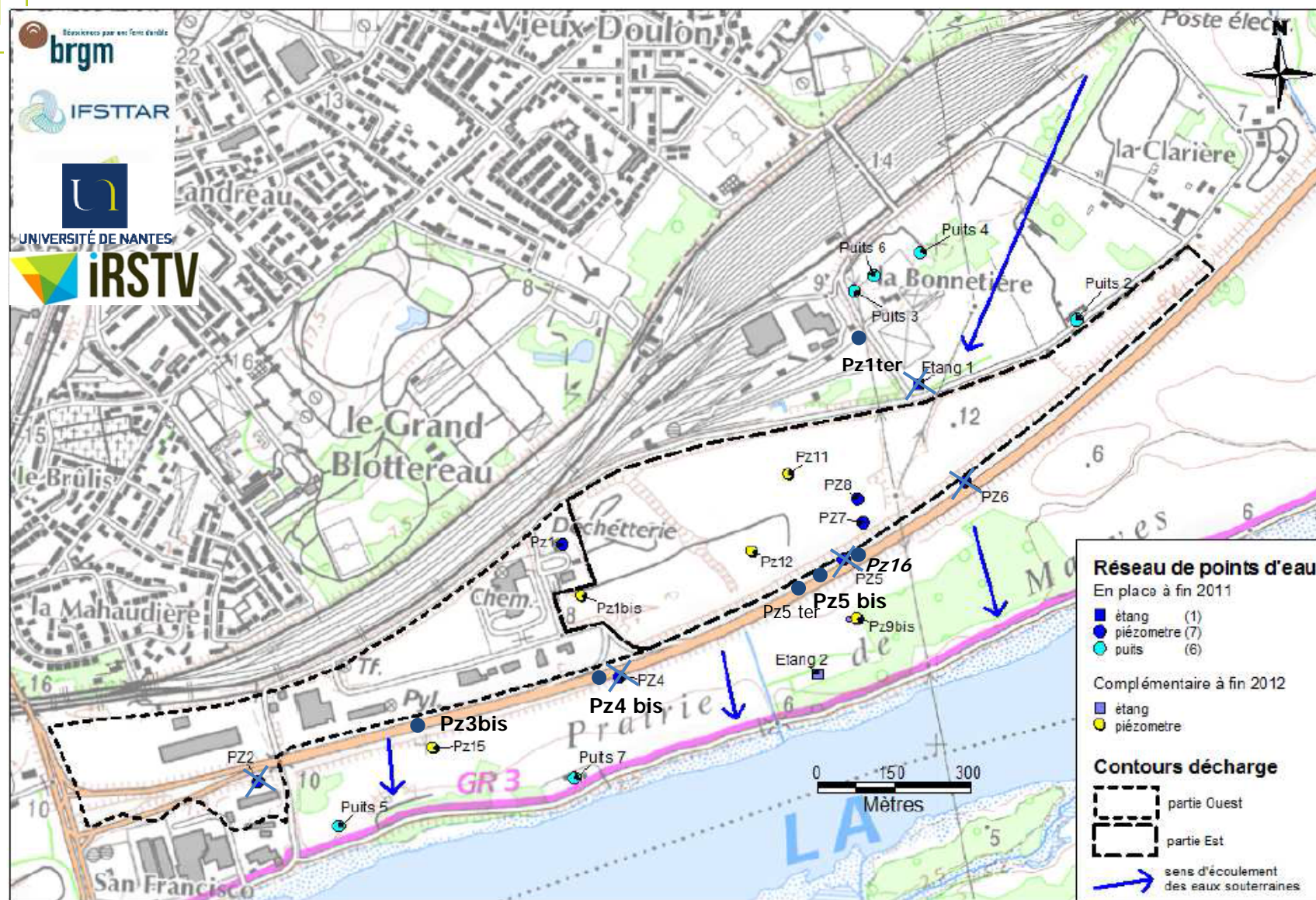


# Programme de suivi des eaux souterraines

Suivi	Paramètres non conservatifs (in-situ)	Paramètres conservatifs inorganiques	Paramètres conservatifs organiques	Autres paramètres
Réglementaire (2 fois /an)	Température, conductivité, pH	Certains anions majeurs (sulfates, chlore, nitrates,...) Azote ammoniacal Certains métaux, métalloïdes (Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, Pb, Fe, Hg, As)	Indice hydrocarbures Indice phénols	MES DCO DBO5 NTK  Niveau piézométrique
Projet POLESUR 2008-2011	Idem + Eh, O <sub>2</sub> dissous (1 fois tous les 2 mois)	Anions et cations majeurs Métaux/métalloïdes (Ag, As, Ni, Pb, Zn)	Indice hydrocarbures, Indice phénols, BTEX, HAP, PCB, COHV	COT/COD DCO/DBO5 NTK Niveau piézométrique
Projet RS2E-OSUNA 2012-2015  2016-2019	Idem + Eh, O <sub>2</sub> dissous (pas de temps horaire)  <b>Sondes multiparamètres</b>	Anions et cations majeurs  Métaux, métalloïdes (Ag, As, Ni, Pb, Zn)  <i>Spéciation physique</i>	Indice hydrocarbures, <b>HAP</b> , BTEX, <b>Substances médicamenteuses</b> phytosanitaires Autres émergents	COT/COD Niveau piézométrique





# Réseau de surveillance des eaux souterraines



# Déchets, remblais et formations géologiques



## Matériaux anthropiques

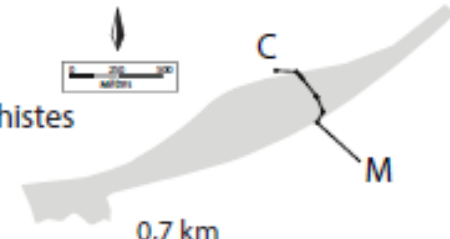
-  Remblais divers
-  Ordures ménagères

## Dépôts alluvionnaires

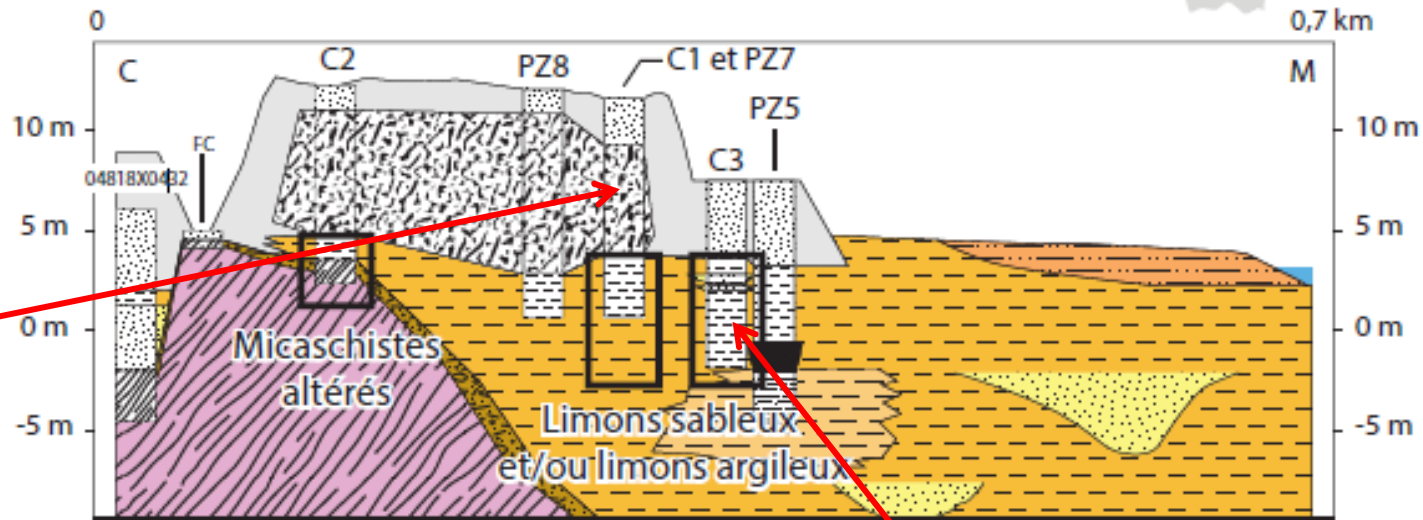
-  Sables
-  Argiles vasardes
-  Argiles sableuses
-  Tourbes
-  Limons
-  Sables limoneux

## Socle

-  Micaschistes
-  Altérites de micaschistes



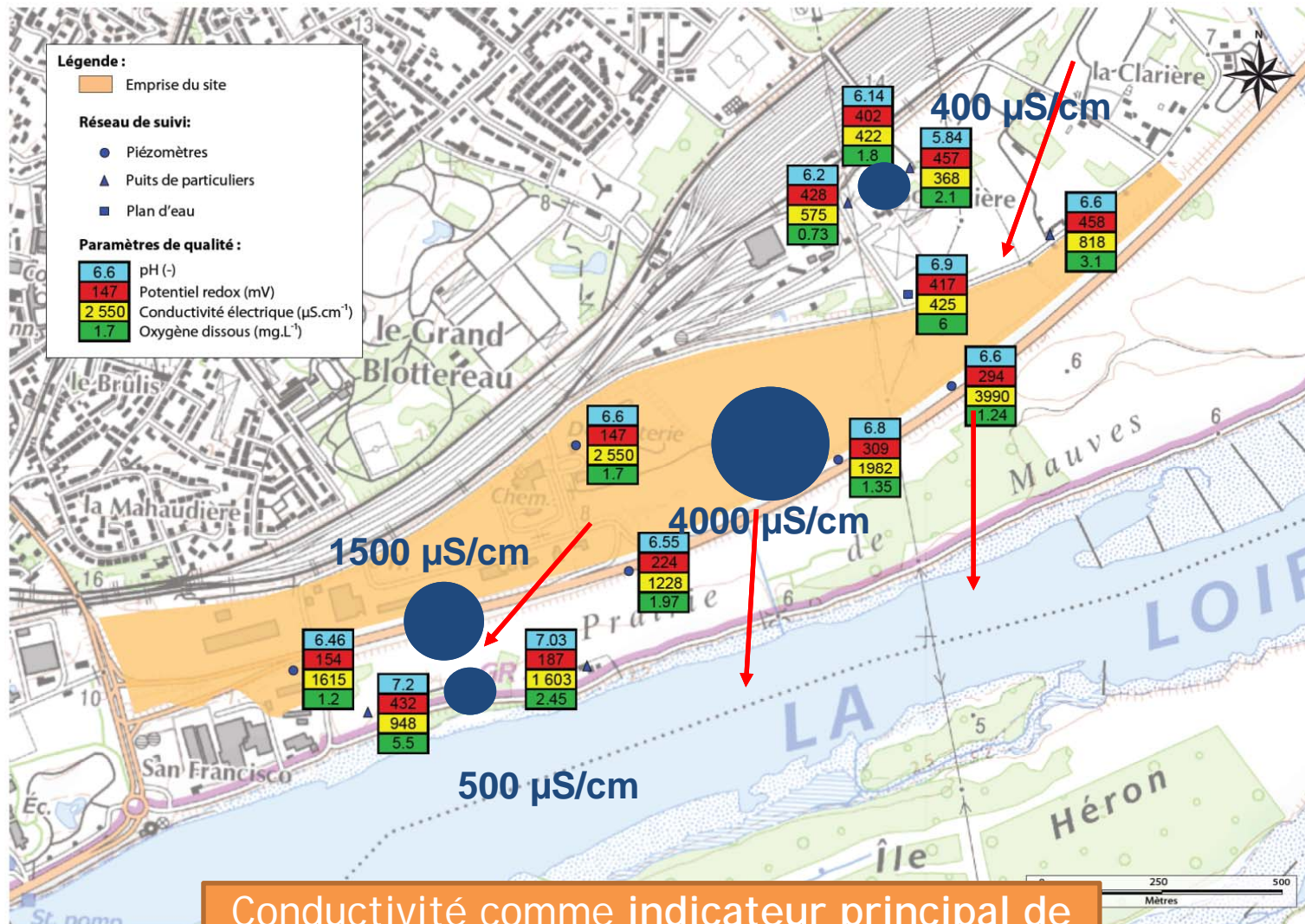
A. Biczysko



(Lotram 2012)



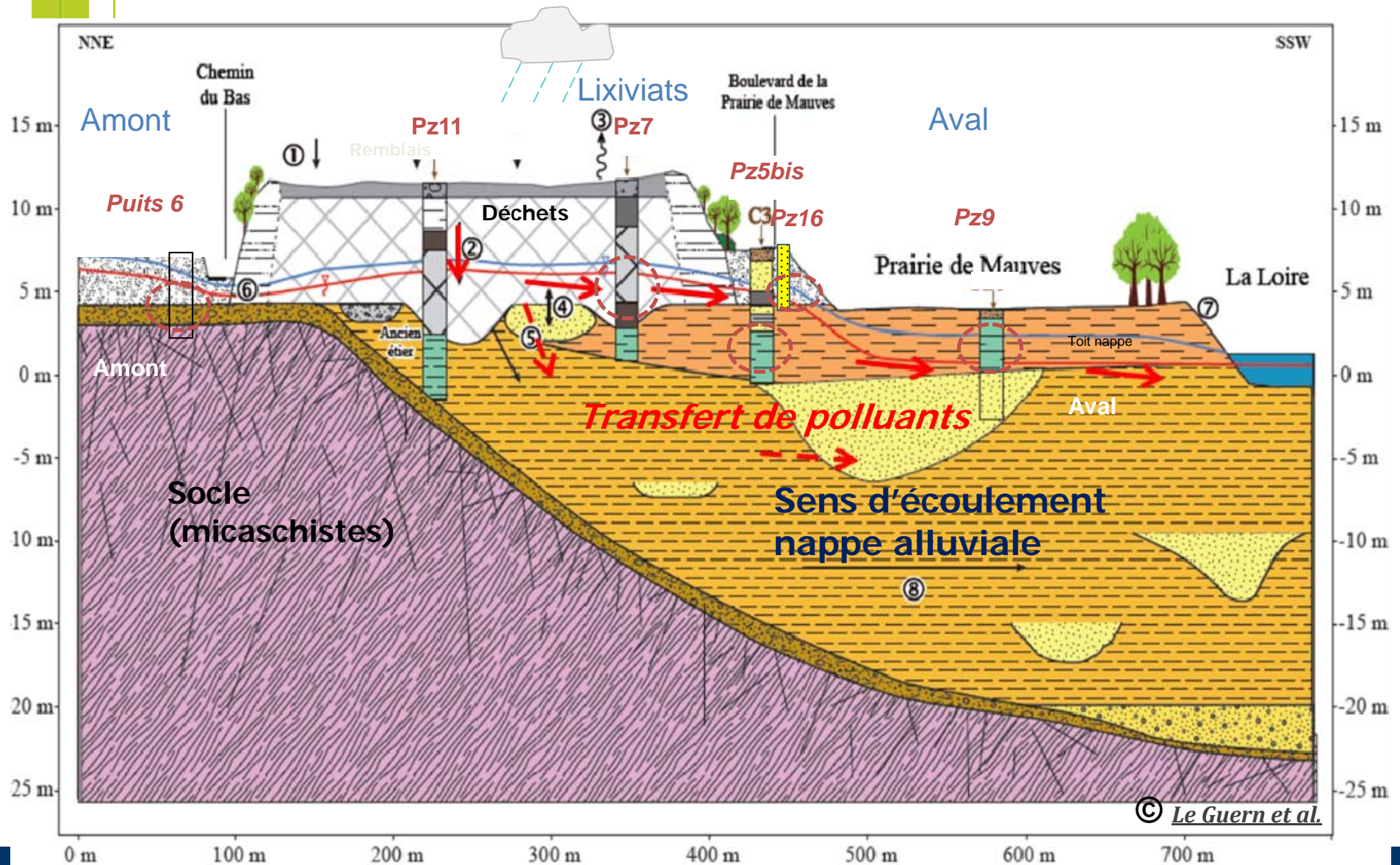
# Paramètres physico-chimiques eaux souterraines



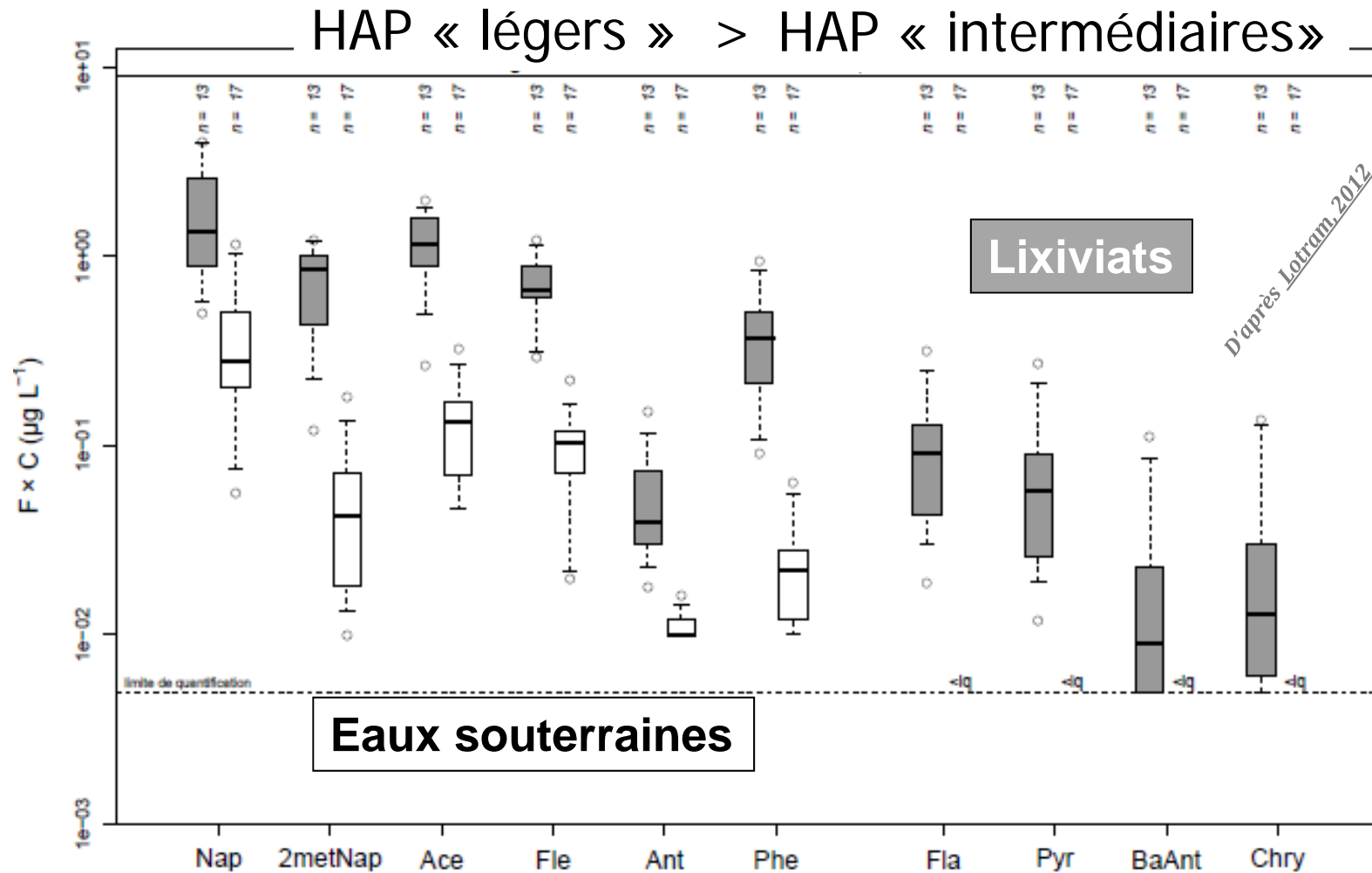
Conductivité comme indicateur principal de l'extension du panache

Conception et réalisation : Y. LOTRAM (janvier 2011)  
Sources : IFSTTAR, IGN

# Schéma conceptuel de transfert



# Concentrations en HAP - Décharge/nappe

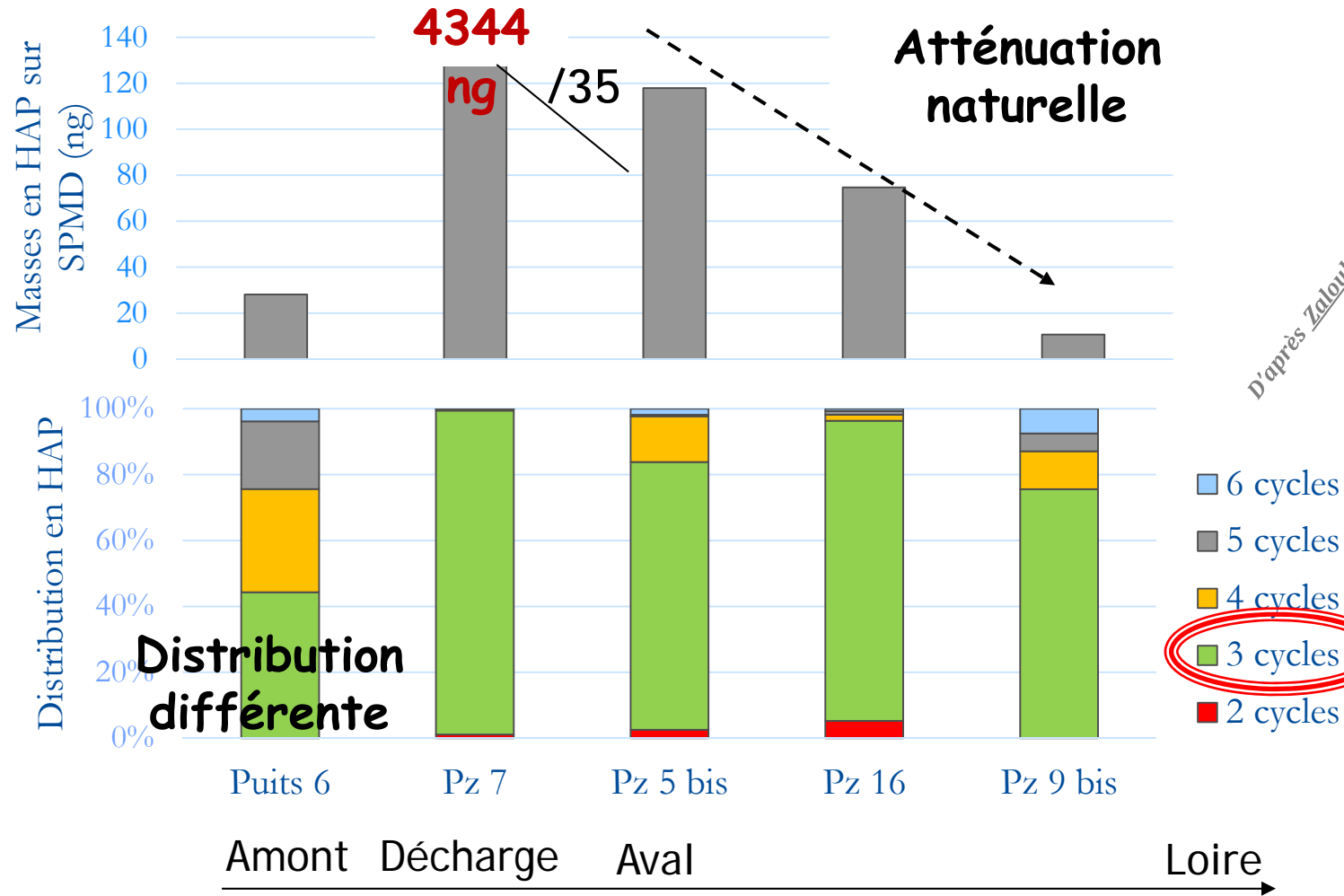


F facteur de dilution ~ 2

Fin de méthanogénèse



# Evolution des HAP - Eaux souterraines



*D'après Zalouk et al. 2018*

SPMD semi-permeable membrane devices

# Substances pharmaceutiques et autres émergents

Maximum concentration (µg/L)	Pz7	Littérature	Eaux sout. France
Fenofibric acid <sup>(6)</sup>	0,531		0,15
Bezafibrate <sup>(6)</sup>	0,180	0,0258	NV
Carbamazepine <sup>(4)</sup>	0,108	0,136/0,556/ 2,59	0,083
Clotrimazole <sup>(8)</sup>	0,086	0,0015	NV
Diclofenac <sup>(1)</sup>	0,956	0,38	0,024
Diazepam <sup>(2)</sup>	0,035	0,0351	NV
Furosemide <sup>(3)</sup>	0,451		0,19
Gemfibrozil <sup>(6)</sup>	0,303	0,277/0,751	0,008
Ibuprofene <sup>(1)</sup>	5,763	0,0575/0,988/ 3,1/6,88/23,2/ 705	0,067
Ketoprofene <sup>(1)</sup>	1,096	NV	0,35
Methylparabene <sup>(7)</sup>			
O-desmethylnaproxene <sup>(1)</sup>	4,981		NV
Benzotriazole <sup>(9)</sup>	1,670		
Bisphenol A <sup>(10)</sup>	180	0,84/25,2/ 6380	11,99
Tolyltriazole <sup>(9)</sup>	0,87		0,66
Triclosan <sup>(10)</sup>	0,104	/0,21/42,3	NV

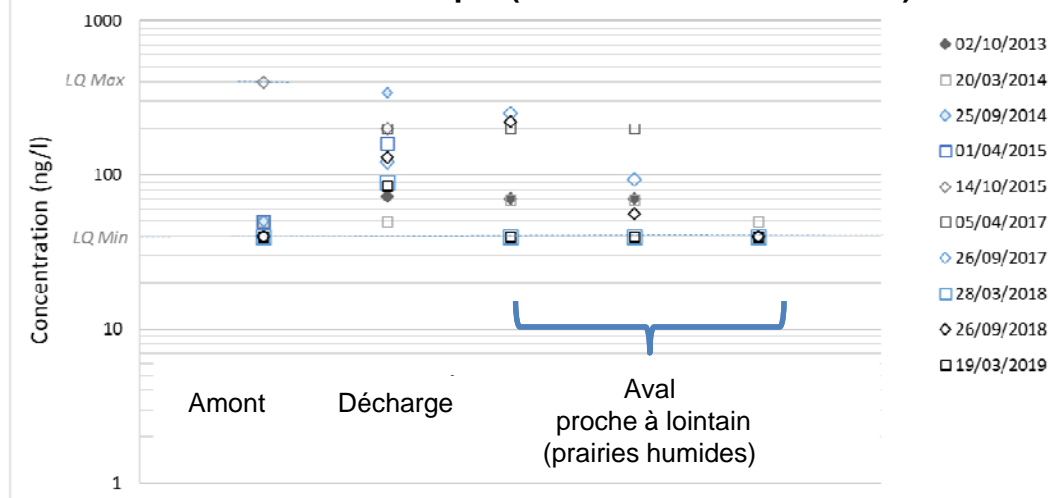
Substance	Famille
Diclofenac Ibuprofene Kétoprofène O-desméthyl naproxène	Analgésiques
Lorazépam	Antipsychotiques
Furosémide	Diurétique
Carbamazepine	Antiépileptique
	Antibiotiques ●
Tolyltriazole	
Acide fenofibrique Bezafibrate Gemfibrozil Fénofibrate	Hypolipémiants
Bisphenol A	perturbateur endocrinien

D'après Le Guern et al. 2016

↓ **Transfert/Rétention**

# Evolution spatiale des émergents

## Acide fénofibrique (métabolite du fénofibrate)



*D'après Le Guern et al., 2020*

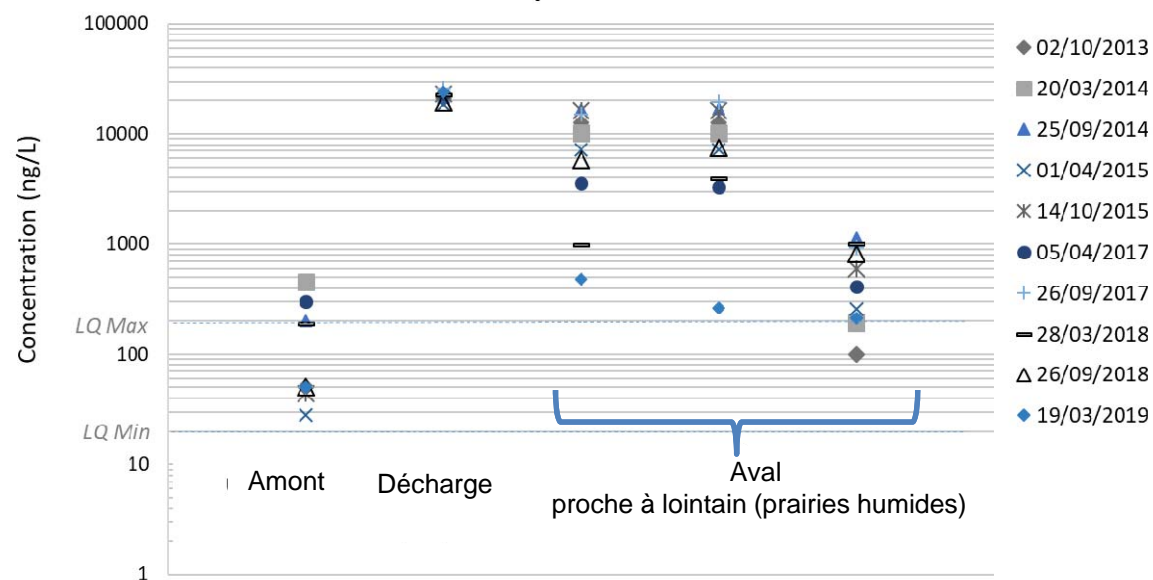
**SOURCE : plastiques**

Déterminants :

- Adsorption sur matière organique ( $K_{oc}/K_{ow}$ )
- (Bio)dégradation

Dilution dans la nappe alluviale

## Bisphénol A



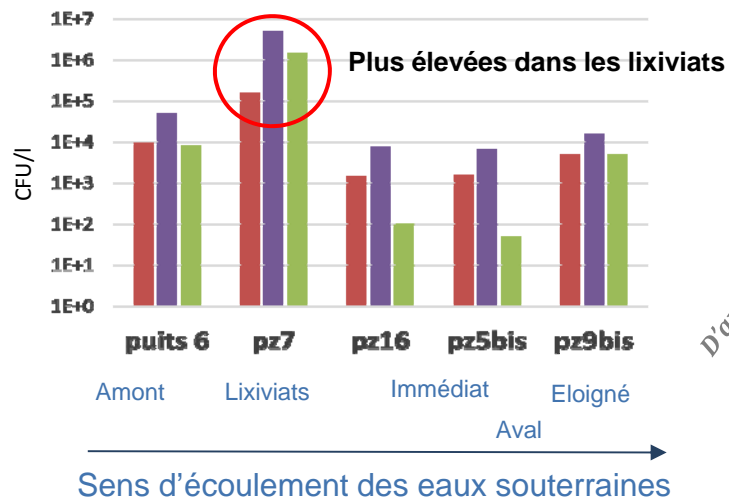


# Devenir de l'antibiorésistance

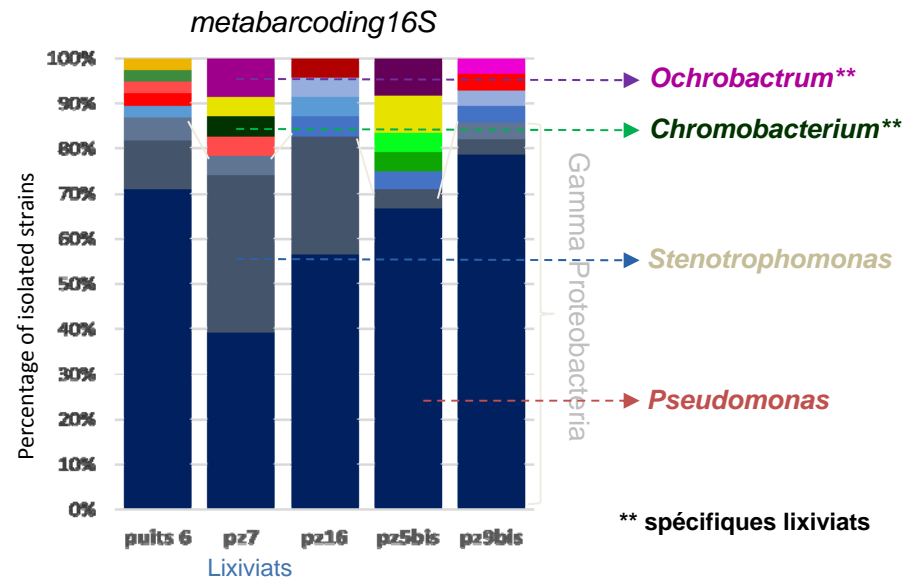
## Abondance des bactéries antibiorésistantes

## Diversité des communautés totales

3 milieux de culture : *drigalski/ceftazidime*, *ESBL*, *CARBA*



D'après Aujoulat et al., 2019



Abondance plus élevée dans les lixiviats qu'en aval (même immédiat) de la décharge

Quelques souches (\*\*) isolées spécifiques aux lixiviats

Contact : fabien.ajoulat@umontpellier.fr

# Conclusions et perspectives

- Conformité réglementaire MAIS certains émergents présents dans les eaux souterraines
  - Rétention des métaux/métalloïdes en aval proche
  - Atténuation naturelle vs transfert HAP légers/bisphénol
- Bancarisation en cours : 10 ans de données
  
- Autres substances : PFAS, métabolites...
- Travaux sur antibiorésistance à poursuivre
- Impact sur la biodiversité microbienne des eaux
- Influence des fluctuations saisonnières de la nappe sur les transferts de polluants > réversibilité des piègeages



Merci pour votre attention !



- [beatrice.bechet@univ-eiffel.fr](mailto:beatrice.bechet@univ-eiffel.fr)
- [c.leguern@brgm.fr](mailto:c.leguern@brgm.fr)

