



**HAL**  
open science

# L'infiltration des eaux pluviales : un outil de maîtrise à la source des flux polluants ?

Damien Tedoldi

► **To cite this version:**

Damien Tedoldi. L'infiltration des eaux pluviales : un outil de maîtrise à la source des flux polluants ?. Séminaire Bâtiment Durable, Mar 2017, Bruxelles, Belgique. hal-01666237

**HAL Id: hal-01666237**

**<https://enpc.hal.science/hal-01666237>**

Submitted on 18 Dec 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Séminaire Bâtiment Durable

# GESTION DES EAUX PLUVIALES

22 mars 2017

## L'infiltration des eaux pluviales : un outil de maîtrise à la source des flux polluants ?

Damien TEDOLDI

Laboratoire Eau, Environnement, Systèmes Urbains





# INTRODUCTION

- Évolution des problématiques liées à l'infiltration

Quels risques pour la qualité des eaux souterraines ?

Vers un contrôle à la source des flux polluants ?

Optimiser la conception et la maintenance ?





# INTRODUCTION

- Évolution des problématiques liées à l'infiltration
- Évolution des pratiques !
- De nouveaux critères donnés aux aménageurs
  - D'un objectif hydrologique à un objectif de qualité
- De nouvelles terminologies : « biorétention », « biofiltration », « *low impact development* »...





# PLAN DE LA PRÉSENTATION

- I. Quelques éléments de contexte
- II. Le sol peut-il retenir tous les polluants ?
- III. Méthodologie générale de la thèse
- IV. Quelques résultats
- V. Quelles bonnes pratiques ?





# I. ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

- De quels contaminants parle-t-on ?
- Lessivage des surfaces urbaines





# I. ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

- Contamination **diffuse** : des concentrations modérées mais des volumes importants
- Quelques ordres de grandeur : ratios  $C/C_{Seuil}$

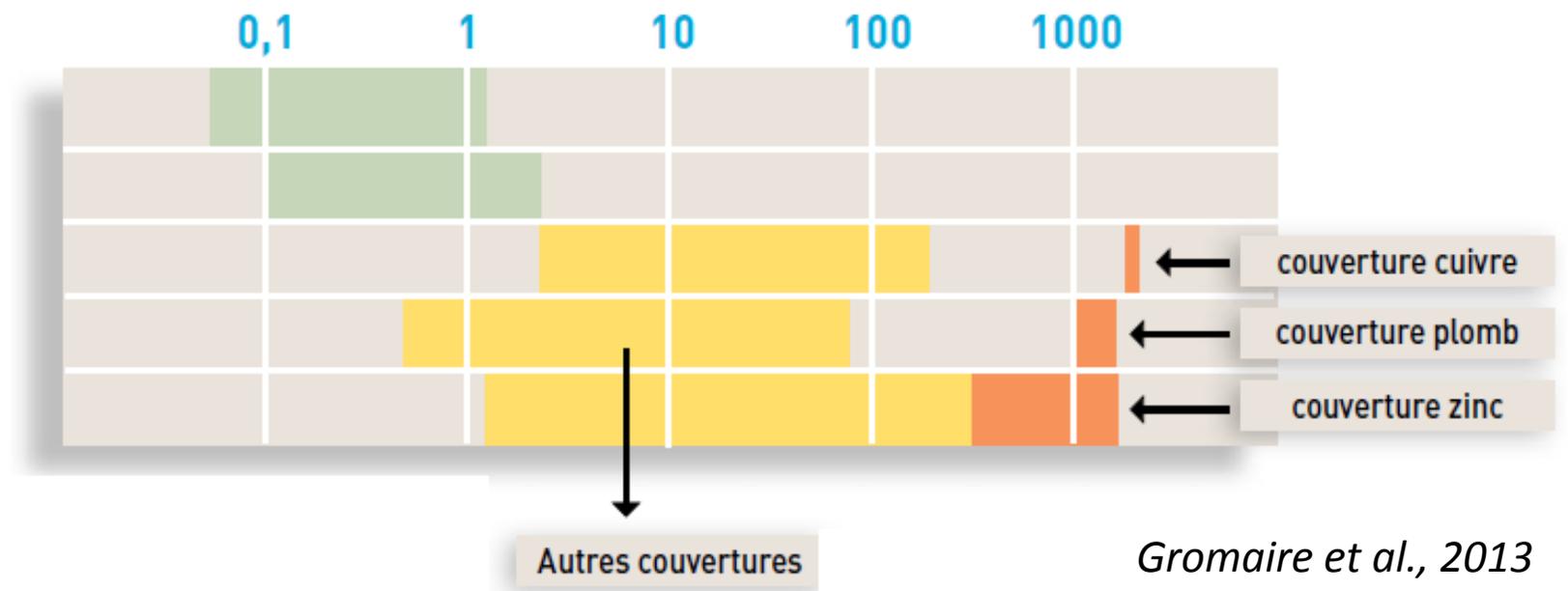
**MES** :  $C_{Seuil} = 50 \text{ mg/L}$

**DCO** :  $C_{Seuil} = 30 \text{ mg/L}$

**Cu dissous** :  $C_{Seuil} = 1 \text{ } \mu\text{g/L}$

**Pb dissous** :  $C_{Seuil} = 7,2 \text{ } \mu\text{g/L}$

**Zn dissous** :  $C_{Seuil} = 7,8 \text{ } \mu\text{g/L}$

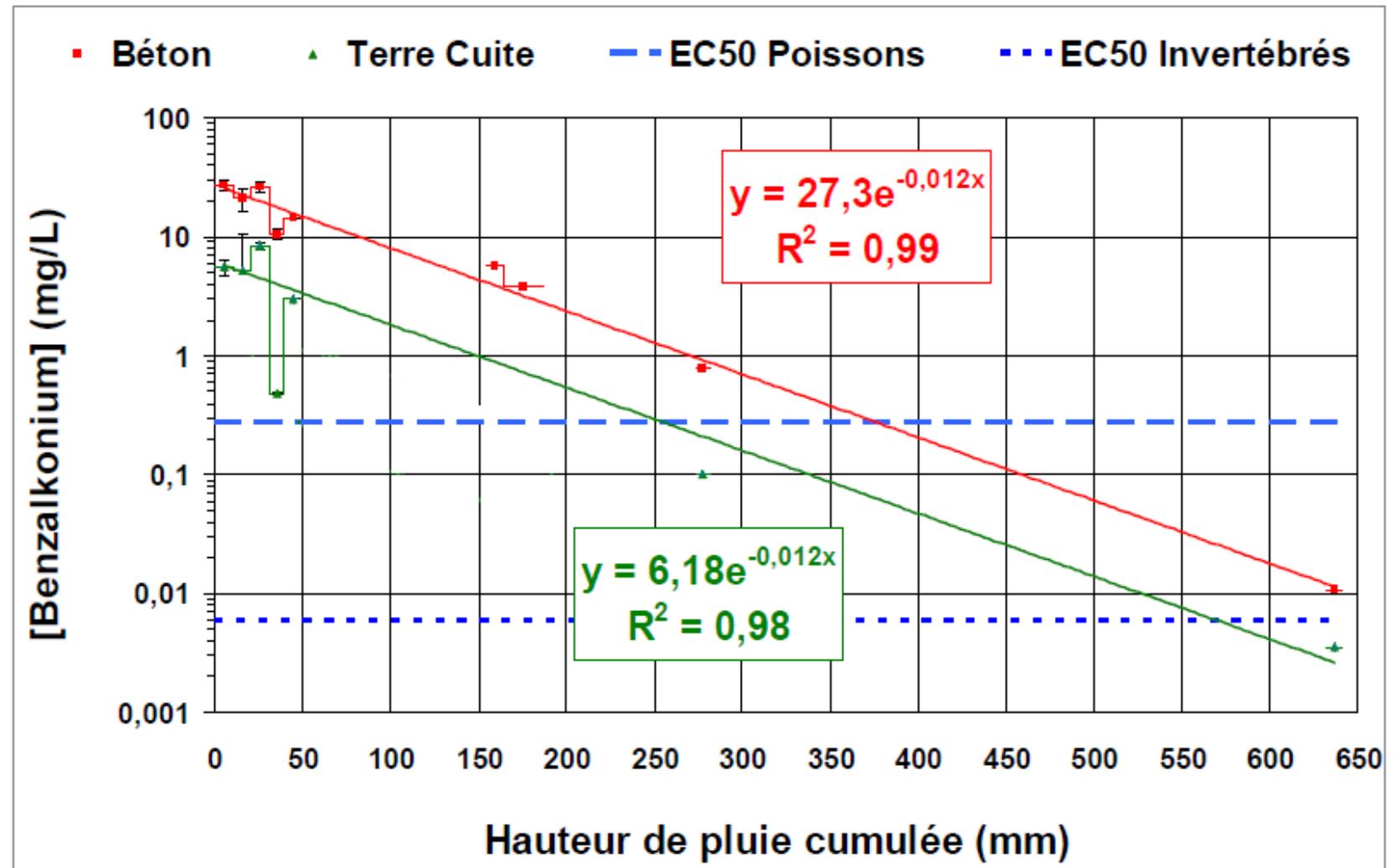


- En termes de **flux** vers les ouvrages d'infiltration :
  - ▶ **Cu** :  $\sim 1 \text{ g/m}^2/\text{an}$
  - ▶ **Zn** :  $\sim 10 \text{ g/m}^2/\text{an}$



# I. ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

- Un autre exemple : dynamique d'émission des biocides utilisés sur les toitures

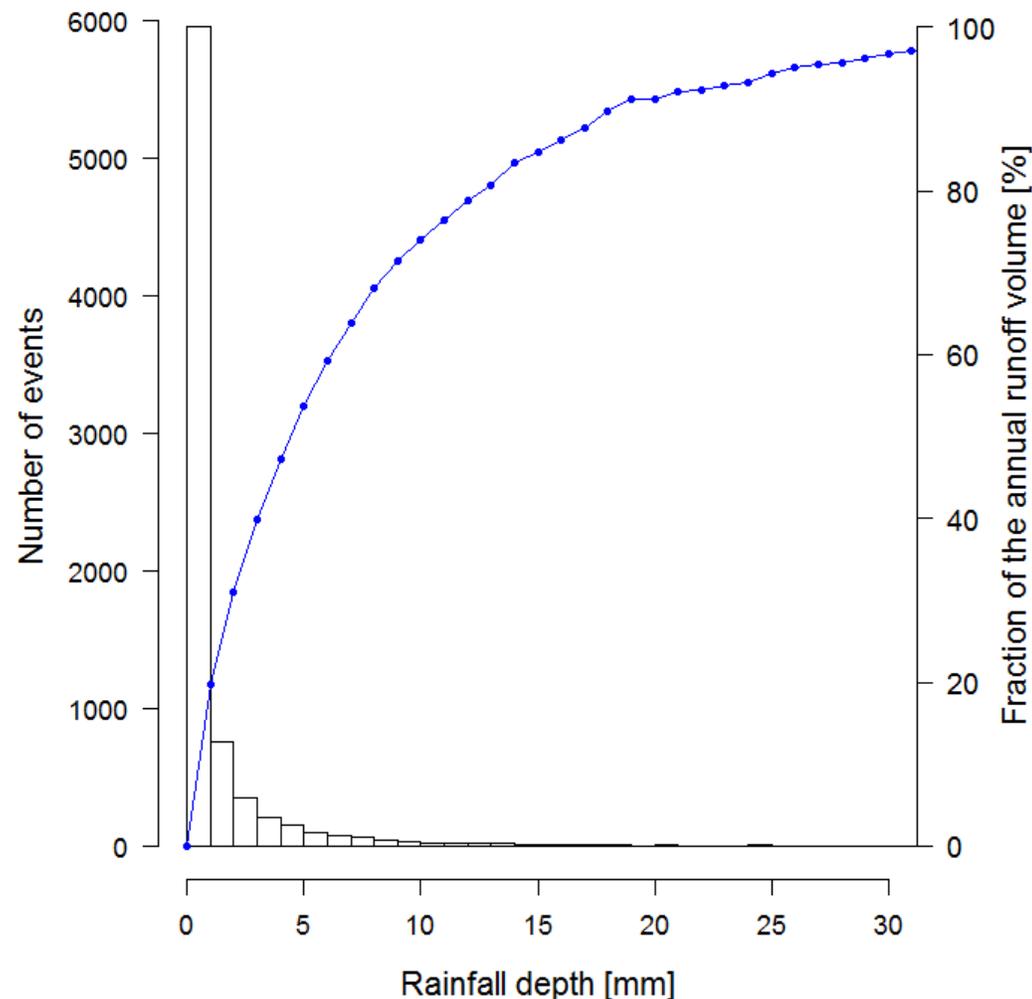


Thèse A. Van de Voorde, 2012



# I. ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

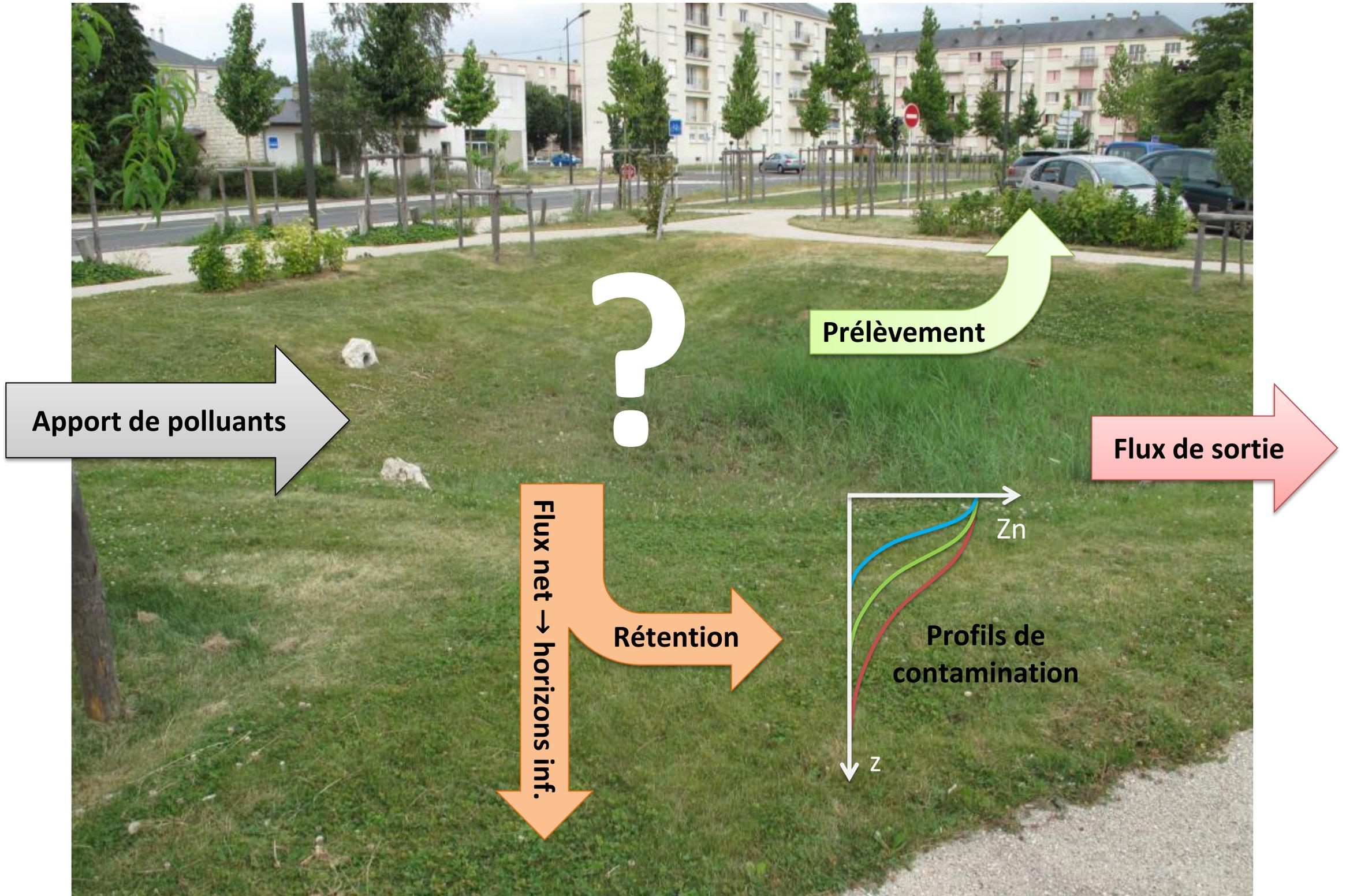
- Problématique liée aux toitures vertes : sources potentielles de DCO, nutriments...
- Une contamination générée essentiellement par les « petits » événements pluvieux



*Tedoldi et al., 2017*



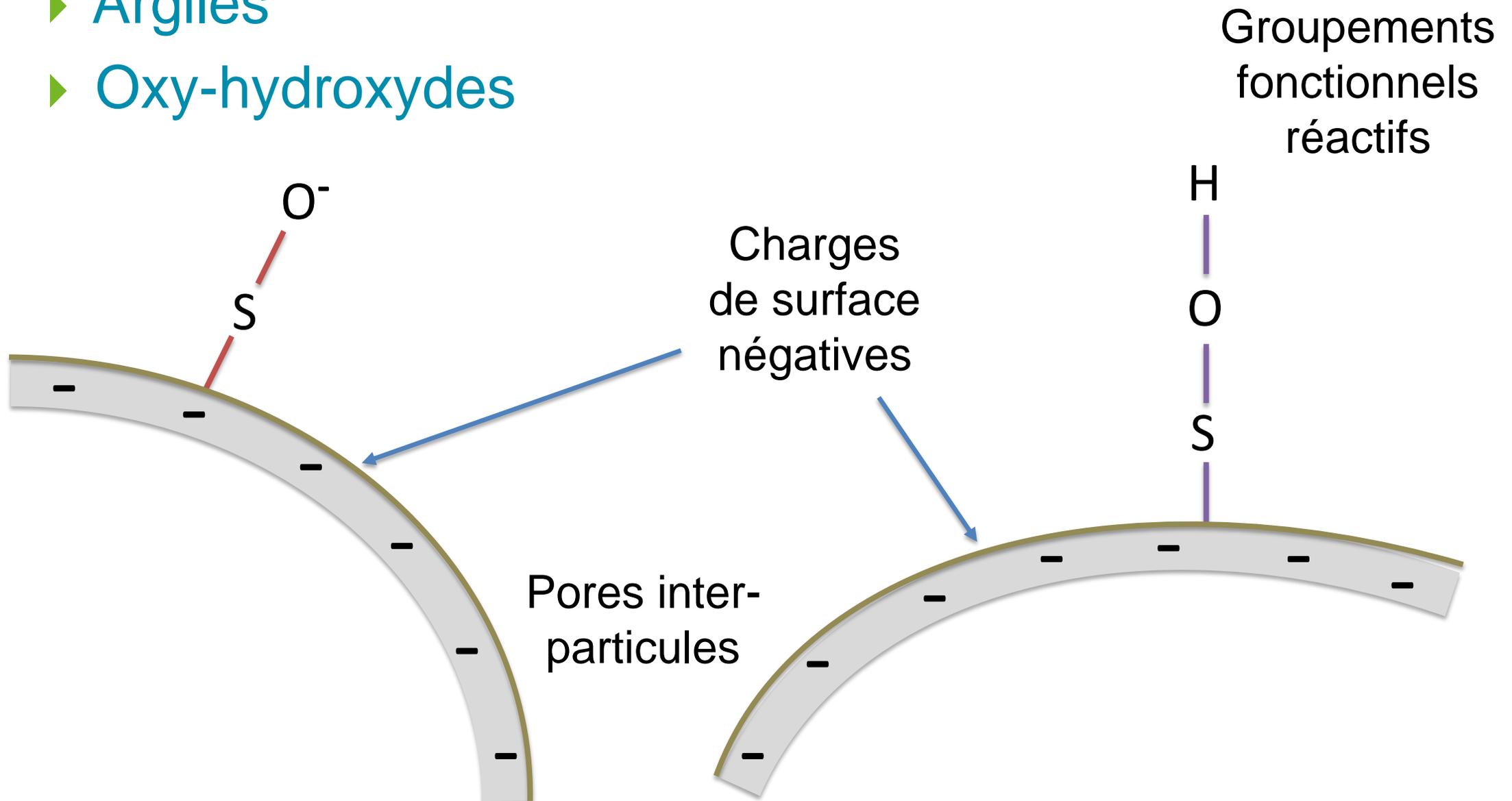
# I. ÉLÉMENTS DE CONTEXTE





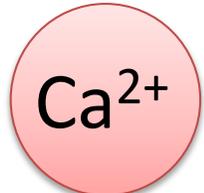
## II. MÉCANISMES DE RÉTENTION

- Trois constituants fondamentaux du sol
  - ▶ Matière organique
  - ▶ Argiles
  - ▶ Oxy-hydroxydes



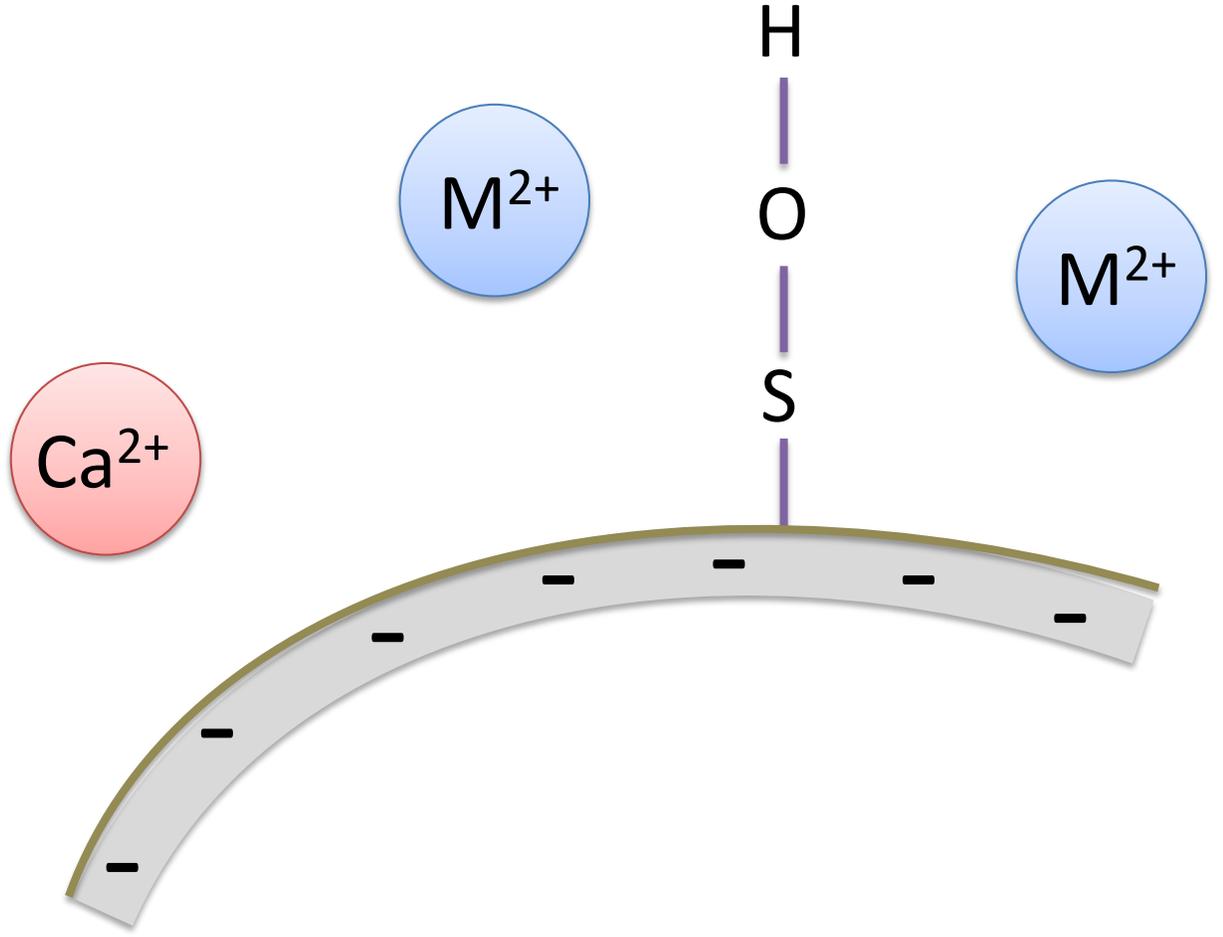
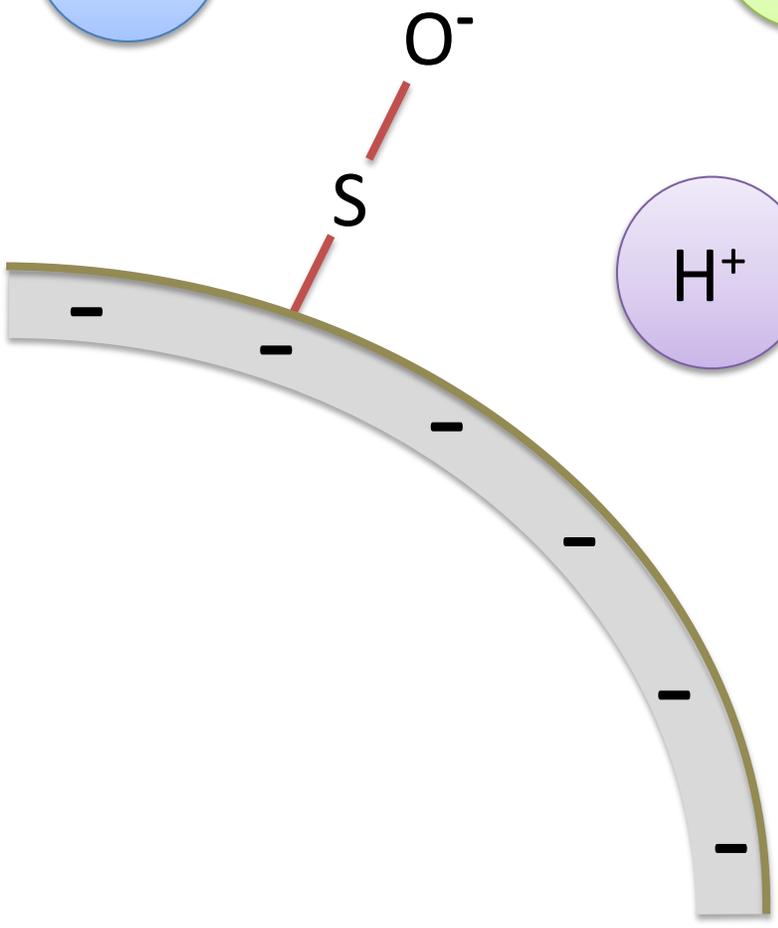
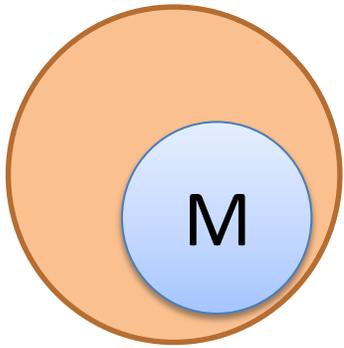


# II. MÉCANISMES DE RÉTENTION



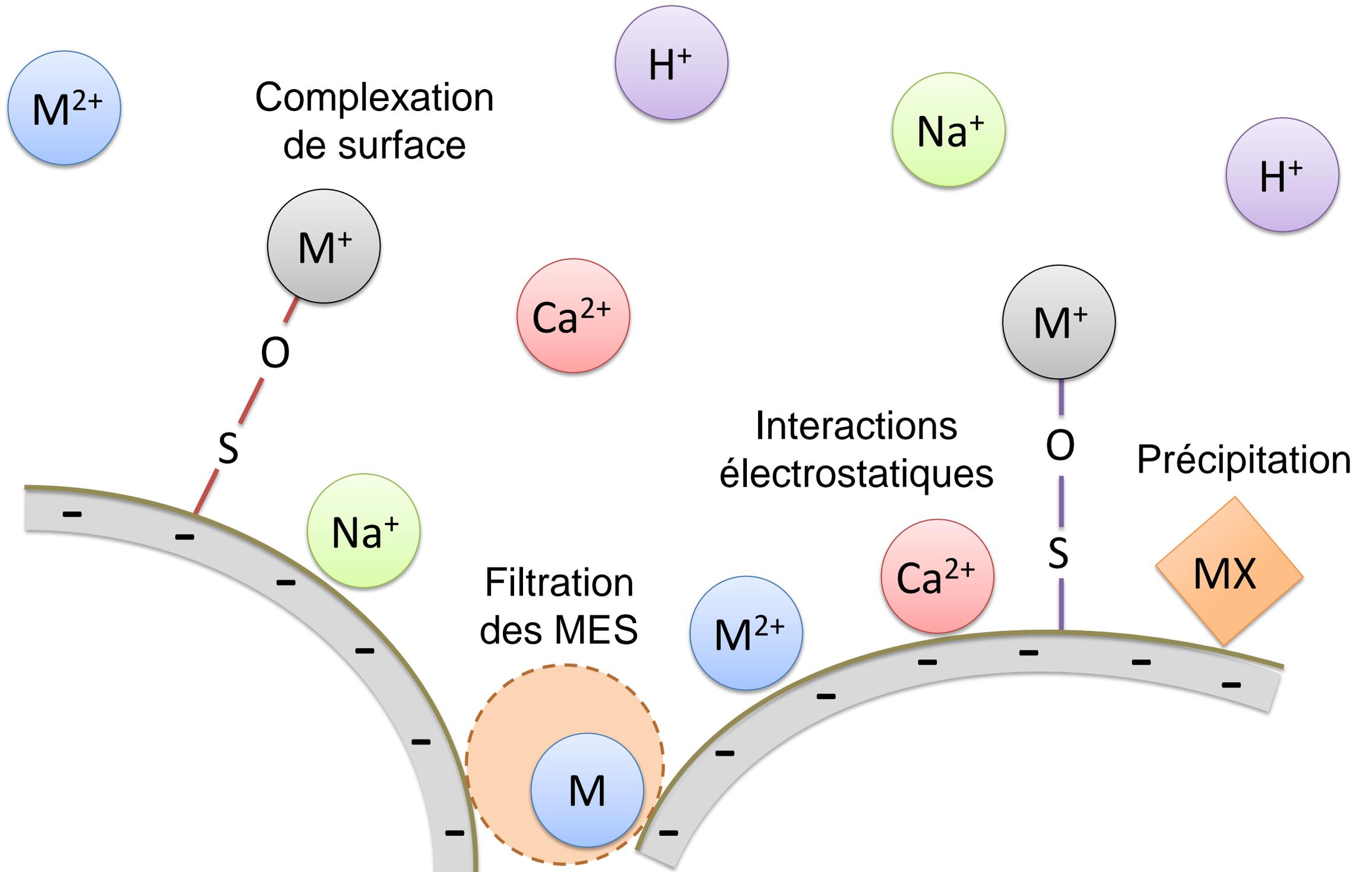
Métaux particuliers

Métaux dissous





# II. MÉCANISMES DE RÉTENTION





## II. MÉCANISMES DE RÉTENTION

- Les **métaux** ne « disparaissent » pas dans le sol
- Remobilisation possible !
  - ▶ Sels de déverglaçage
- Les **polluants organiques** peuvent être dégradés dans le sol, mais...
  - ▶ Cinétique très lente pour la plupart des HAP
  - ▶ Les pesticides et biocides sont hydrophiles  $\Rightarrow$  peu retenus
- **Indicateurs** d'un bon « potentiel de rétention »
  - ▶ Matière organique
  - ▶ Argiles
  - ▶ Sol homogène



## II. MÉCANISMES DE RÉTENTION

- Importance de la **spéciation** des contaminants



On ne peut guère compter sur la **filtration** des MES pour traiter les eaux des toitures !

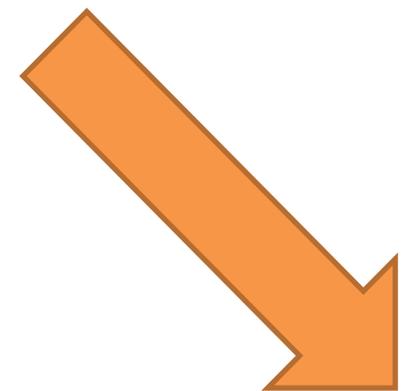
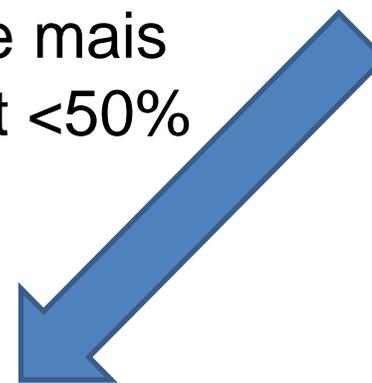
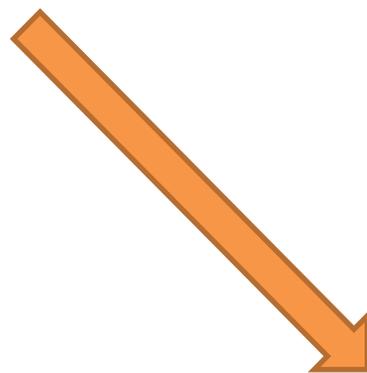
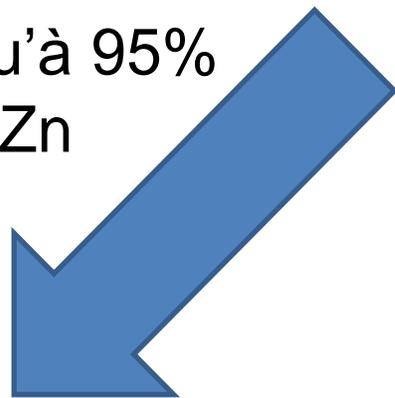


Ruissellement de **toiture**

Ruissellement de **voirie**

Jusqu'à 95%  
pour Zn

Variable mais  
souvent <50%



Dissous

Particulaire

Dissous

Particulaire



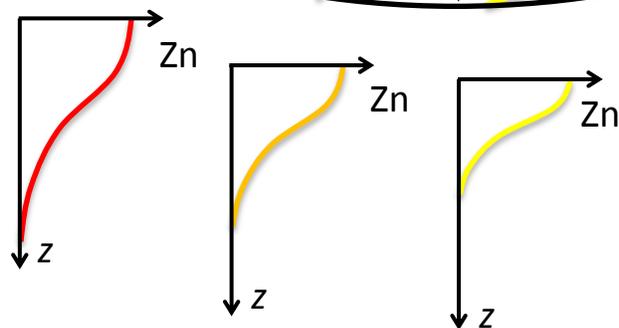
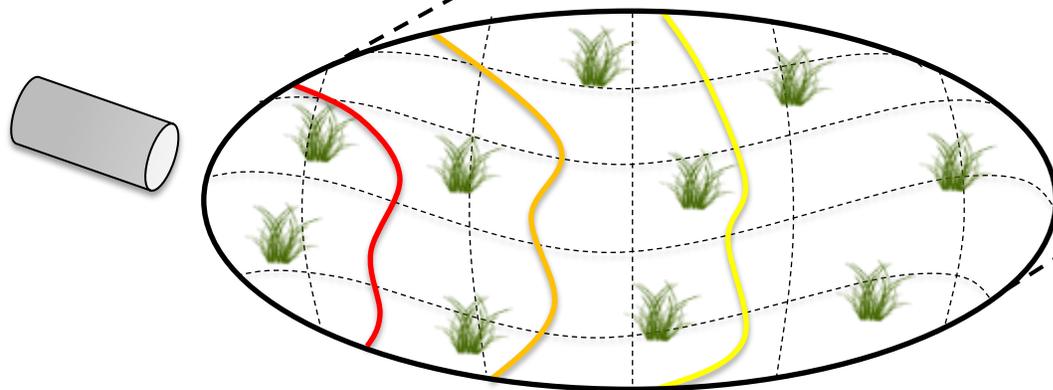
# III. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE





# III. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

## Première phase expérimentale Échantillonnage et analyse de sol en surface



## Seconde phase expérimentale

Carottages et analyse de sol en profondeur





# III. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE



**10 sites d'étude : une diversité...**



# III. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

Bassins d'infiltration



Noues d'infiltration



Bande enherbée



**10 sites d'étude** : une diversité...

➤ ...de types d'ouvrages



# III. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

Tuyau d'arrivée d'eau



Ruissellement superficiel



**10 sites d'étude** : une diversité...

- ...de types d'ouvrages
- ...de modes d'apport

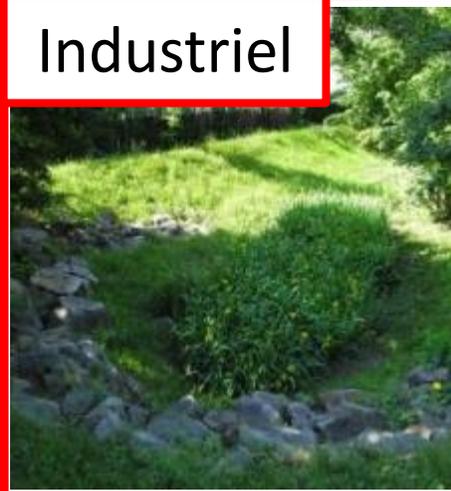


# III. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

Routier



Industriel



Résidentiel



Amont



**10 sites d'étude** : une diversité...

- ...de types d'ouvrages
- ...de modes d'apport
- ...de bassins versants





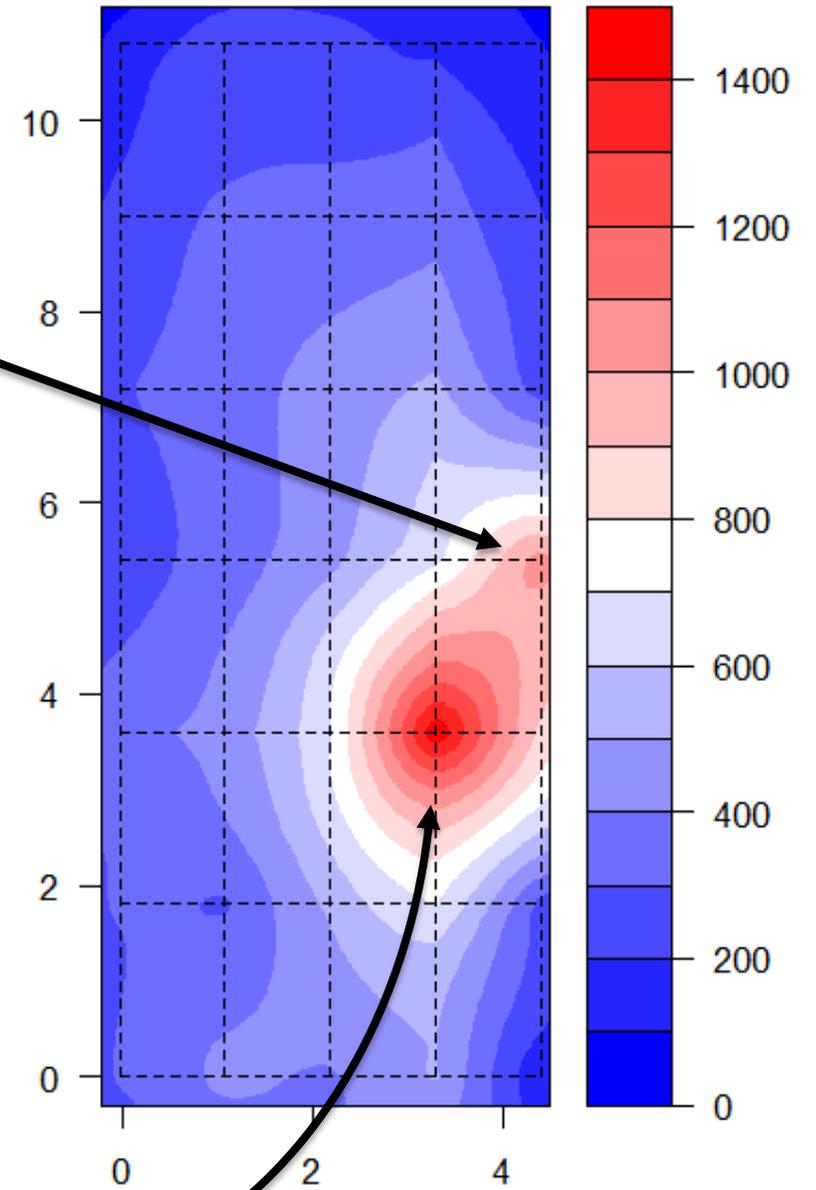




# IV. QUELQUES RÉSULTATS



Zinc [mg/kg MS]



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
CARTE NATIONALE D'IDENTITÉ N° : 9170017042015

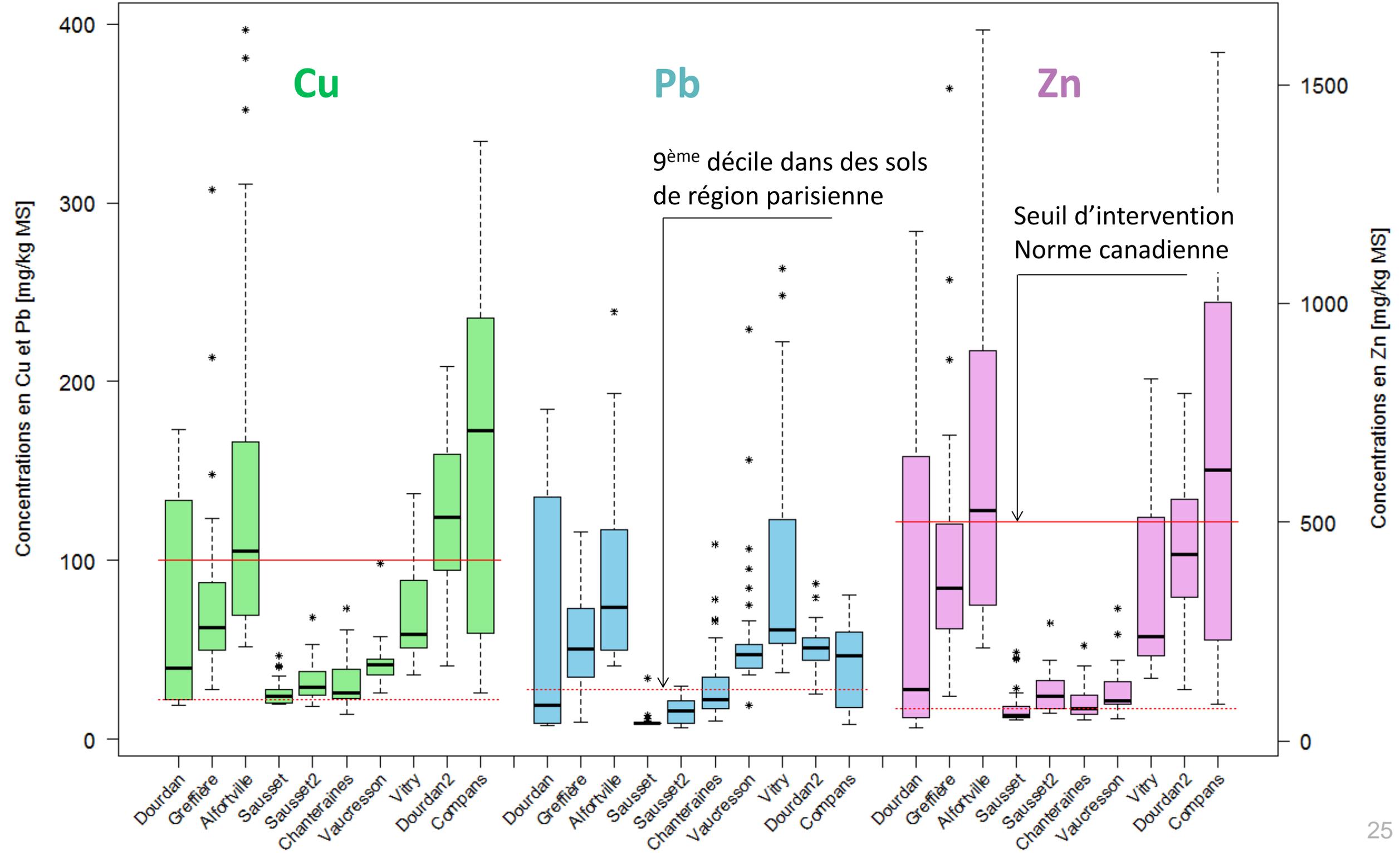
Name: FLEURY  
Type: Infiltration basin  
Age: >25 years  
Dimensions: 12 m × 6 m  
Watershed: Residential area  
Watershed area: 2 ha

Soil texture: Sandy clay loam  
Water inflow: Pipe, Ø300

IDFRA092709



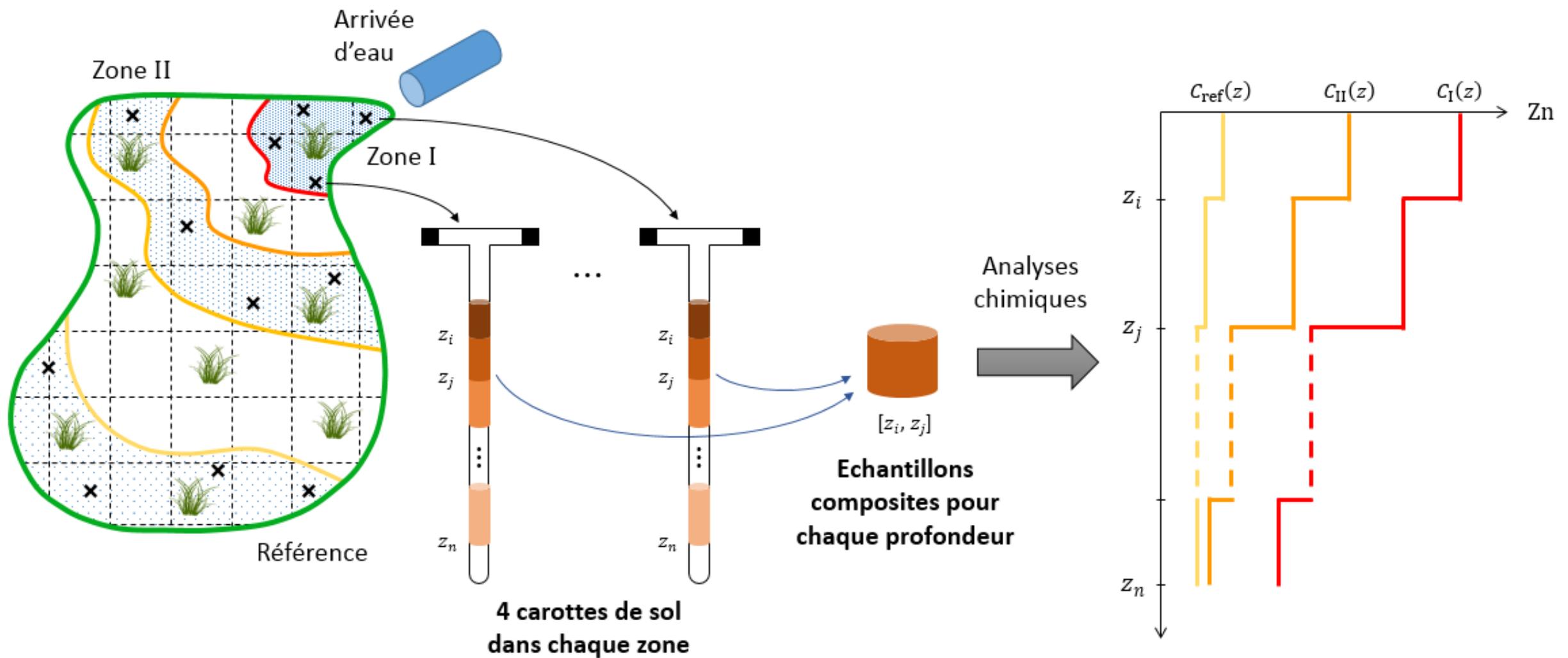
# IV. QUELQUES RÉSULTATS





# IV. QUELQUES RÉSULTATS

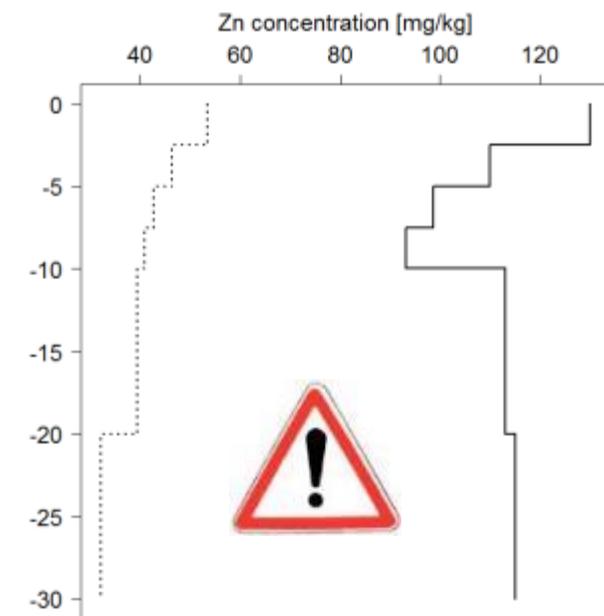
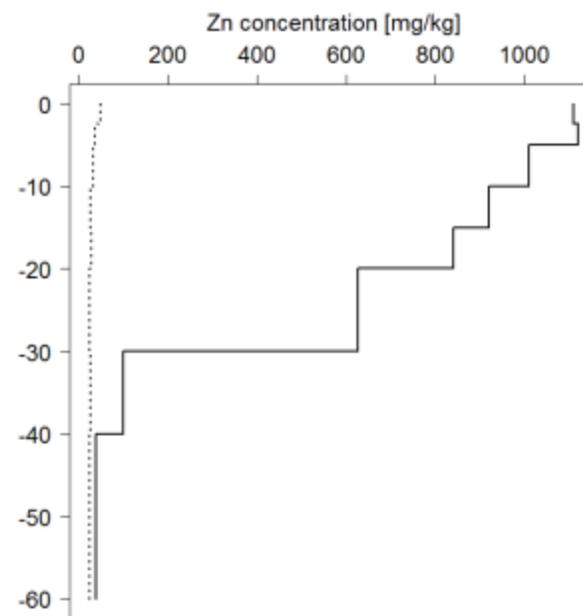
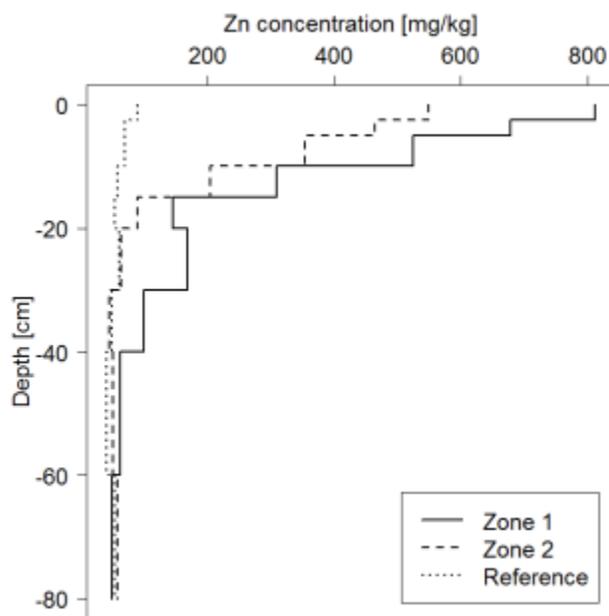
- Étendue en profondeur ?





# IV. QUELQUES RÉSULTATS

- Étendue en profondeur : le cas du zinc





## V. BONNES PRATIQUES ?

- Les concentrations en métaux et HAP peuvent excéder localement les normes de qualité des sols, mais...

Étendue latérale  
< 65% de la  
surface totale

Étendue verticale  
< 40 cm, même  
après 20 ans

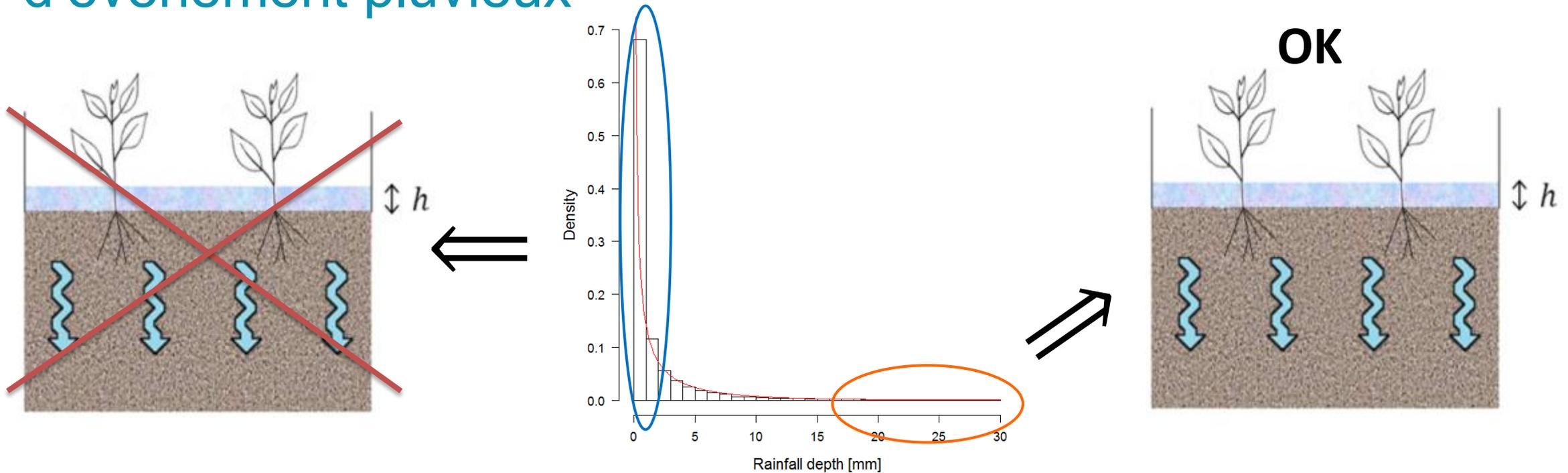
Concentrations  
modérées  $\Leftrightarrow$   
absence de flux

- Le fonctionnement hydrologique conditionne la **variabilité horizontale** de la contamination.
  - ▶ Facilite l'**identification** de la zone contaminée.
- Les caractéristiques du sol et la filtration des MES conditionnent la **distribution verticale** de la contamination.
- Mauvaises capacités de rétention  $\Rightarrow$  concentrations faibles dans le sol mais flux potentiellement importants



## V. BONNES PRATIQUES ?

- Comportement hydraulique différent selon le type d'événement pluvieux



- À l'échelle annuelle, le flux polluant est majoritairement intercepté par la **première surface perméable**.
- Un même ouvrage ne peut pas répondre à un **objectif de traitement** et un **objectif de stockage** !
- Intérêt des chaînes d'ouvrages « bien pensées ».



# CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ

## À éviter !

- Puisards d'infiltration
- Construction d'ouvrages sur
  - un sol trop sableux
  - un sol trop argileux
- Filtre à sable pour traiter des eaux de toitures
- Noue de collecte + système de traitement *en aval*
- Utilisation de biocides et pesticides sur le BV

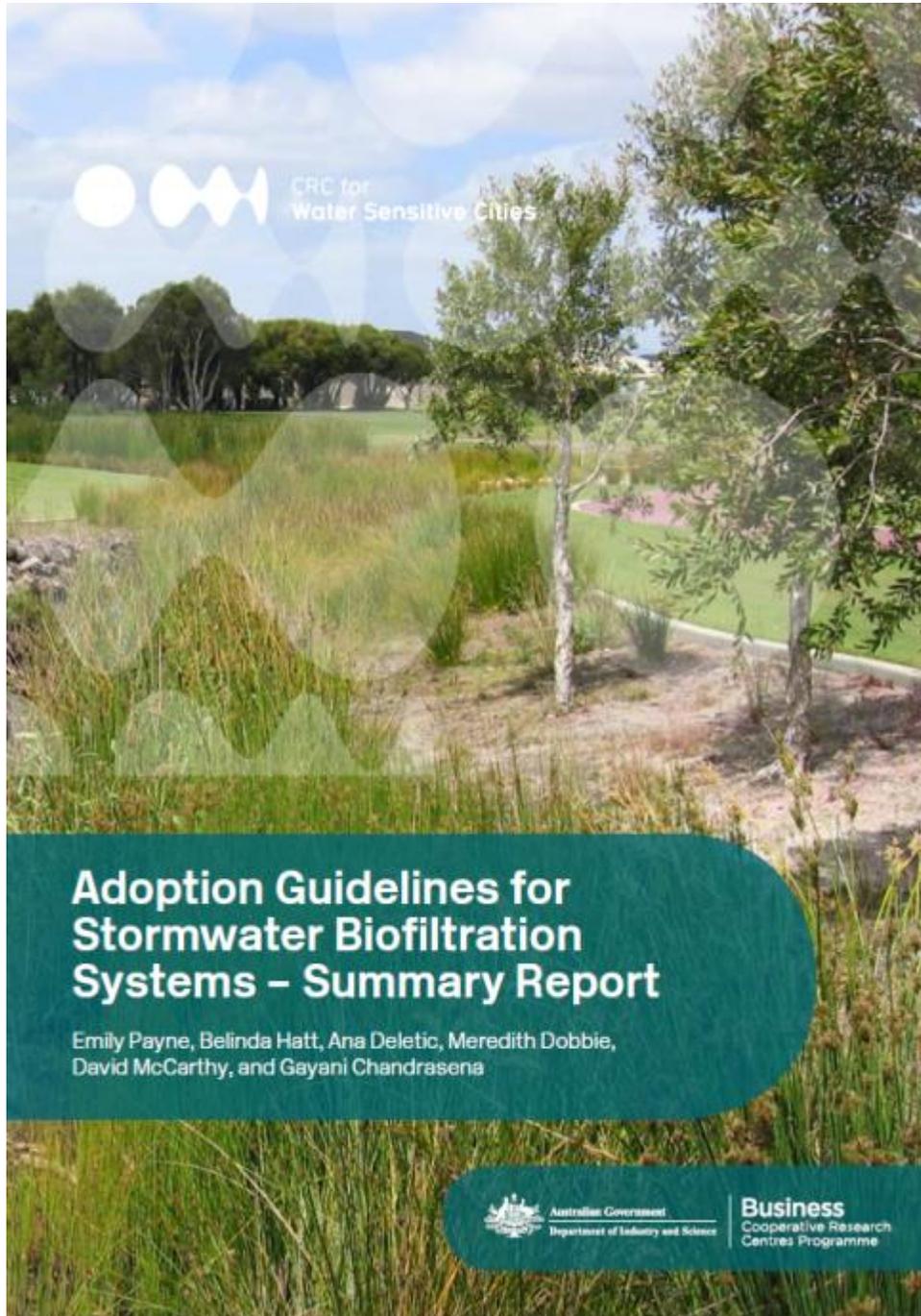
## À faire !

- Dissocier objectifs qualitatif et hydrologique dans la conception des ouvrages
- « Traitement » le plus en amont possible : intercepter les premiers mm de pluie
- Favoriser une alimentation diffuse des ouvrages
- Assurer une quantité suffisante de matières organiques dans le sol



# CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ

## Attention aux interprétations des guides...



- « > 90% de sable » :
  - Homogénéité du matériau
  - Conductivité hydraulique
  - Bonne filtration des MES
  - **Mais** efficacité réduite pour des contaminants dissous
- Gamme de Ks proposée : à mettre en perspective avec le climat local
- « Paillis, copeaux » :
  - Participent à la rétention
  - Faciles à remplacer
  - **Mais** flottent dans l'ouvrage...



# OUTILS, SITES INTERNET, SOURCES

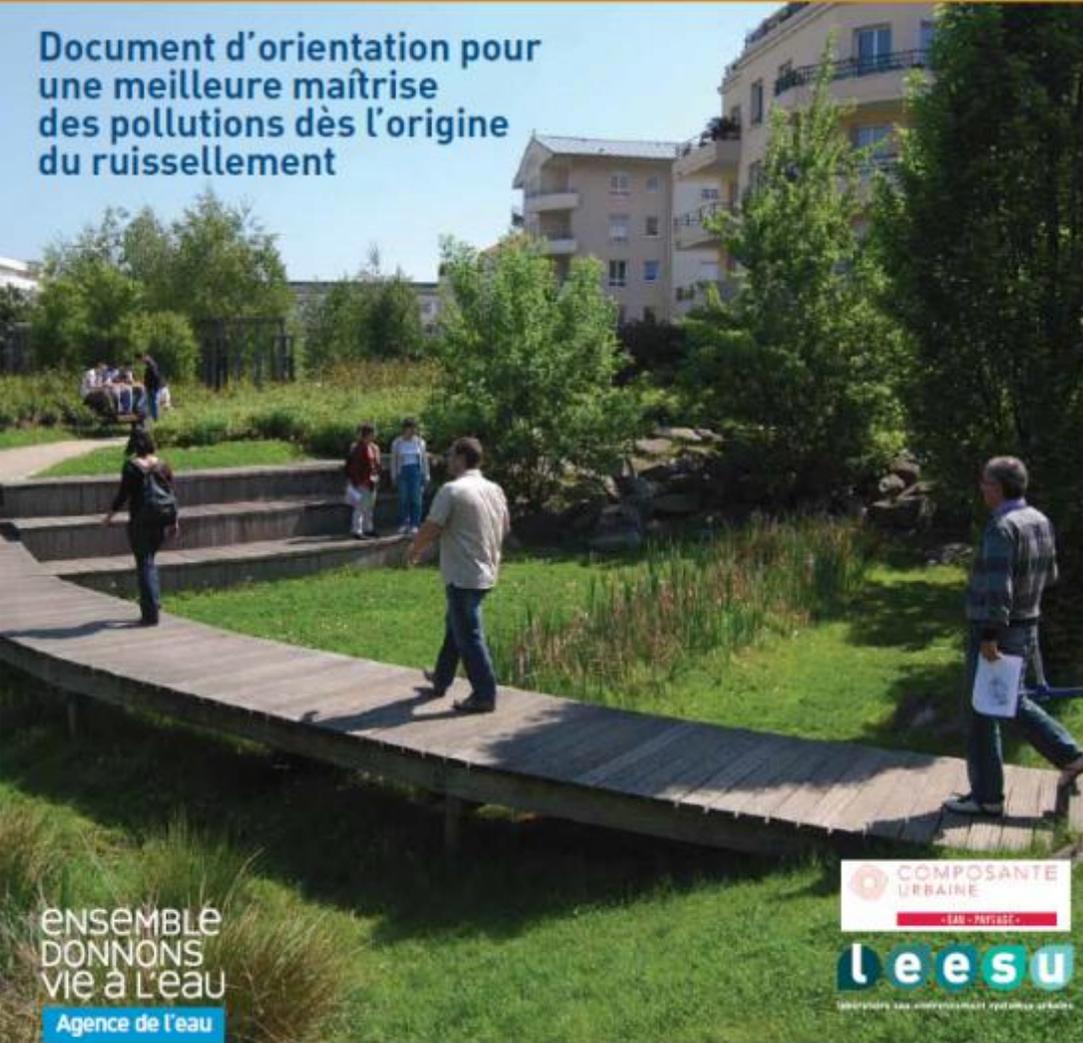
COLLECTIVITÉS - AMENAGEURS - URBANISTES



**eau  
seine  
NORMANDIE**

OUTILS DE BONNE GESTION  
DES EAUX DE RUISSELLEMENT  
EN ZONES URBAINES

Document d'orientation pour  
une meilleure maîtrise  
des pollutions dès l'origine  
du ruissellement



ENSEMBLE  
DONNONS  
VIE à L'EAU  
Agence de l'eau

COMPOSANTE  
URBAINE  
- Eau - Paysage -  
**leesu**  
Agences de l'eau de la région Île-de-France



RhôneAlpes<sup>Région</sup>  
LA CITOYENNE

Pour la **gestion des eaux pluviales**  
*Stratégie et solutions techniques*

... et un article en  
préparation dans TSM



# OUTILS, SITES INTERNET, SOURCES

- Guide bâtiment durable  
[www.guidebatimentdurable.brussels](http://www.guidebatimentdurable.brussels)

> 9 thèmes > Eau :

Dossier | Gérer les eaux pluviales sur la parcelle



# CONTACT



## Damien TEDOLDI

Ingénieur des Ponts, Doctorant au Laboratoire Eau, Environnement, Systèmes Urbains (LEESU)

Observatoire des Polluants URbains (OPUR)

Coordonnées

☎ : +33 1 64 15 37 69

E-mail : [damien.tedoldi@enpc.fr](mailto:damien.tedoldi@enpc.fr)

<https://leesu.univ-paris-est.fr/>



laboratoire eau environnement systemes urbains



sepia