

# Quelles innovations pour la gestion durable des eaux pluviales en milieu urbain ?

Colloque national

3, 4 et 5 décembre 2013, Nantes

## **Bilan des flux d'éléments traces métalliques au sein de toitures végétalisées *Identification des compartiments puits et sources de polluants***

J. Schwager<sup>1,2</sup>, A. Irles<sup>1</sup>, J. Thiriart<sup>1</sup>, R. Claverie<sup>2</sup>, J.L. Morel<sup>3</sup>, V. Ruban<sup>4</sup>

<sup>1</sup>CETE de l'Est, <sup>2</sup>GEMCEA, <sup>3</sup>Université de Lorraine – INRA, <sup>4</sup>IFSTTAR



IFSTTAR



# Plan de la présentation

---

Contexte et objectifs

Sites expérimentaux

Résultats

Conclusions et perspectives

---

# *Contexte et objectifs*



Photo : CETE de l'Est

3, 4 et 5 décembre 2013  
Nantes

Quelles innovations pour la gestion  
des eaux pluviales en milieu urbain ?

# Les enjeux de la qualité des eaux en sortie de toitures végétalisées

---

- ❑ Directive Cadre sur l'Eau (2000/60CE) : Objectifs d'atteinte du bon état écologique et chimique des eaux d'ici 2015
  - Rejets urbains de temps de pluie responsables d'une part importante de la pollution des milieux aquatiques
  - Une partie de la pollution des RUTP provient des eaux météorites
- ❑ Contexte de récupération et utilisation des eaux de pluie

**-> nécessité d'obtenir une eau en sortie de toitures de bonne qualité**

Or les toitures végétalisées sont munies de deux éléments utilisés en dépollution des eaux : un « sol » et des plantes

Cependant à ce jour l'impact reste mitigé car les TV ne sont pas dimensionnées pour cela (Czemiel Berndtsson et al., 2009)

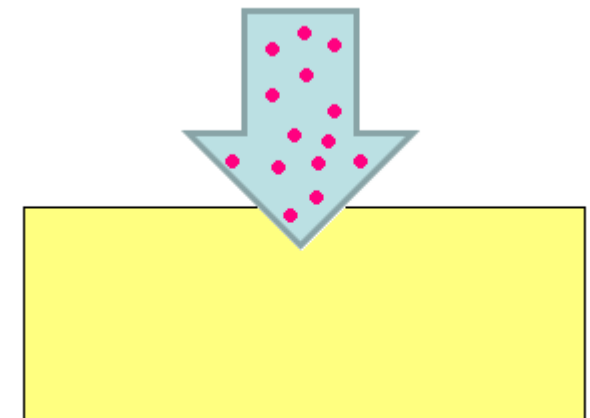
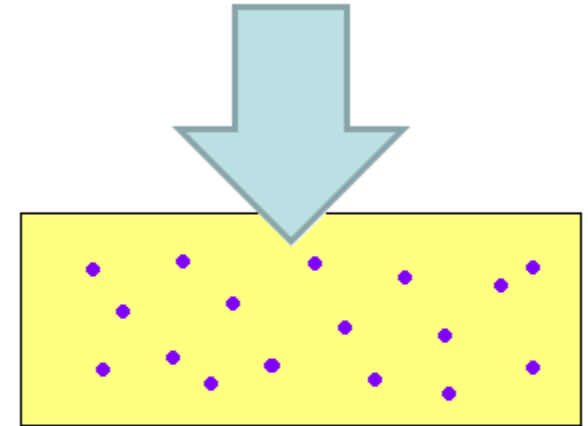
# Deux principaux mécanismes impactant la qualité des eaux

---

- rejets des polluants initialement présents dans les matériaux
- rétention des polluants apportés par les dépôts atmosphériques

Une complexité accrue dans les toitures réelles :

- Les deux phénomènes peuvent se coupler
- Différentes couches sont traversées



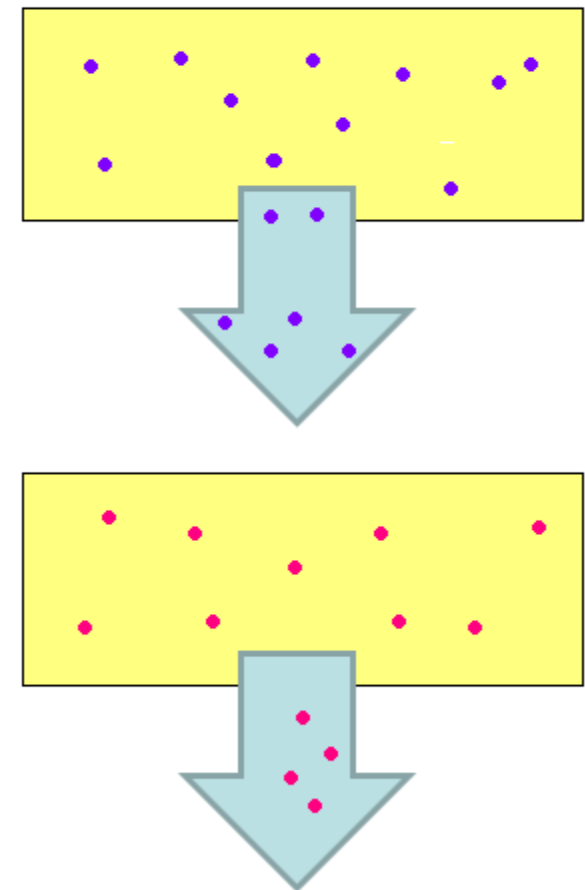
# Deux principaux mécanismes impactant la qualité des eaux

---

- rejets des polluants initialement présents dans les matériaux
- rétention des polluants apportés par les dépôts atmosphériques

Une complexité accrue dans les toitures réelles :

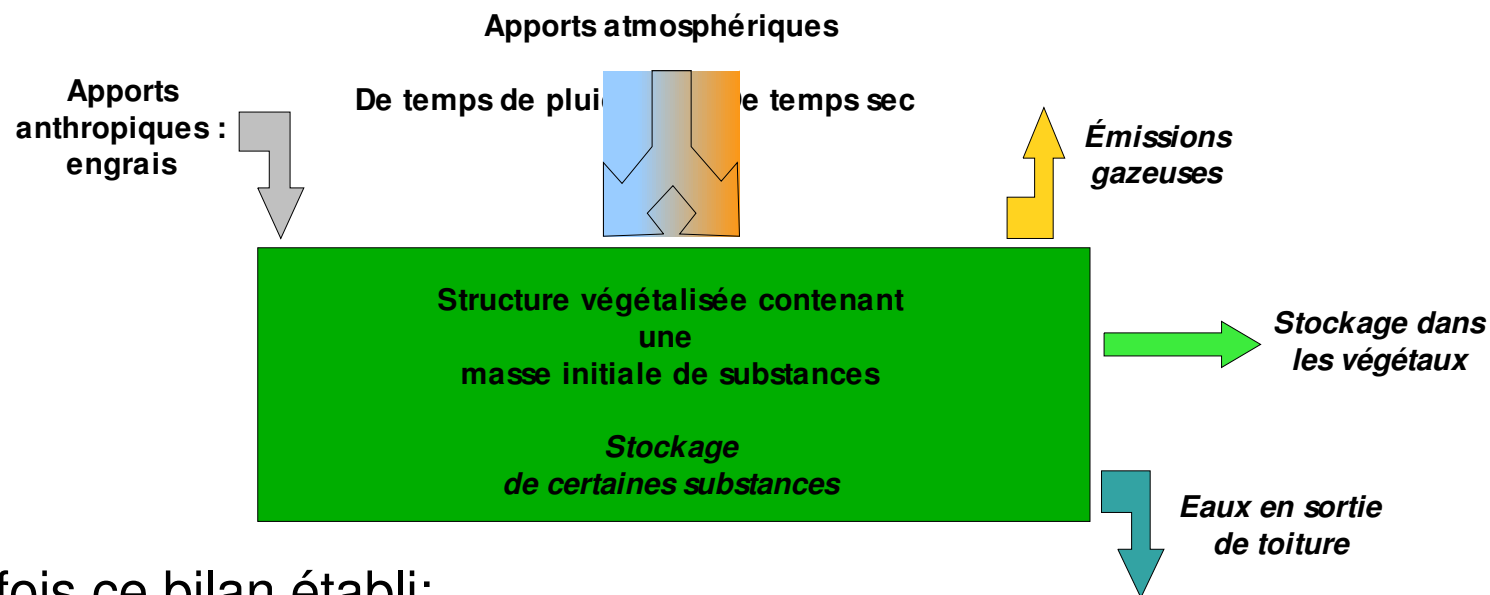
- Les deux phénomènes peuvent se coupler
- Différentes couches sont traversées



# Comprendre les flux d'Eléments Traces Métalliques au sein d'une structure végétalisée

## □ Réalisation d'un bilan global sur ETM liés à la DCE

(Cd, Ni, Pb, As, Cr, Cu, Zn + Sb et B)



Une fois ce bilan établi:

-> **préconisations de conception** des structures végétalisées en vue d'une **meilleure épuration des eaux pluviales** tout en prenant en compte les aspects thermiques et hydriques.



---

# *Sites expérimentaux*



Photo : CETE de l'Est

3, 4 et 5 décembre 2013  
Nantes

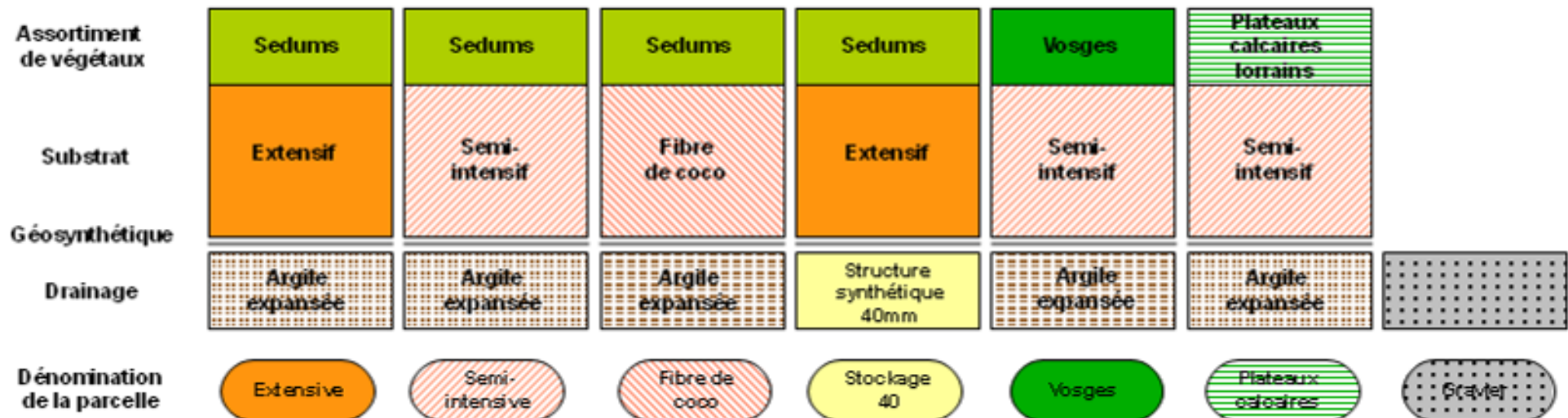
Quelles innovations pour la gestion  
des eaux pluviales en milieu urbain ?



# TV expérimentales du LRPC de Nancy

- ❑ Récupération des dépôts atmosphériques
- ❑ Mesure des débits et récupération des eaux en sortie des toitures
- ❑ Prélèvements de sedum 2 fois par an

*Analyse des ETM (As, B, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Sb et Zn) sur phases dissoutes et particulaires, parties aériennes et racinaires*



# Prélèvements complémentaires

- ❑ Echantillonnage des matériaux avant mise en place sur les TV en 2010
  - ❑ Réalisation d'une campagne de prélèvements des substrats et drainages en avril 2013
- > caractérisation agronomique classique + analyse des ETM totaux et extractibles



---

# Résultats

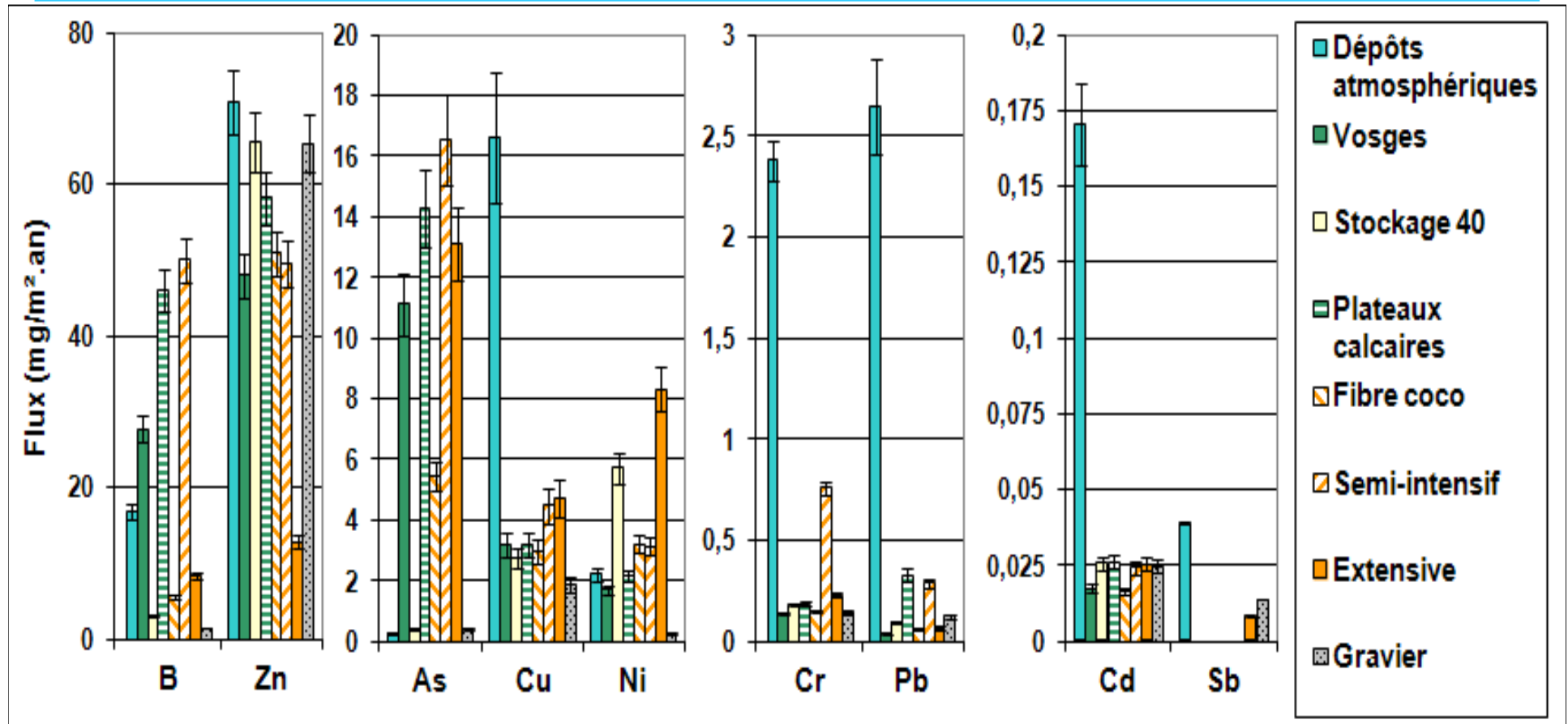


Photo : CETE de l'Est

3, 4 et 5 décembre 2013  
Nantes

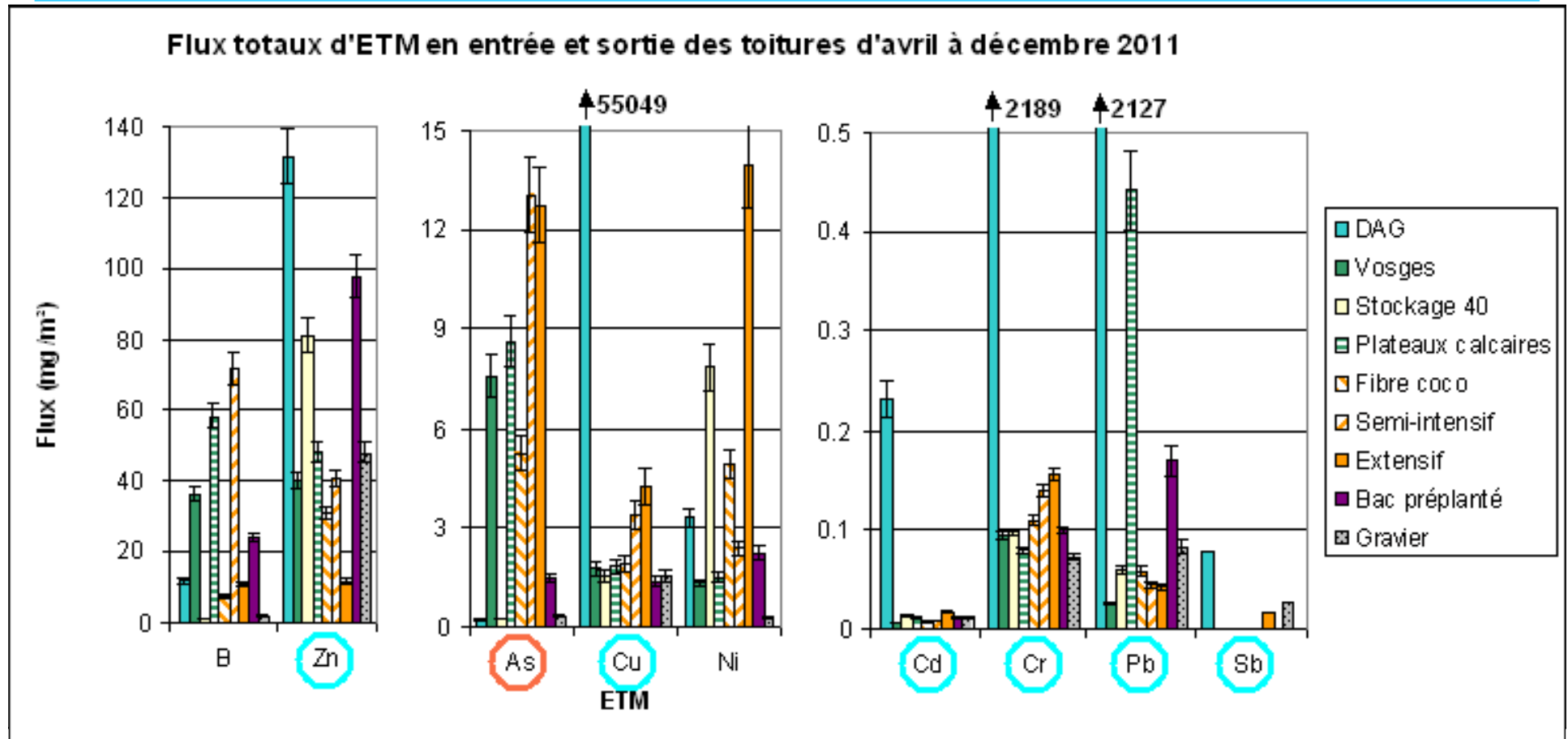
Quelles innovations pour la gestion  
des eaux pluviales en milieu urbain ?

# Flux annuels en entrée et sortie de toitures



Des rétentions et émissions variables selon les structures et les ETM considérés

# Flux annuels en entrée et sortie de toitures



Des rétentions et émissions variables selon les structures et les ETM considérés

# Sources d'ETM (1/3)

---

## □ L'apport d'engrais

Teneur en chrome :  $130 \text{ mg.kg}^{-1}$

Apport surfacique :  $0,8 \text{ mg.m}^{-2}$

Apport atmosphérique annuel :  $2,4 \text{ mg.m}^{-2}$

***-> non significatif dans ce cas particulier car  
seulement un apport ponctuel la première année***

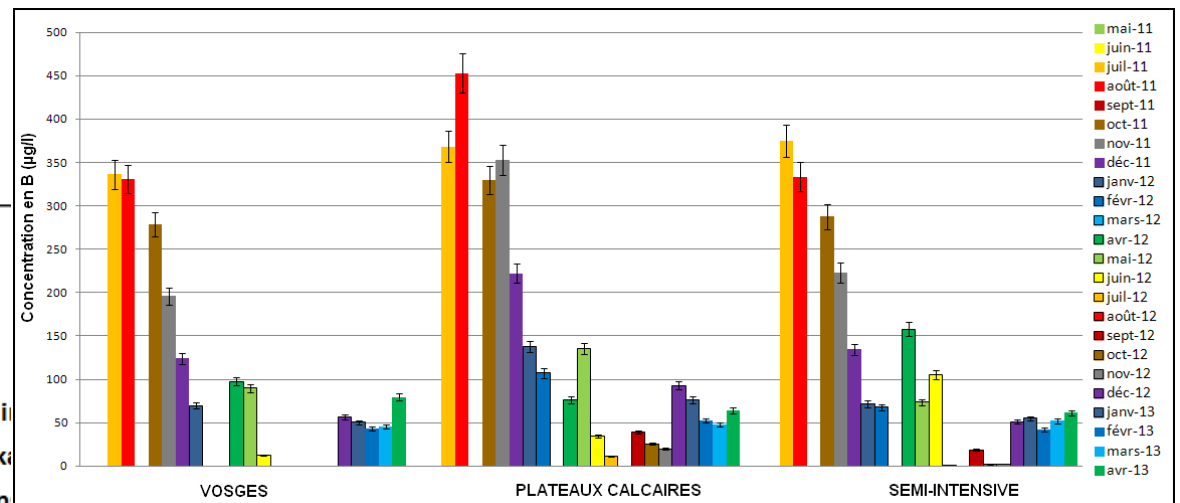
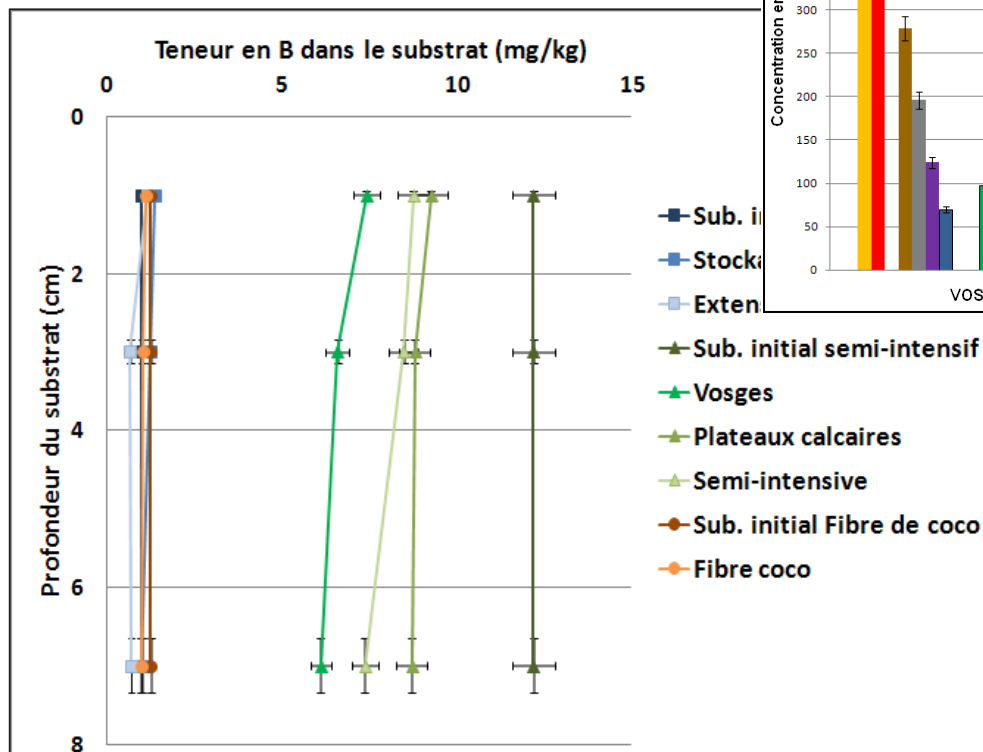
***Mais à prendre en compte si une fertilisation  
régulière est envisagée***



# Sources d'ETM (2/3)

- Lixiviation de substances initialement présentes dans les matériaux avec diminution du « stock » au cours du temps
  - Exemple du bore : augmentation des flux sortants pour les toitures disposant du substrat semi-intensif

*Diminution des teneurs totales dans le substrat en avril 2013 / 2010*



*Diminution des concentrations au cours du temps*

pour la gestion  
en milieu urbain ?

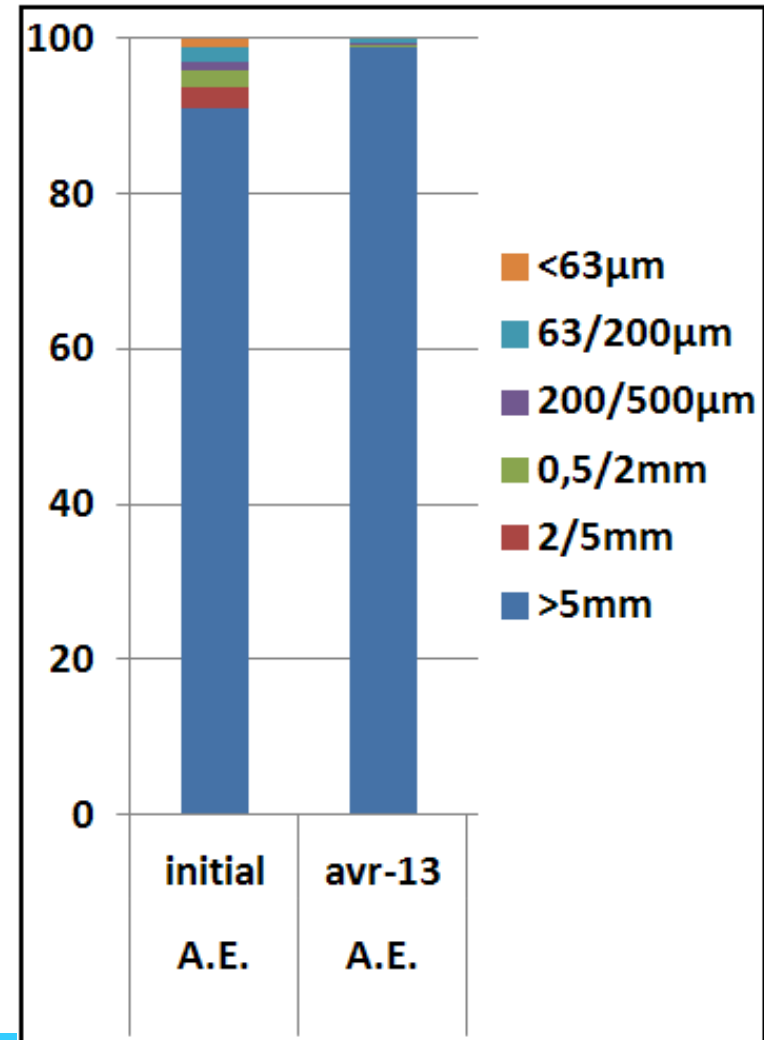


# Sources d'ETM (3/3)

## □ Lessivage de particules fines

- Exemple de l'arsenic émis par les structures disposant d'un drainage en argile expansée

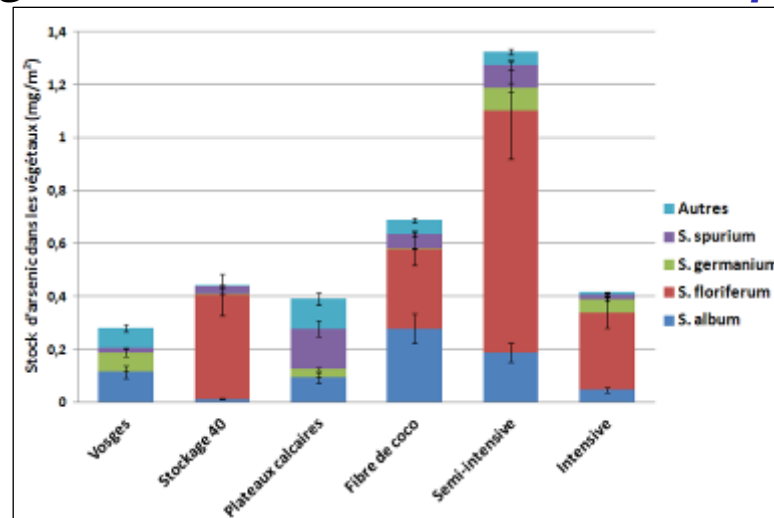
-> ***Pas de variation de la teneur totale au cours du temps mais forte diminution de la quantité de particules les plus fines***



# Rétention des ETM (1/2)

- Rôle des végétaux, avec des teneurs :
  - comparables entre les différentes espèces

-> **un stock global essentiellement influencé par la biomasse produite**



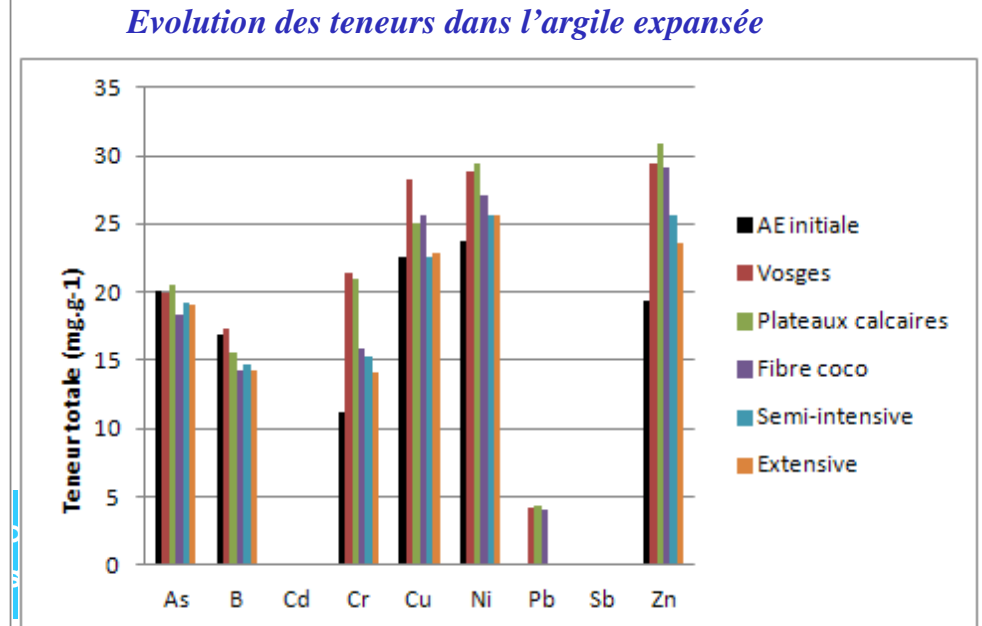
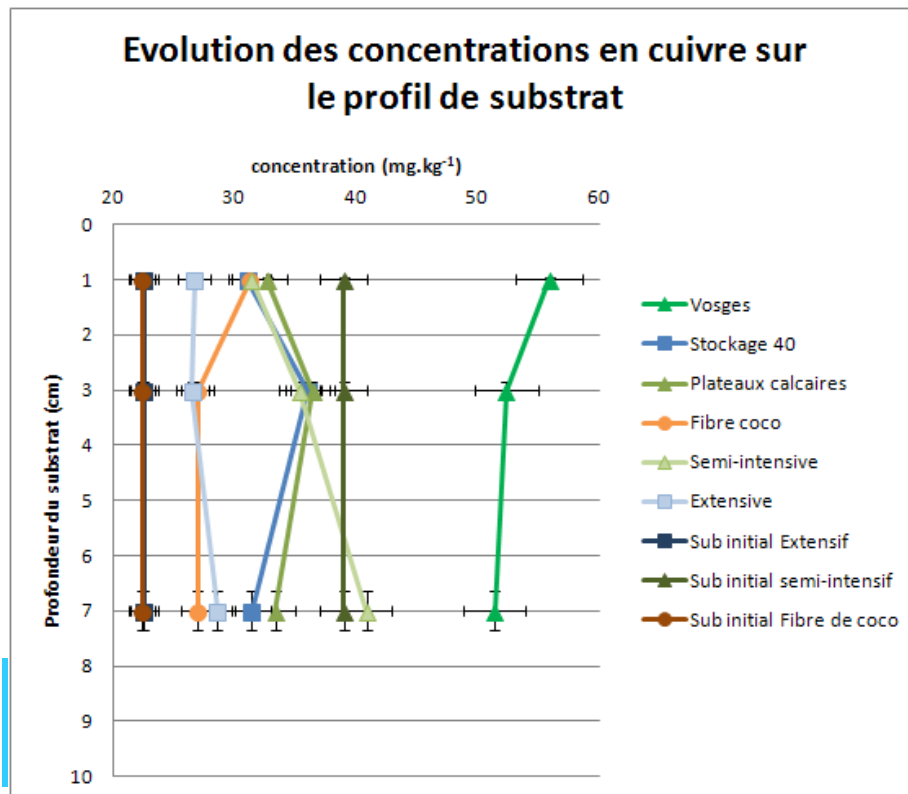
- influencées par les teneurs des substrats

-> **permet de retenir des ETM présents dans les substrats qui auraient été lessivés en l'absence de végétaux ?**

# Rétention des ETM (2/2)

## Augmentation des teneurs dans les substrats et l'argile expansée

- Exemple du **cuivre** globalement bien retenu sur l'ensemble des structures et du **zinc** en particulier sur les structures avec argile expansée



---

# *Conclusions et perspectives*



Photo : CETE de l'Est

# Premières préconisations pour la construction de toitures végétalisées aux capacités épuratoires optimisées

---

- ❑ Choix des végétaux guidé par la quantité de biomasse produite
- ❑ Importance de la caractérisation fréquente des matériaux car l'origine de la matière première (même s'il s'agit du « même produit ») peut influencer leurs caractéristiques
- ❑ Apports d'ETM potentiels via l'engrais à ne pas négliger
- ❑ Nécessité de limiter les émissions de polluants par les matériaux en complément d'une optimisation de leur capacité de rétention des polluants atmosphériques

# Poursuites des travaux

- ❑ Comparer les concentrations retrouvées en sortie de structure aux teneurs totales et extractibles dans les matériaux afin d'identifier des caractéristiques permettant d'évaluer les émissions *a priori*
- ❑ Croiser les rétentions d'ETM sur les toitures réelles avec les essais menés en laboratoire pour évaluer la durabilité de ces processus et la durée de vie du système avant saturation
- ❑ Mettre en avant une évolution des caractéristiques des matériaux qui pourrait impacter les fonctions de la structure



*Lame mince réalisée à partir d'un prélèvement de substrat (04/2013)*

# Remerciements

---

Le CETE de l'Est – LRPC de Nancy remercie les partenaires suivant pour leurs contributions à la construction de ses toitures végétalisées expérimentales :

- BATEC Lorraine
- Comptoir du Bâtiment
- Falienor
- Nidaplast
- OH Semence
- Plante&Cité
- Saint Gobain Weber Portugal
- Végétoit

Merci également à la DRI du MEDDTL et au GEMCEA pour leur aide logistique et financière ainsi qu'à Météo France pour la transmission de données pluviométriques.

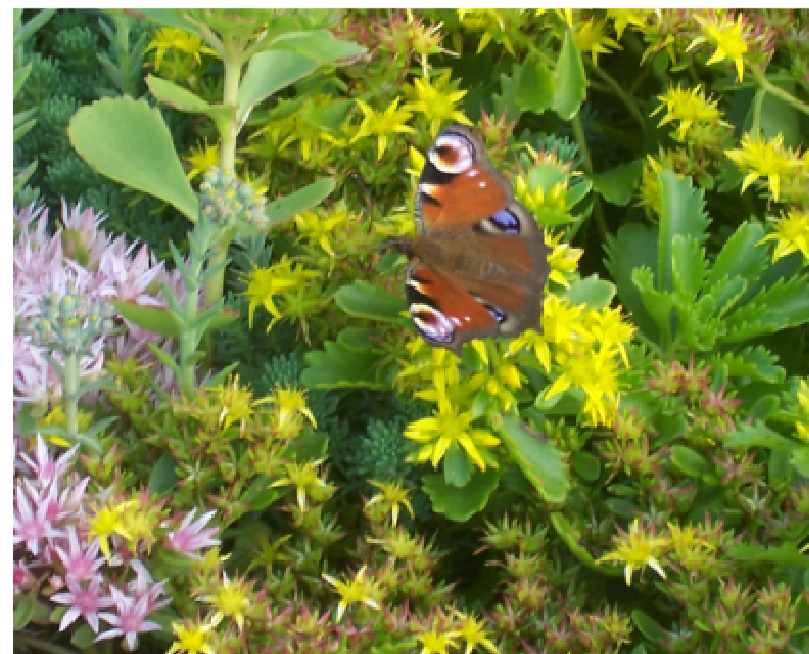




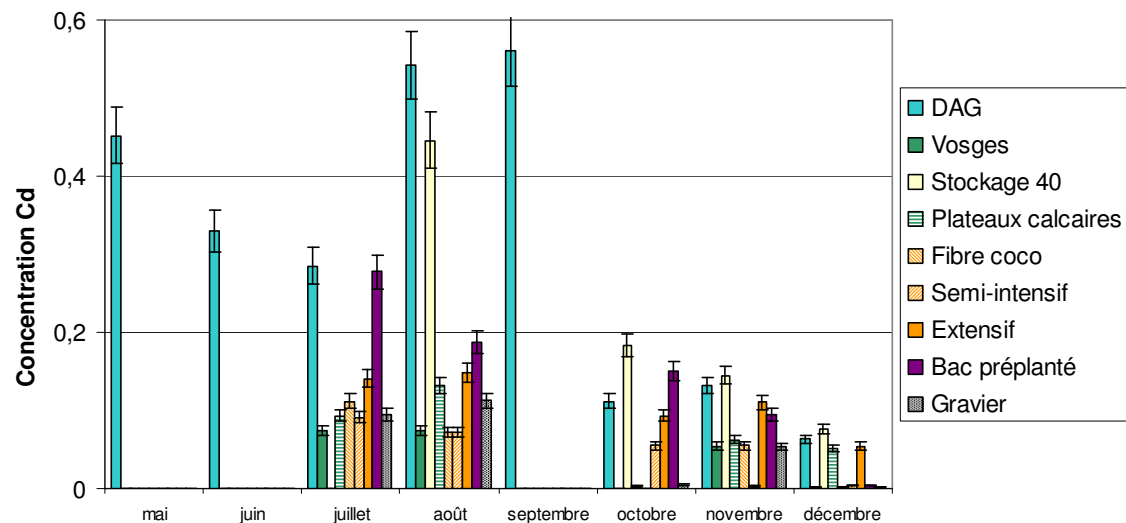
***Merci pour votre attention***



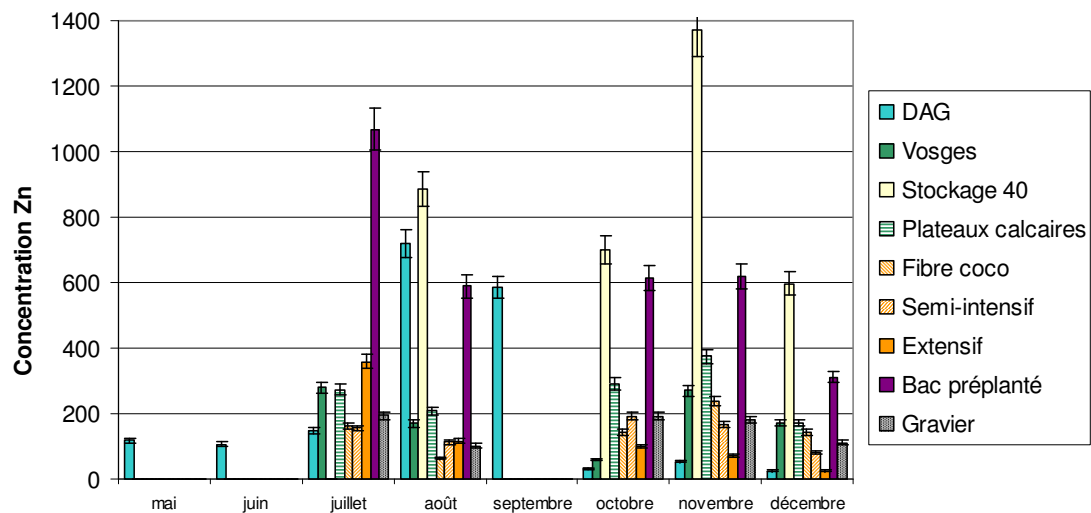
Photo : CETE de l'Est



### Concentrations en cadmium en entrée et sortie de TV de mai à décembre 2011



### Concentrations en zinc en entrée et sortie de TV de mai à décembre 2011



## □ Arsenic

