

## JOURNEE TECHNIQUE

### *Quelle place pour les toitures végétalisées dans la Ville de Demain ?*

Paris, 20 novembre 2011



Source : A. Gerolin



# Capacité épuratoire des toitures végétalisées

Julie Schwager

Amandine Irlès, Jérémy Thiriât

CETE de l'Est – LRPC de Nancy

*Directeurs de thèse :*

*V. Ruban (IFSTTAR) & J.L. Morel (ENSAIA)*

Marie-Christine Gromaire

M. Seidl, K. Lamprea, C. Mirande, M. Saad

ENPC - LEESU



# Plan de la présentation

- Contexte
- Rejets de polluants par les matériaux de toitures végétalisées
- Rétention de polluants
- Bilan des deux mécanismes
- Conclusions et perspectives



# Contexte



# L'enjeu de la qualité des eaux en sortie de toiture

- 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
  - Toitures > 60% volumes de ruissellement
  - Contamination par les apports atmosphériques, les matériaux...
  
- Contexte de récupération et utilisation des eaux de pluie
  - ⇒ **réduire les flux d'eau et de contaminants** issus des toitures
  - ⇒ ***nécessité d'obtenir une eau en sortie de toitures de bonne qualité***



# Mécanismes conditionnant la qualité des eaux issues des toitures végétalisées

- ❑ Rejets de polluants initialement présents dans les matériaux
- ❑ Rétention des polluants atmosphériques par la structure, comparable à un « sol » et des plantes

-> **Impact global** de la toiture végétalisée provient de l'équilibre entre ces deux principaux mécanismes

A ce jour, bilan mitigé car TV **pas construites pour améliorer la qualité des eaux**



# Deux projets complémentaires en cours

- ❑ LEESU (TVGEP) : Analyser l'incidence des TV sur la contamination du ruissellement
- ❑ CETE de l'Est : comprendre les transferts de métaux au sein de la structure pour établir des préconisations en vue de TV au capacité épuratoire optimisées

Combinant

- ❑ Expérimentations en laboratoire
- ❑ In situ



Photo :CETE de l'Est

**Une toiture végétalisée expérimentale du CETE de l'Est – Août 2011**



**Une toiture végétalisée expérimentale du projet TVGEP (CETE Ile de France – novembre 2011)**



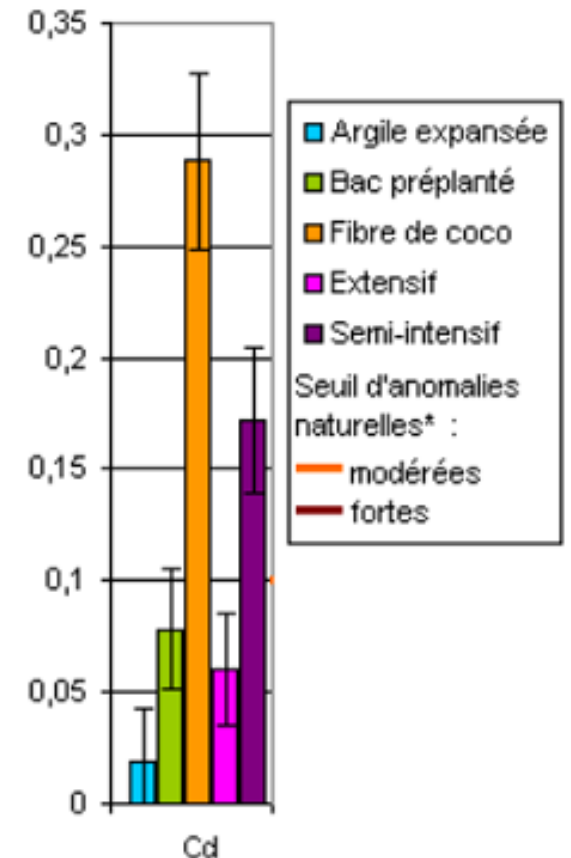
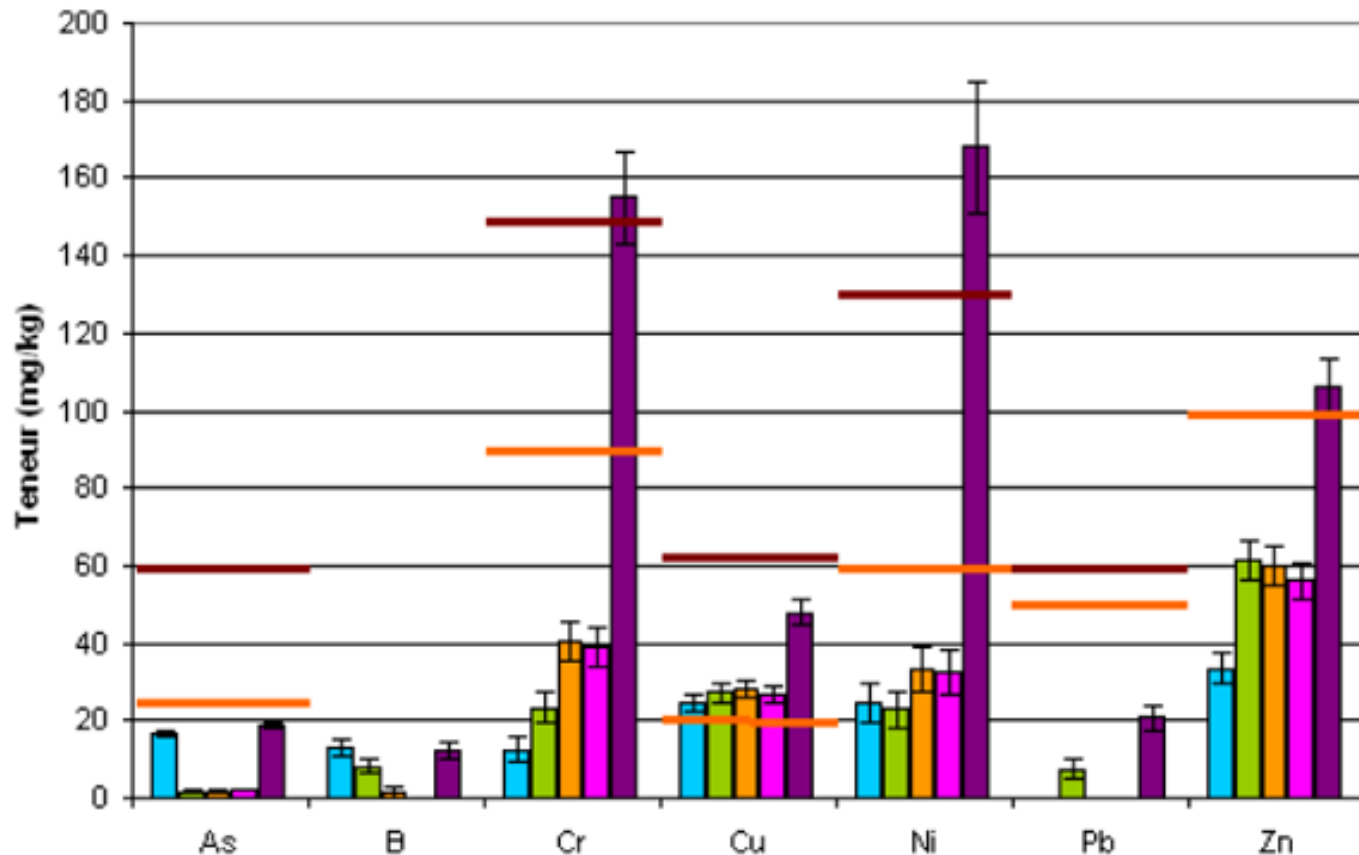
# Rejets de polluants par les matériaux de TV



# Des teneurs initiales en métaux non négligeables dans les matériaux



Teneur en ETM dans les substrats  
Juillet 2011





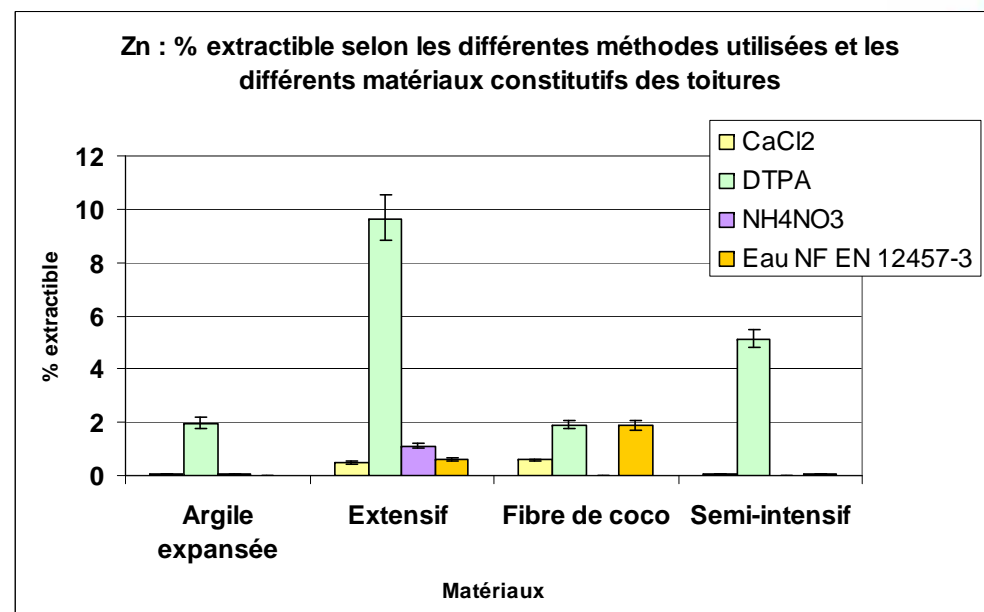
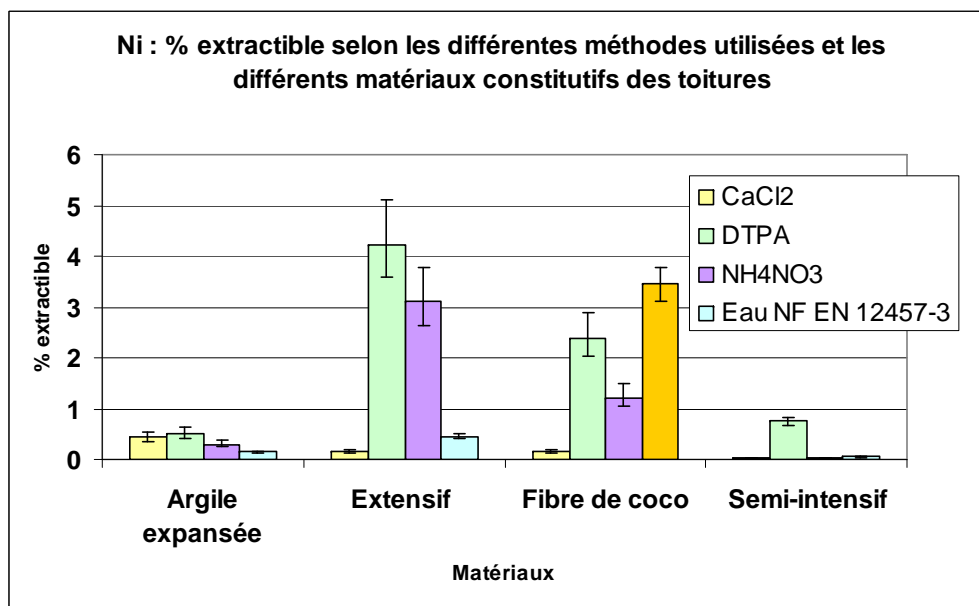
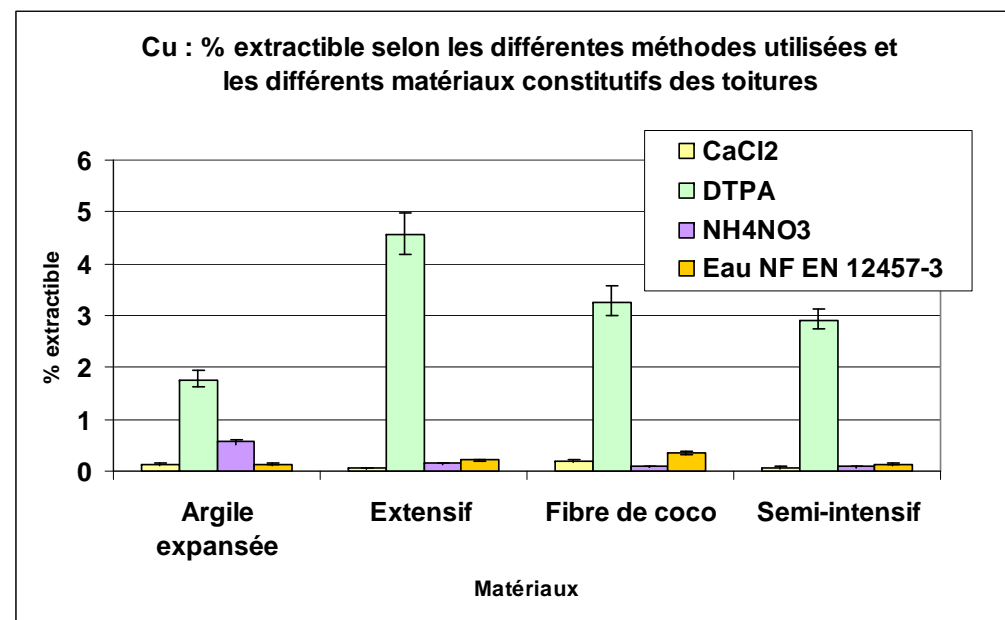
# Mais des éléments faiblement extractibles



-> **ETM très faiblement extractible au CaCl2**

*Pour les 4 ETM dont les seuils dépassent les anomalies modérées à forte*

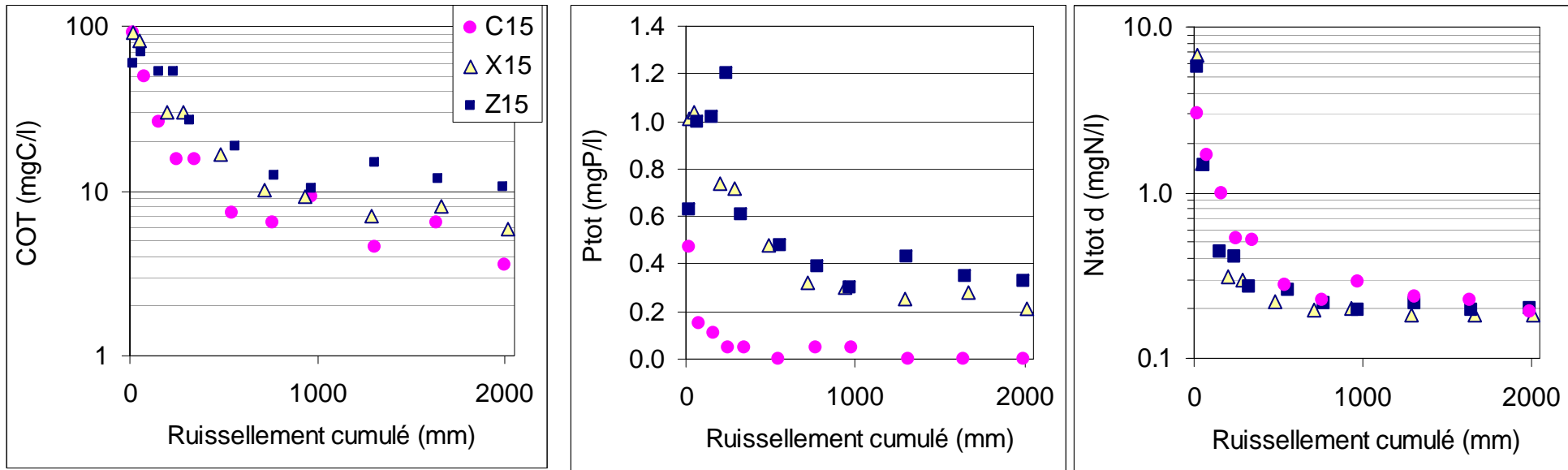
-> **Cr extrait par aucune des solutions**



# Carbone organique et nutriments



## Lessivage accéléré sur colonnes de substrat



- Fortes émissions de matière organique et de nutriments sur substrat neuf
- Décroissance rapide au cours du temps
- Sur le long terme:
  - émission persistente de COD
  - concentrations faibles en N et P **si pas de fertilisation**

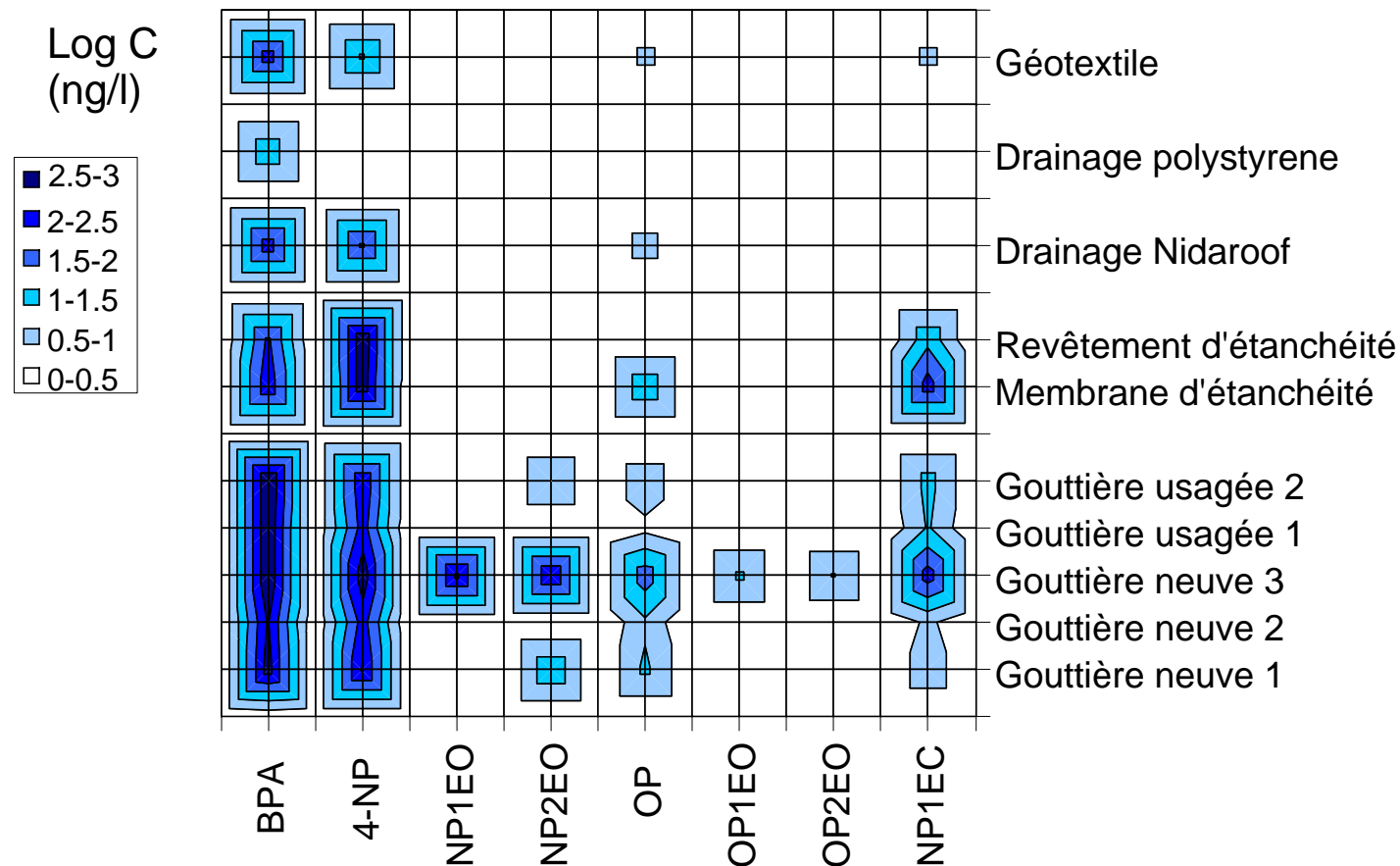
# Micropolluants organiques

## Cas du bisphénolA (BPA) et des alkylphénols (NP, OP)



### □ Lixiviation des matériaux dans l'eau distillée (48h de contact, L/S = 10)

□ présence de Bisphénol A et de nonylphénol extractible à l'eau



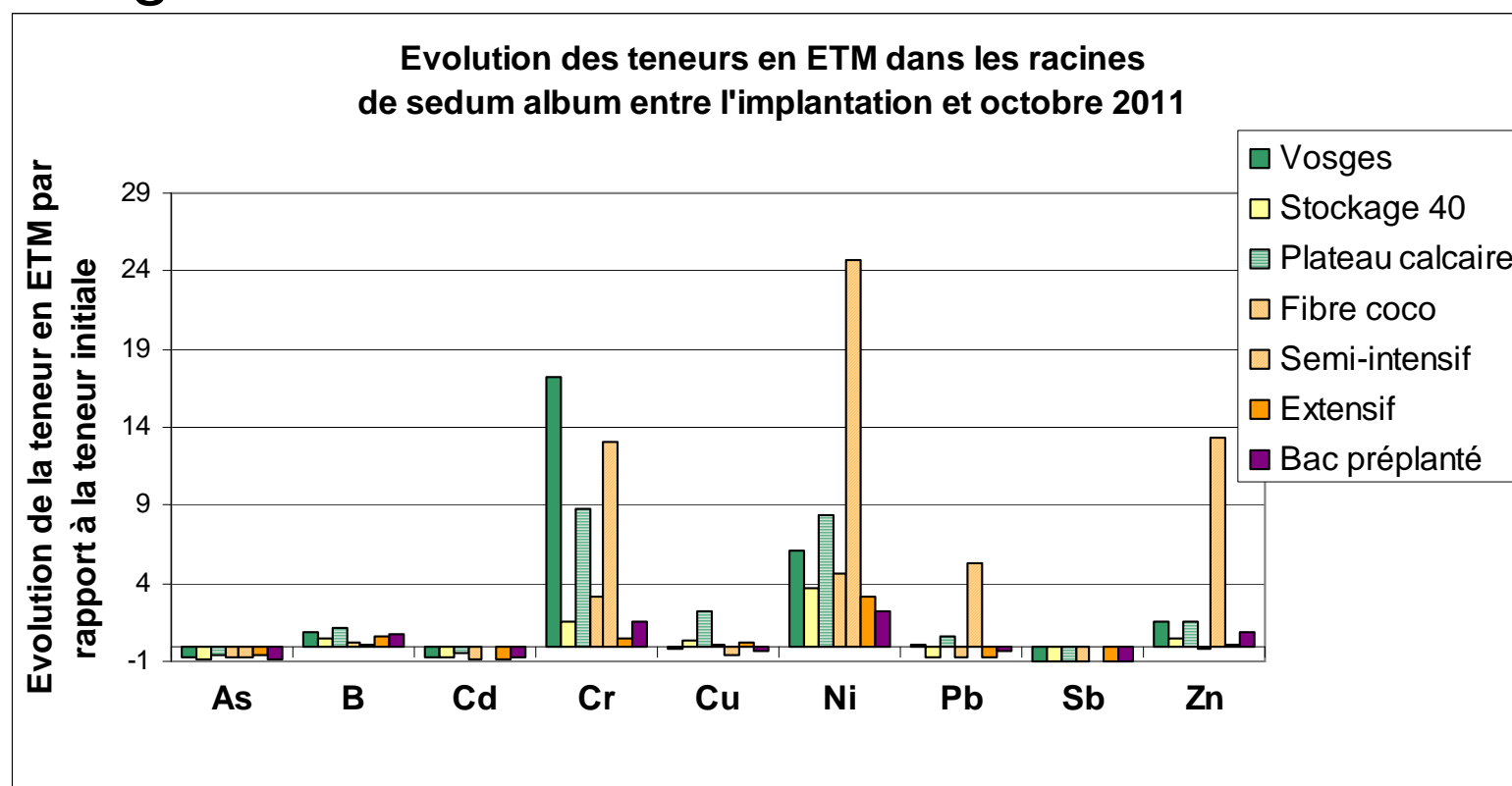
# Rétentions de polluants



# Accumulation des métaux par les végétaux



- ❑ Végétaux pas connus pour avoir des capacités d'hyperaccumulateur
- ❑ **Evolutions limitées sur 6 mois** sur sedum album et sedum reflexum germanium



-> à voir par la suite

# Adsorption des métaux par les substrats et drainages du CETE de l'Est



Réalisation d'essai en batch sur Cu et Zn

❑ **Cinétique** : Temps d'équilibre importants (plusieurs heures)

*-> or pas forcément de contact prolongé en toiture...*

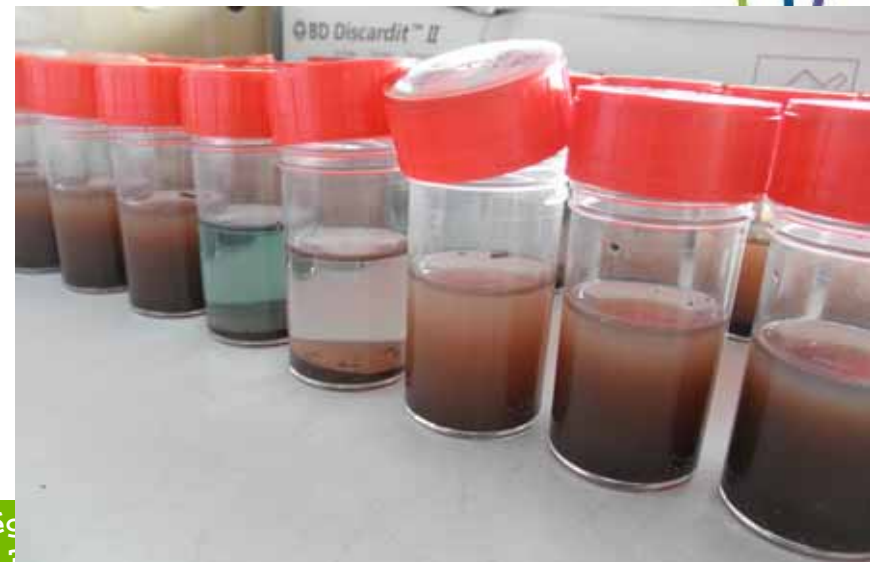
❑ **Adsorption** : analyses en cours mais premiers résultats intéressants, notamment avec l'argile expansée

- capacité d'adsorption de l'ordre de 10 mg/g pour Cu et 25mg/g pour Zn

*-> comparables à certains biosorbants utilisés en dépollution de l'eau*

❑ **Désorption** : essais en cours

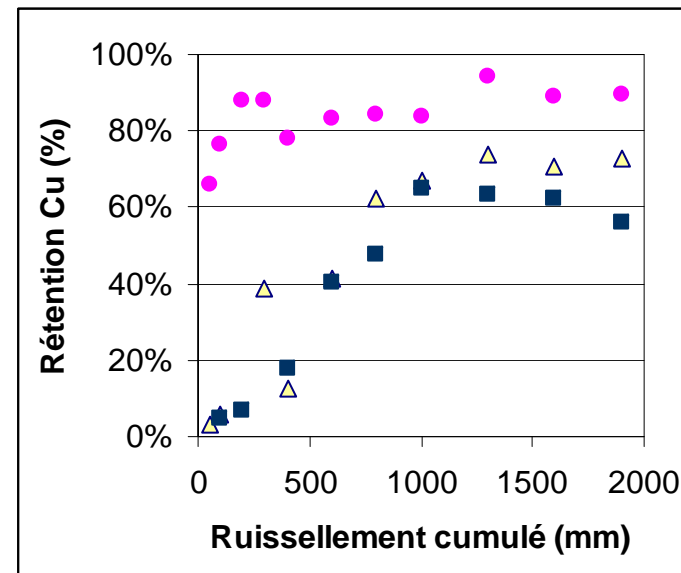
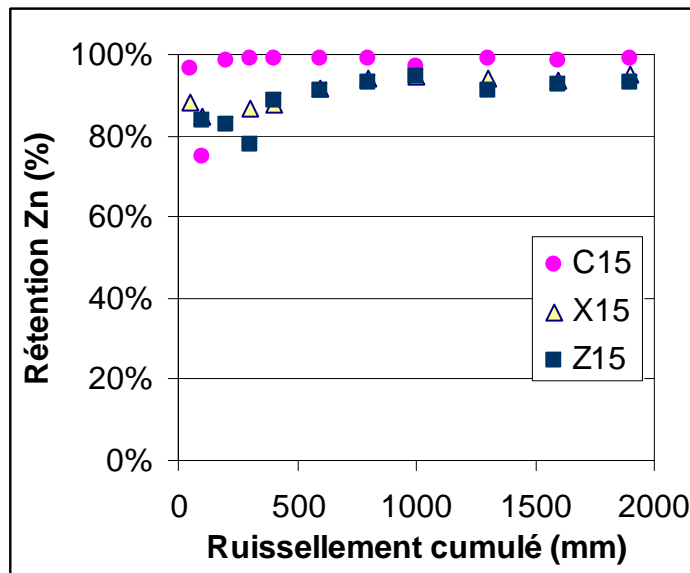
*-> parmi ce qui est adsorbé, qu'est ce qui est retenu après « lavage » ?*



# Rétention des métaux par les substrats TVGEP



- Simulation de pluie accélérée avec une eau dopée en Cu ( $25 \mu\text{g/l}$ ) et Zn ( $300 \mu\text{g/l}$ )



- une **capacité de rétention importante**
- limitée pour Cu quand le substrat émet beaucoup de MES et COD
- mais attention aux éléments de drainage et d'étanchéité métalliques (platinas en plomb, gouttières en zinc..)!



# Bilan des deux mécanismes





# Métaux en sortie des toitures végétalisées du LRPC de Nancy (1/2)



## □ Tendances variables pour les concentrations :

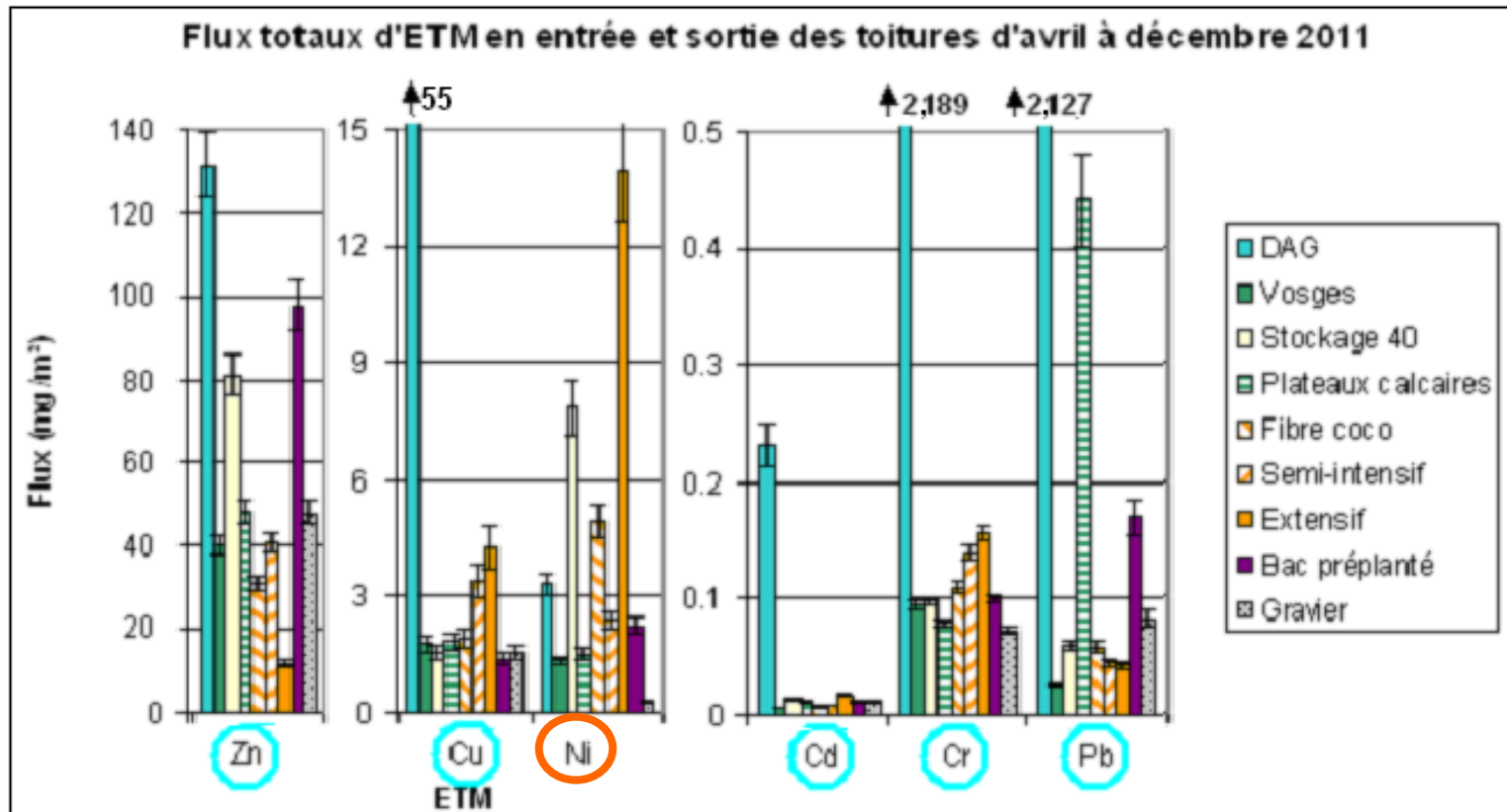
- Nickel, zinc : généralement > en sortie par rapport à l'entrée
- Cadmium, chrome, cuivre, plomb : généralement < en sortie par rapport à l'entrée

## □ Mais fortes capacités de rétention d'eau

	Vosges	Stockage 40	Plateaux calcaires	Fibre coco	Semi intensif	Extensif	Bac préplanté	Gravier
<b>Capacité de rétention Mai-décembre 2011 (%)</b>	<b>64</b>	<b>77</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	<b>37</b>	<b>44</b>	<b>59</b>	<b>36</b>



# Métaux en sortie des toitures végétalisées du LRPC de Nancy (2/2)



Bilan des deux mécanismes :

- pour 5/6 : la rétention des métaux l'emporte sur l'émission
- pour 1/6 : variable selon les structures

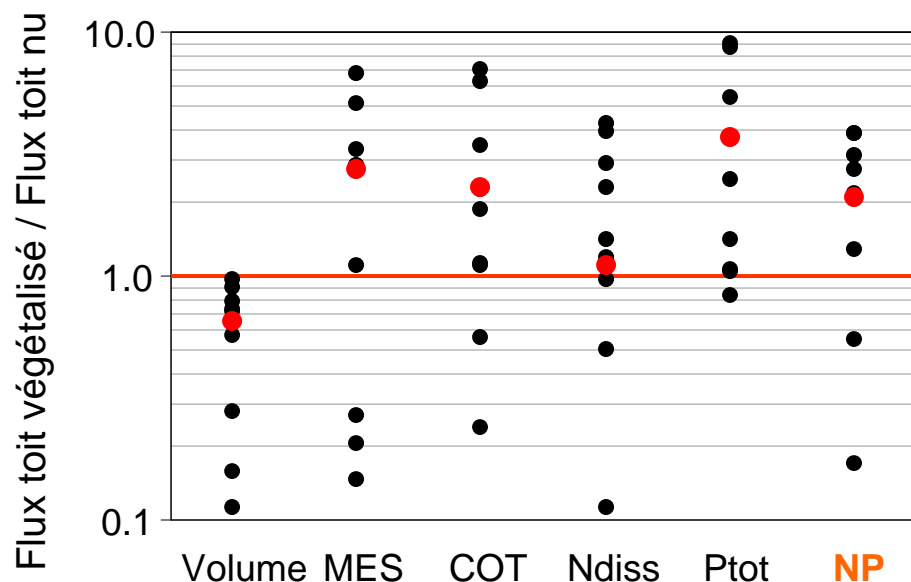
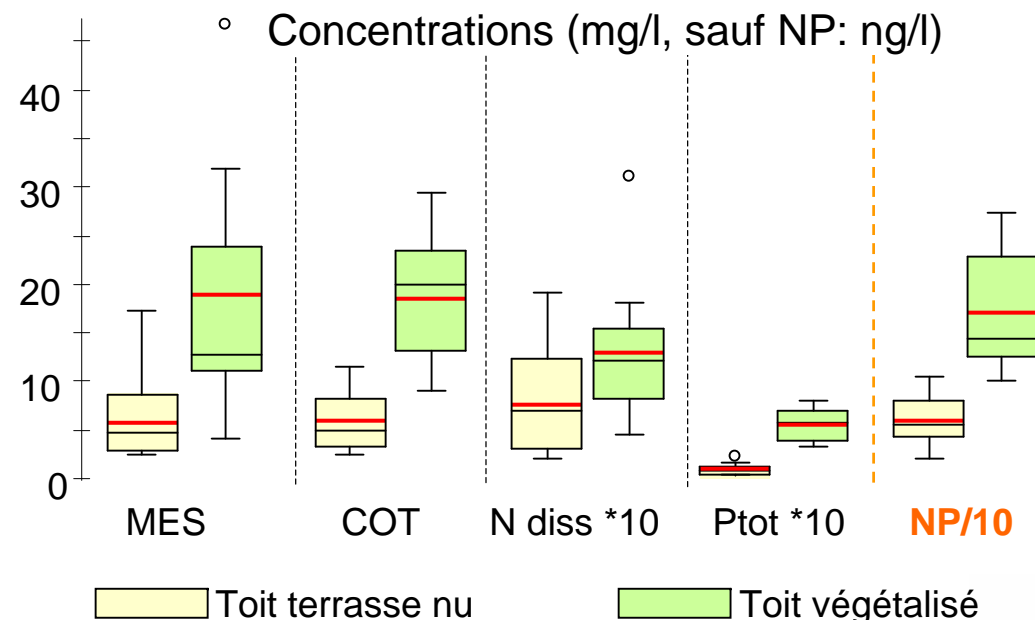
*Liens possibles avec les paramètres de rétentions et rejets de polluants observés précédemment*

# Mesures toitures TVGEP



## Concentrations

- nettes émissions de MES, C, P et **nonylphénol (NP)**
- restant dans les gammes classiques pour les eaux pluviales



## Flux émis

- très dépendants des conditions hydriques
- globalement augmentés d'un facteur 2 à 4



# Conclusions et perspectives



# Conclusions

- Potentiels de rejets et rétentions de polluants différents selon les matériaux
- Impacts de ces paramètres visibles sur les bilans globaux en sortie
  - > *Nécessité de bien choisir les matériaux qui ont le meilleur impact lors de la conception de la TV*
  - > *Attention aux pratiques d'entretien (fertilisation), et aux matériaux de collecte et évacuation*



# Perspectives

## □ LRPC de Nancy

- Poursuivre la caractérisation du comportement des matériaux vis-à-vis des métaux
- Modéliser les flux afin d'établir des préconisations pour la construction de TV aux capacités épuratoires optimisées

## □ LEESU

- Affiner les résultats sur les micropolluants organiques, y compris mécoprop
- Dresser un bilan des flux annuels



## Remerciements

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

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

Le LEESU remercie les partenaires et les financeurs du projet TVGEP

- RGCU
- CSTB, CETE Ile de France
- ADIVET, CG92

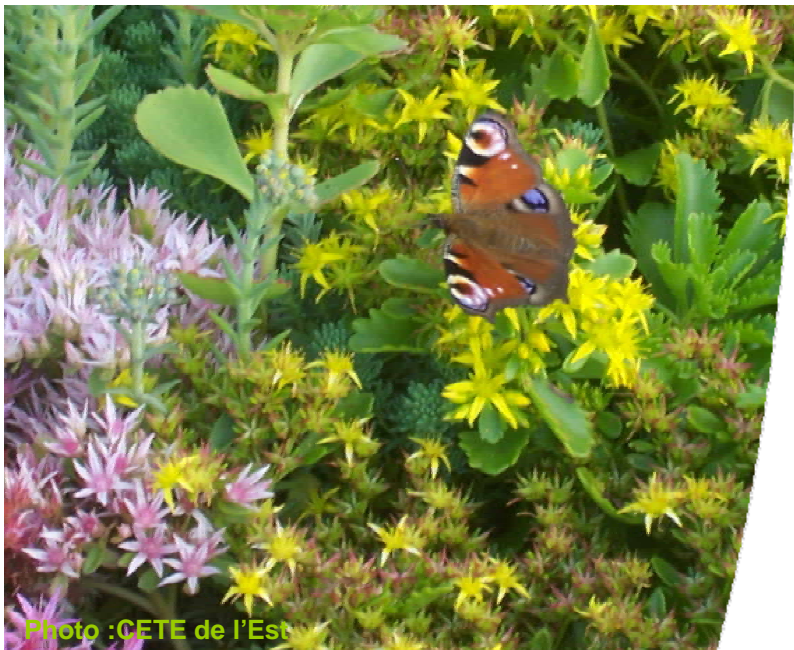


Photo :CETE de l'Est

