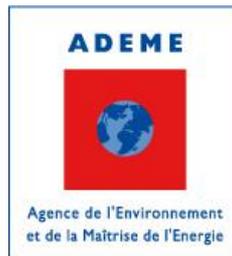


Journée technique  
17 octobre 2014



Gestion des sites et  
sols pollués



Caractérisation et surveillance des milieux (eaux, sols, gaz du sol et air intérieur), exposition et évaluation des risques sanitaires (bioaccessibilité...)

# EMISSION ET TRANSFERT DE COMPOSÉS AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (CAP) OXYGÉNÉS DANS LES SOLS

## PREMIERS RÉSULTATS DE RECHERCHE

Julien MICHEL

# CONTENU DE LA PRÉSENTATION

- **Contexte : pourquoi les CAP oxygénés, lesquels, dans quel cadre ?**
- **Premières expériences mises en œuvre et résultats**
- **Perspectives et développements attendus**

# Contexte



# POURQUOI LES CAP OXYGÉNÉS ?

Nombreux sites pollués par des HAP (cokeries/usines à gaz...)

➡ Basol : 1 300 sites pollués ou potentiellement pollués



Intérêt (toxiques)

➡ 16 HAP US EPA

➡ Peu de recul sur les composés de dégradation et les autres composés accompagnant les HAP qui pourraient contribuer à l'impact

➡ CAP oxygénés



Les CAP oxygénés

➡ Proviennent des **mêmes sources** que les HAP US EPA

➡ Produits de transformation des HAP **les plus persistants** (produits finaux de dégradation de procédés biologiques et chimiques), d'où accumulation ?

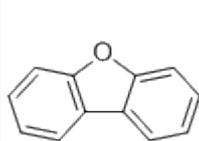
➡ **Toxicité**

➤ **Mutagènes à action directe** (seraient + toxiques que les HAP parents mais pas de valeurs toxicologiques pour l'Homme)

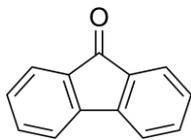
➤ **Écotoxiques** : effets sur certains micro-organismes / HAP

➡ Plus polaires, donc plus solubles dans l'eau et *a priori* **plus mobiles**

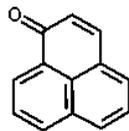
# LES CAP OXYGÉNÉS



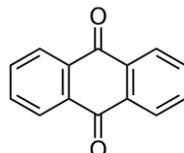
Dibenzofurane



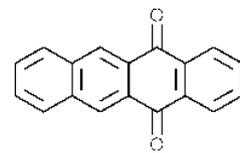
9H-fluorénone



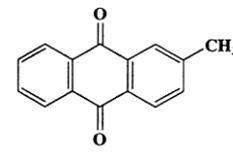
Perinaphténone



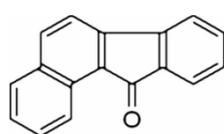
Anthraquinone



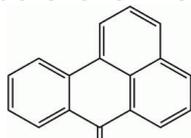
Naphtacene-5,12-dione



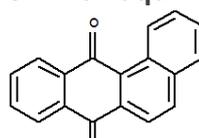
2-méthylantracène-9,10-dione



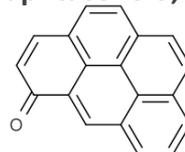
Benzo(a)fluorénone



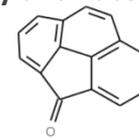
Benzanthrone



Benz(a)anthracène-7,12-dione



Benzo(cd)pyrenone



4H-cyclopenta[def]phenanthren-4-one

**HAP + atome(s) d'oxygène**

**11 CAP-O sélectionnés**

- ➡ Fréquemment rencontrés sur sites contaminés par des HAP
- ➡ Large « gamme » de molécules (2 à 5 noyaux aromatiques)
- ➡ Cétones : catégorie de CAP-O la plus mutagène



# LE PROJET MEMOTRACES

Compréhension des MEcanismes de MOobilisation et de TRAnsfert de CAP oxygénés dans les Eaux souterraines et les Sols

- Partenariat université de Lorraine (LIEC et GeoRessources) / INERIS
- 3 ans (démarrage décembre 2013)
- 1 thèse en cours



## Objectifs

- **Caractérisation du relargage et du transfert des CAP-O dans les sols**
  - Zones saturée et non saturée
  - Mise en évidence des mécanismes
  - Etude des voies d'émission et de transfert (dissous, colloïdal/particulaire)
- **Passage de l'échelle du laboratoire à l'échelle pilote puis au site atelier**
  - « Validation » des résultats obtenus au laboratoire
  - Distribution CAP-O / HAP



# Premières expériences mises en œuvre

# PREMIÈRES EXPÉRIENCES

Tests de lixiviation en batch



## Objectifs

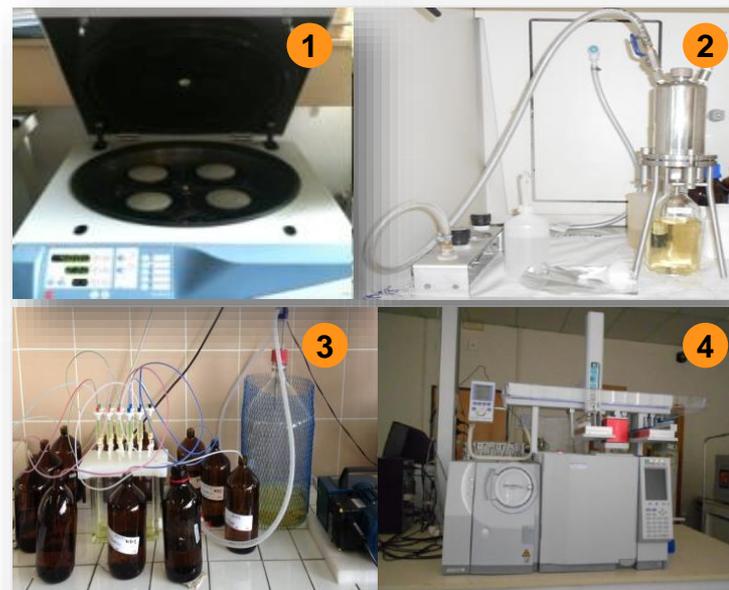
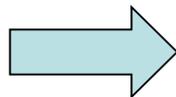
- **Mise en évidence du potentiel de relargage des CAP-O à partir d'une terre de cokerie**
  - Comparaison relargage HAP / CAP-O
- **Evaluation des paramètres d'influence sur le relargage des CAP-O**
  - Granulométrie, rapport L/S, lyophilisation

## Test de lixiviation normalisé en batch - Principe

Normes 21268-1 et 21268-2, L/S = 2 et 10

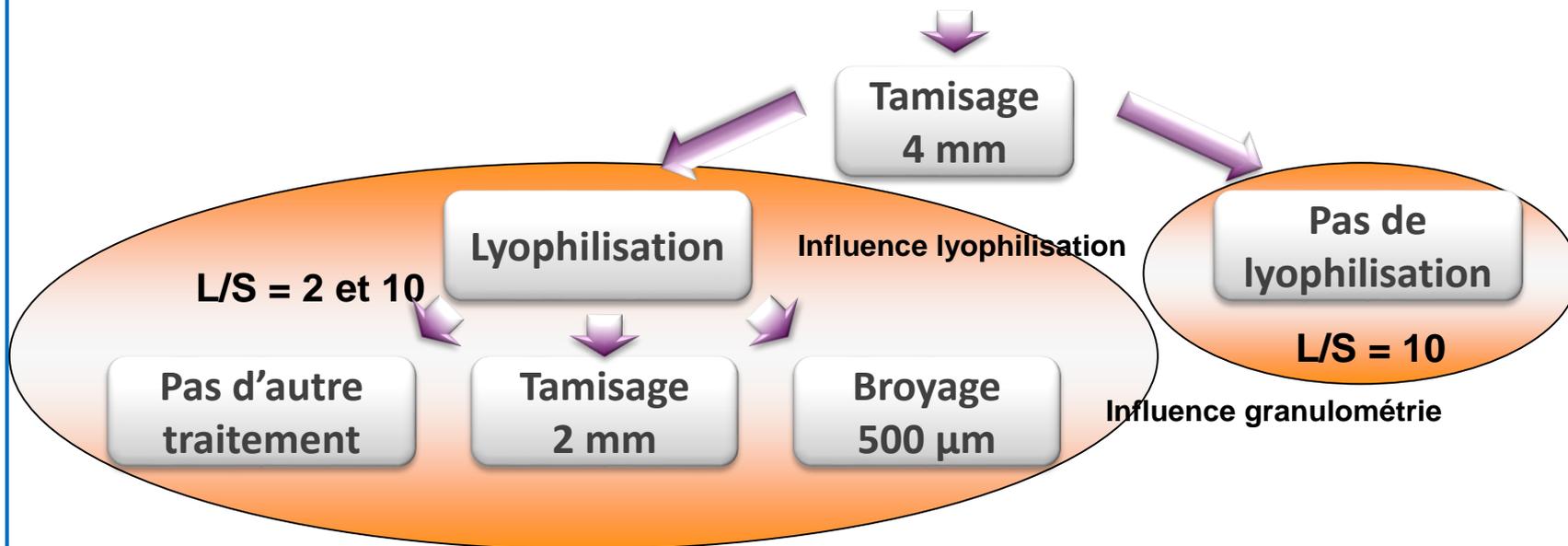


Agitation 24h



# MATÉRIELS ET MÉTHODES

Ancienne cokerie Lorraine



ASE



GC-MS



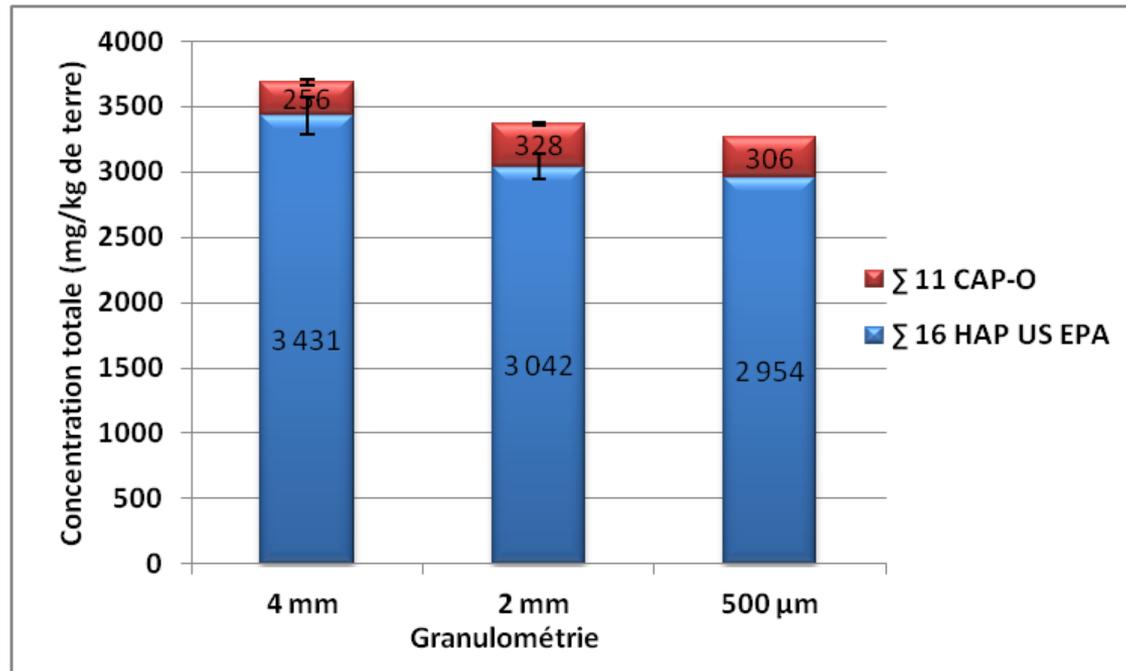
Concentration en HAP et CAP-O

# Résultats

## Concentrations en CAP dans les sols

# RÉSULTATS

## Concentrations en CAP dans la terre utilisée



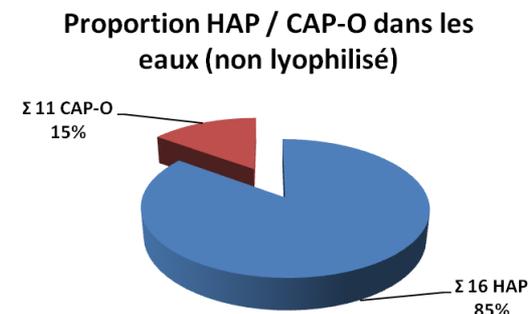
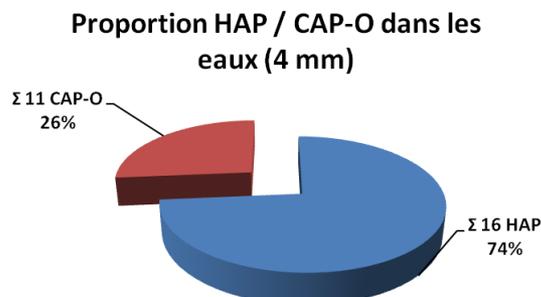
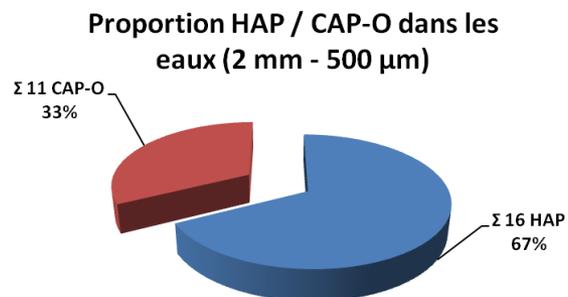
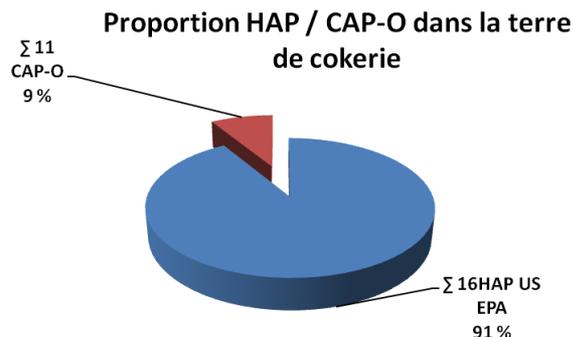
- ➡ Concentrations du même ordre de grandeur voire similaires
- ➡ Modification des paramètres physiques uniquement

# Résultats

## Concentrations en CAP dans les eaux de lixiviation

# RÉSULTATS

## Comparaison relargage 16 HAP US EPA / CAP-O

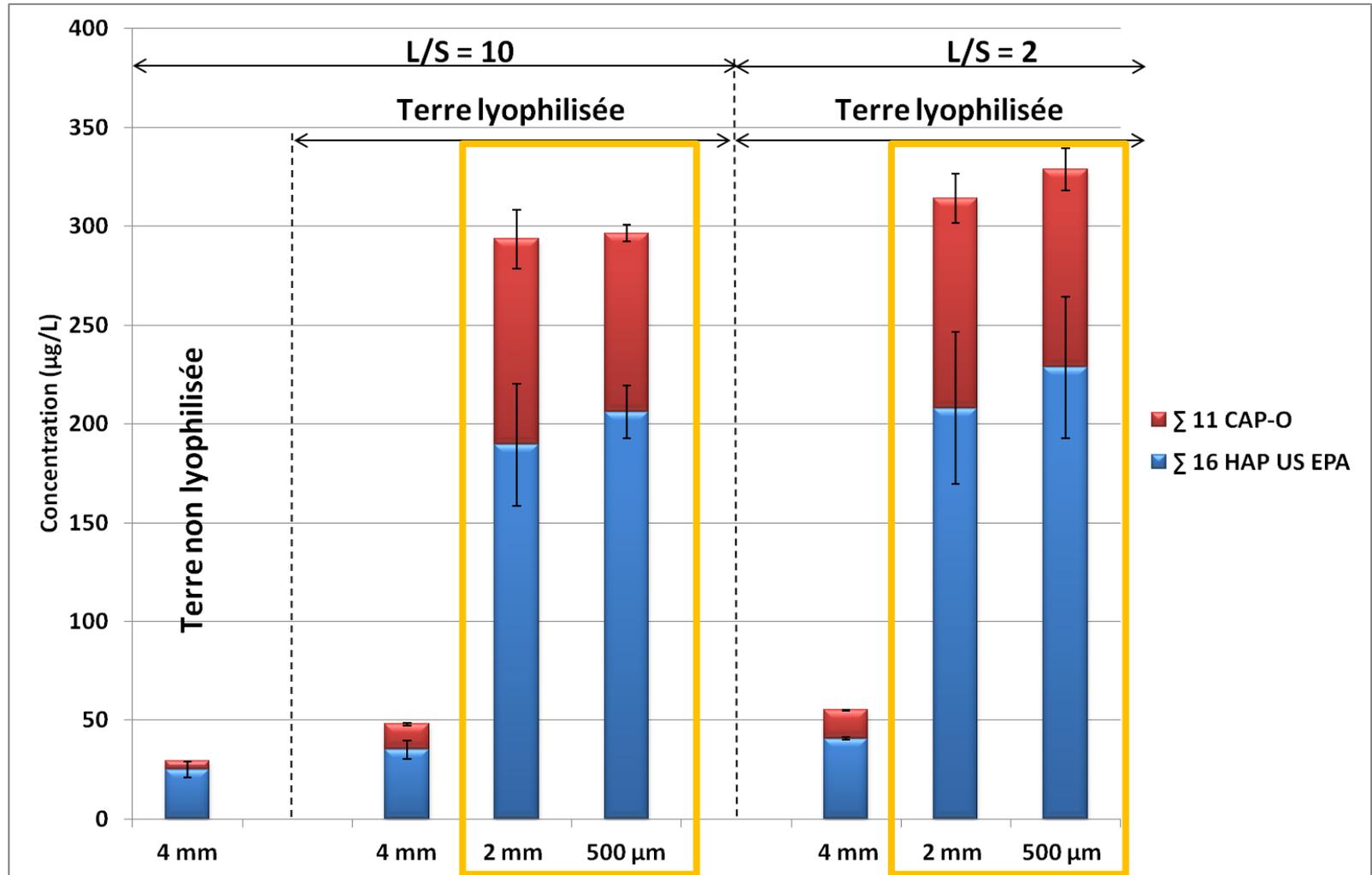


### Relargage préférentiel de CAP-O / HAP

- ➡ Entre 1,7 et 4,7 fois plus de CAP-O dans les eaux de lixiviation / proportion dans la terre
- ➡ Intérêt de l'étude des CAP-O

# RÉSULTATS

## Influence de la granulométrie – Concentrations en CAP dans les eaux



# RÉSULTATS

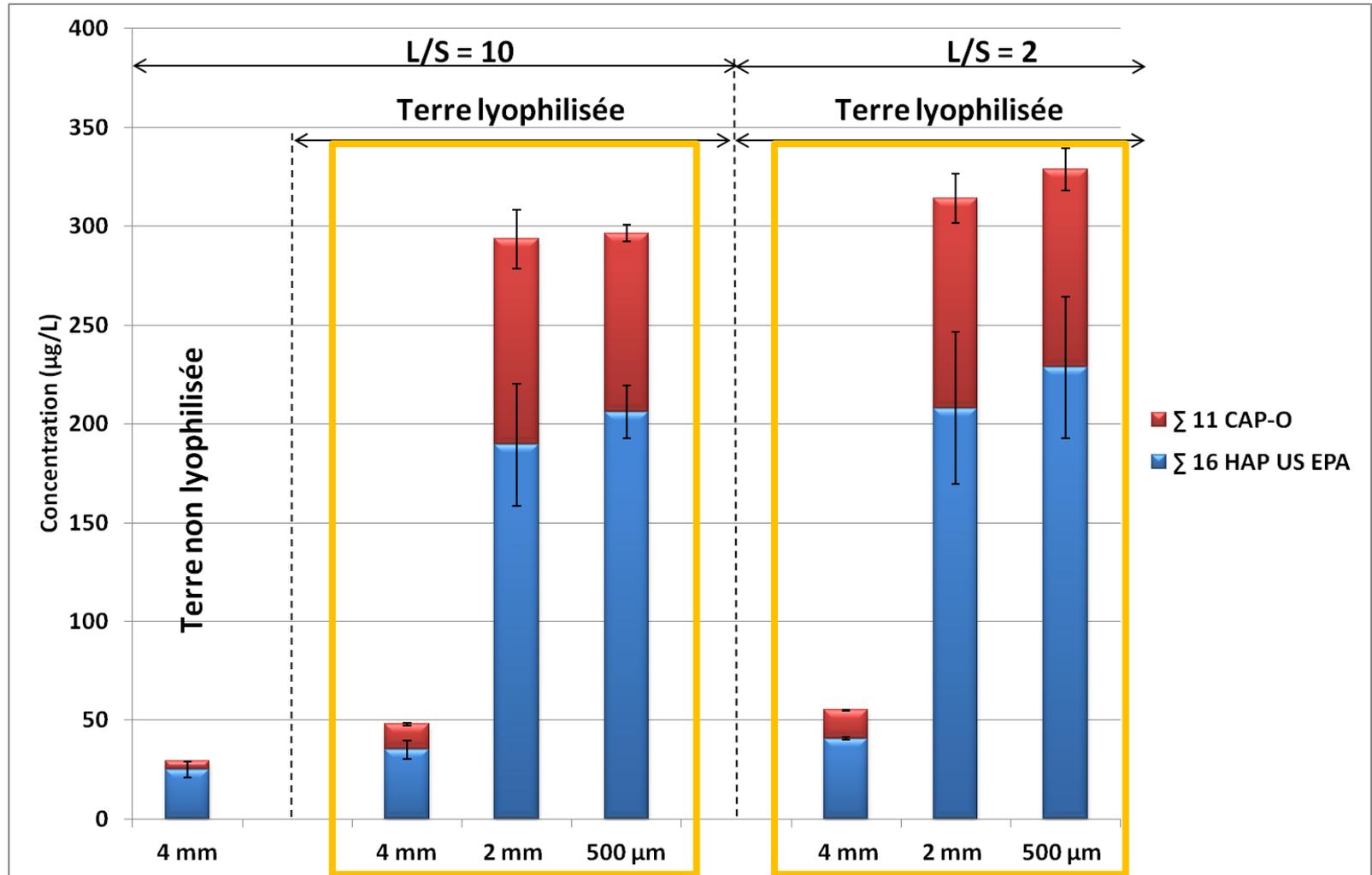
## Influence de la granulométrie – Concentrations en CAP dans les eaux

### Fraction tamisée à 2 mm et fraction broyée à 500 µm

- ➡ Pas d'influence de la granulométrie sur le relargage des CAP (16 HAP + 11 CAP-O)

# RÉSULTATS

## Influence de la granulométrie – Concentrations en CAP dans les eaux



# RÉSULTATS

## Influence de la granulométrie – Concentrations en CAP dans les eaux

### Fraction tamisée à 2 mm et fraction broyée à 500 µm

- ➡ Pas d'influence de la granulométrie sur le relargage des CAP (16 HAP + 11 CAP-O)

### Fraction tamisée à 4 mm

- ➡ Relargage plus faible (16 HAP : facteur 5 à 6 / CAP-O : facteur 7 à 8)



Fraction 2 – 4 mm broyée et réintroduite dans l'échantillon < 2 mm

- ➡ Destruction de certains agrégats
- ➡ Exposition de certaines surfaces du sol non exposées à la solution lixiviante
- ➡ Désorption plus importante

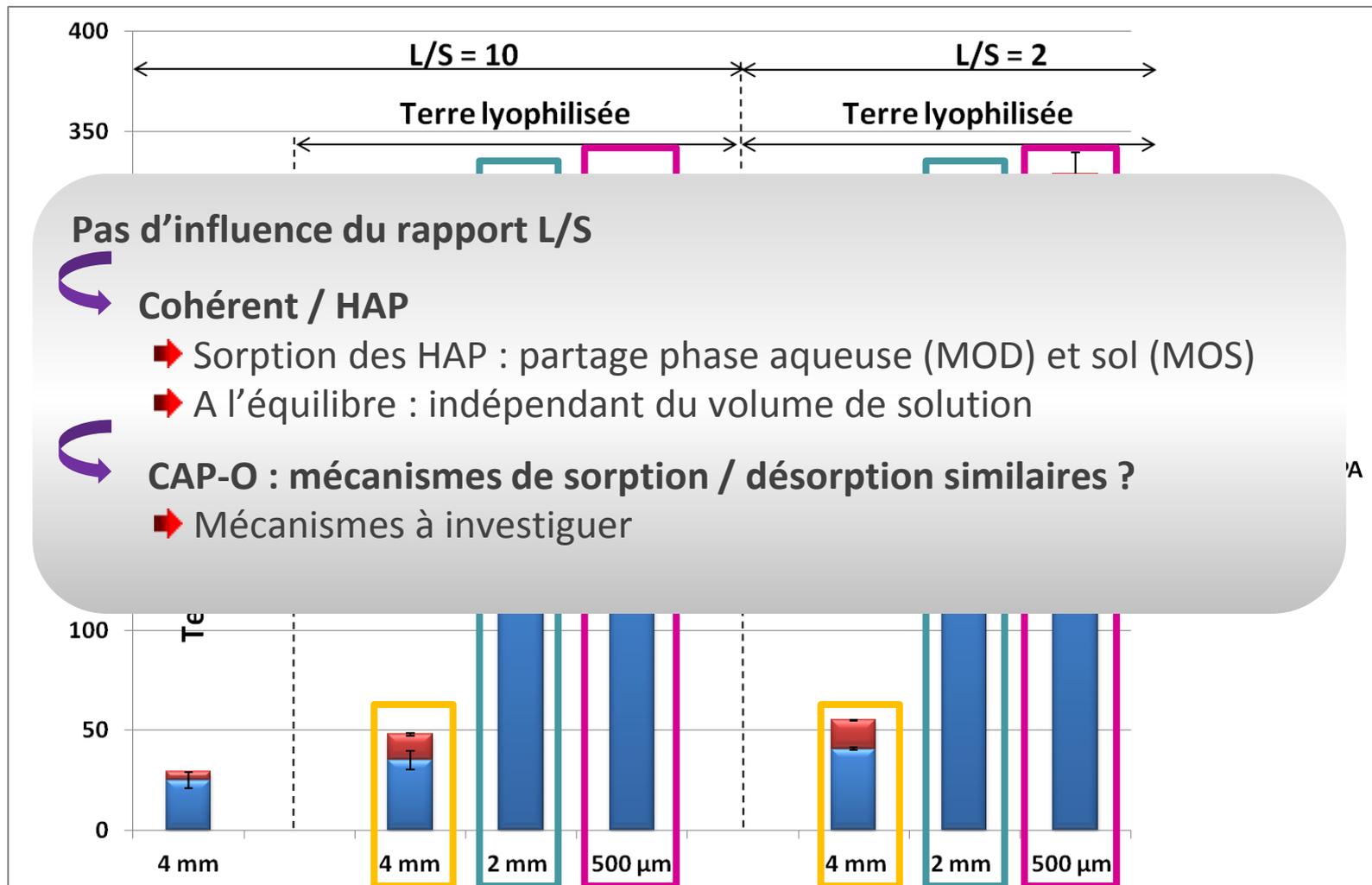


Vérification de cette hypothèse par des expériences complémentaires

- ➡ Tamisage à 2 mm sans réintroduction de la fraction 2 – 4 mm
- ➡ Terre d'origine différente (autre cokerie)

# RÉSULTATS

## Influence du rapport L/S – Concentrations en CAP dans les eaux



# RÉSULTATS

## Influence de la lyophilisation – Concentrations en CAP dans les eaux

400

### 16 HAP US EPA

- ▶ Pas (peu) d'influence de la lyophilisation (facteur 1,4)

### CAP-O

- ▶ Relargage 3 fois plus élevé après lyophilisation

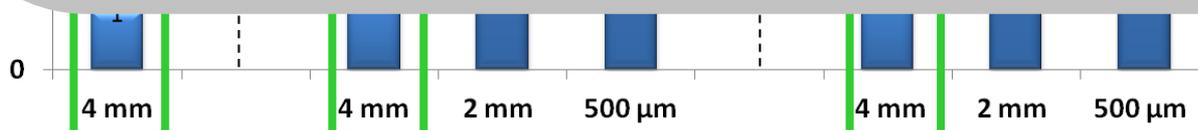
### Séchage

- ▶ Production de matière organique soluble dans l'eau
- ▶ Dissolution rapide lors de l'humidification de la terre
- ▶ Relargage de CAP plus important (sorption principalement due à la MO)



### Résultats d'expériences avec matériau lyophilisé

- ▶ Surestimation du relargage possible
- ▶ A réserver à l'étude des mécanismes



# CONCLUSION ET PERSPECTIVES

## Premiers tests de lixiviation

- Paramètres d'influence sur le relargage des CAP : granulométrie, lyophilisation
- Relargage préférentiel des CAP-O dans les eaux / HAP
  - ▶ Intérêt de l'étude des CAP-O (du point de vue émission)

## Perspectives

- Expériences complémentaires en batch
  - Confirmation de l'influence de certains paramètres
  - Mise en évidence des mécanismes de relargage des CAP-O
- Expériences en colonne + lysimètre : évaluation de la mobilité des CAP-O
- Prélèvements d'eaux souterraines sur site atelier



## Développements attendus

- Production de connaissances nouvelles sur le comportement des CAP-O dans les sols
- Dosage des CAP-O
- Meilleure compréhension des analyses sur site (sonde HAP)



**Merci de votre attention**

**Questions ?**