



## *Introduction*

*Sources de données*

*Atmosphère*

*Sols et alluvions*

*Activ. industrielles*

*Impact Méga Paris*

*Métaux dissous*

*Bilans sur le bassin*

*Evolution historique*

*Conclusion*

# Contamination métallique du bassin de la Seine: Introduction

- Séance 1
- **Introduction**: contexte général  
→ DT
  - **Méthodologies et sources de données** → DT
  - **Atmosphère** → Groupe A
  - **Érosion naturelle et sols agricoles**  
→ Groupe B
  - **Activités industrielles** → non traité
  - **Impacts de Méga Paris**  
→ Groupe C

**DT**



## *Introduction*

*Sources de données*

*Atmosphère*

*Sols et alluvions*

*Activ. industrielles*

*Impact Méga Paris*

*Métaux dissous*

*Bilans sur le bassin*

*Evolution historique*

*Conclusion*

# Contamination métallique du bassin de la Seine: Introduction

Séance 2 • **Métaux dissous et labiles**

→ Groupe A

• **Bilans sur le bassin** → Groupe B

• **Évolution historique** → Groupe C

• **Conclusion** → DT

**DT**



## *Introduction*

*Sources de données*

*Atmosphère*

*Sols et alluvions*

*Activ. industrielles*

*Impact Méga Paris*

*Métaux dissous*

*Bilans sur le bassin*

*Evolution historique*

*Conclusion*

Des questions  
sur la première  
séance ?

# Seconde séance

**DT**

# Métaux dissous

## Groupe A



### Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

### Questions

### Réponses disponibles dans

**Doc.3: Connaître  
la fraction  
biodisponible des  
métaux en vue  
d'évaluer leur  
impact  
écotoxicologique :  
p. 24 à 33**

### ● **Réglementation**

- Spécificités des métaux dans la réglementation?
- Objectif de la DCE pour les métaux ?
- Normes de qualité environnementale (NQE) pour Cd, Pb, Hg, Ni ?
- De quels paramètres ces NQE tiennent-elles compte ?

### ● **Méthodologie**

- Métaux dissous, biodisponibles, labiles, bioaccumulables ?
- Problèmes de mesure des métaux dissous ?
- Technique de gradient de diffusion en couche mince (DGT): fonctionnement ?
- Qualités et limitations de la DGT ?



# Métaux dissous

## Groupe A

### Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

### Questions

#### ● Evolution amont-aval ?

- Choix des sites d'échantillonnage ?
- Evolution des métaux dissous totaux ?
- Evolution des métaux dissous labiles ?
- Pour quels éléments les NQE sont-elles (parfois) dépassées ?

### Réponses disponibles dans

**Doc.3: Connaître la fraction biodisponible des métaux en vue d'évaluer leur impact écotoxicologique: p. 24 à 33**

#### ● Epuration des métaux des eaux urb.

- Efficacité des STEP pour les métaux particuliers ?
- Efficacité des STEP pour les métaux dissous ou dissous labiles ?



## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

# Réglementation sur les métaux toxiques

## Groupe A

Evolution de la réglementation

Métaux totaux

Métaux totaux

Métaux dissous

- Normes de **rejet de métaux toxiques** par stations épuration, industries
  - Arrêté **16 nov. 1985** :  $\Sigma \text{Me} < 15 \text{ mg/l}$ 
    - Cd  $< 0,3 \text{ mg/l}$  &  $< 3 \cdot 10^{-4}$  Cd utilisé
    - Cr VI  $< 0,1 \text{ mg/l}$
    - Pb  $< 1 \text{ mg/l}$     Cu, Sn  $< 2 \text{ mg/l}$
    - Zn, Ni, Fe, Al  $< 5 \text{ mg/l}$
- Directive Cadre Européenne (DCE) (2000): **qualité chimique et hydro-biologique** !
  - Substances prioritaires: rejets et concentrations totales
  - Norme Qualité Environnementale (NQE):  
[Cd]<sub>d</sub>  $< 0,08 \mu\text{g.l}^{-1}$  [Hg]<sub>d</sub>  $< 0,05 \mu\text{g.l}^{-1}$   
[Pb]<sub>d</sub>  $< 7,2 \mu\text{g.l}^{-1}$  et [Ni]<sub>d</sub>  $< 20 \mu\text{g.l}^{-1}$



# Spéciation du Cu

## Groupe A

### Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

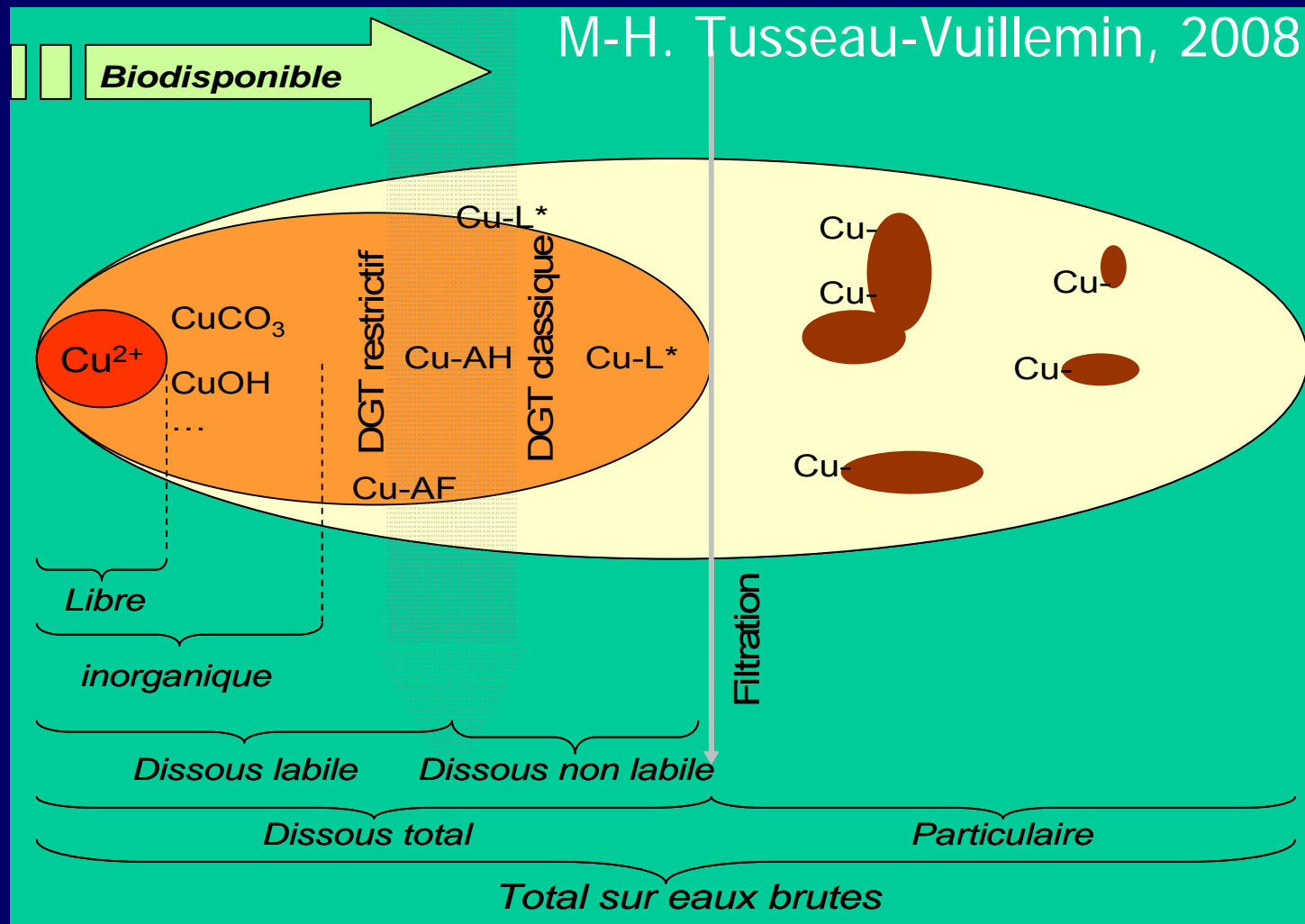
Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

### Conclusion





# Méthodologie & sources de données

## Groupe A

### Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

### Sources des données

- Gradient de diffusion en couche mince (**DGT**)
  - Dispositif d'échantillonnage passif des formes métalliques dissoutes labiles: plusieurs jours d'immersion



M-H. Tusseau-Vuillemin, 2008





## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

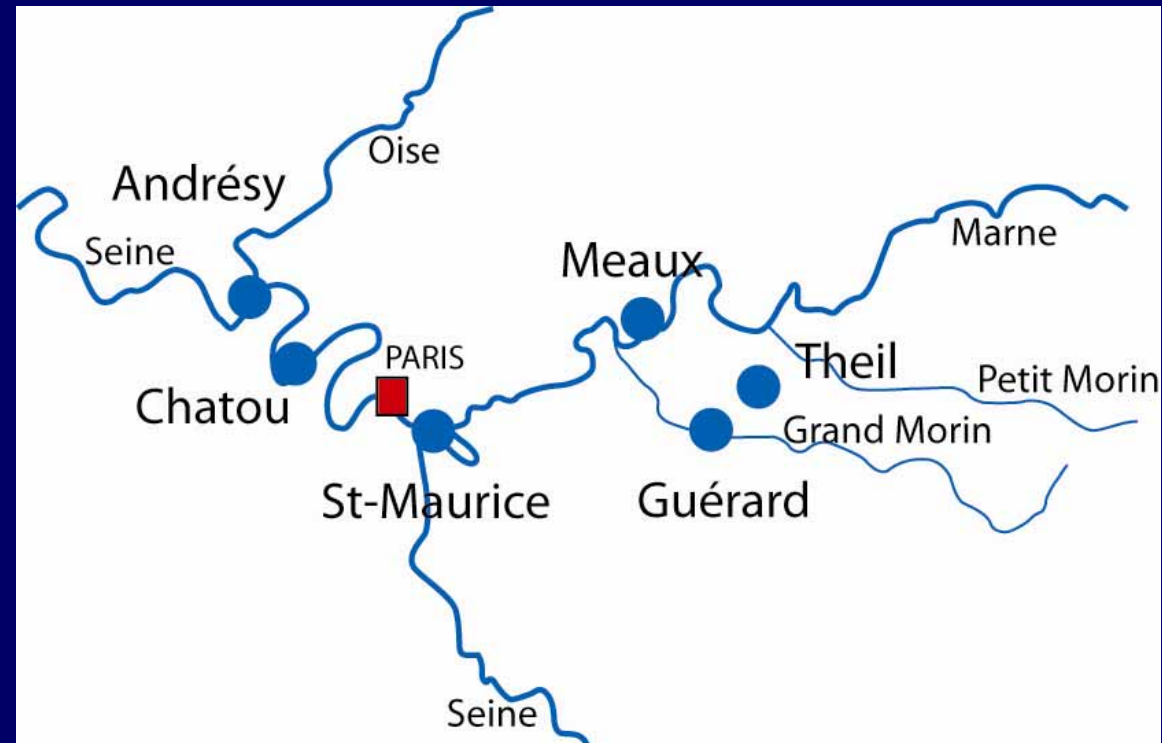
Conclusion

# Evolution amont-aval des concentrations en métaux dissous et labiles **Groupe A**

Sites d'échantillonnage

- Gradient de diffusion en couche mince (**DGT**)

Amont – aval de Paris



M-H. Tusseau-Vuillemin, 2008



# Evolution amont-aval des concentrations en métaux dissous et labiles **Groupe A**

## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

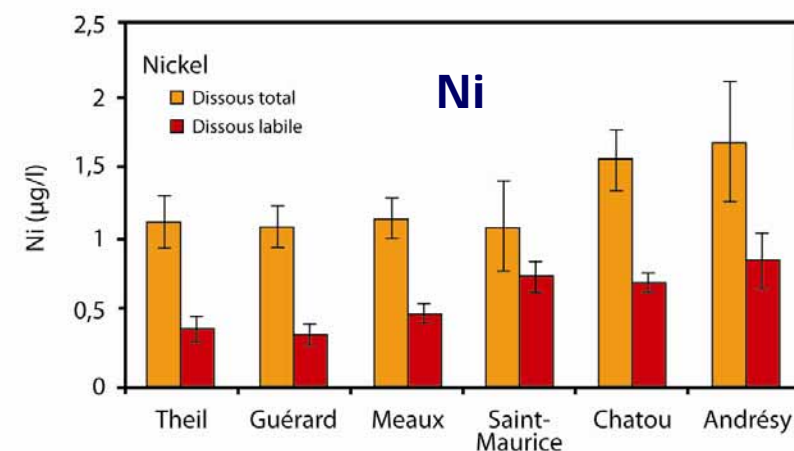
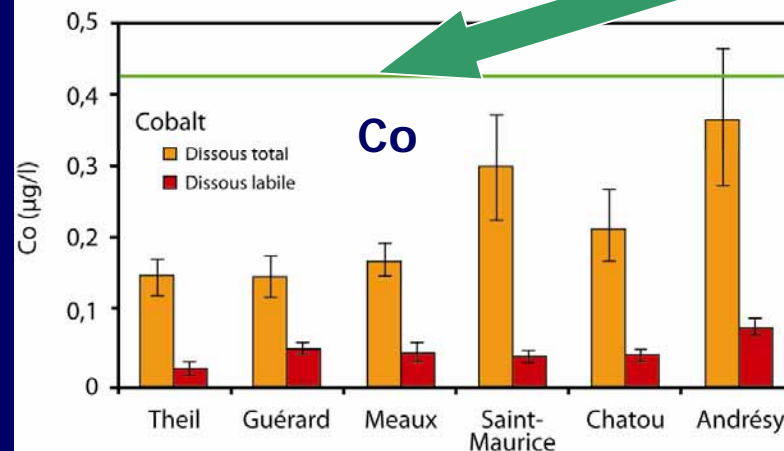
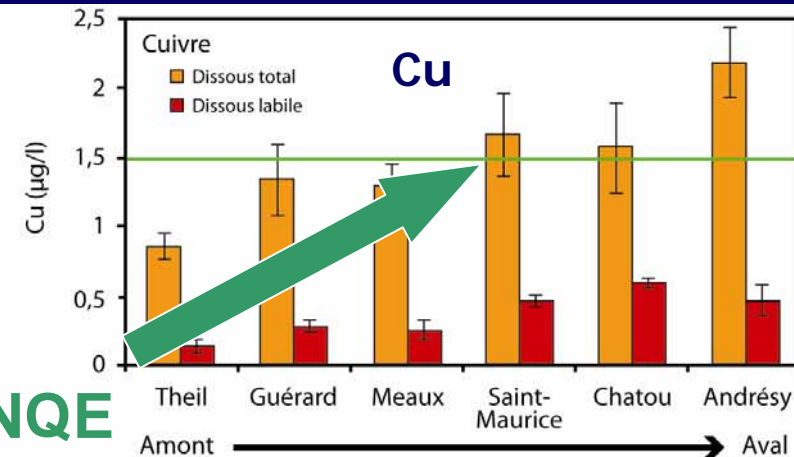
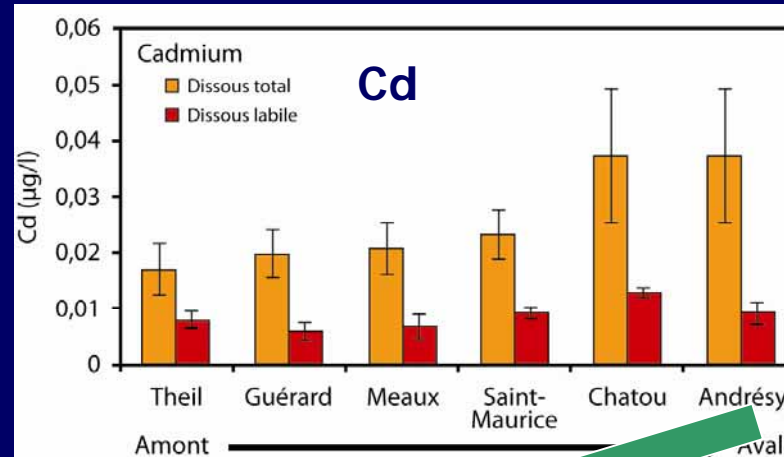
Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

## Résultats

• M-H. Tusseau-Vuillemin, 2008





# Epuration des métaux dans les eaux urbaines **Groupe A**

## *Introduction*

*Sources de données*

*Atmosphère*

*Sols et alluvions*

*Activ. industrielles*

*Impact Méga Paris*

*Métaux dissous*

*Bilans sur le bassin*

*Evolution historique*

*Conclusion*

Station  
d'épuration de  
Seine-Aval  
(STEP-SA) à  
Achères

Vue aérienne





# Epuration des métaux dans les eaux urbaines **Groupe A**

## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

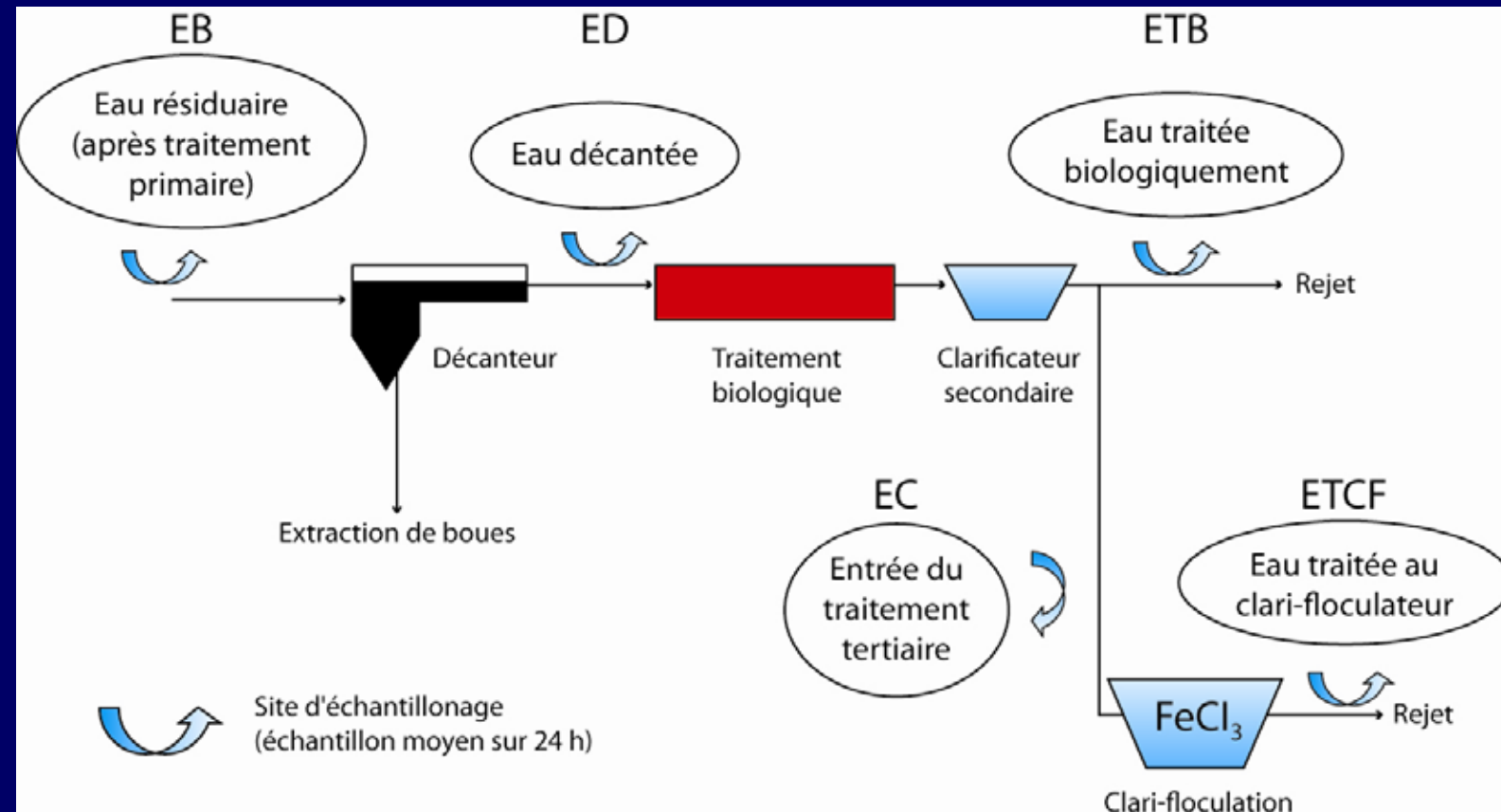
Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

## Méthodologie d'échantillonnage

- M-H. Tusseau-Vuillemin, 2008





# Epuration des métaux dans les eaux urbaines **Groupe A**

## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

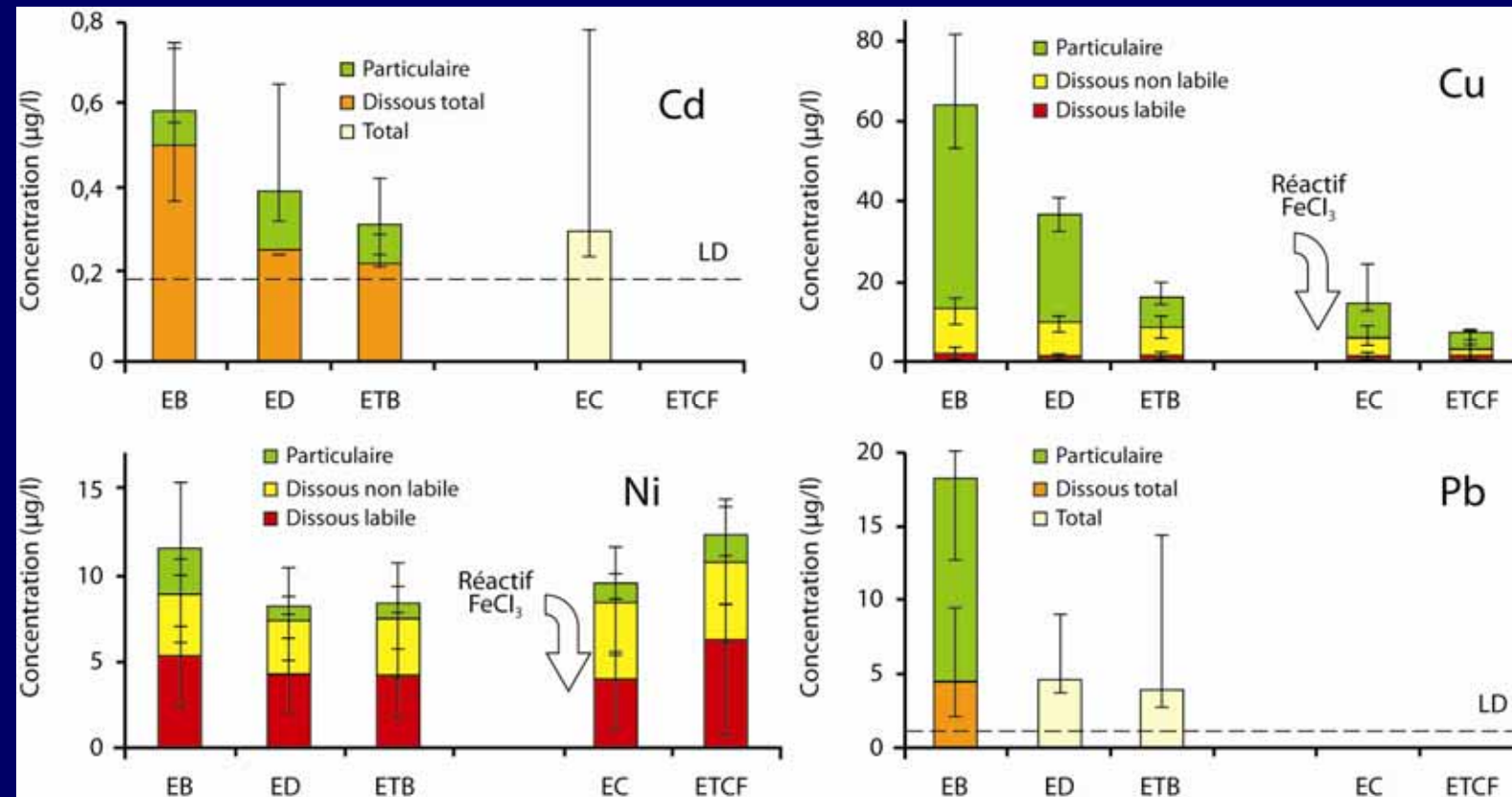
Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

## STEP-SA à Achères

- Efficacité faible / négative pour les métaux dissous / labiles





# Métaux dissous et labiles

## Groupe A

### Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

### Conclusion

- **Directive Cadre sur l'eau DCE** (2000): état éco toxicologique
- **Métaux dissous bio disponible:** paramètre essentiel pour évaluer l'impact éco toxicologique des métaux
- **Gradient de diffusion en couche mince** DGT: approche efficace mais délicate
- **Efficacité des STEP très limitée** pour les métaux dissous ou dissous labiles → Cd et Ni majoritairement dissous



# Métaux dissous et labiles

## Groupe A

***Introduction***

***Sources de données***

***Atmosphère***

***Sols et alluvions***

***Activ. industrielles***

***Impact Méga Paris***

***Métaux dissous***

***Bilans sur le bassin***

***Evolution historique***

***Conclusion***

Des questions ?



# Bilan global des rejets à l'estuaire

## Groupe B

### Introduction

Sources de données

← Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

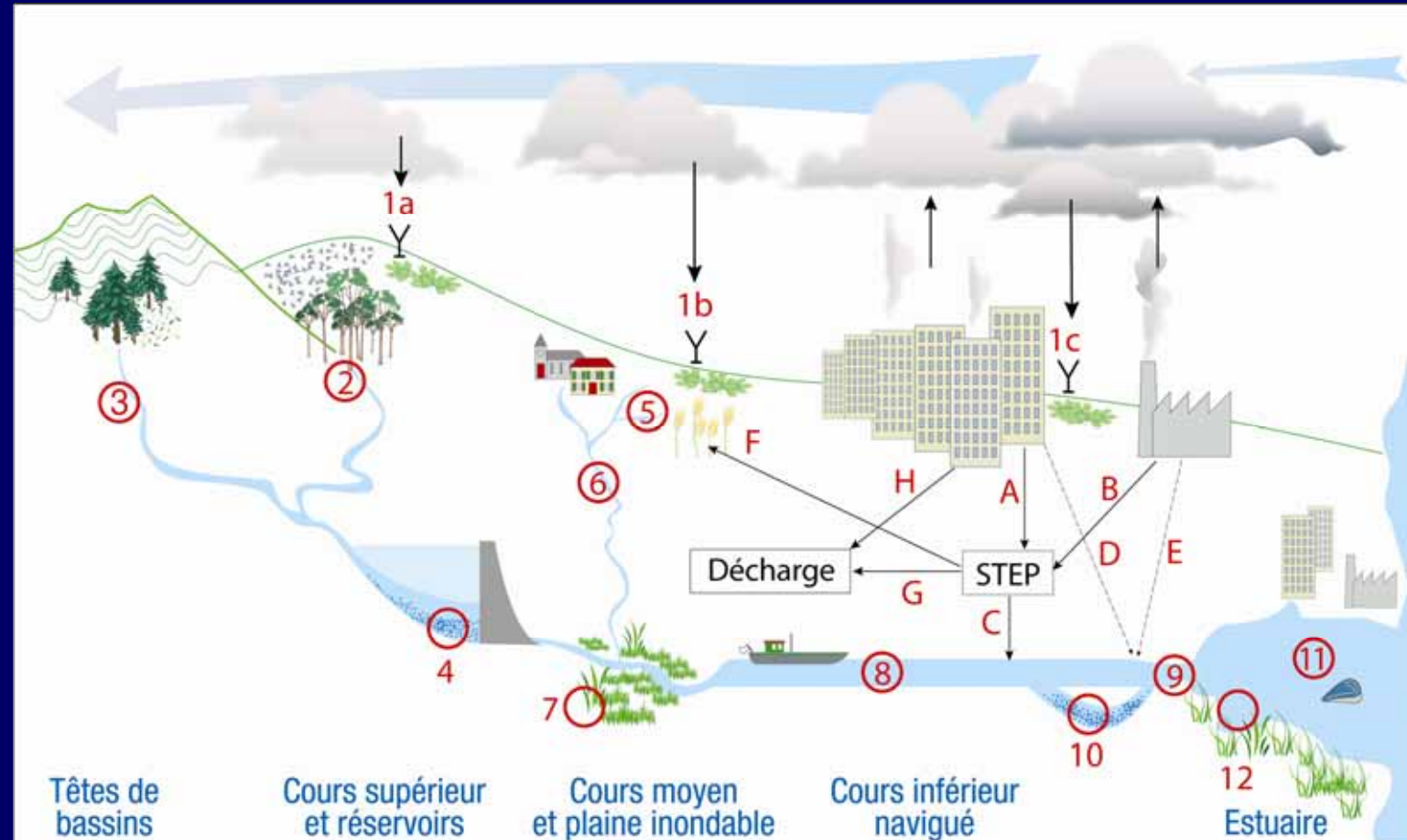
Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

- Schéma général de transfert de métaux







# Bilan global des rejets à l'estuaire

## Groupe B

### Introduction

### Sources de données

### Atmosphère

### Sols et alluvions

### Activ. industrielles

### Impact Méga Paris

### Métaux dissous

### Bilans sur le bassin

### Evolution historique

### Conclusion

- Questions
- **Méthodologie:** estimation des flux annuels à l'estuaire ?
    - Estimation des flux de métaux particuliers ?
    - Estimation des flux de métaux dissous ?

- **Méthodologie:** estimation des flux rejetés sur le bassin ?
  - Flux rejetés par toutes les villes du bassin ?
  - Flux rejetés par toutes les STEP du bassin ?

- Réponses dans
- Doc.4: Dresser un bilan des métaux : p. 34 à 39
- **Bilan de circulation** des métaux
    - Zn: flux principaux ?
    - Zn: « bouclage » du bilan annuel ?
    - Zn: causes possible de non « bouclage » ?
    - Cd: flux principaux ?
    - Hg: flux principaux ?



# Bilan global des rejets à l'estuaire

## Groupe B

### Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

### Questions

- **Comparaison de la somme des apports au flux à l'estuaire (exports)**

- Eléments pour lesquels  $\Sigma$  apports < exports ?  
→ Causes possible de la différence ?
- Eléments pour lesquels  $\Sigma$  apports > exports ?  
→ Causes possible de la différence ?

- **Rejets domestiques métalliques**

- Rejet annuel *per capita*: définition ?
- Détermination du rejet annuel *per capita* ?
- Intérêt du rejet annuel *per capita* ?

- **Utilisation industrielle de métaux**

- Comparaison des flux d'exports non-domestiques aux flux annuels de métaux utilisés ?
- Impact de l'utilisation industrielle de métaux ?

### Réponses dans

Doc.4: Dresser un bilan des métaux :  
p. 34 à 39



# Bilan global des rejets à l'estuaire

## Groupe B

### Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

Méthodologie



Estimation des flux de **métaux dissous** par travaux de Cossa (1990-1), Huang (1993-4) & Elbaz-Poulichet (2003-4):  
**20% Cd, 22% Cu, 30% Zn, 9% Pb**

Bilan du bassin à l'estuaire (Poses)

- **Extrapolation** des estimations urbaines: Méga Paris → bassin Seine
- Comparaison de la somme des apports aux exports à Poses → **impacts** ?
- Estimation des **rejets domestiques per capita**
- Estimation indirecte des **rejets non domestiques** = total – naturel – *per cap.*





# Bilan global: circulation de Zn (t/an)

## Groupe B

### Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

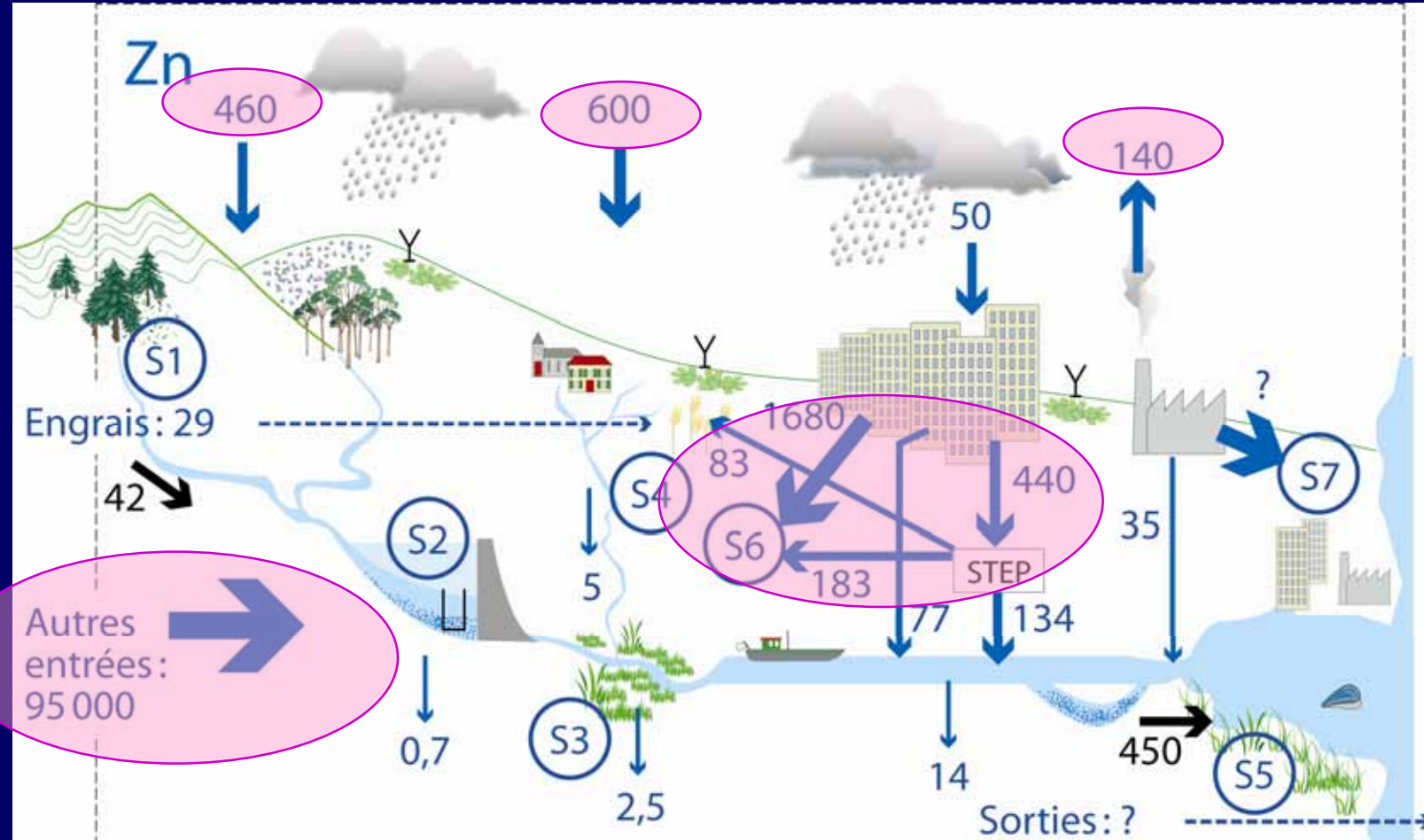
Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion





## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

# Bilan global: circulation de Zn

## Groupe B

### Résultats

- **Flux annuels majeurs** en **Zn** (t/an)
    - **Retombées atmosphériques** sur sols forêt (460) et cultures (600)
    - **Rejets urbains** en rivière
      - Eaux usées traitées (134)
      - Déversoirs d'orage (77)
      - Rejets industriels (35)
- } 246
- **Impact** sur flux **Zn** en Seine (t/an)
    - Erosion naturelle (42)
    - Export à Poses (450) → + **408**
  - **Défaut d'apports** en Seine: **162 t/an**
    - Rejets et fuites des stocks urbains ?



# Bilan global: circulation de Cd (t/an)

## Groupe B

### Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

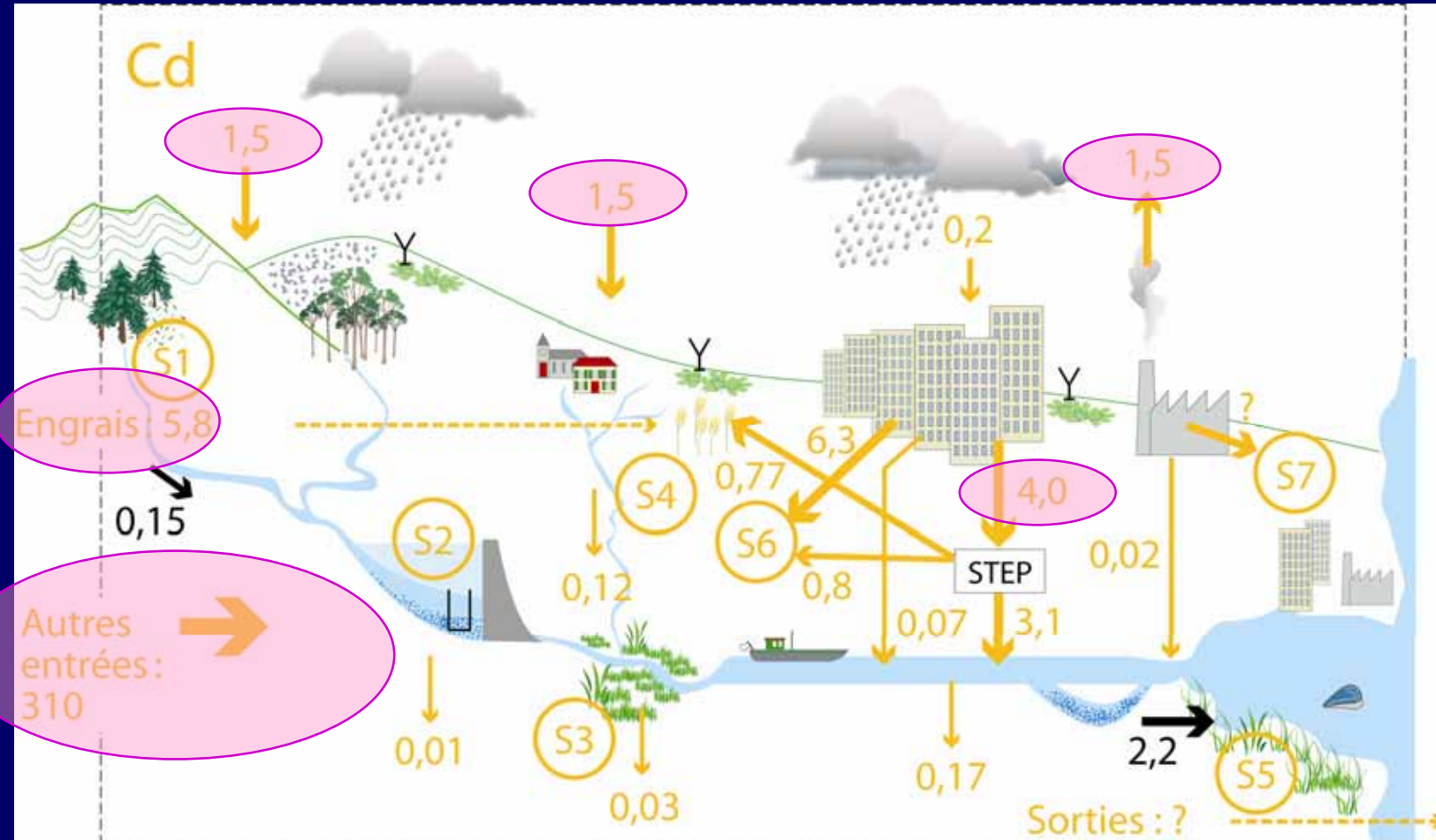
Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion





# Bilan global: circulation de Hg (t/an)

## Groupe B

### Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

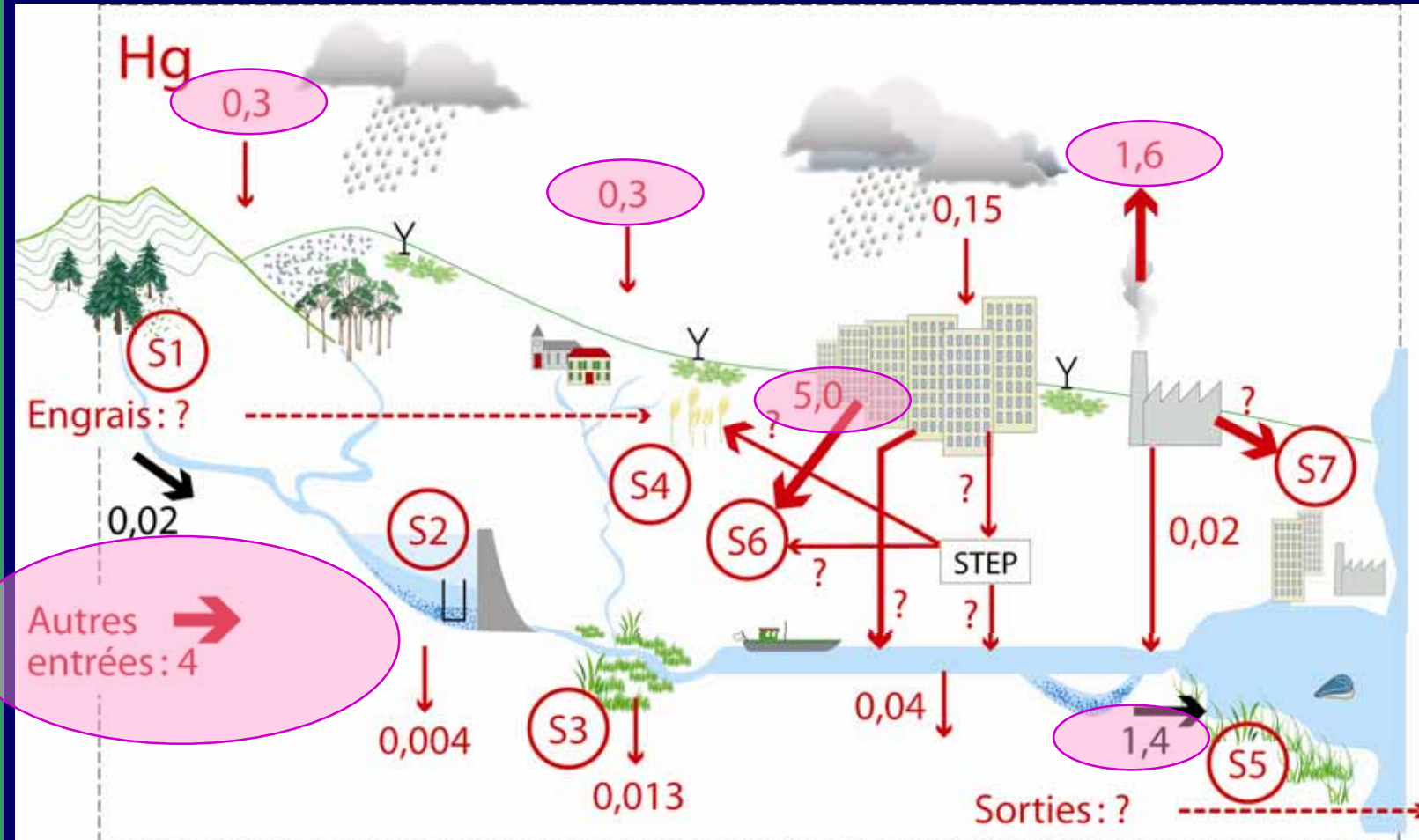
Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion





# Bilan global des rejets à l'estuaire

## Groupe B

### Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

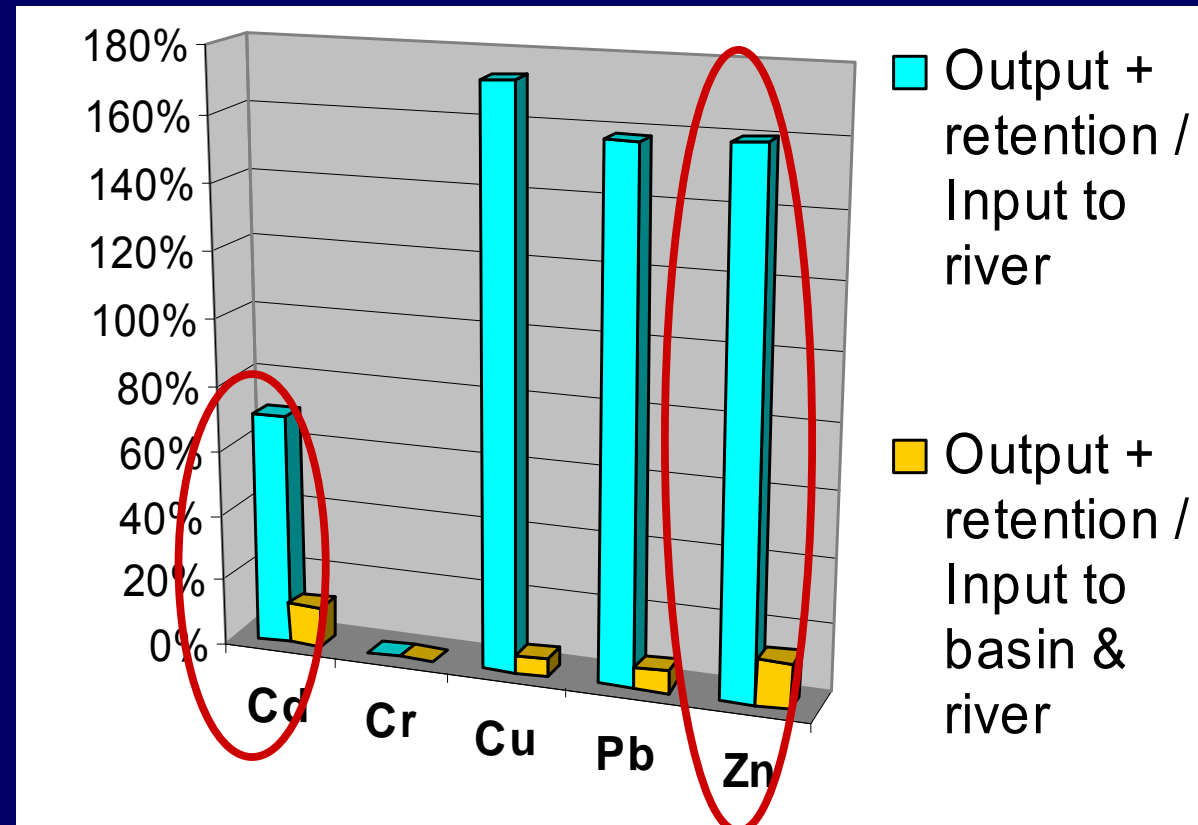
Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

Résultats Exports (+ rétention) / **Apports en rivière**  
 Exports (+ rétention) / **Apports sols + rivière**







# Bilan global des rejets à l'estuaire

## Groupe B

### Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

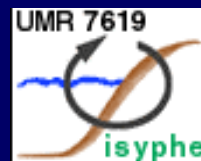
Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

- Résultats
- Exports + rétention / **Apports en rivière**
    - **Excès d'exportation (>1): Cu, Pb, Zn**  
→ sous-estimation des rejets en rivière: rejets industriels, fuites des décharges...
    - **Défaut d'exportation (<1): Cd**  
→ surestimation des rejets des STEPs
  - Exports + rétention / **Apports sols + rivière**
    - **Défaut d'export (<1) → Fuite réduite (inconnue)** des apports sur les sols agricoles/forestiers ou dans les décharges/centres de trait. des déchets





## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

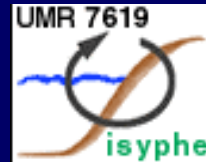
Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

# Bilan global: rejet *per capita* **Groupe B**

## Résultats



Exploitation des rejets de sites à 64 hab/km<sup>2</sup>  
et du modèle PIREN Seine (1995-2000)

Estimation du **rejet métallique par personne**

- Cd: 0,055 g/habitant/an
- Cu: 3,6 g/personne/an
- Hg: 0,025 g/habitant/an
- Pb: 4,0 g/personne/an
- Zn: 14 g/habitant/an

## Exploitation

Estimation indirecte de l'impact des rejets  
**non domestiques** à l'estuaire de la Seine:

Rejet **non-dom.** = total - naturel - *per capita*



## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

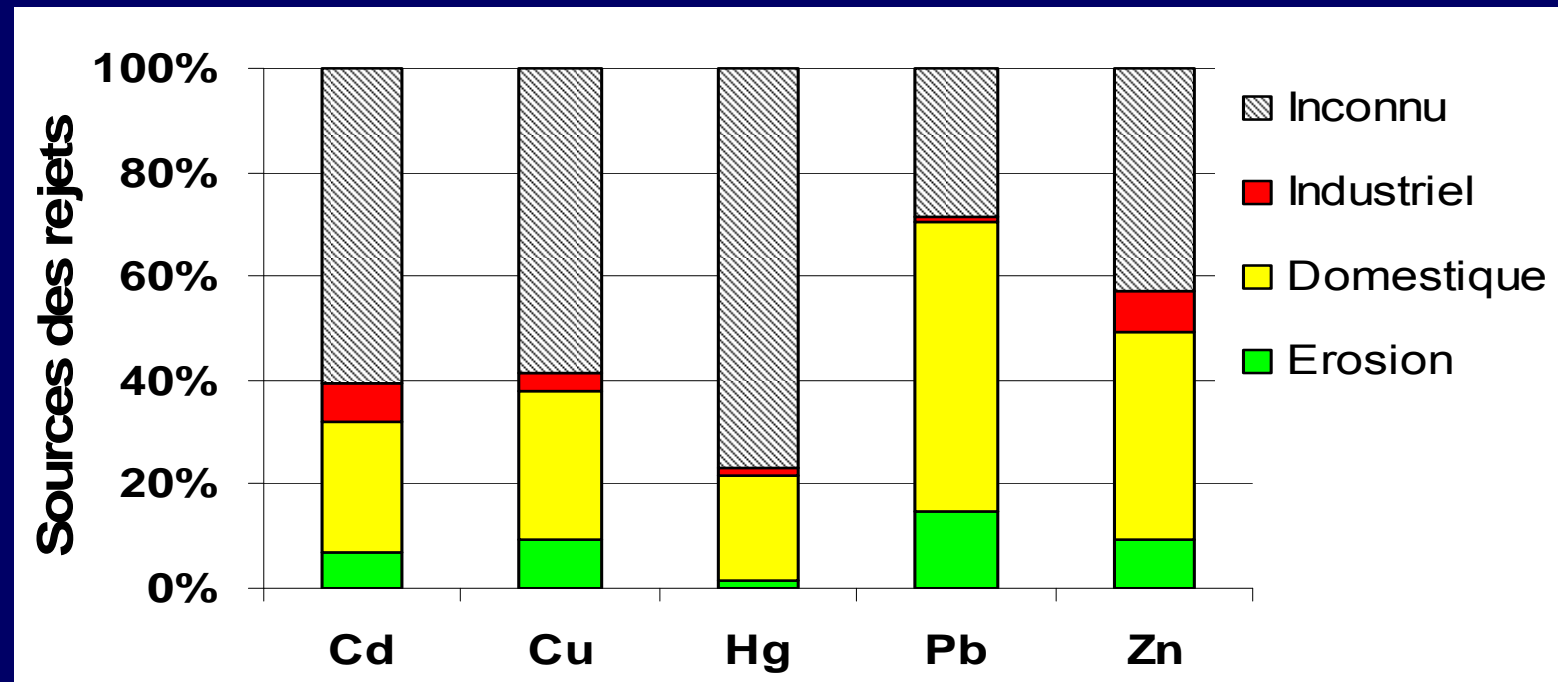
Evolution historique

Conclusion

# Bilan des sources de rejets du bassin à Poses: partie inconnue ! **Groupe B**

Sources non répertoriées

- Rejets industriels sous-estimés
- Fuites inconnues des décharges
- Fuites inconnues des stocks urbains





# Bilan global: impacts des usages des métaux **Groupe B**

## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

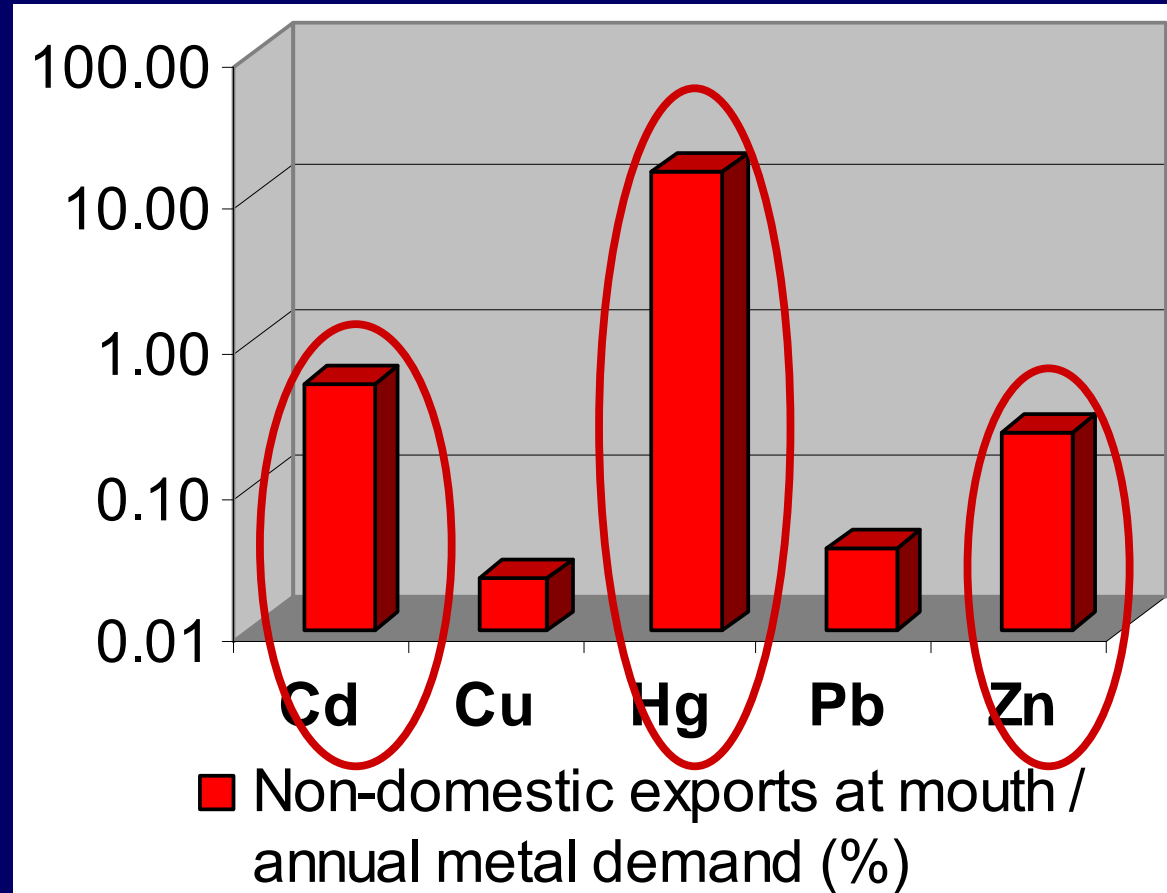
Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

Résultats % exports non-dom. à Poses / utilisation annuelle





# Bilan global: impacts des usages des métaux **Groupe B**

## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

Résultats Exportation des rejets non domestiques /  
**utilisation annuelle** de métaux  $\ll 100\%$

- **Hg : 15%** des 7 t/an
- **Cd : 0,5%** des 300 t/an
- **Zn : 0,23%** des 100 000 t/an
- Cu : 0,023% des 300 000 t/an

Conclusion Impact des **utilisations industrielles** des métaux apparaissent (*heureusement*) comme faibles : **< 0,5% sauf pour Hg** (volatil, sels solubles...)





# Bilan global **Groupe B**

***Introduction***

***Sources de données***

***Atmosphère***

***Sols et alluvions***

***Activ. industrielles***

***Impact Méga Paris***

***Métaux dissous***

***Bilans sur le bassin***

***Evolution historique***

***Conclusion***

Des questions ?



## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

# Evolution historique

## Groupe C

### Questions

- **Évolution de la demande industrielle annuelle, comparée à celle de 1950**
  - Éléments dont la demande décroît ?
  - Éléments dont la demande croît ?
  - Origines de ces décroissances/croissances ?

### Réponses dans

**Doc.5: Analyser l'évolution à long terme de la contamination : p. 40 à 47**

- **Évolution de la contamination des particules** déposées lors des crues
  - Intérêt des ces laisses de crues ?
  - Où rechercher ces laisses de crues ?
  - Comment déterminer les teneurs antérieures ?
  - Evolution des teneurs depuis 1935 (comparées aux teneurs naturelles) ?



## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

# Evolution historique

## Groupe C

### Questions

- Évolution des **rejets annuels per capita** (1930 à 2003)
  - Éléments dont le rejet *per capita* décroît ?
  - Éléments dont le rejet *per capita* croît ?
  - Origines de ces décroissances/croissances ?

### Réponses dans

Doc.5: Analyser l'évolution à long terme de la contamination : p. 40 à 47

- Évolution de la contamination des **boues de STEP S-A**
  - Éléments de plus forte décroissance ?
  - Évolution de la réglementation épandage ?
- Évolution des **autres fleuves**: Pb & Zn





## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

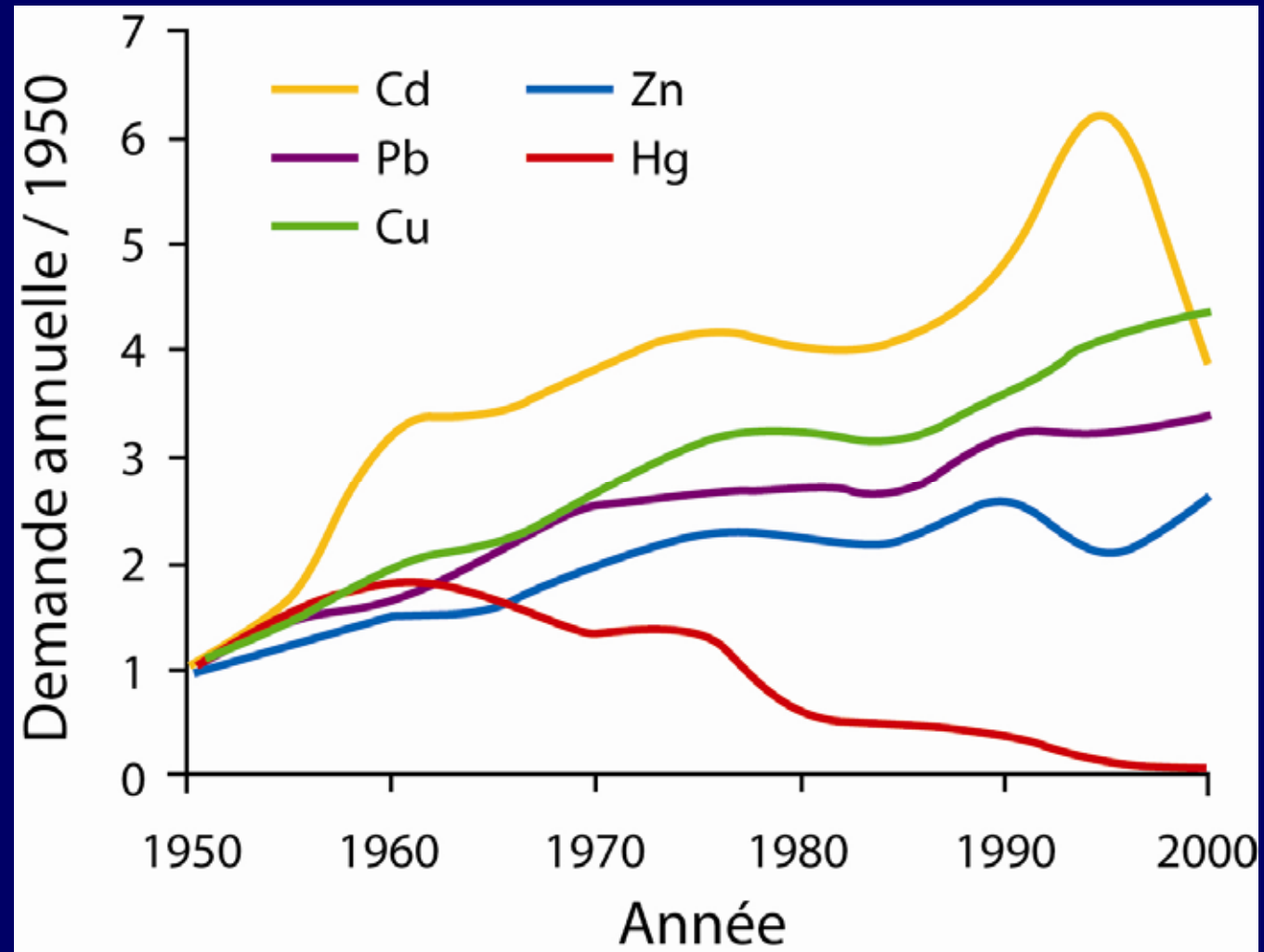
Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

## Conclusion

# Évolution de la demande en métaux comparée à celle en 1950 **Groupe C**





# Bilan global: décontamination des matières déposées pendant les crues

## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

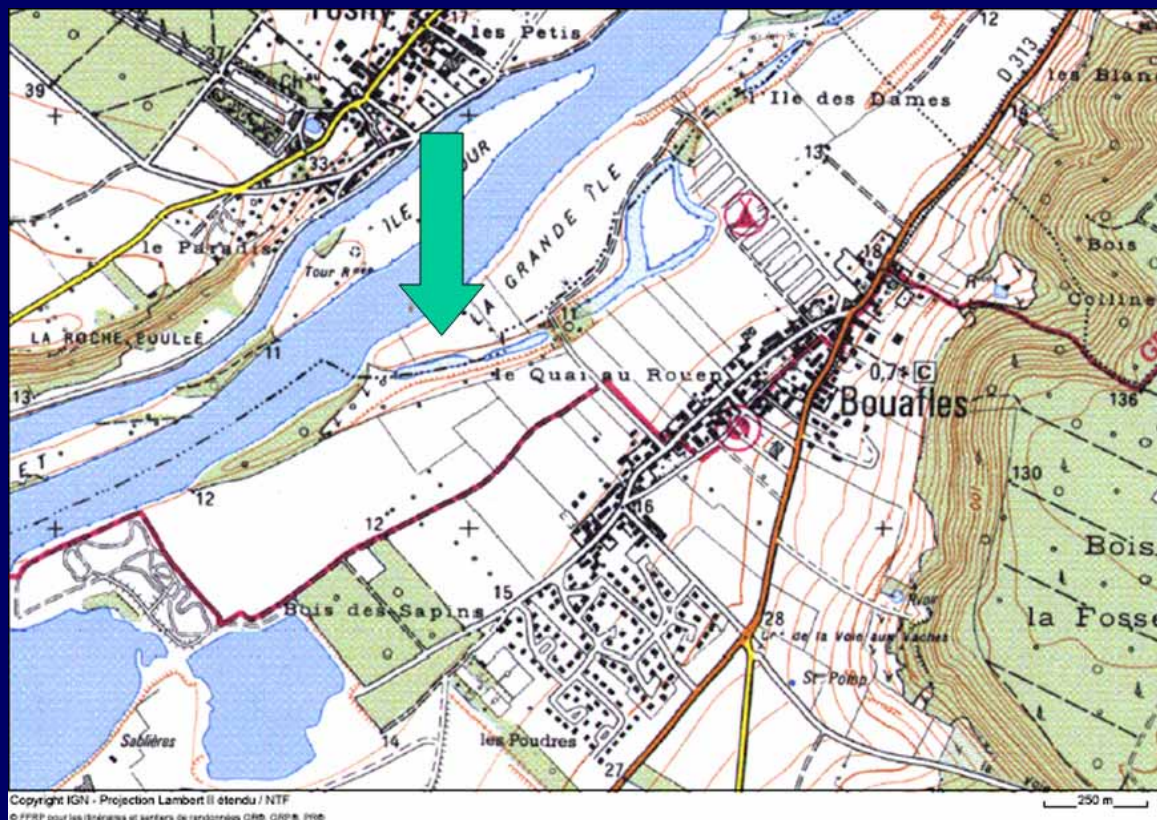
Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

Méthodologie Echantillonnage des laisses de crue dans un bras mort: Bouafles





# Bilan global: décontamination des matières déposées pendant les crues

## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

Méthodologie Echantillonnage des laisses de crue dans un bras mort: Bouafles





# Bilan global: décontamination des matières déposées pendant les crues

## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

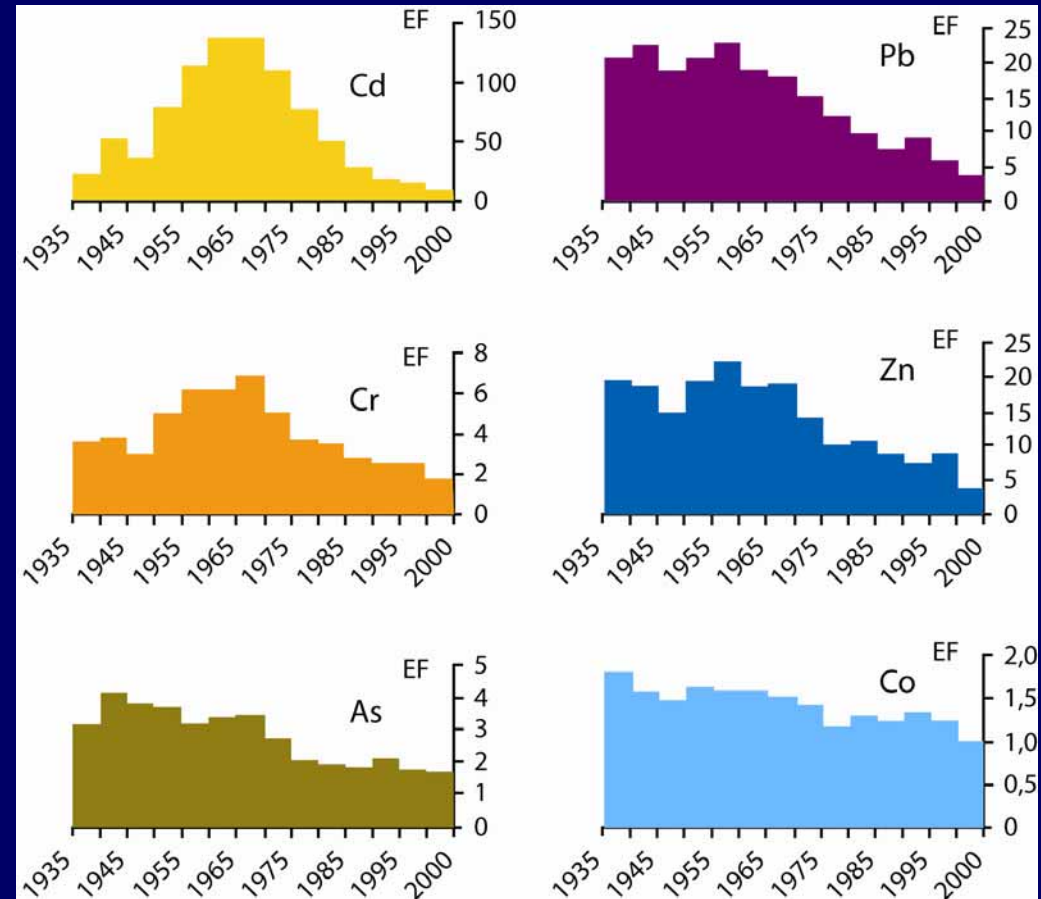
Conclusion

## Résultats

EF = teneur / teneur naturelle



## Teneurs métalliques des laisses de crue





## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

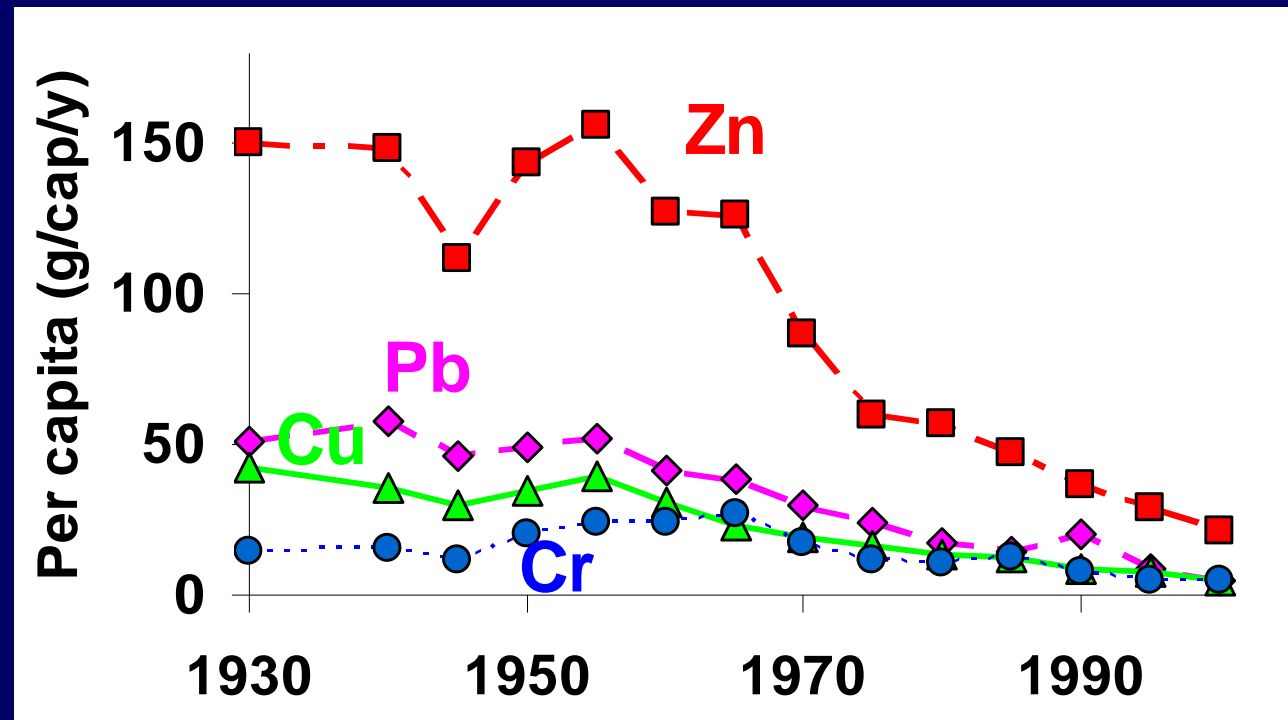
Bilans sur le bassin

Evolution historique

## Conclusion

# Décroissance significative des rejets *per capita* ! **Groupe C**

**Résultats** Rejet métallique *per capita* (g/hab/an):  
 Depuis 1965: décroissance considérable de  
 Zn, Pb, Cu, Cr → **Flux 2000 < flux 1930**





## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

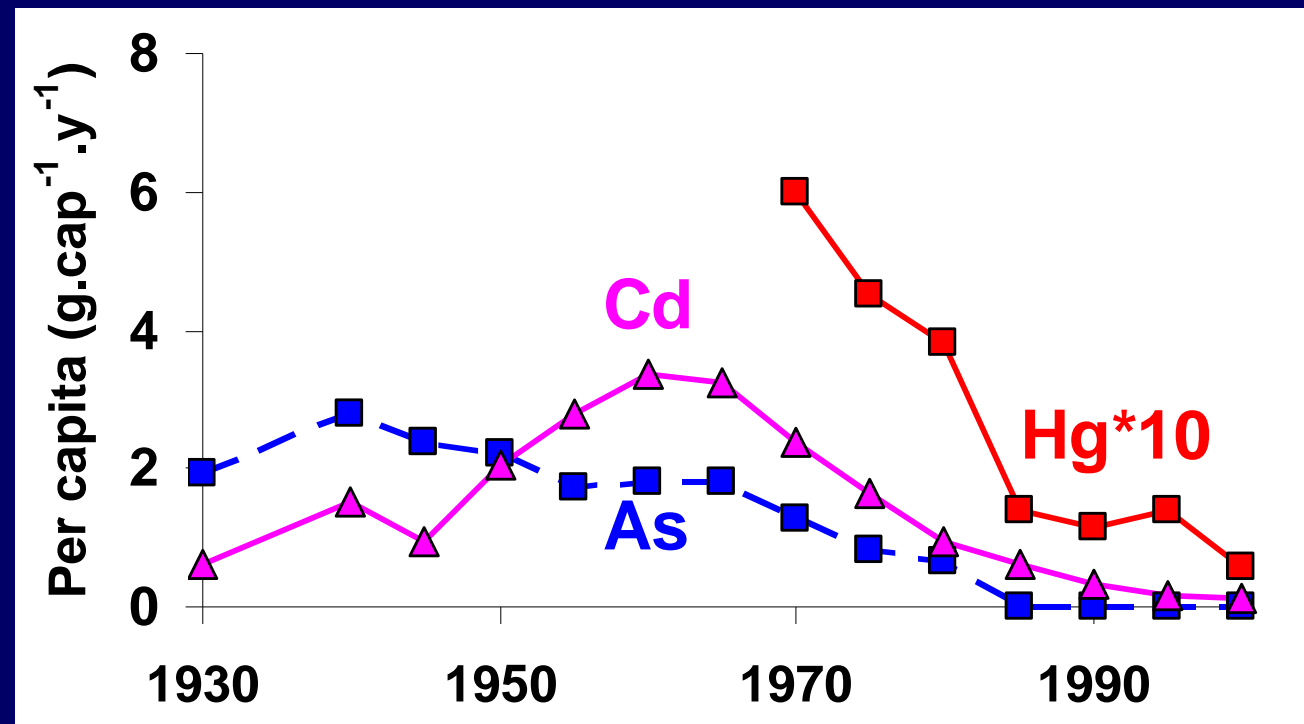
Evolution historique

## Conclusion



# Décroissance significative des rejets *per capita* ! **Groupe C**

**Résultats** Rejet métallique *per capita* (g/hab/an):  
 Depuis 1965: décroissance considérable de  
 Cd, As, Hg → **Flux 2000 < flux 1930**





# Méga Paris: décontamination exponentielle des boues de Seine-Aval

## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

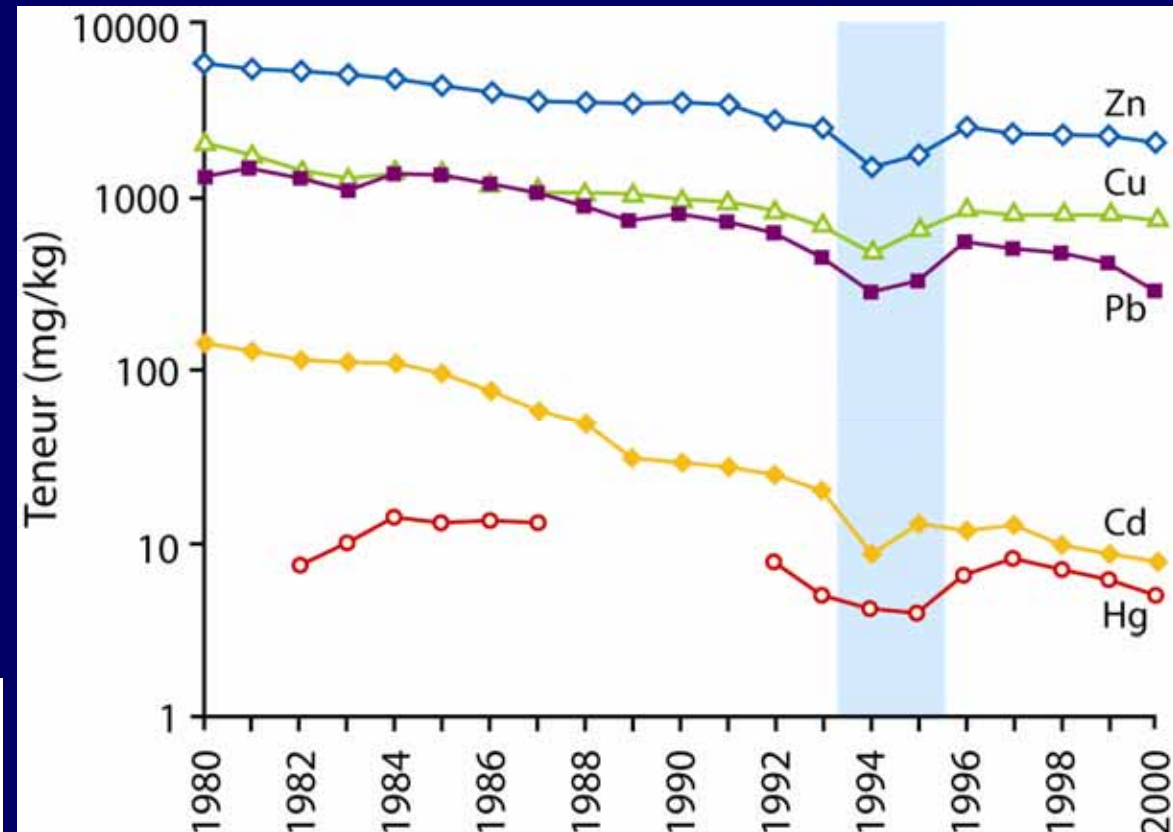
Bilans sur le bassin

Evolution historique

## Conclusion

- Évolution
- Boues (STEP Seine Aval)
  - Décontamination exponentielle depuis 1980

Échelle logarithmique des teneurs





# Méga Paris: décontamination exponentielle des boues de Seine-Aval

Évolution **Boues** (Seine Aval) et **norme épandage (STD)**

## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

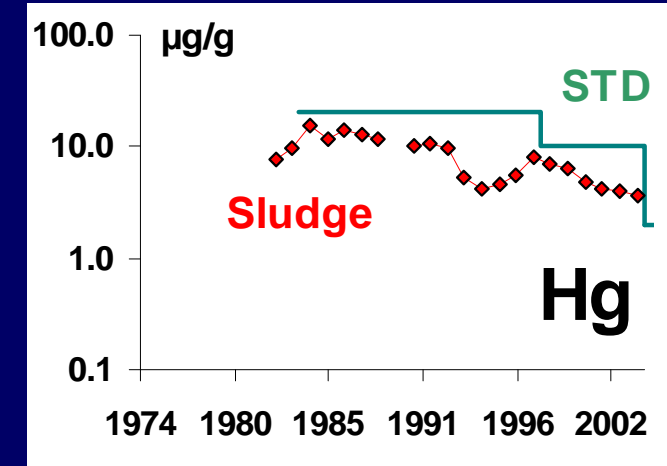
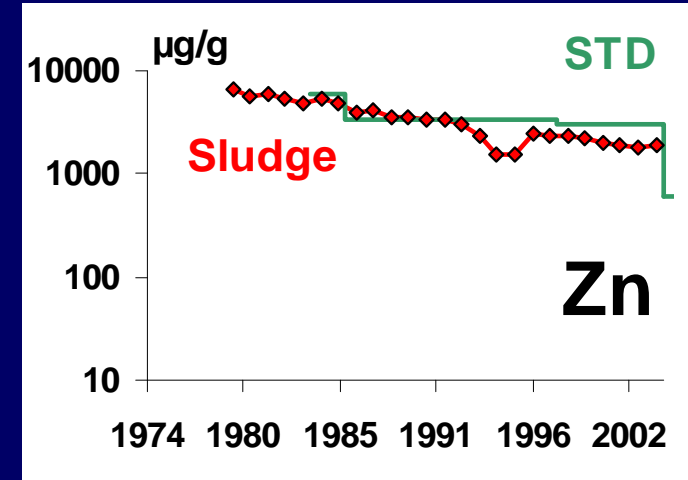
Impact Méga Paris

Métaux dissous

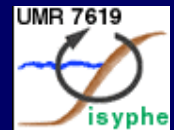
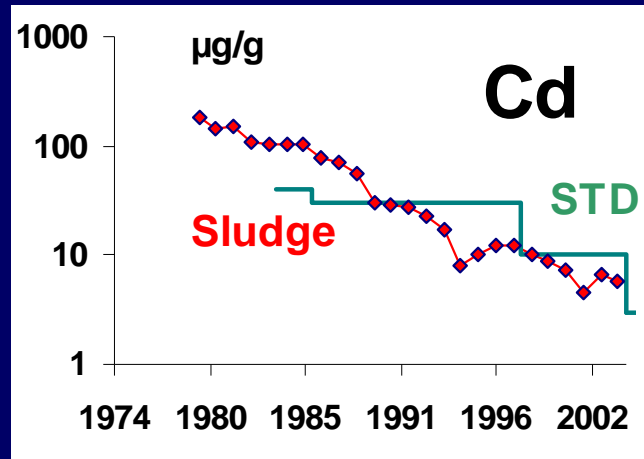
Bilans sur le bassin

Evolution historique

## Conclusion



Vitesse de décroissance exponentielle :  
 $Cd \geq Ni > Pb = Cu = Zn > Hg$







# Bilan global: comparaison avec d'autres fleuves **Groupe C**

## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

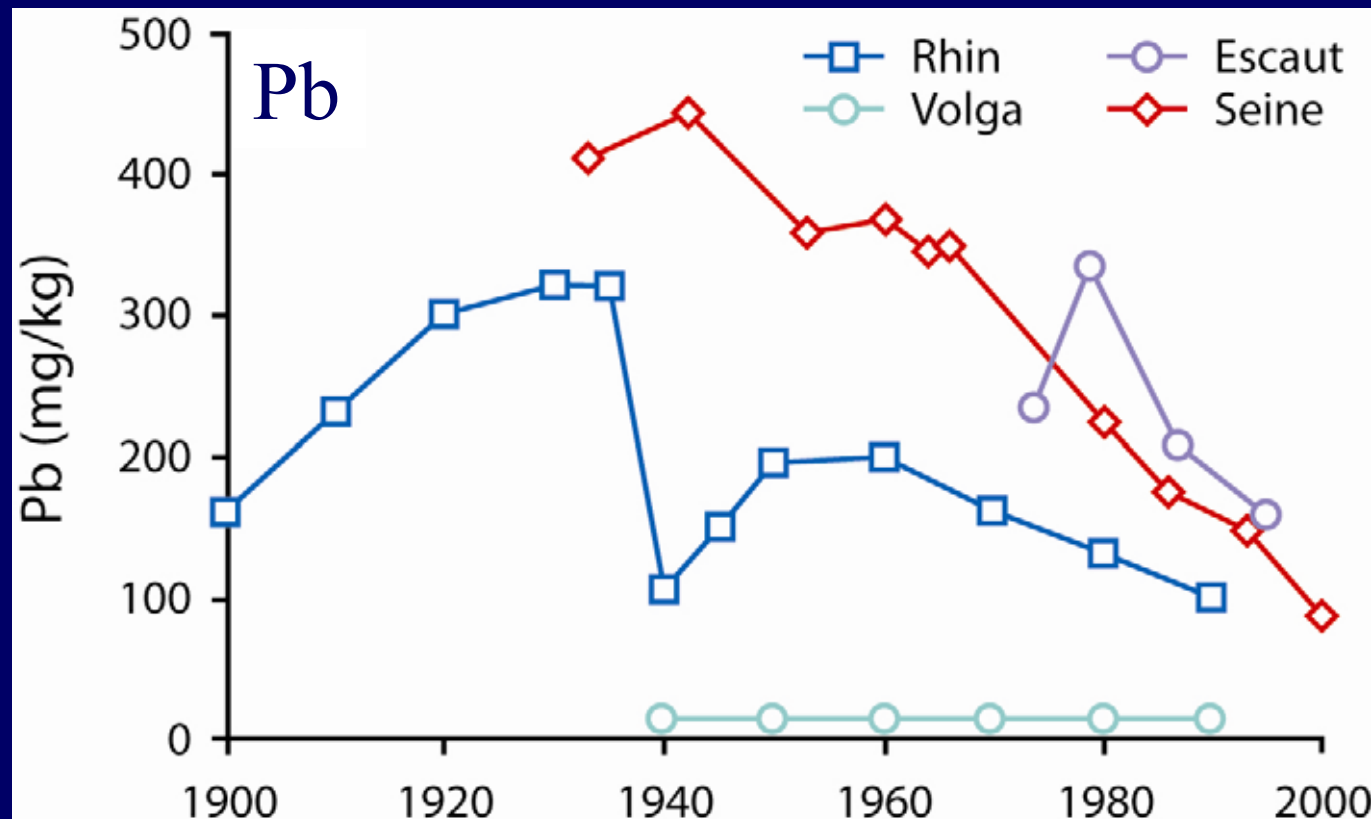
Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion



## Résultats Teneurs métalliques à l'estuaire (mg/kg): Pb





# Bilan global: comparaison avec d'autres fleuves **Groupe C**

## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

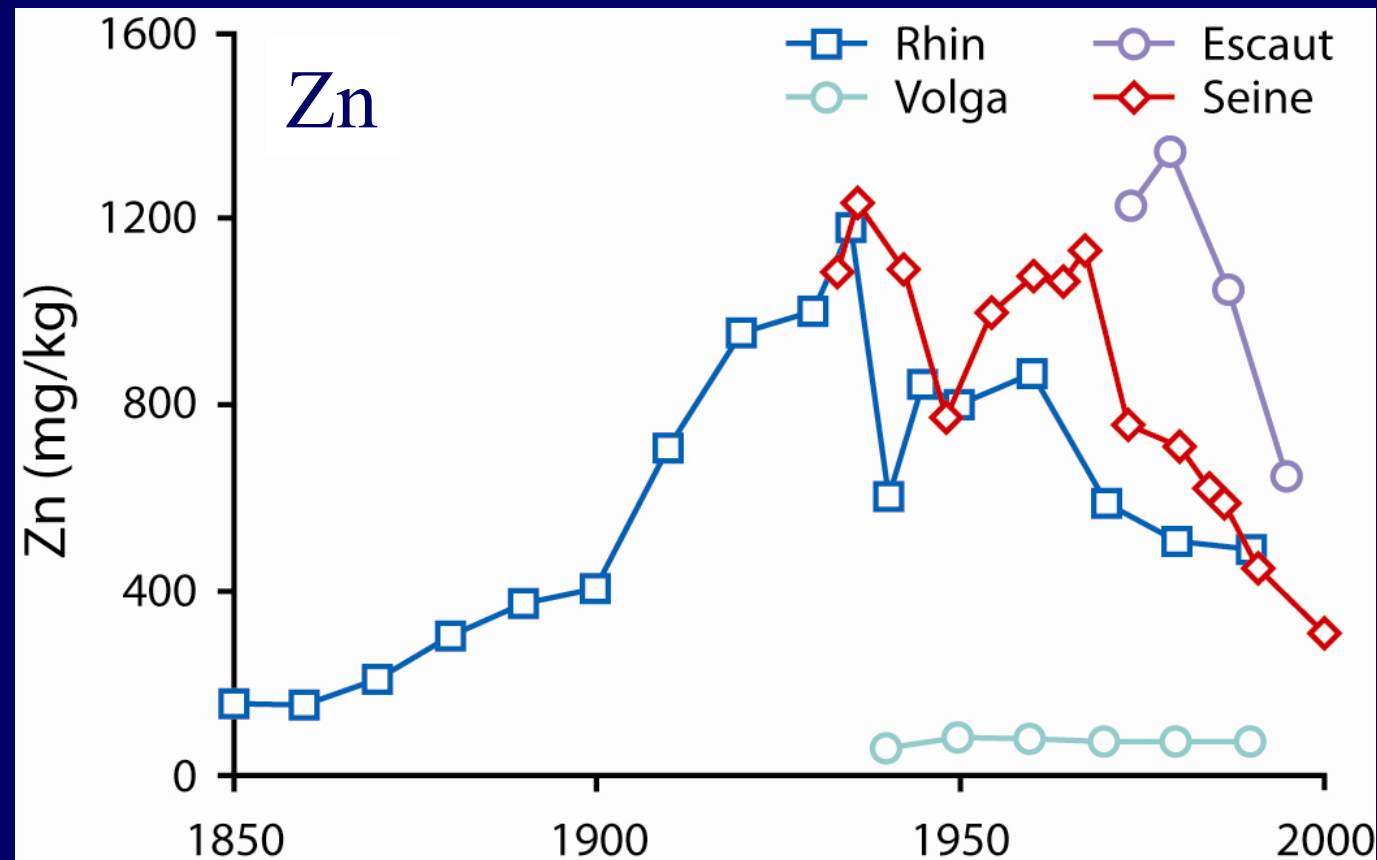
Bilans sur le bassin

Evolution historique

## Conclusion



## Résultats Teneurs métalliques à l'estuaire (mg/kg): Zn





# Evolution historique

## Groupe C

***Introduction***

***Sources de données***

***Atmosphère***

***Sols et alluvions***

***Activ. industrielles***

***Impact Méga Paris***

***Métaux dissous***

***Bilans sur le bassin***

***Evolution historique***

***Conclusion***

Des questions ?



## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

# Conclusion

## Résultats majeurs

Première tentative d'estimation exhaustive des **bilans métalliques** dans le bassin de la Seine

- **Utilisation**: production, consommation, rejets, fuites...
- Impact des **pressions** agricoles, domestiques et industrielles
- Tentative de **distribution géographique** des flux métalliques majeurs:
  - Dépôts atmosphériques
  - Réservoirs, plaine alluviale
  - Rejets domestiques

DT



## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

# Conclusion

Discussion:  
difficultés et  
problèmes

## Sources disparates de données

(mesures, enquêtes ou modélisation)

→ *incohérences relevées*

- Dépôts vs. émissions atmosphériques
- Exports non domestiques vs. rejets directs industriels
- Risques associés à la croissance des **stocks métalliques** (non/mal estimés) et de leurs **fuites** potentielles/réelles
- **Non estimé**: flux de métaux liés aux vignes (Cu)
- **Insuffisamment étudié** : **As**

DT



## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

# Conclusion

Eléments positifs

**Evolution historique** considérable dans le bassin de la Seine

- Des teneurs métalliques
- Des flux métalliques
- Des utilisations métalliques
- Des bilans métalliques

→ **Période de 10 ans** : gommer les variabilités climatiques

→ **Période de 50 ans** : évolution usages, fuites

DT



## Introduction

Sources de données

Atmosphère

Sols et alluvions

Activ. industrielles

Impact Méga Paris

Métaux dissous

Bilans sur le bassin

Evolution historique

Conclusion

## Conclusion

- Craintes • **Fragilité considérable** du le bassin de la Seine
- Faibles débits hydrauliques
  - Faibles débits d'érosion naturelle
  - Forte concentration urbaine au milieu du bassin: Méga Paris
  - Teneurs métalliques souvent >> **naturelles**
  - Concentrations **dissoutes** mal connues
  - **Gérer l'héritage du passé** : relargage par les dépôts/sites industriels, décharges recensées ou non
  - **Effets de mode** : efforts actuels vers les micro-organismes, médicaments, produits de soin corporel → oubli des métaux !

DT



## *Introduction*

*Sources de données*

*Atmosphère*

*Sols et alluvions*

*Activ. industrielles*

*Impact Méga Paris*

*Métaux dissous*

*Bilans sur le bassin*

*Evolution historique*

*Conclusion*

# Conclusion

..... Merci pour votre attention !

Avez-vous des questions ?

Vous pouvez me les adresser à:

[daniel.thevenot@univ-paris-est.fr](mailto:daniel.thevenot@univ-paris-est.fr)

**DT**