

# L'eau et la ville: prise en compte de l'eau en ville... impacts de la ville sur l'eau...

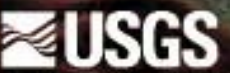
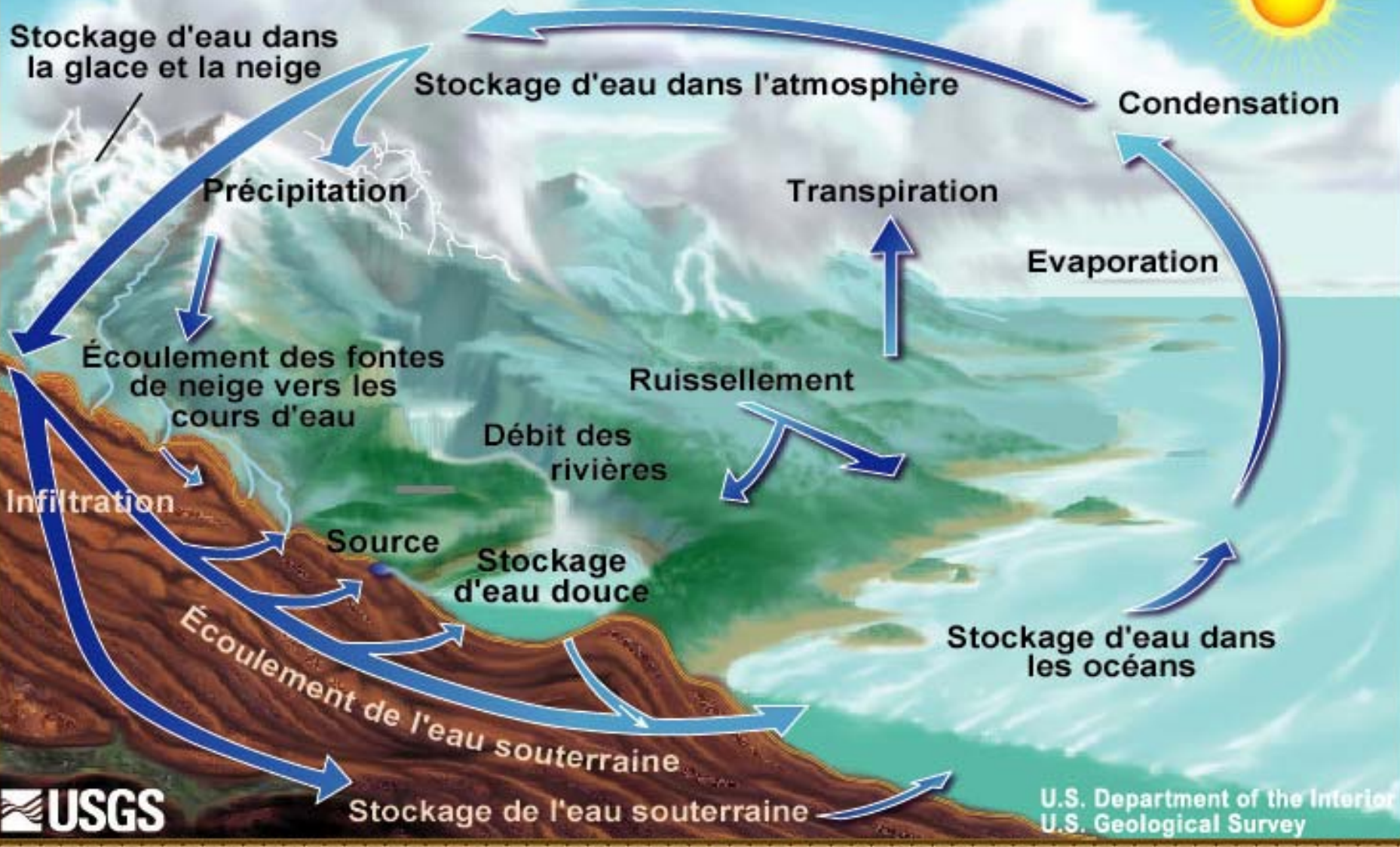
**Daniel Thévenot**  
**Centre d'Enseignement et de Recherche**  
**Eau, Ville et environnement (Cereve)**  
Université Paris 12, Ecole des ponts, AgroParisTech  
(UMR-MA 102)

[www.enpc.fr/cereve/](http://www.enpc.fr/cereve/)

# Sommaire

- 1- Introduction: cycle de l'eau
- 2- Prise en compte de l'eau en ville
- 3- Impacts de la ville sur l'eau
- 4- Conclusion

# Cycle naturel de l'eau



U.S. Department of the Interior  
U.S. Geological Survey



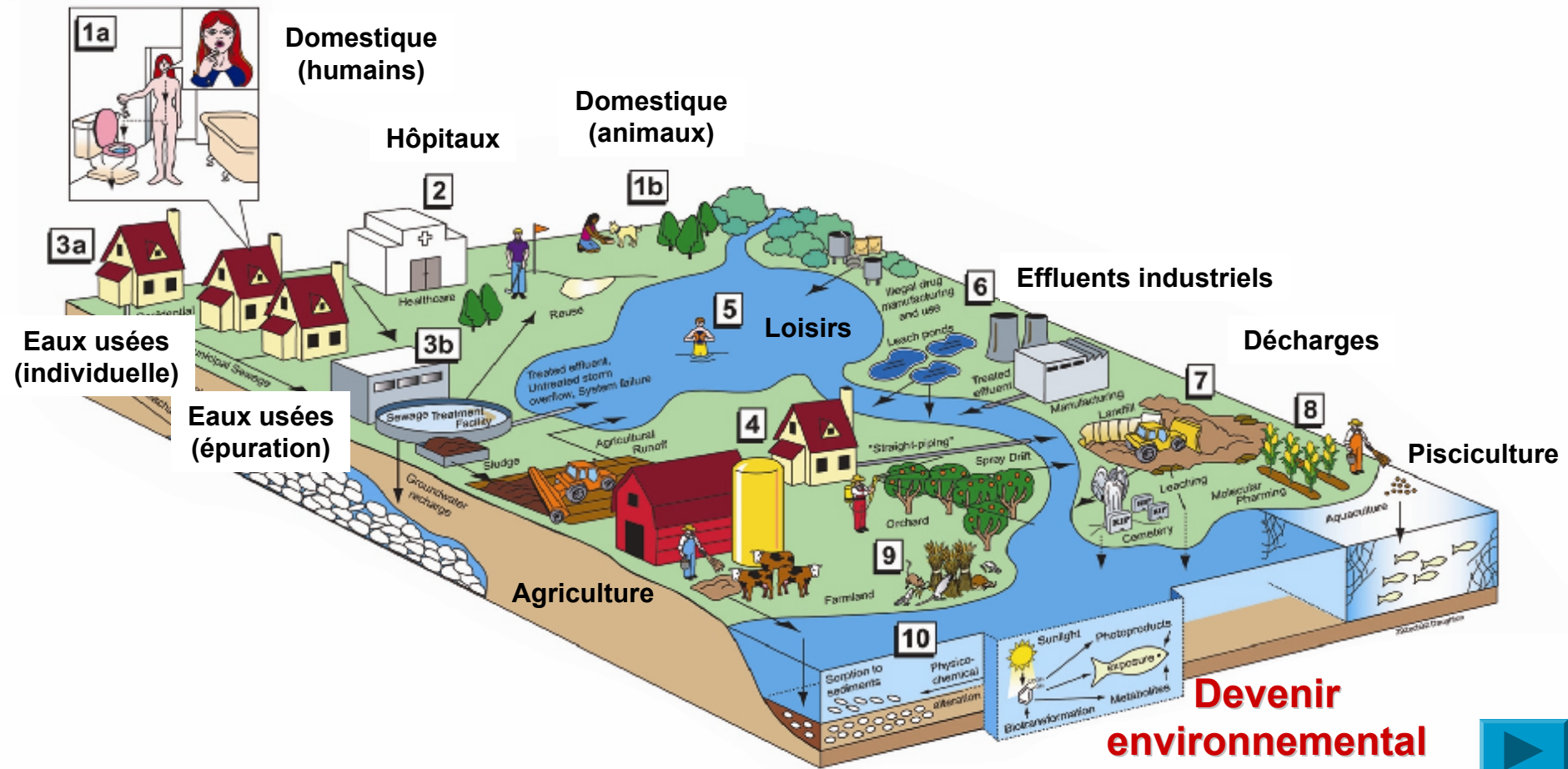
# 1. Introduction: cycle eau

- **Urbanisation  $\Rightarrow$  quels effets sur ce cycle ?**



# 1. Cycle de l'eau: usages

En intégrant l'action de l'homme  
[Source] : US EPA



# 1. Effets de l'urbanisation sur le cycle hydrologique

## ■ Consommation d'eau potable

- Baisse des nappes, rejets d'eaux usées, augmentation des polluants

→ **contamination des eaux de surface & baisse des ressources en nappe**

## ■ Imperméabilisation du sol

- Diminution de l'infiltration naturelle dans les sols, baisse du niveau des nappes

→ **inondations & baisse des ressources en nappe**

⇒ Perte de potentialités d'**usage de l'eau**

# 2- Prise en compte de l'eau en ville

**2.1. Production d'eau potable**

**2.2. Collecte et traitement des eaux usées**

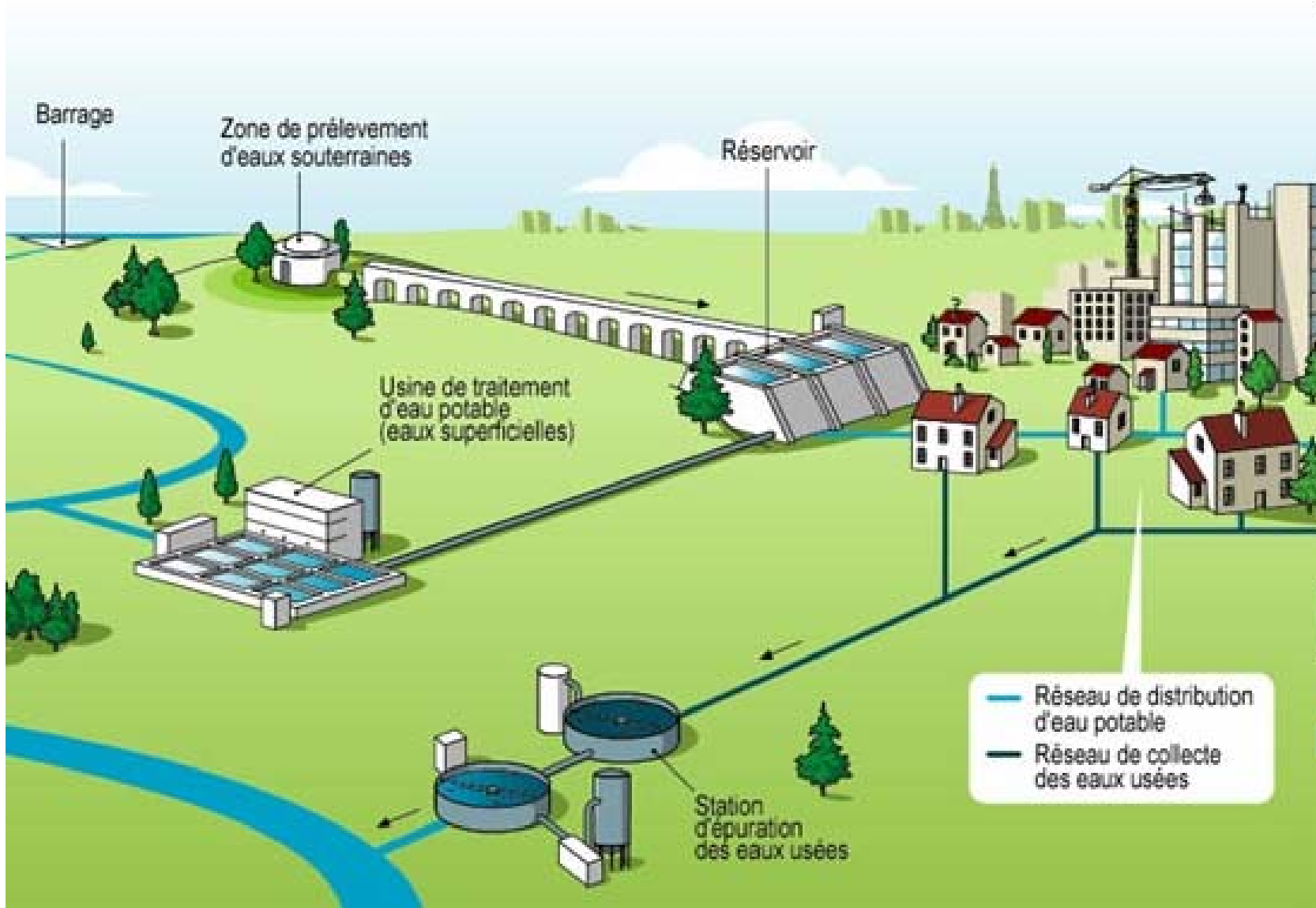
**2.3. Gestion des risques de pollution des ressources en eau**

**2.4. Gestion des risques d'inondation**

**2.5. Gestion des eaux pluviales urbaines**



## 2.1. Eau potable → usée





# 2.1. Production d'eau potable

## ■ Ressource en eau

- Majoritairement eau de surface: Seine et Marne
- En été: qualité améliorée par vidange de barrages réservoirs (Seine, Aube, Marne)

## ■ Traitement

- Primaire: enlèvement de gros déchets
- Secondaire: enlèvement de fines particules et polluants dissous
- Finition: oxydation/fixation de la matière organique: ozonation et lit de sable/charbon actif

## ■ Stérilisation en usine et réseau

- Destruction de micro-organismes: chloration

# 2.1. Production d'eau potable à partir eau de Seine et Marne

- **Choisy le Roy & Neuilly sur Marne (SEDIF)**



# 2.1. Production d'eau potable: ultrafiltration

- **Vigneux/Seine:**  
**55 000 m<sup>3</sup>/j**



## 2.2. Collecte et traitement des eaux usées

- **Assainissement: collecte des eaux usées domestiques et industrielles**
  - Réseau unitaire : Paris *intra muros*
  - Réseaux séparatifs
    - Eaux usées → station épuration (Seine-Amont)
    - Eaux pluviales → rejet en rivière ± traitée
  - Réseaux: propriété, entretien, gestion
    - Commune → département → SIAAP

## 2.2. Collecte et traitement des eaux usées

### ■ **Épuration des eaux usées (résiduaires)**

- Traitement primaire
  - Enlève déchets, sables, huiles et particules
- Traitement secondaire
  - Oxyde biologiquement la matière organique et les ions ammonium
- Traitement tertiaire
  - Fixe les phosphates et enlève les nitrates

## 2.2. STEP de Seine Amont



## 2.3. Gestion des risques de pollution

- **Risques de contamination aigue**
  - Interconnexion entre usines situées sur la Seine et la Marne
  - Stockage d'eau de Seine avant traitement
- **Risque de contamination chronique**
  - Amélioration des procédés: charbon actif, ultra- ou nano-filtration
- **Coût croissant de ces protections**





## 2.4. Gestion des risques d'inondation

### ■ Inondations par les rivières

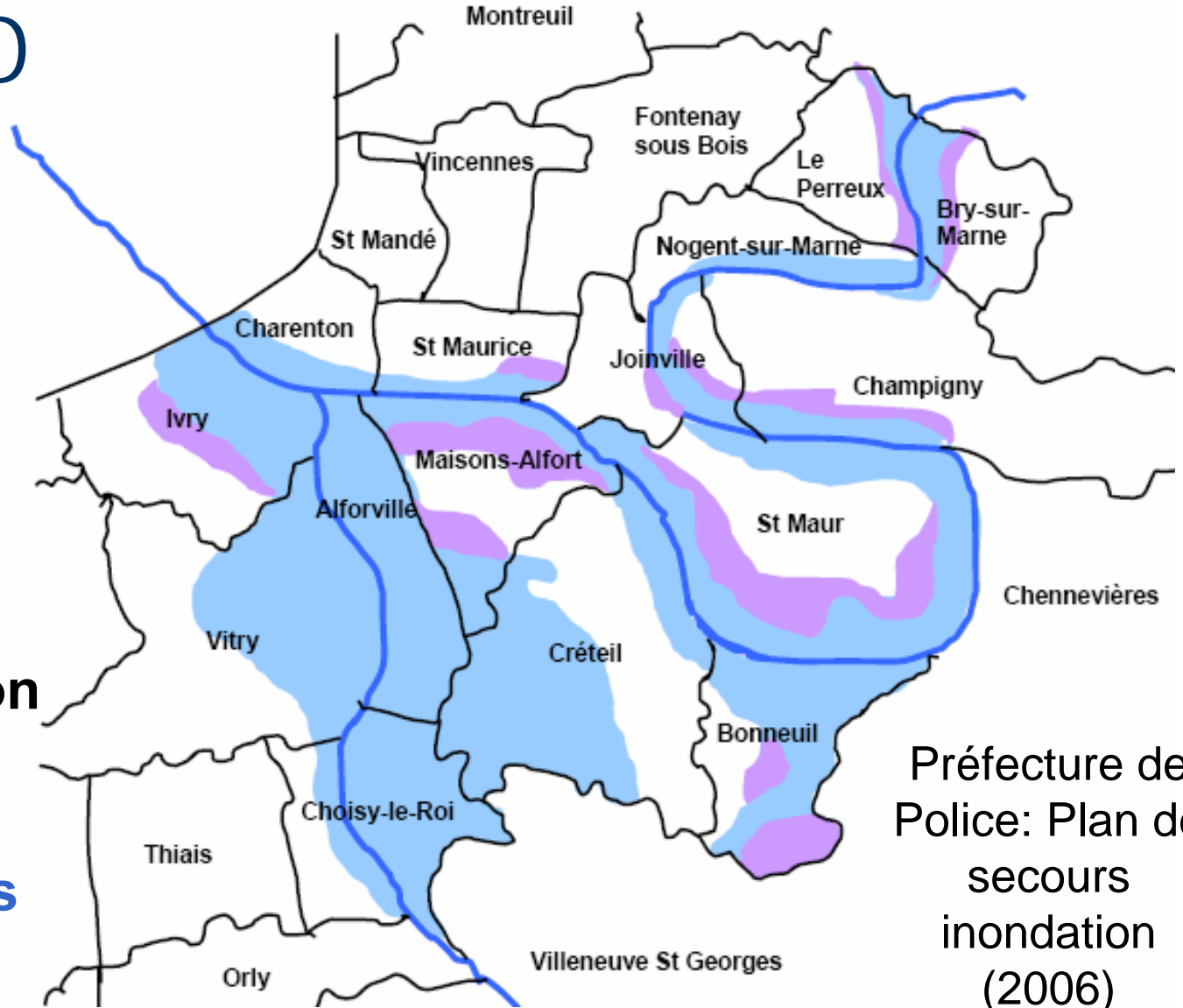
- Protection (partielle) par les barrages réservoir
- Protections physiques: murettes
- Protection réglementaire: plans de prévention

### ■ Inondations par les eaux pluviales urbaines

- Quelques exemples en région parisienne !



# Zones inondées: crue de 1910



**Inondation**  
des :  
**Voies**  
**publiques**  
**Caves**

Préfecture de  
Police: Plan de  
secours  
inondation  
(2006)





# Inondations pluviales



- Rue de Romainville  
Montreuil

Source : pétition de  
riverains sur Internet





# Inondations pluviales

- Inondation en sous-sol



## 2.5. Gestion des eaux pluviales urbaines

**2.5.1. Retenue à la source: toits verts, terrasses, chaussées**

**2.5.2. Infiltration dans le sol: fossés, puits, bassins enherbés**

**2.5.3. Stockage temporaire: zones inondables, bassins secs ou en eau**

**2.5.4. Réutilisation eau pluviale**

## 2.5.1 Gestion à la source

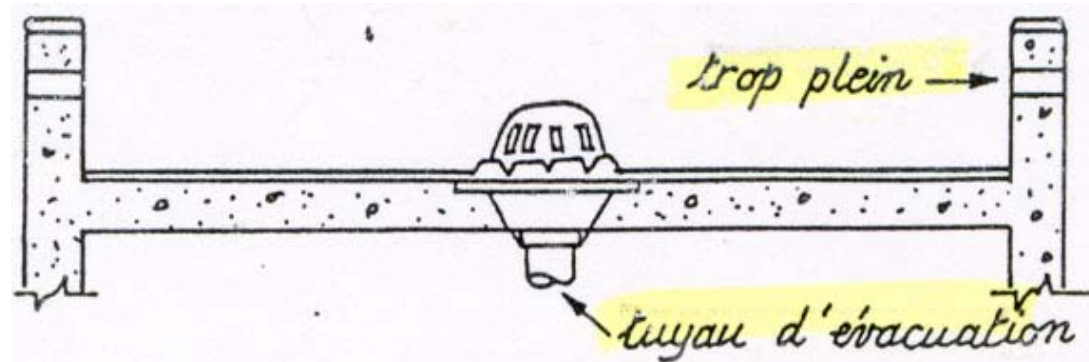
- **Toiture enherbée: 'green roof'**
  - Stockholm, Suède



# 2.5.1 Gestion à la source

## ■ Toitures en terrasse

- Stockage temporaire
- Ecoulement lent

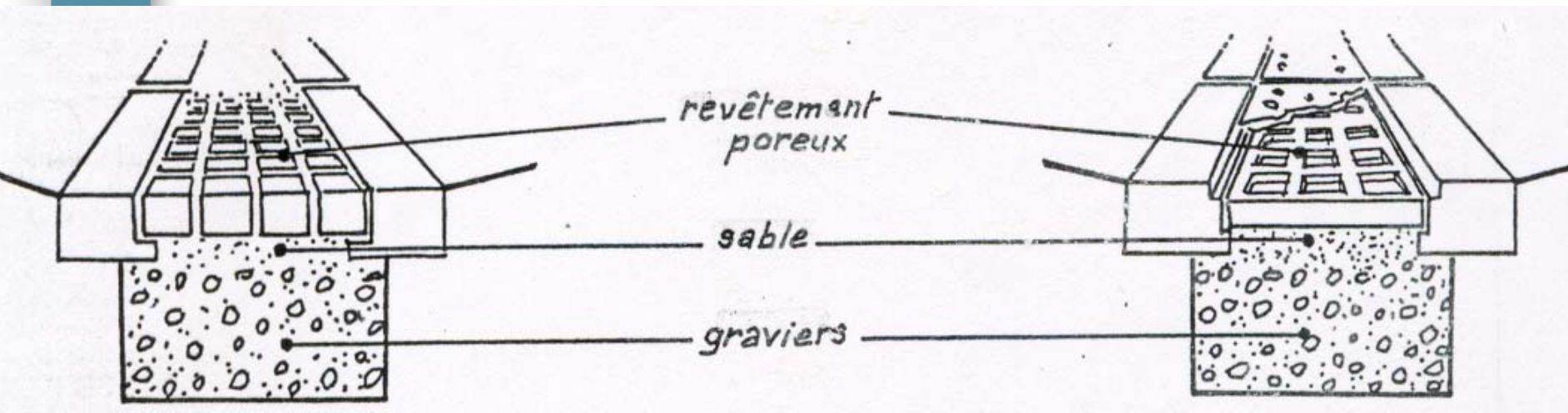


Toiture terrasse - 1995

## 2.5.2 Gestion par infiltration

### ■ Infiltration: fossé drainant

- Infiltration & drainage lent
- Remplissage du fossé: sable & gravier
- Couverture: grille ou bande enherbée



## 2.5.2 Gestion par infiltration

### ■ Fossé drainant: Hoppegarten (Berlin)

– Quartier industriel





## 2.5.2 Gestion par infiltration

- **Ralentisseur drainant**
  - Hoppegarten (Berlin) : quartier résidentiel
  - Ralentisseur routier
  - Massif floral
  - Puits d'infiltration
  - Surverse en rivière



## 2.5.3 Gestion par stockage temporaire

- **Zone inondable: parking, cour**
- **Bassins sec**
  - En surface ou enterré
- **Bassins en eau**
  - Bétonné ou enherbé
  - Zone humide artificielle



## 2.5.3 Gestion par stockage tempor.

- **Bassin golf inondable,  
La Poudrerie – Servan  
(capacité 55 000 m<sup>3</sup>)**



Temps de pluie

**Partenariat avec service  
des sports et UCPA**



Temps sec

## 2.5.3 Gestion par stockage temporaire: bassin des Cormailles (mai 2004)



## 2.5.4 Réutilisation des eaux pluviales

### ■ Usages possibles des eaux de ruissellement

- Lavage de chaussée, cour, véhicule
- Arrosage de jardin
- Chasse d'eau de toilettes
- ➔ Nécessite une citerne, un 2<sup>nd</sup> réseau de distribution, entretien, étiquetage...
- ➔ Autorisation de la DDASS si immeuble collectif !

# 3- Impacts de la ville sur l'eau

**3.1. Imperméabilisation des sols**

**3.2. Entretien des surfaces urbaines: herbicides**

**3.3. Rejets d'eaux pluviales urbaines**

**3.4. Rejets d'eaux usées domestiques et industrielles**

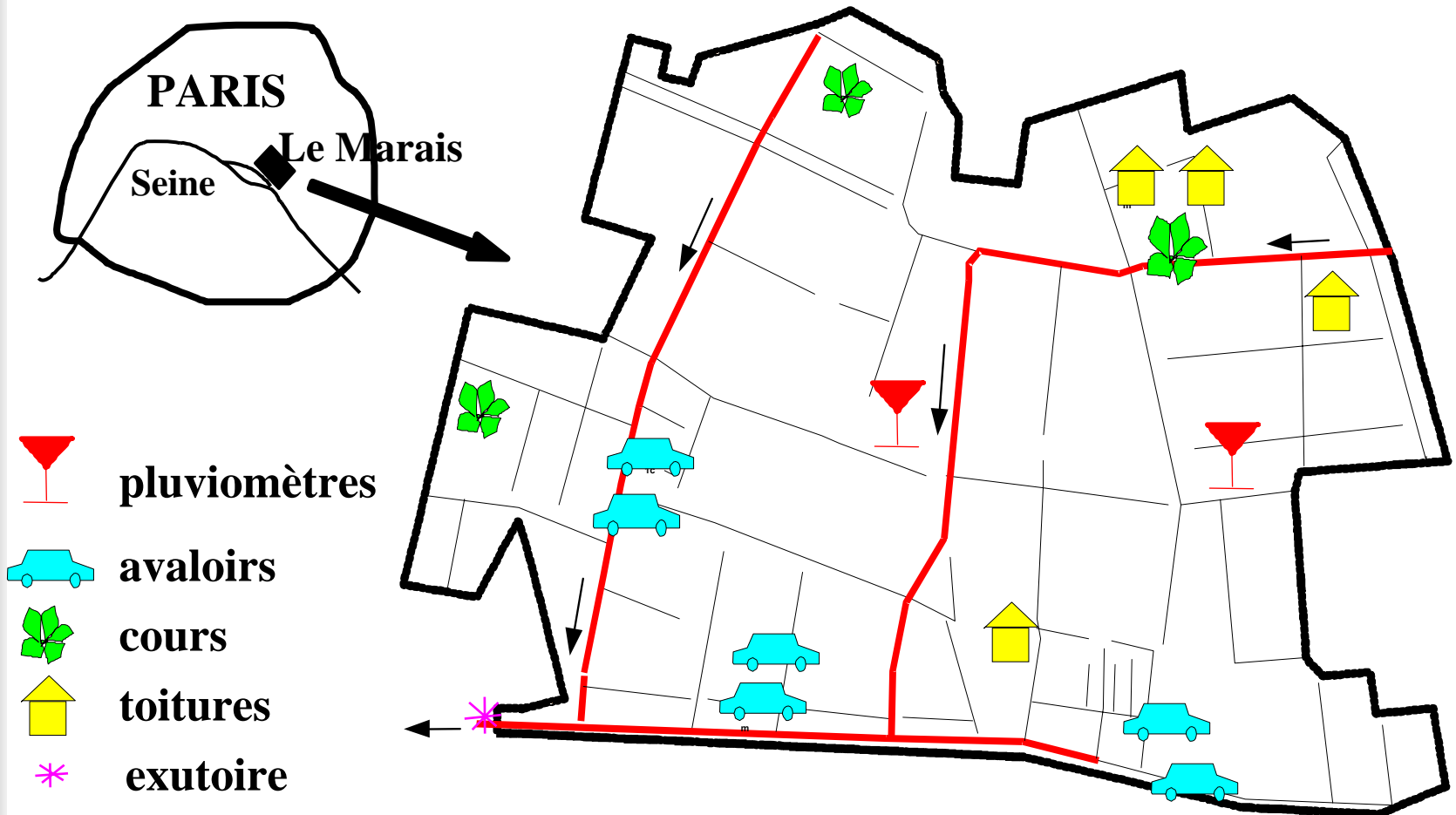
**3.5. Rejets du bassin de la Seine**



# 3.1. Imperméabilisation

**Bassin versant urbain expérimental : Le Marais**  
(Gromaire, 1998) Surface: 42 ha Imperméabilisation: **91%**

Toitures: 55%      Voirie: 23%      Cours: 22%



# 3.1. Imperméabilisation

- **Taux élevé : 30 à 60% (hors parcs)**
  - Pas d'infiltration → inondations & rejets





## 3.2. Entretien des surfaces urbaines : herbicides



### ■ Usages urbains

- Voies ferrées
- Voiries
- Parcs

**H. Blanchoud  
1999**



# 3.3. Rejets d'eaux pluviales urbaines

- **Eaux pluviales urbaines: ≠ types**
  - Eau **météorite**: eau de pluie *stricto sensus*
  - Eau de **ruissellement**: toits, voirie, parkings
  - **Déversoirs d'orage**: rejets des réseaux par temps de pluie
  - **Rejets des stations d'épuration** par temps de pluie (traitement partiel ou faible)

# 3.3. Rejets d'eaux pluviales urbaines

- **Impact quantitatif: inondations**
  - Orages estivaux en France
  - Pluies printanières sur sol gelé: Norvège
- **Impact qualitatif: pollution**
  - Flottants, matière organique et bactéries
    - épuisement de l'oxygène dissous
  - Micropolluants métalliques et organiques
    - impact immédiat ou différé (relargage par sédiments)

# 3.3. Rejets d'eaux pluviales urbaines

- **Déversoirs d'orage et barrages à flottants**
  - Seine à Clichy

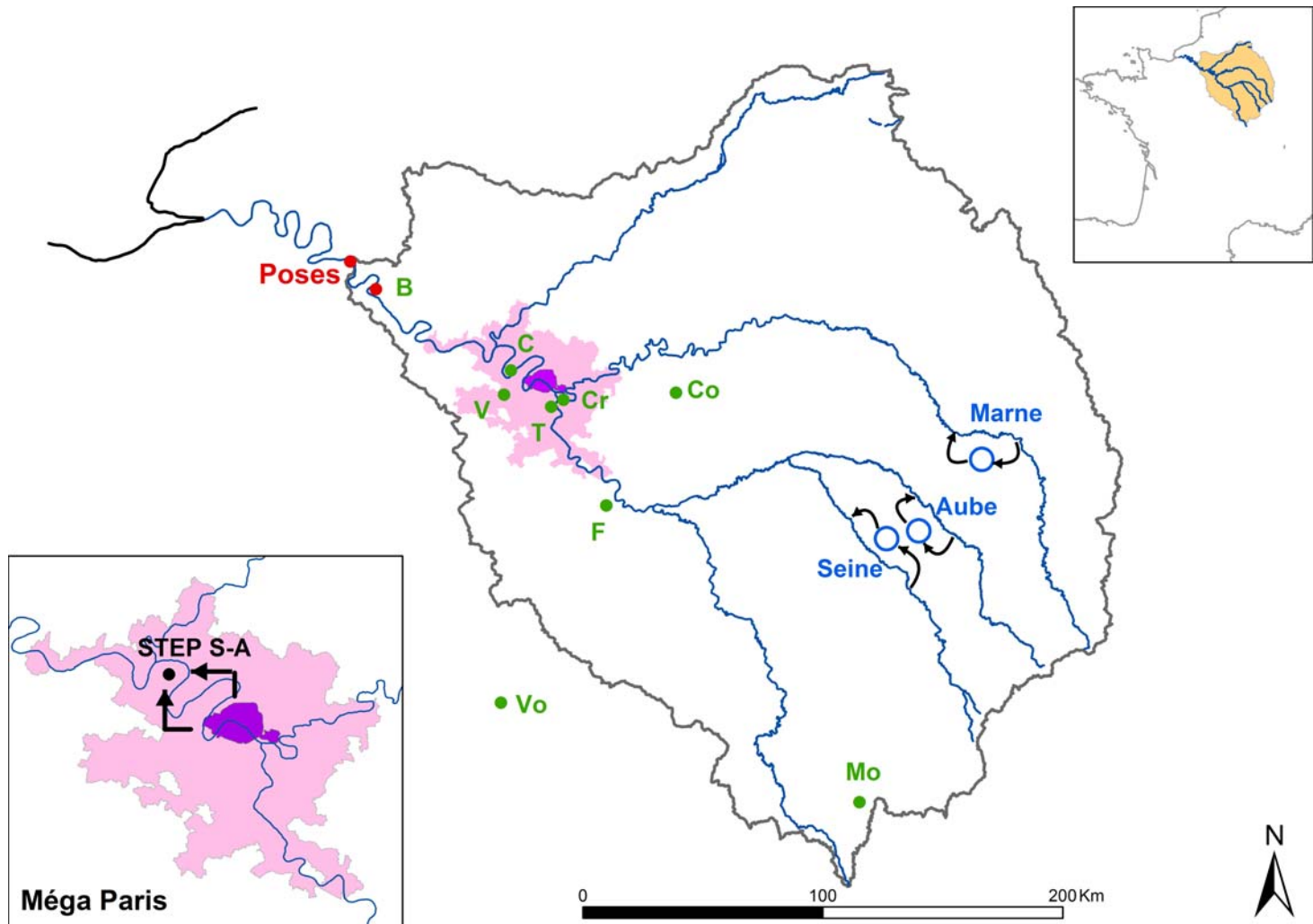


## 3.4. Rejets d'eaux urbaines

- **Méga Paris: forte concentration urbaine**
  - 9,5 M hab sur 2740 km<sup>2</sup>
  - 7 + 3 + 21 = 31 m<sup>3</sup>/s de capacité de traitement par SIAAP
- **Seine: fleuve à bas débit**
  - 20 – 30 m<sup>3</sup>/s en été: débit naturel
  - 100 m<sup>3</sup>/s en été : vidange des barrages
- **Seine: fleuve à faible courant**
- **Impact important de Méga Paris sur la qualité de la Seine**

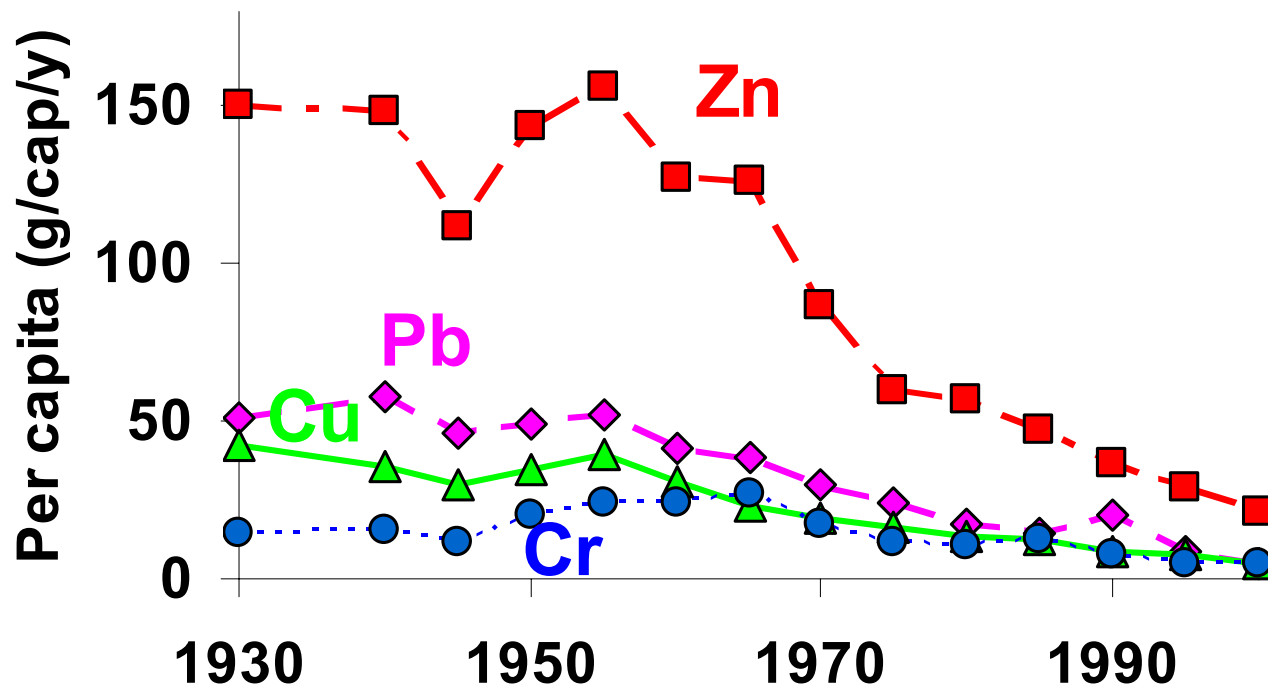


# 3.5. Rejets du bassin de la Seine : PIREN-Seine



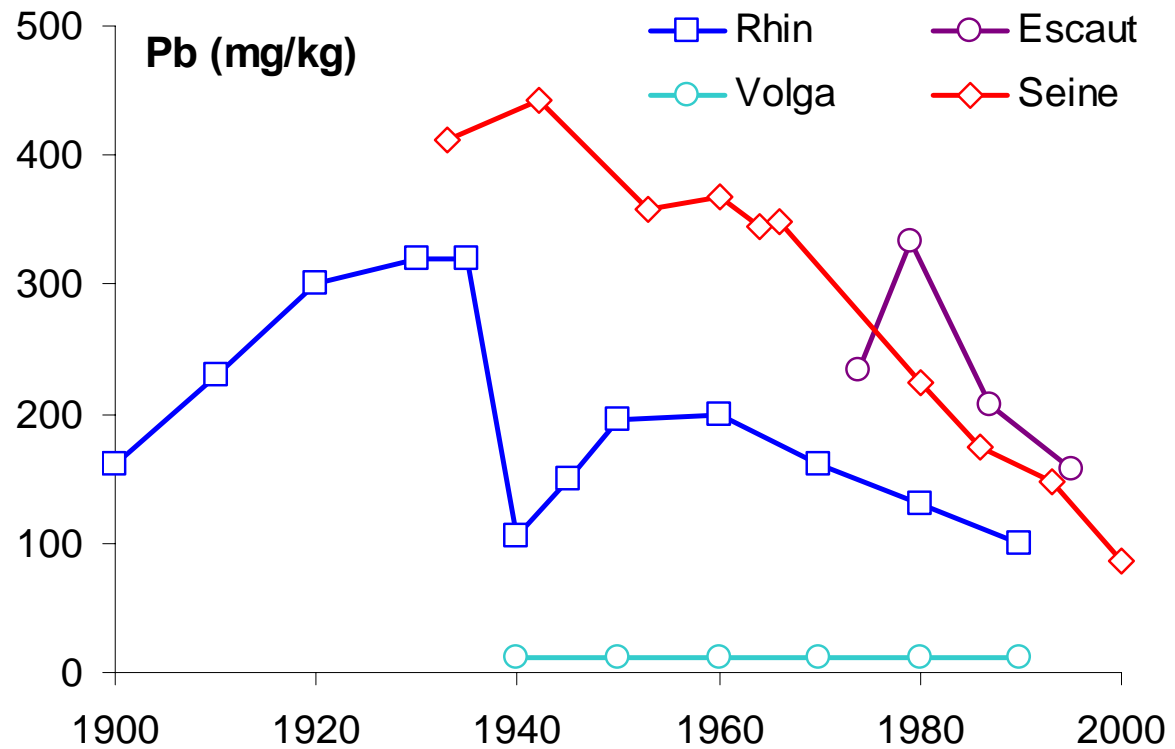
# 3.5. Rejets du bassin de la Seine

- Diminution significative des rejets de métaux par habitant



# 3.5. Rejets du bassin de la Seine

- **En progrès mais la Seine reste très contaminée : cas du plomb !**





# 4- Conclusion: eau et ville

- **L'eau joue un rôle très important en ville**
  - Production d'eau potable, collecte et traitement des eaux usées
  - Inondations
  - Gestion des eaux pluviales urbaines
- **La ville a un impact important sur l'eau**
  - Rejet d'eaux usées et pluviales urbaines
  - Stocks urbains de pollution (sols, matériel...)





# 4- Conclusion: de l'hydraulique urbaine à la gestion durable

## ■ Changement de paradigme

– Depuis Belgrand jusqu'à 1980 :

- Évacuer les eaux usées **le plus vite possible** vers la station d'épuration
- **Rejeter en rivière** les eaux de ruissellement pluvial

– Depuis 1980 :

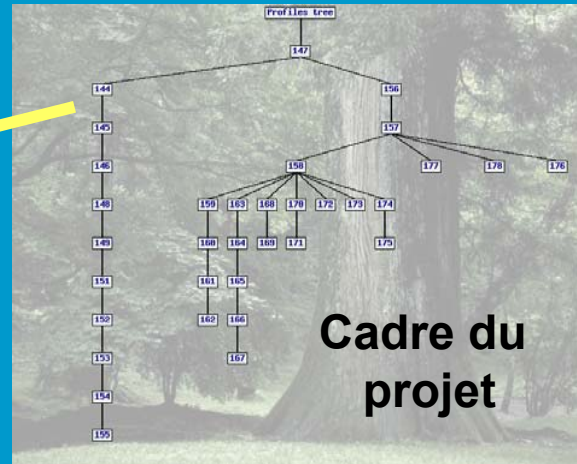
- **Retenir temporairement** les eaux pluviales pour éviter les inondations et les rejets non traités
- **Traiter/utiliser les eaux pluviales urbaines**: infiltration, réutilisation pour arrosage, chasses d'eau
- **Impliquer tous les acteurs** concernés pour assurer la durabilité / pérennité des ouvrages

# 4- Conclusion : concertation

Acteurs

Gestionnaire

Scénarios des acteurs



Matrix of Alternatives		Indicators			
Alternatives	1	2	3	4	...
V1	+	4.7	bad		
V2	-		har		
V3	++				

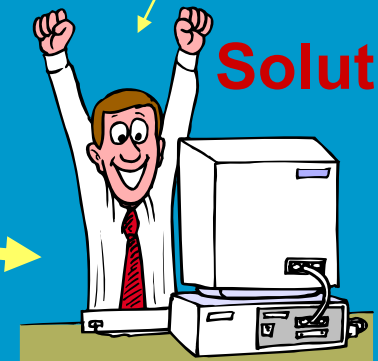
  

Matrix of Alternatives		Indicators			
Alternatives	1	2	3	4	...
V1	+	4.7	bad		
V2	-	1.3	me	har	
V3	++	2.5	an	goo	eas
			d		v

Négociations entre les acteurs



Solution



# 4- Conclusion

- **Des questions ?**

