

# La gestion de la rivière en milieu urbain à l'heure des changements climatiques

Colloque régional  
de Réseau  
Environnement

Québec

15 février 2007

Peter A. Vanrolleghem & Lorenzo Benedetti



*Chaire de Recherche du Canada  
en Modélisation de la Qualité de l'Eau*



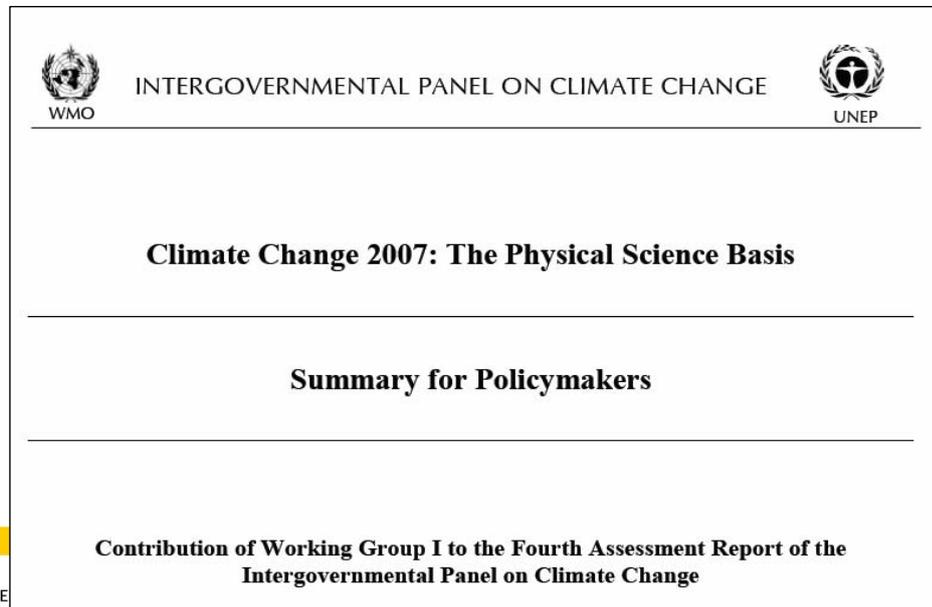
## modelEAU: son logo ...

- Localisation
  - Québec, le long d'une rivière
- Liens avec nos objectifs à long terme
  - Récolte de données
  - Eaux urbaines
  - En continu (automatisé)
  - Qualité des données
- Son nom : Modélisation des systèmes des eaux



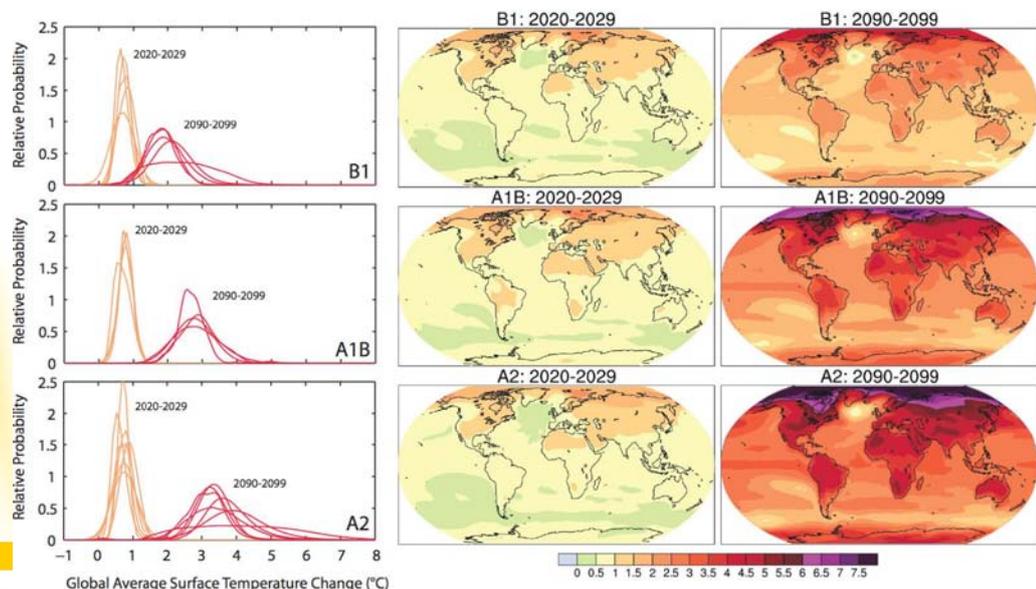
# Changements climatiques

- Le rapport GIEC du 2 février 2007...



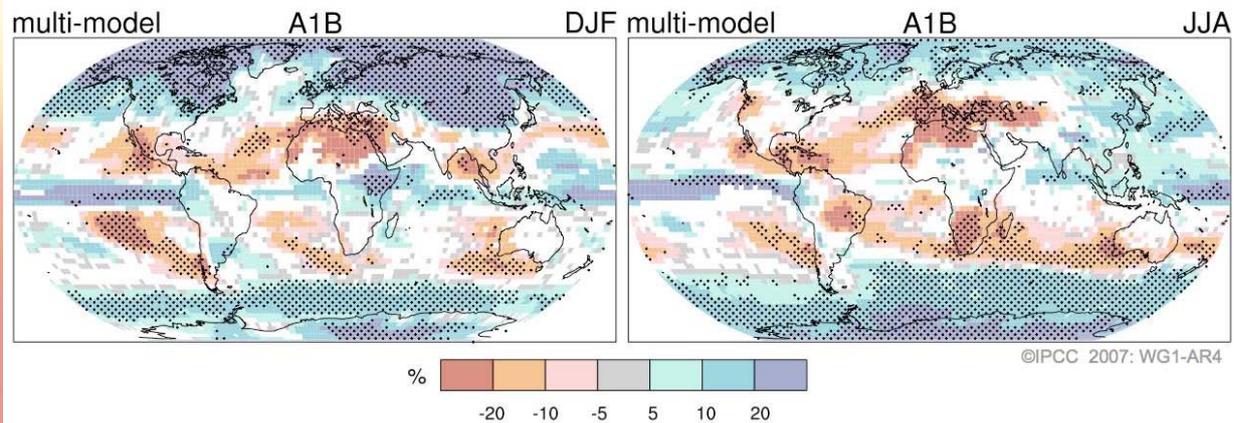
# Changements climatiques (suite)

- Réchauffement de la terre ... (3 scénarios)



## Changements climatiques (suite)

- ... et la précipitation (hiver - été)



## Effets potentiels des changements climatiques

- Température plus élevée
  - => Réactions qui se déroulent plus rapide
    - Croissance d'algues plus importante
    - Plus d'activité de biodégradation
    - Manque d'oxygène



## Effets potentiels des changements climatiques (suite)

---

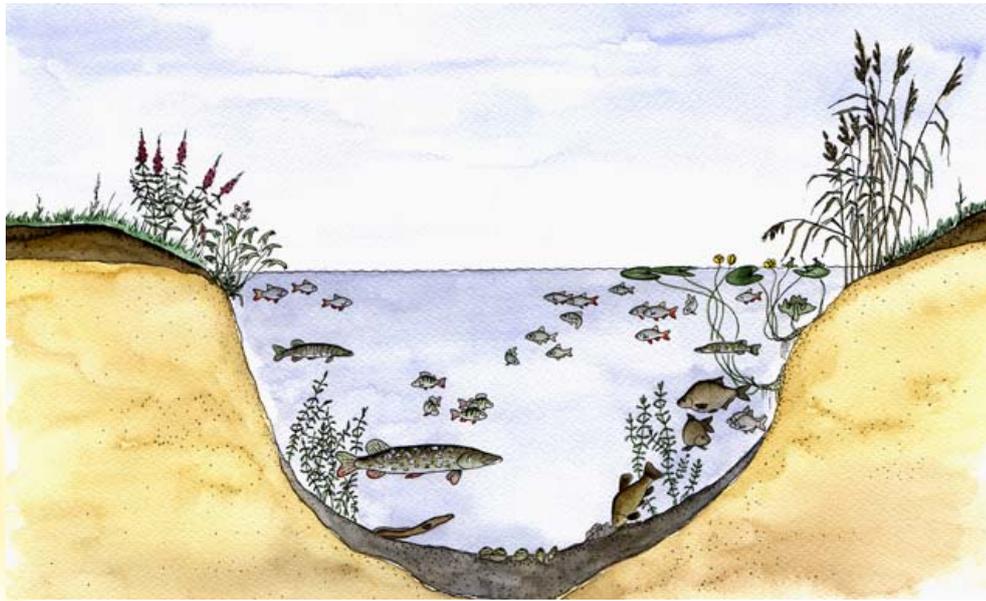
- Pluies plus intenses
  - Érosion plus importante, plus de ruissellement
  - Débit plus élevé dans les réseaux (unit. + pluv.)
    - Resuspension et transport de sédiments
    - Plus de débordements



## Effets potentiels des changements climatiques (suite)

- Pluies plus intenses
  - Érosion plus importante, plus de ruissèlement
  - Débit plus élevé dans les réseaux (unit. + pluv.)
    - Resuspension et transport de sédiments
    - Plus de débordements
  - Débit plus élevé dans les rivières
    - Resuspension et transport de sédiments
    - Hydromorphologie affectée, « eco-hydraulique »

## Effets potentiels des changements climatiques (suite)



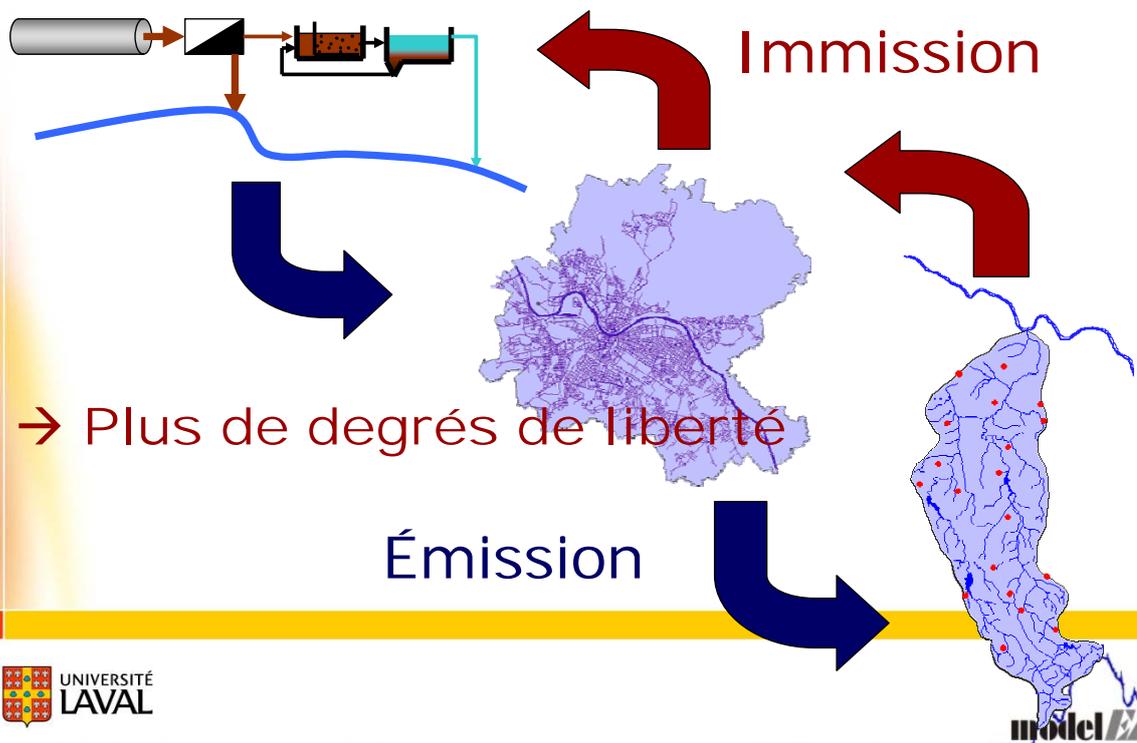
## Effets potentiels des changements climatiques (suite)



## Des questions à répondre:

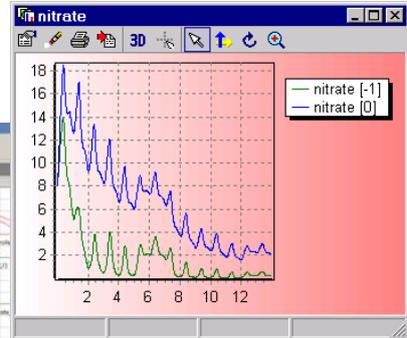
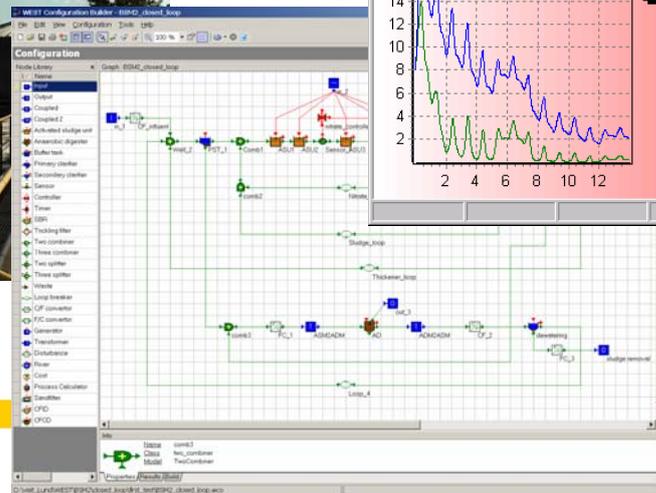
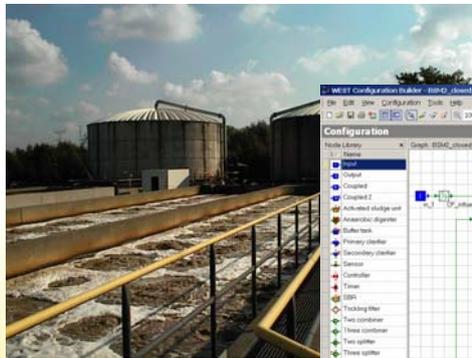
- Comment gérer des infrastructures qui ont une durée de vie de 30 ans (traitement d'eaux usées), voir 100 ans (réseaux unitaires, pluviaux)?
- Quelles sont les caractéristiques de l'infrastructure qu'on doit choisir/développer maintenant en vue des changements (climatiques et autres) qu'on prévoit?

## Gestion intégrée par bassins versants



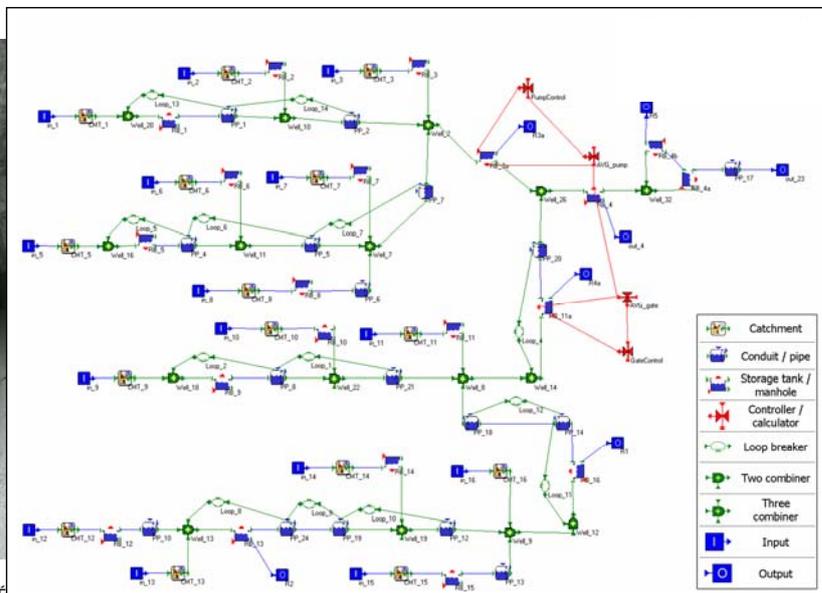
# Support aux décisions

- Outils de modélisation et de simulation (WEST®)



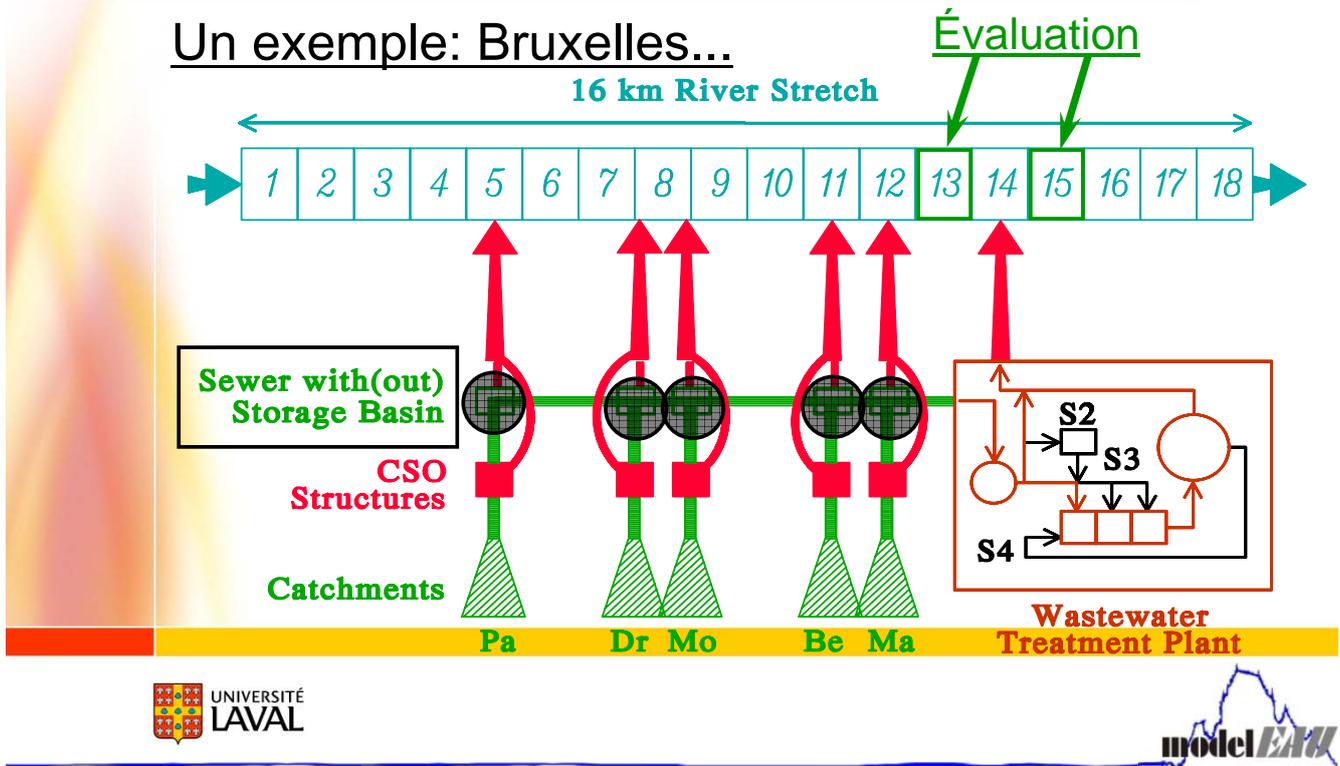
# Support aux décisions

- Outils de modélisation et de simulation (WEST®)



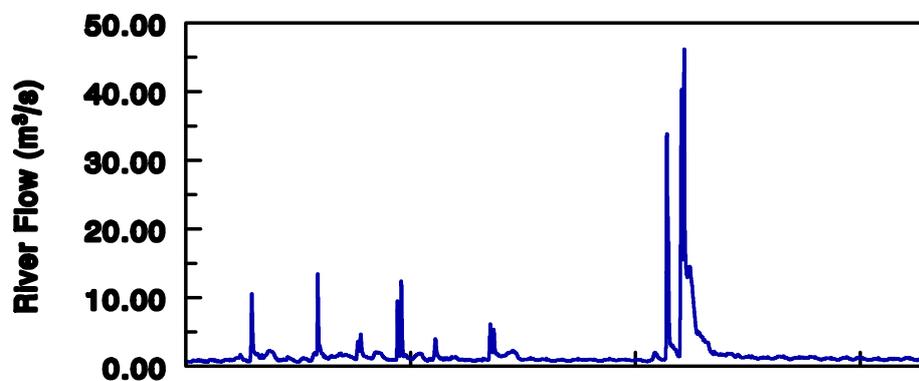
# Gestion intégrée des eaux urbaines

Un exemple: Bruxelles...



# Gestion intégrée des eaux urbaines

- Effet de 2 options d'infrastructure sur la qualité de l'eau en rivière:

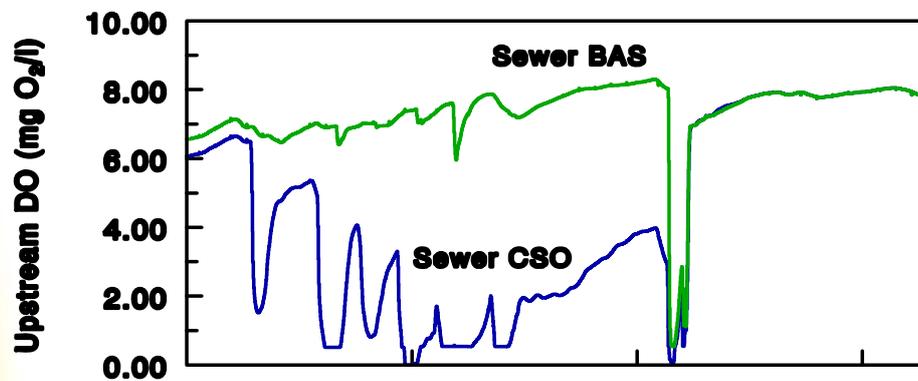


*Une grosse et plusieurs petites pluies en été*

# Gestion intégrée des eaux urbaines

- Qualité de l'eau en rivière (oxygène dissous)

*En aval des déversoirs, en amont de la STEP*

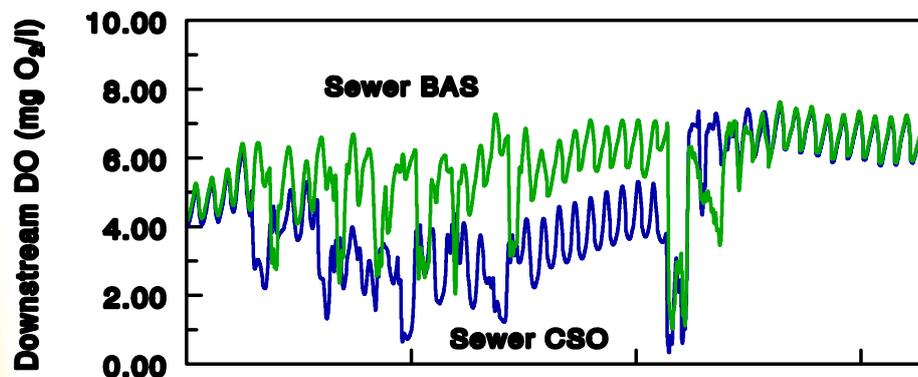


*Effet positif clair  
des bassins d'orage*

# Gestion intégrée des eaux urbaines

- Qualité de l'eau en rivière (oxygène dissous)

*En aval de la STEP*



*L'effet positif des bassins est réduit  
à cause de la performance réduite  
de la STEP par la charge accrue*

## Des questions à répondre:

- Comment gérer des infrastructures qui ont une durée de vie de 30 ans (traitement d'eaux usées), voir 100 ans (réseaux unitaires, pluviaux)?
- Quelles sont les caractéristiques de l'infrastructure qu'on doit choisir/développer maintenant en vue des changements (climatiques et autres) qu'on prévoit?

Est-ce qu'on peut donner un avis général ?

## Configurations ...



## Configurations ... (suite)



## Configurations ... (suite)



## Configurations ... (suite)



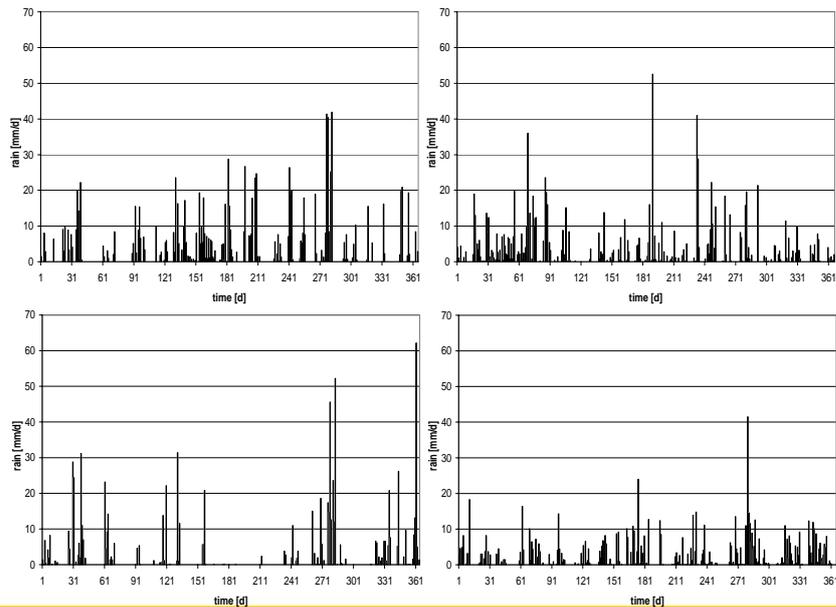
## Autres sources de variabilité

- Chaque ville est différente
- Chaque réseau sanitaire/pluvial est différent
- L'industrie connectée au réseau est différente

et ...

- Chaque climat est différent

# Précipitations pour différents climats

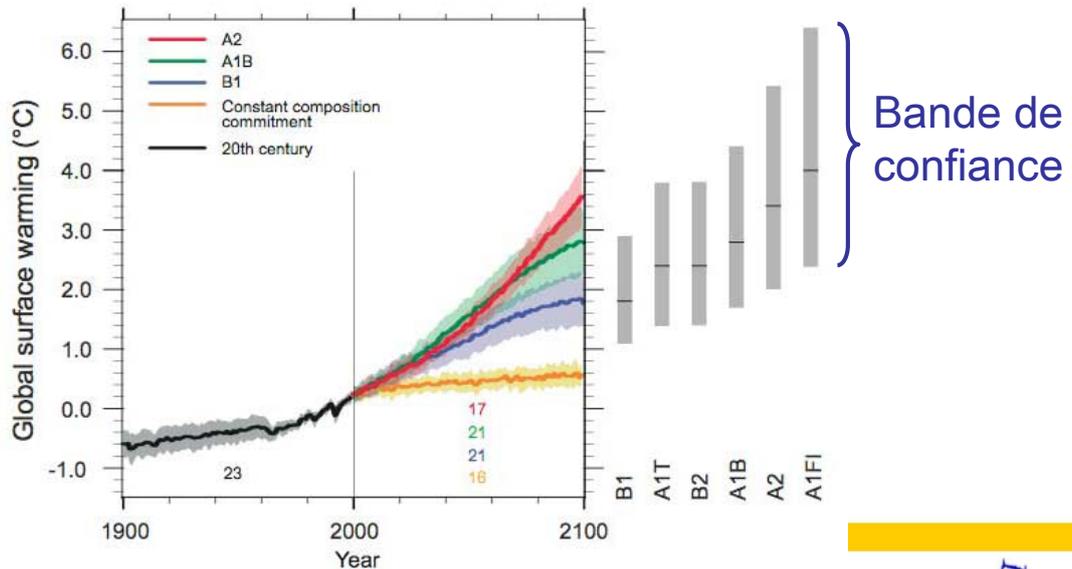


## Et pour la durée de vie ?

- Chaque ville développe d'une façon différente
- Et en plus, le climat va changer

# Changements climatiques: Les incertitudes

- Réchauffement prédit par différents scénarios:



## Les incertitudes: il y en a d'autres!

- Considérant seulement le traitement:
  - Un procédé biologique !
  - Nitrification
  - Élimination de la DBO
  - Sédimentation de la boue
  - ...



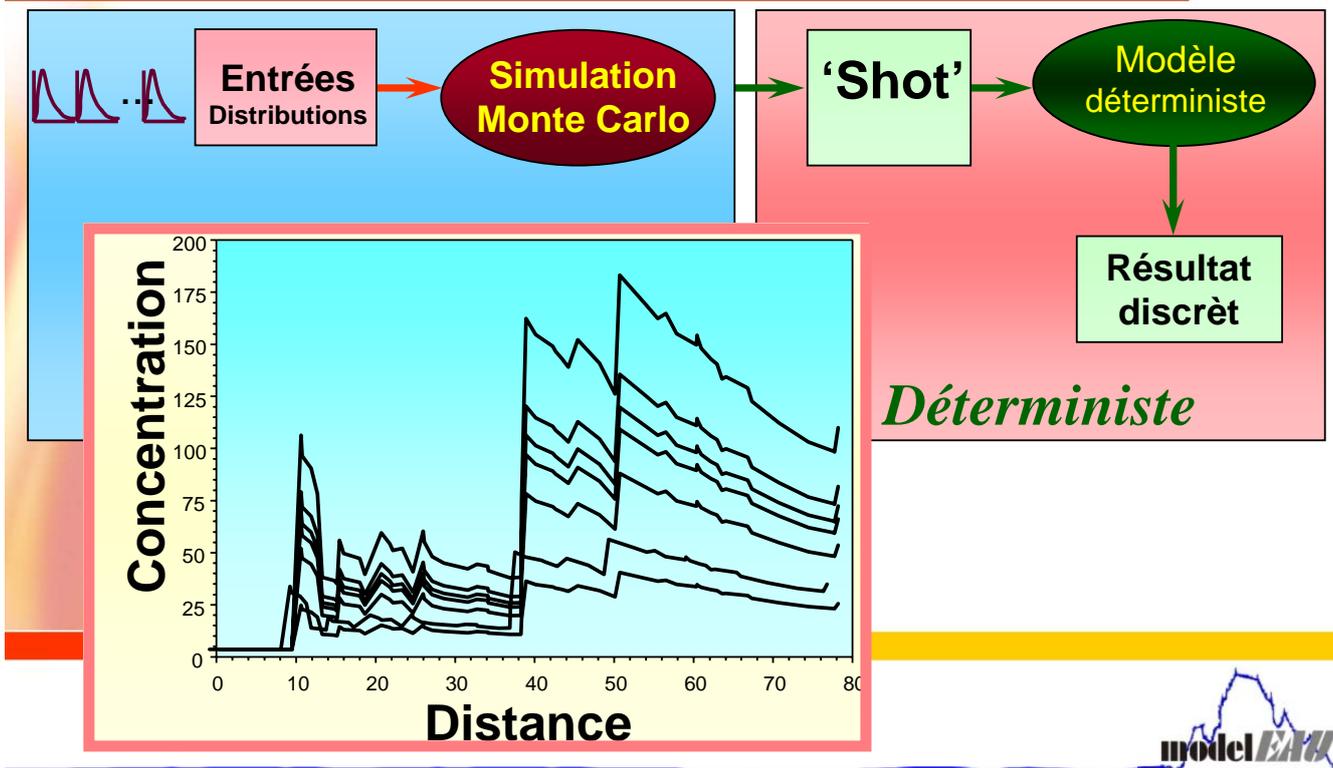


*Doctorat de Lorenzo Benedetti (2006)*

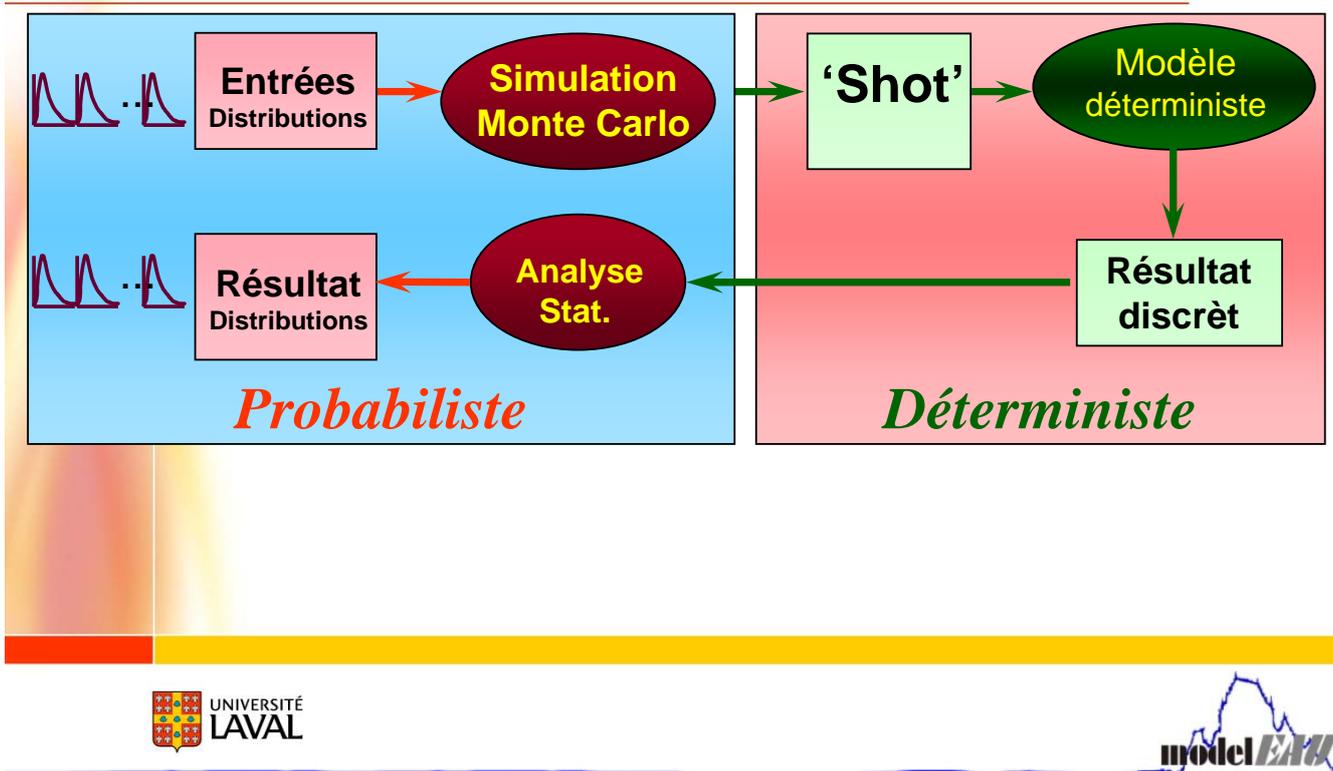
## Méthodologie probabiliste

- Pour évaluer l'incertitude des prédictions à cause des incertitudes dans
  - les entrées,
  - les paramètres du modèle
  - les scénarios de climaton utilise la simulation Monte Carlo

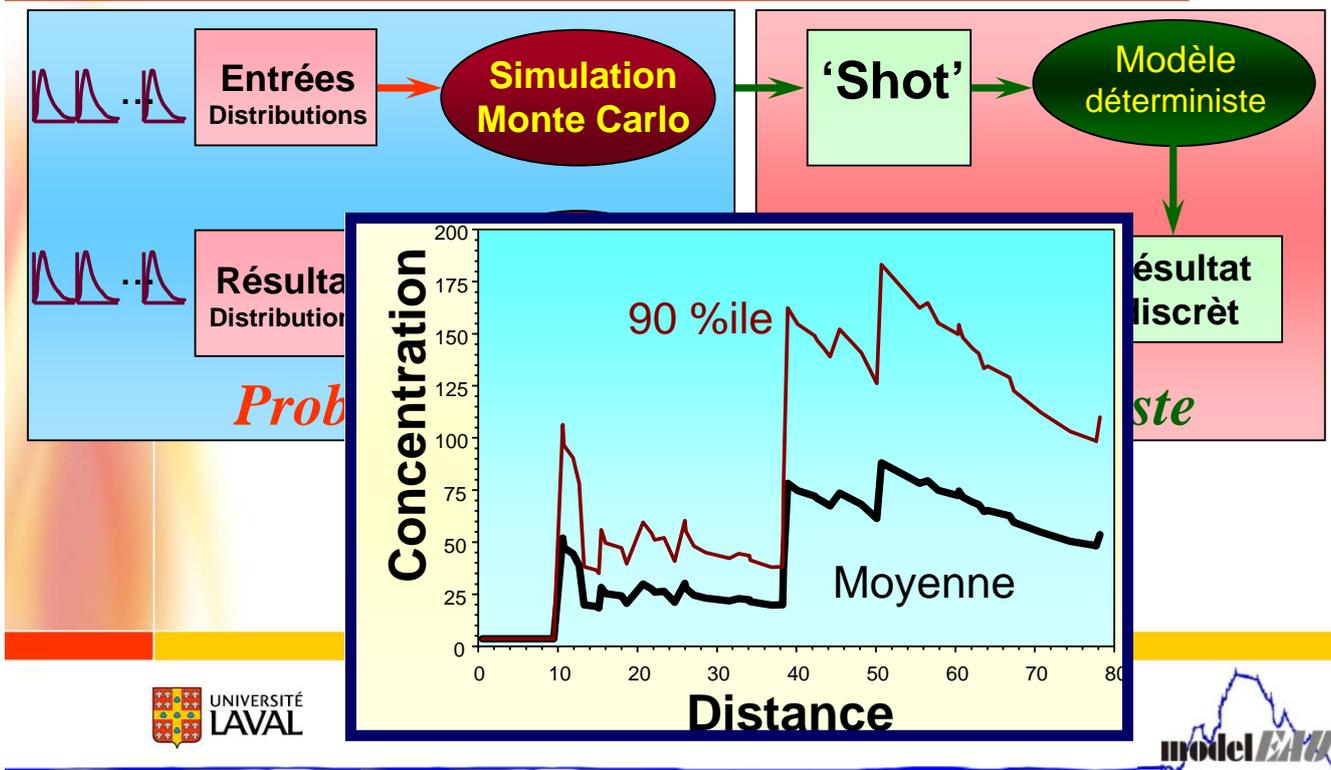
# Analyse d'incertitude: Monte Carlo



# Analyse d'incertitude: Monte Carlo

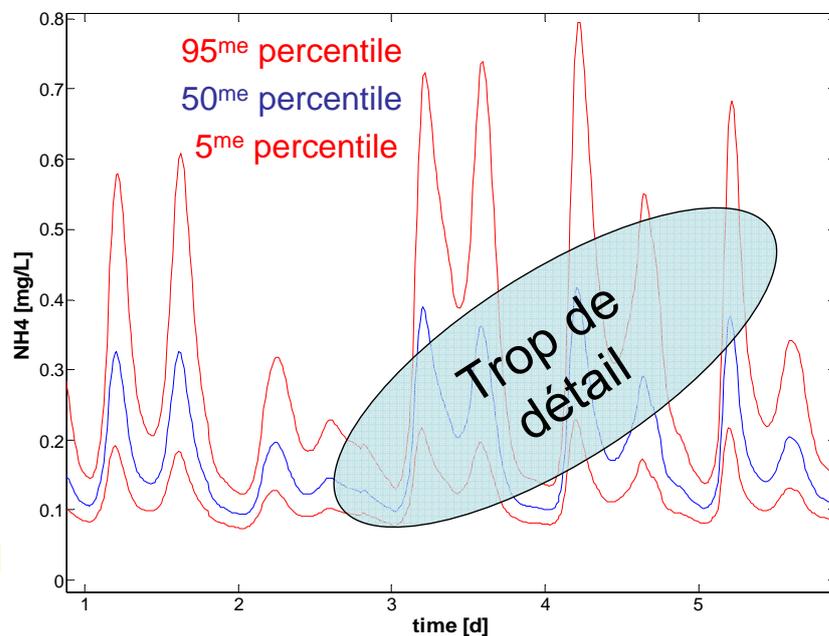


# Analyse d'incertitude: Monte Carlo



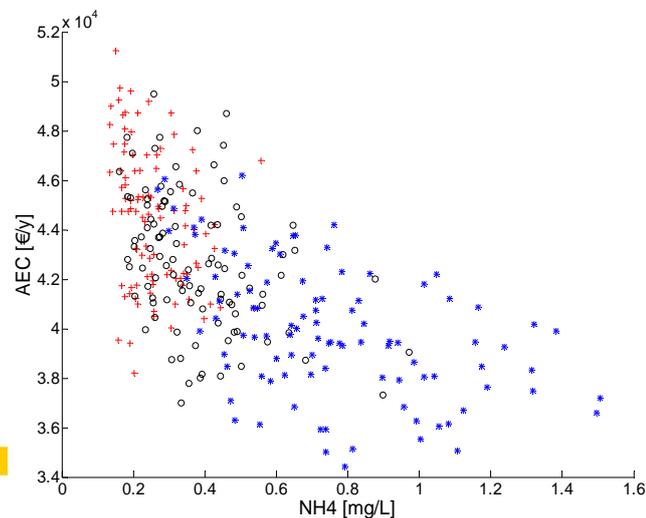
# Analyse probabiliste des résultats

- 100 séries temporelles de l'azote ammoniacal



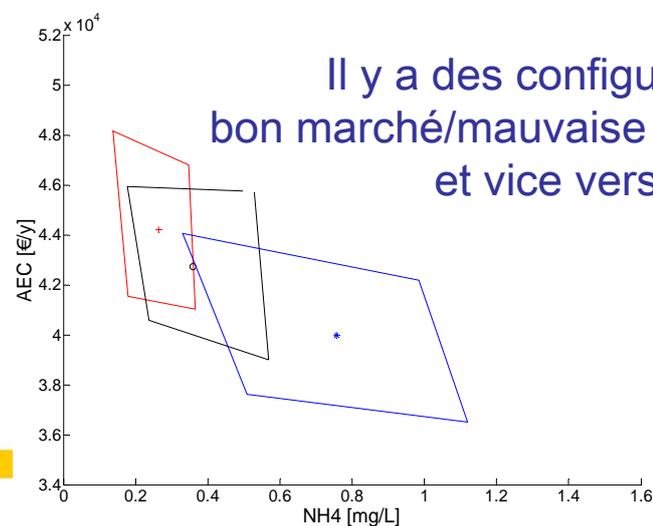
## Analyse probabiliste des résultats

- 100 moyennes annuelles de l'azote ammoniacal et de coûts pour trois configurations STEP



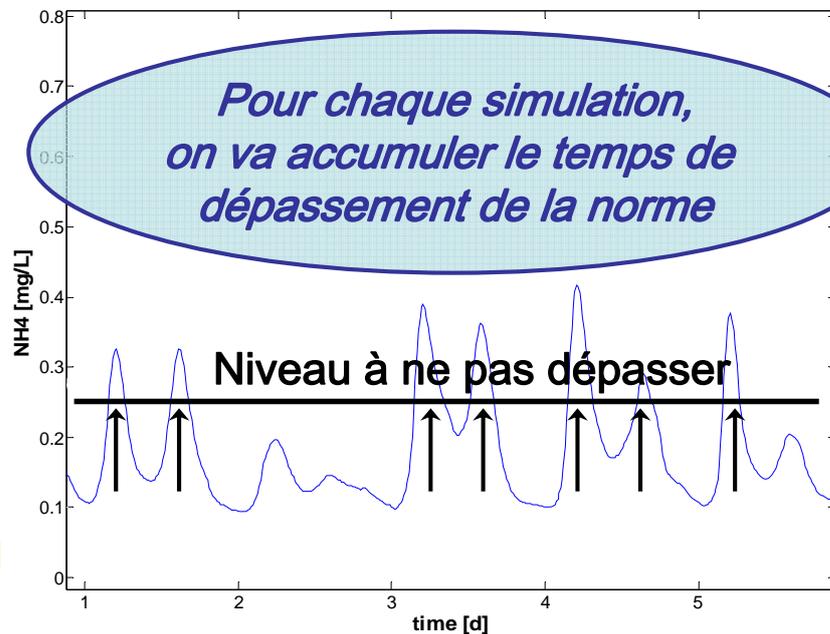
## Analyse probabiliste des résultats

- 100 moyennes annuelles de l'azote ammoniacal et de couts pour trois configurations STEP



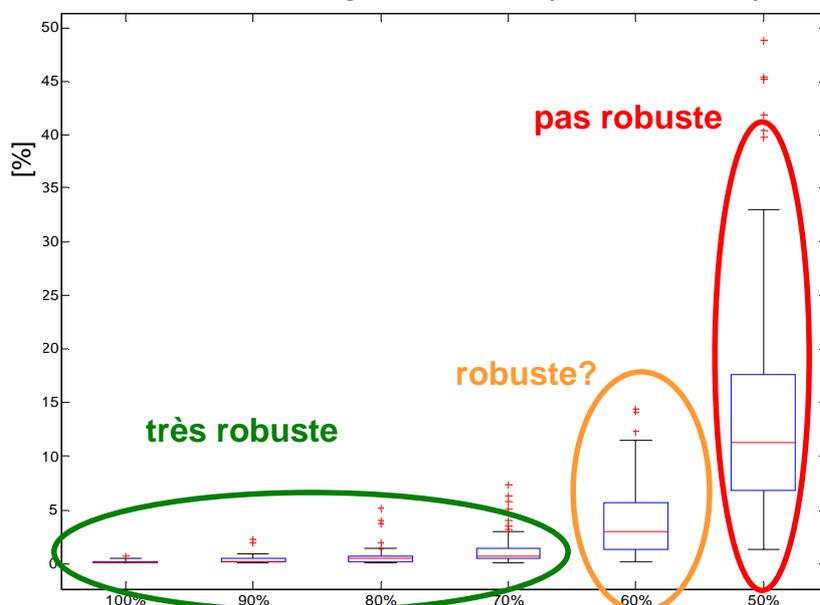
## Analyse probabiliste des résultats

- 100 séries temporelles de l'azote ammoniacal



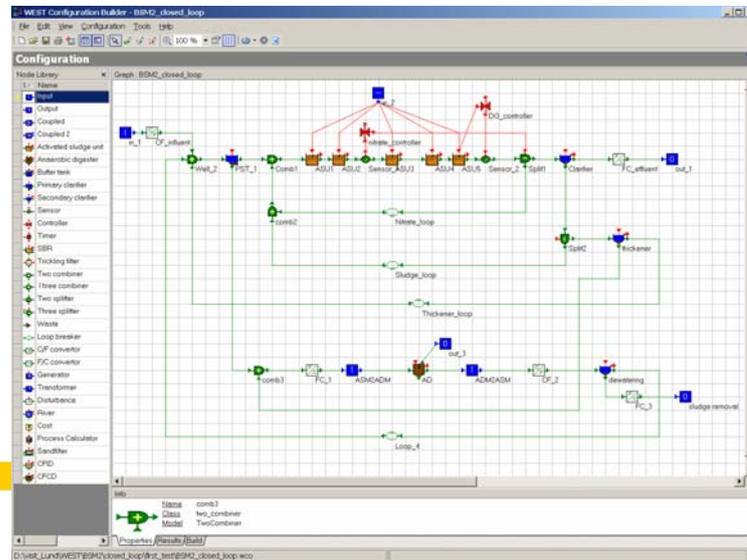
## Analyse probabiliste des résultats

- Pour 6 dimensionnements d'une même configuration (100 sim.), on trouve:



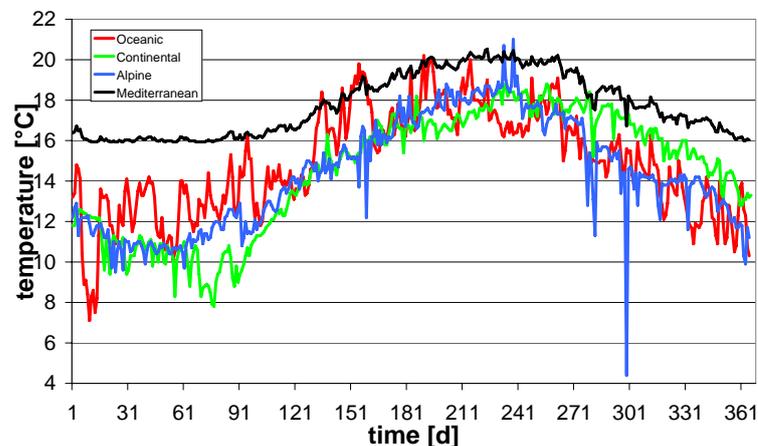
# L'effet des changements climatiques

- Analyse d'une même configuration sujet à 4 climats, pour voir l'adaptabilité de la STEP



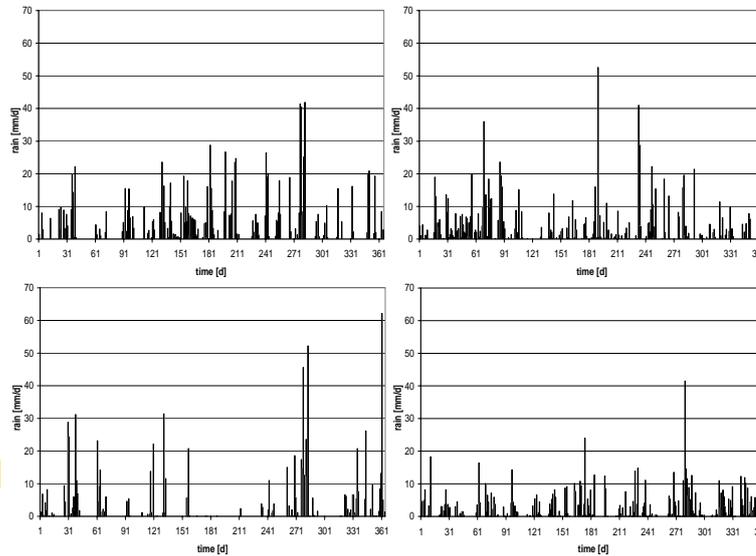
# L'effet des changements climatiques

- Analyse d'une même configuration sujet à 4 climats, pour voir l'adaptabilité de la STEP



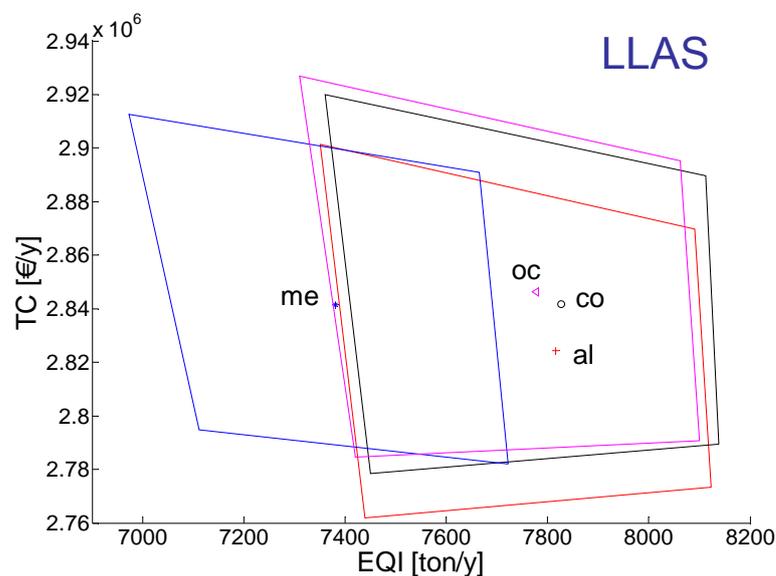
# L'effet des changements climatiques

- Analyse d'une même configuration sujet à 4 climats, pour voir l'adaptabilité de la STEP



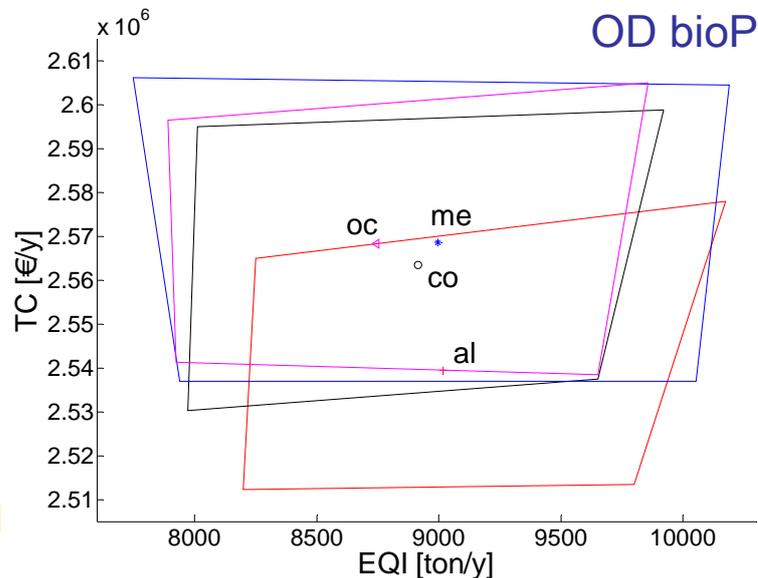
# L'effet des changements climatiques

- Les coûts et la qualité d'effluent (moyenne ann.)



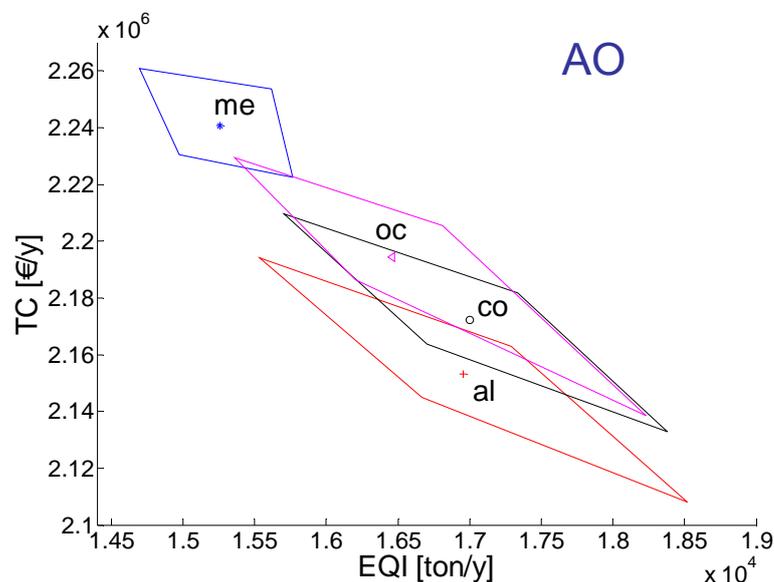
# L'effet des changements climatiques

- Les coûts et la qualité d'effluent (moyenne ann.)



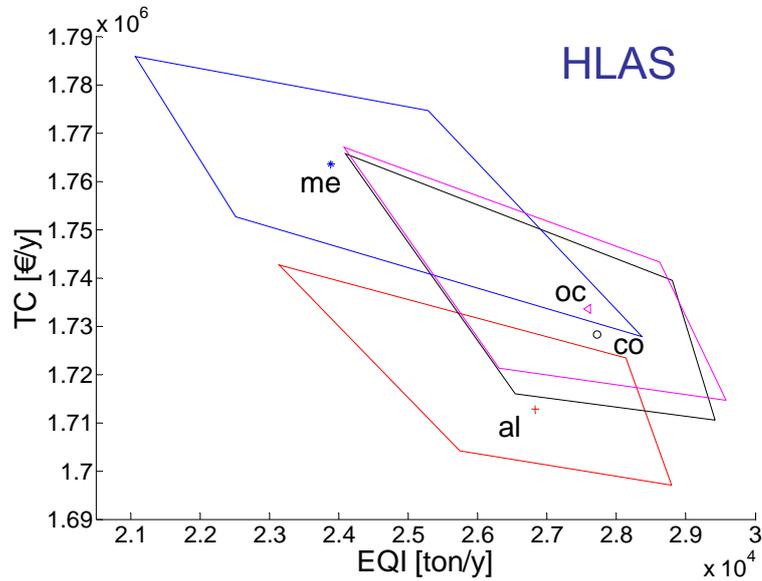
# L'effet des changements climatiques

- Les coûts et la qualité d'effluent (moyenne ann.)



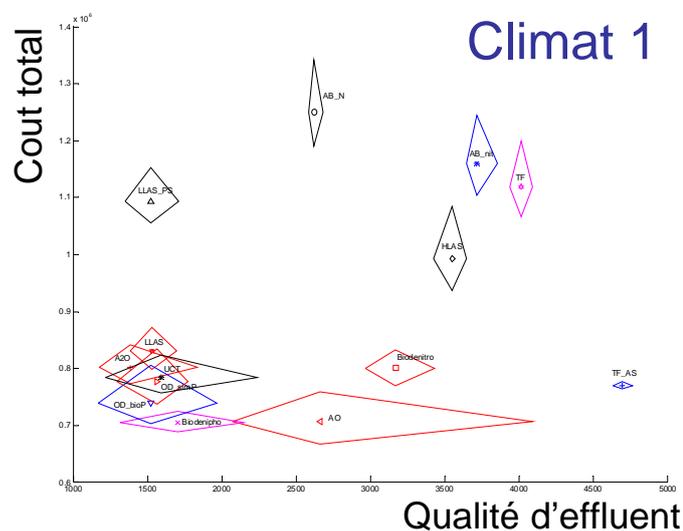
# L'effet des changements climatiques

- Les coûts et la qualité d'effluent (moyenne ann.)



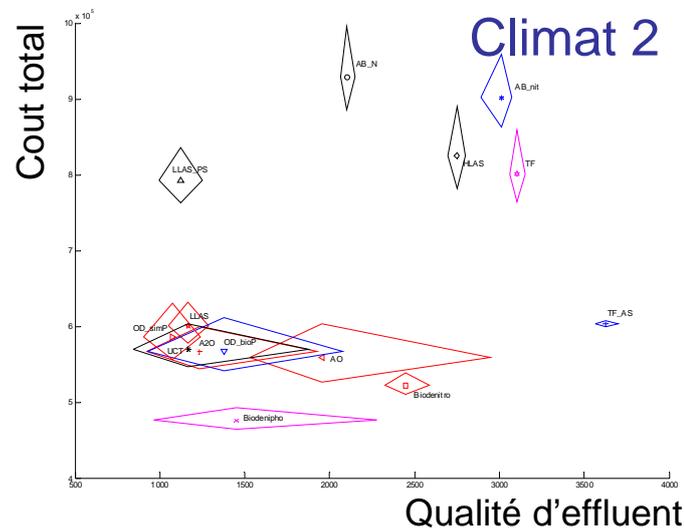
# L'effet des changements climatiques

- Évaluation de 20 configurations STEP



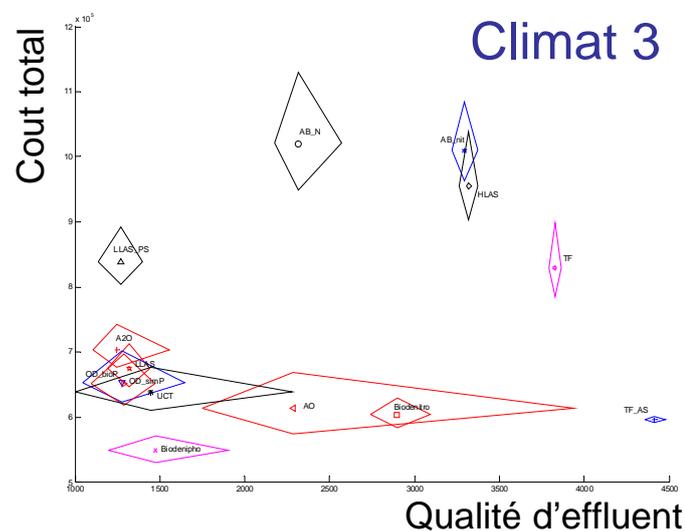
# L'effet des changements climatiques

- Évaluation de 20 configurations STEP



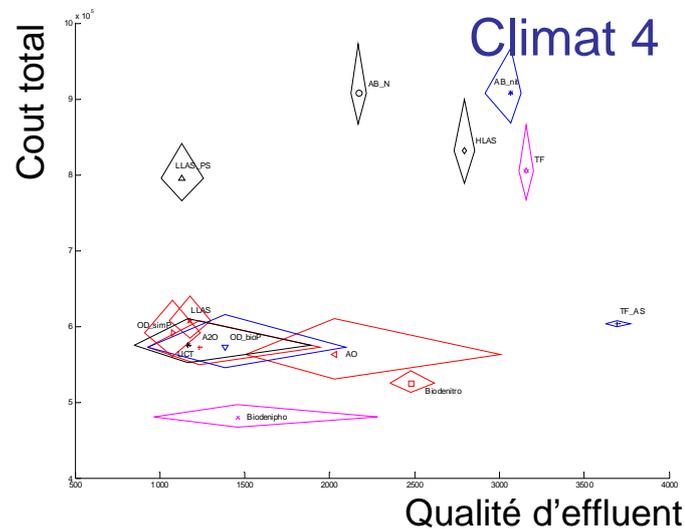
# L'effet des changements climatiques

- Évaluation de 20 configurations STEP



# L'effet des changements climatiques

- Évaluation de 20 configurations STEP

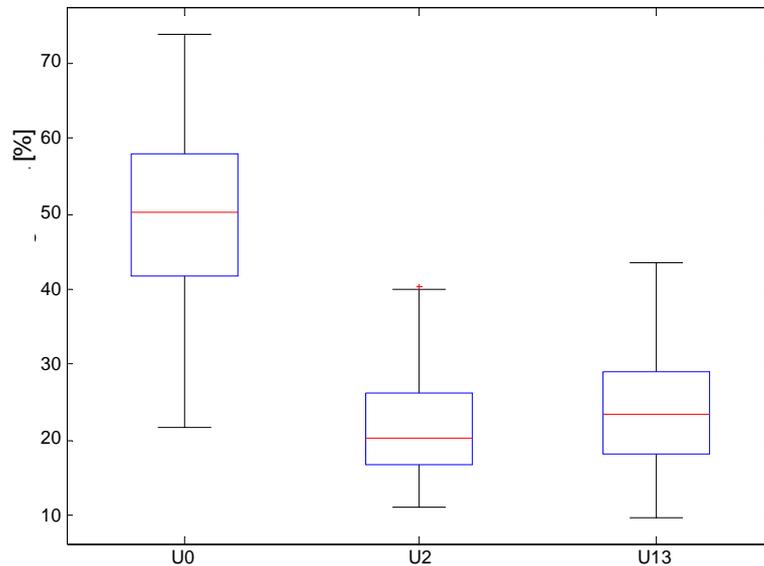


# L'effet des changements climatiques

- L'effet sur les moyennes annuelles n'est pas très grande, de l'ordre de 10%
- Les raisons:
  - Dimensionnement avec des facteurs de sécurité
  - Échauffement, donc réactions plus rapide
  - Consommation d'énergie augmente
  - Production de boues augmente
  - En moyenne, la charge reste la même

# L'effet des changements climatiques

- Les dépassements de la norme



# L'effet des changements climatiques

- L'effet sur les dépassements des normes est plus important (un facteur 2.5)
- Les raisons:
  - L'intensité des pluies accrue
  - L'augmentation de la charge hydraulique, pour une même charge de pollution

# Conclusions

- Dans le contexte de la rivière en milieu urbain (qui fait partie de la gestion par bassin versant)
  - Il faut gérer des infrastructures qui ont une durée de vie de 30 ans, voir 100 ans
  - Il faut choisir/développer des infrastructures qui seront robustes face aux changements (climatiques et autres)
- La présentation a illustré une méthodologie probabiliste d'évaluer différentes infrastructures

