



# Apport-GAM

Apports de contaminants d'origine anthropique à la zone côtière du Golfe d'Aigues-Mortes : état actuel et prospectif

Christian Salles



*Chrystelle BANCON-MONTIGNY*

*Sophie DELPOUX*

*Pierre MARCHAND*

*Jean-Louis PERRIN*

*Claire RODIER*

*Marie-George TOURNOUD*

*Patrick MONFORT*

*Thomas MOSSER*

*Flavie CERNESSON*

# Hydrosystème du littoral Méditerranéen : Le golfe d'Aigues Mortes et son bassin versant



- forte attractivité
- activités intenses et concurrentes
- régime 'méditerranéen' des cours d'eau
- continuelle mutation : changements locaux et globaux

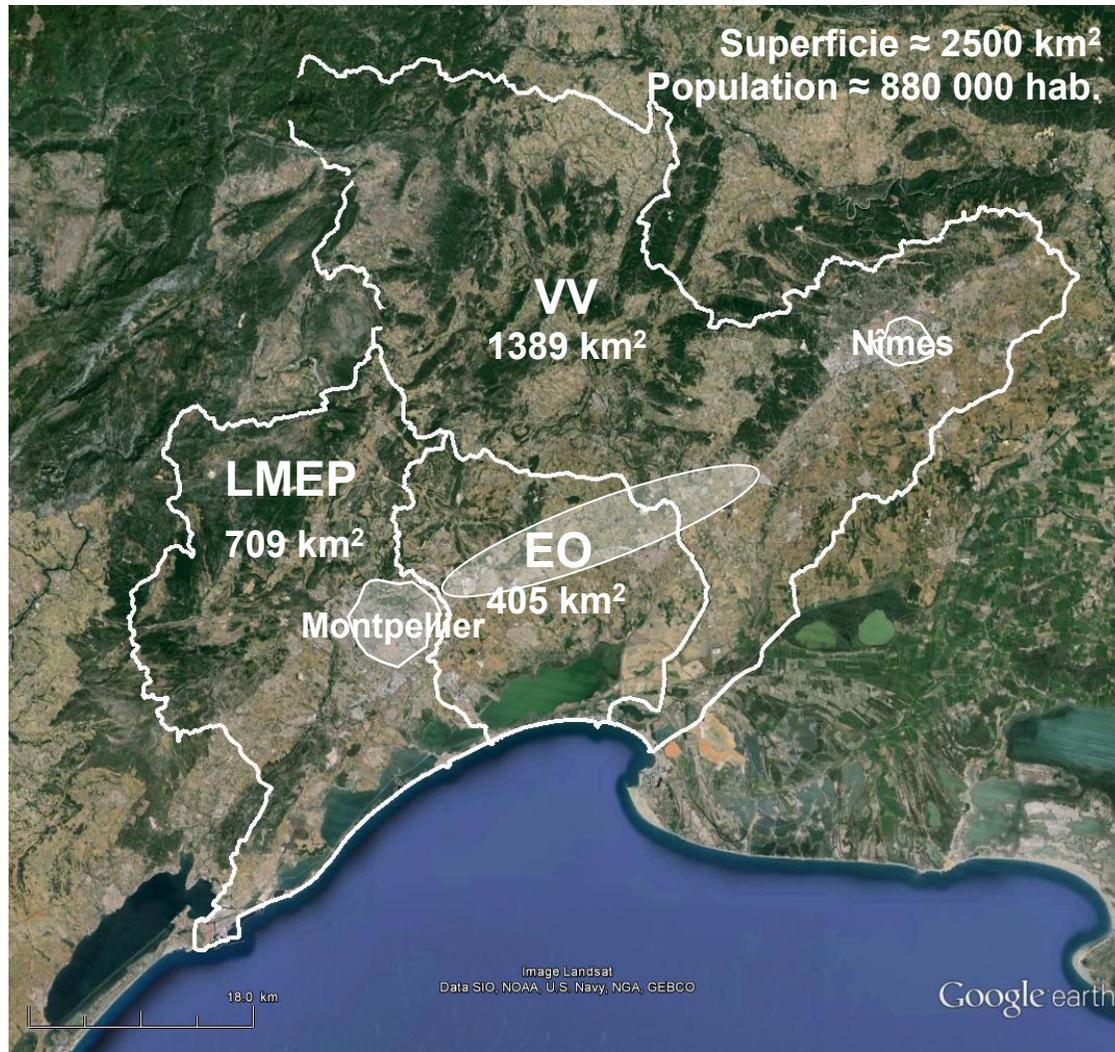
# Objectif et questions scientifiques

**Répondre aux préoccupations de gestion de la qualité des eaux côtières en zone Méditerranéenne**

**Comment évaluer les apports de contaminants et leur évolution dans un contexte d'urbanisation rapide et d'évolution climatique ?**

- Proposition d'un modèle statistique global sur le GAM simulant des flux bactériens en fonction des conditions hydrométéorologiques
- Prédiction des flux bactériens vers le GAM selon scénarios de changement climatique pour le 21ème siècle
- Phase exploratoire d'acquisitions de données pour généraliser la modélisation des flux à d'autres contaminants

# Le bassin versant du Golfe d'Aigues-Mortes



- 2 grandes métropoles:  
Montpellier : 410 000 hab.  
Nîmes : 230 000 hab.

- occupation sol:  
urbain: 13% ; agricole : 48% ;  
naturel : 36%

- 3 unités hydrologiques:
  - Lez-Mosson-Etangs Palavasiens  
**LMEP** : 709  $\text{km}^2$  ; 691 hab./ $\text{km}^2$
  - Etang de l'Or  
**EO** : 405  $\text{km}^2$  ; 740 hab./ $\text{km}^2$
  - Vistre-Vidourle  
**VV**: 1389  $\text{km}^2$  ; 240 hab./ $\text{km}^2$

# Le bassin versant du Golfe d'Aigues-Mortes



- Réseau hydrographique complexe :
  - fleuves côtiers
  - canaux (navigation et irrigation)
  - lagunes côtières
  - graus de communication
- Régime climatique :
  - Mer + relief cévennol
  - pluie annuelle : 712 mm
  - min : 500 mm
  - max : 1074 mm

# Données collectées : Points d'observation



-  **Pluviométrie**  
Station Meteo-France  
-Montpellier-Fréjorgues  
-Nîmes-Courbessac
-  **Hydrométrie**  
Stations banque HYDRO  
-Lez, Pont Garigliano  
-Vidourle, Gallargues-le-Montueux
-  **Qualité**  
Stations RCS ; Agence RMC  
et DREAL

# Campagnes terrain : Mesures aux exutoires



- Campagnes spécifiques échantillonnage et jaugeage

△ LMEP :

grau du Prevost  
Lez à Palavas

△ EO :

canal de Carnon

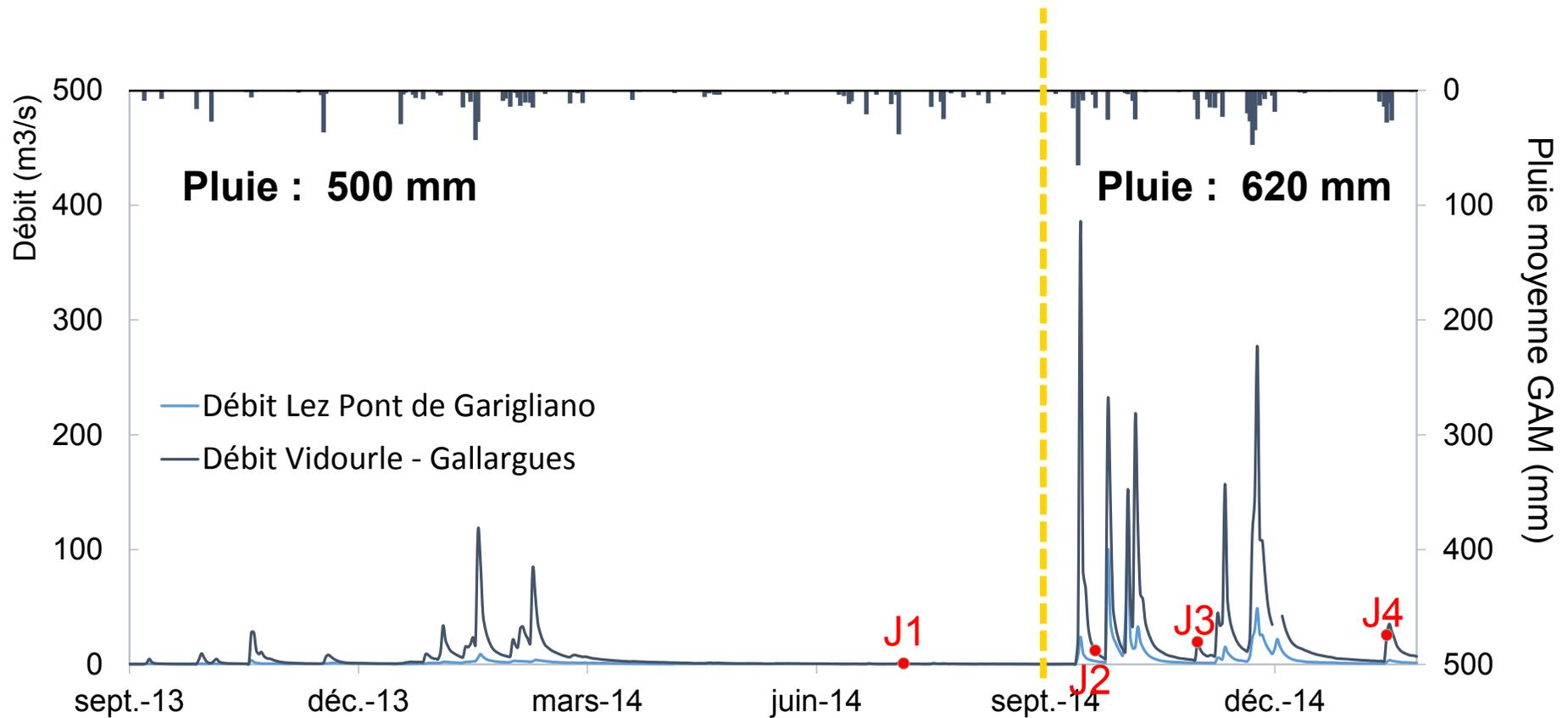
△ VV :

grau du Ponant  
canal du Grau du Roi

échantillons dans la colonne d'eau  
et jaugeage par ADCP

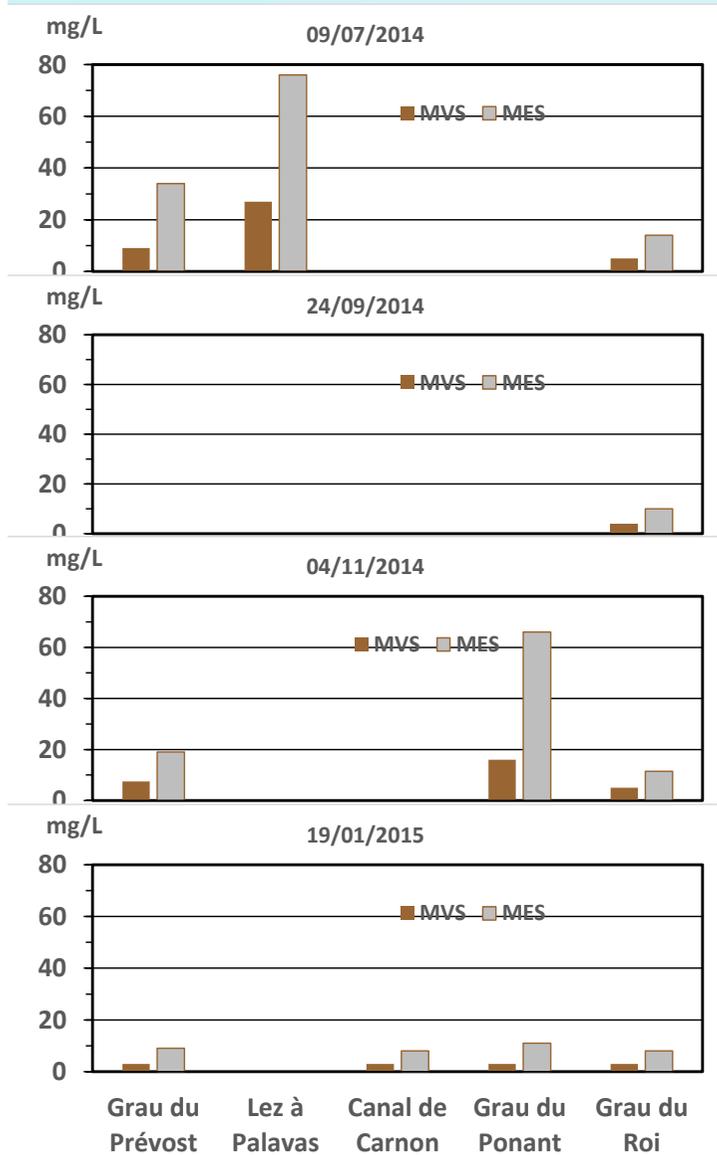
-> *MES, MVS, CTT, SF, ETM, Organo-Sn*

# Dynamique hydrologique



Campagnes de mesures : 4 journées J1 à J4

# Données collectées : concentration

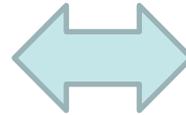


- salinité élevée des échantillons
- variabilité spatiale et temporelle
- Limite impérative concentration CTT eaux de baignade est souvent dépassée
- Organostaniques : TBT < NQE

# Modélisation statistique des apports

Modélisation statistique du flux de contamination microbienne à partir des conditions hydrométéorologiques

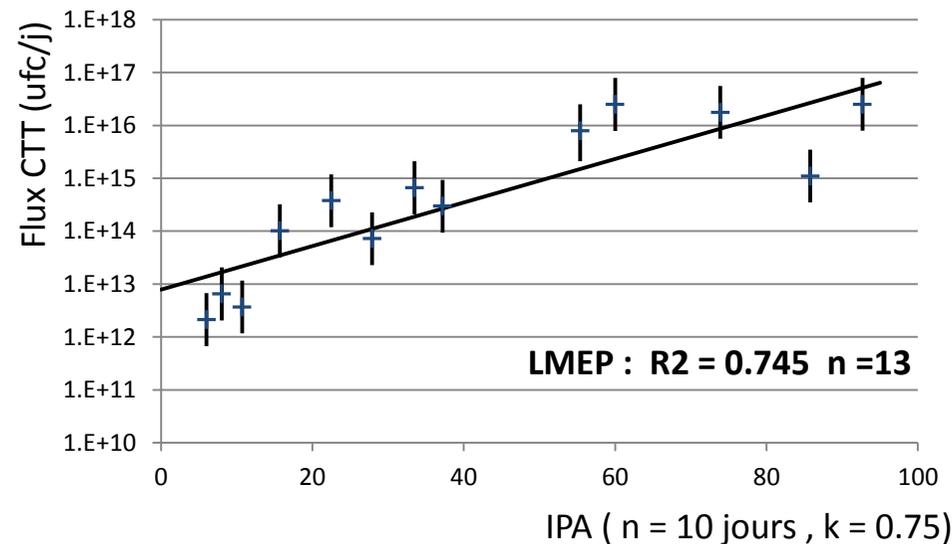
Séries pluviométriques journalières à Nîmes et Montpellier



Mesures simultanées concentration CTT et débits aux exutoires du GAM

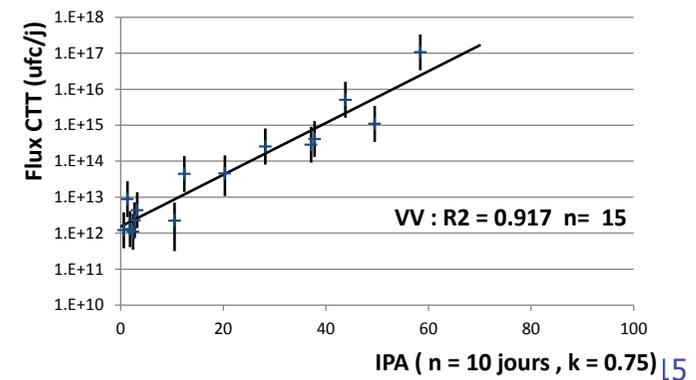
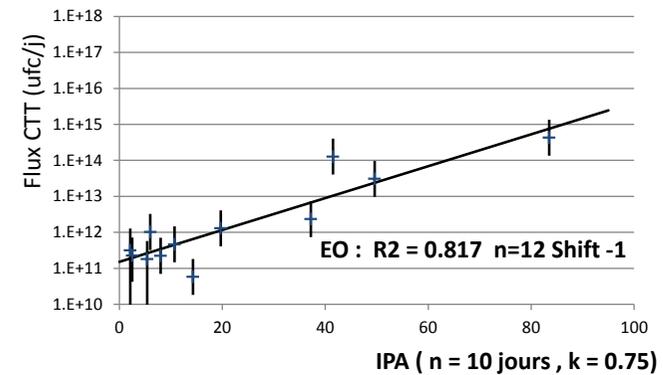
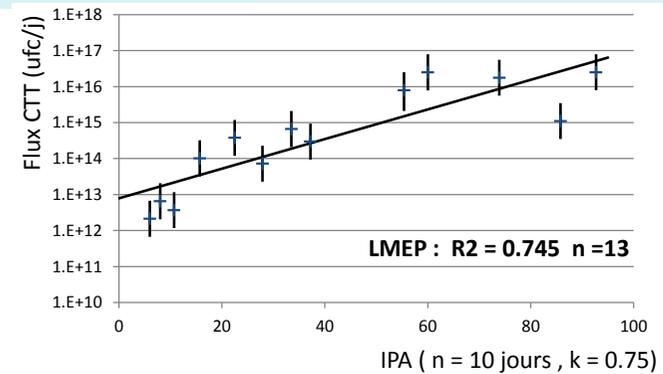
Indice des précipitations antérieures: *Conditions d'humidité et pluies antérieures*

Flux microbiens journaliers aux exutoires des unités hydrologiques



# Modélisation statistique des apports

- Calage :
  - Observations : de 06/2008 à 03/2011 (*MICROGAM*)
  - Flux journaliers moyens:
    - $\approx 6 \cdot 10^{15}$  cfu CTT/J (LMEP et VV)
    - $\approx 5 \cdot 10^{13}$  cfu CTT/J (LMEP et VV)
  - Bonne corrélation IPA-Flux
  - Régressions différentes selon unités hydrologiques



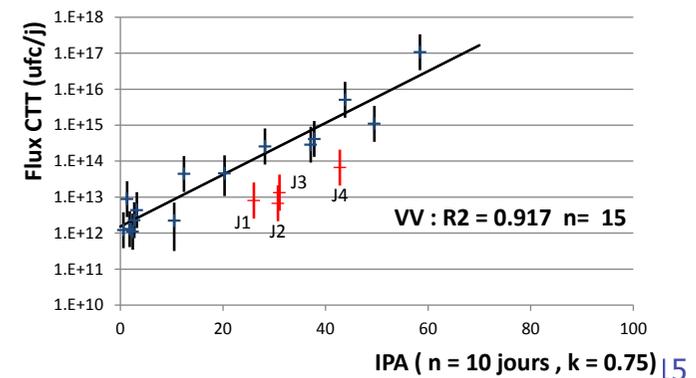
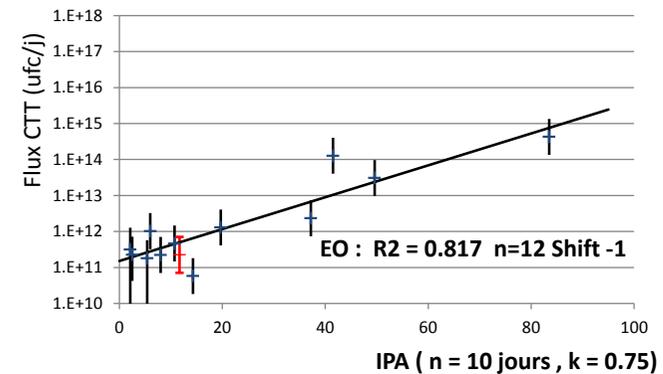
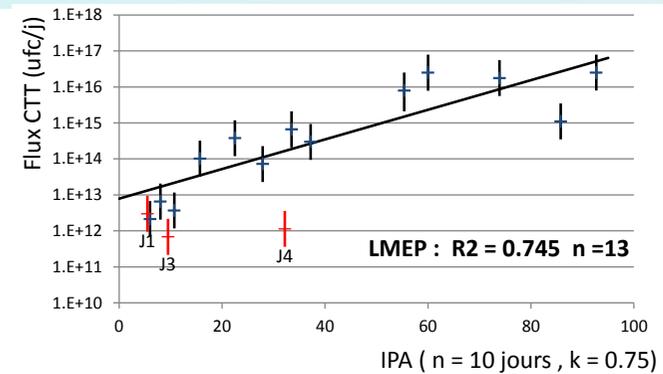
# Modélisation statistique des apports

- Calage :

- Observations : de 06/2008 à 03/2011 (*MICROGAM*)
- Flux journaliers moyens:
  - $\approx 6 \cdot 10^{15}$  cfu CTT/J (LMEP et VV)
  - $\approx 5 \cdot 10^{13}$  cfu CTT/J (LMEP et VV)
- Bonne corrélation IPA-Flux
- Régressions différentes selon unités hydrologiques

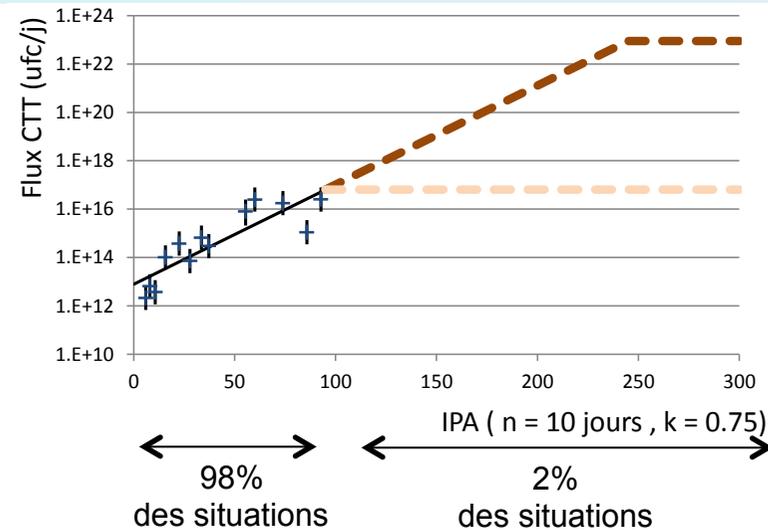
- Validation :

- Observations : année 2014
- Ordre de grandeur respecté
- Surestimation à lier aux conditions hydrologiques extrêmes



# Modélisation statistique des apports : échelle annuelle

Mode d'extrapolation :  
par valeur constante (**éval. basse**)  
linéaire avec seuil (**éval. haute**)

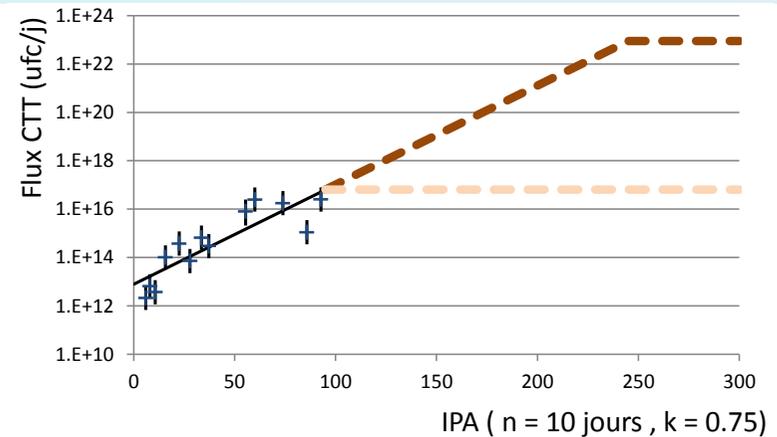


# Modélisation statistique des apports : Echelle annuelle 1994-2013

Extrapolation :

par valeur constante (**éval. basse**)

linéaire avec seuil (**éval. haute**)

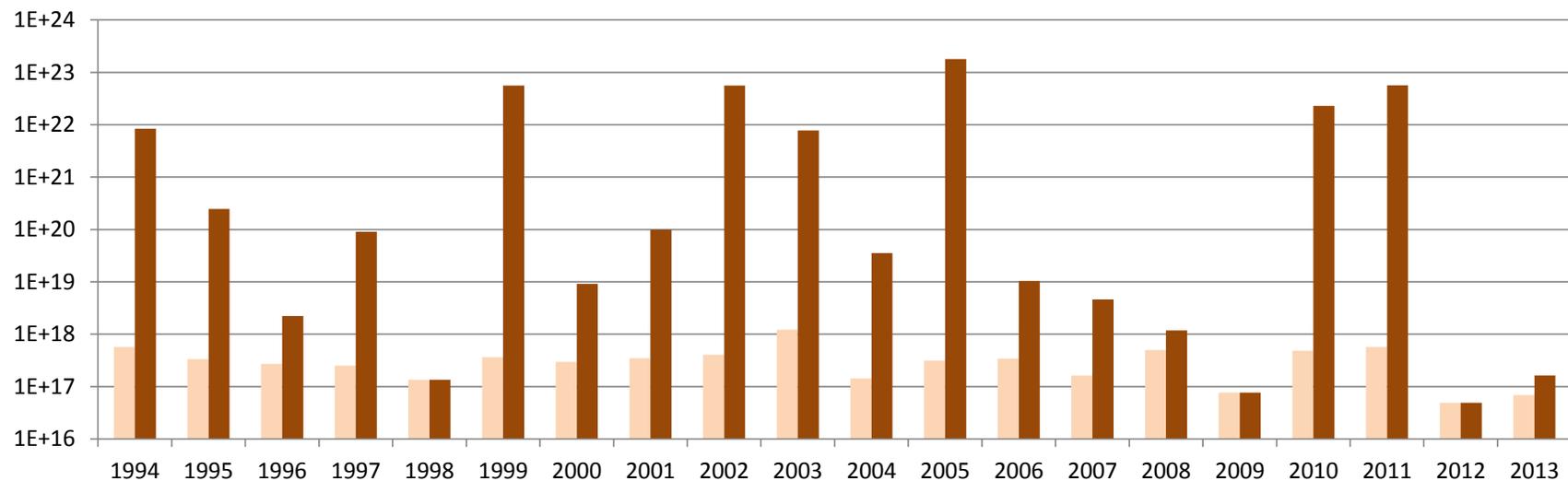


Simulation années 1994 à 2013 :

Exportation CTT  
(cfu/an)

■ éval basse

■ éval. Haute

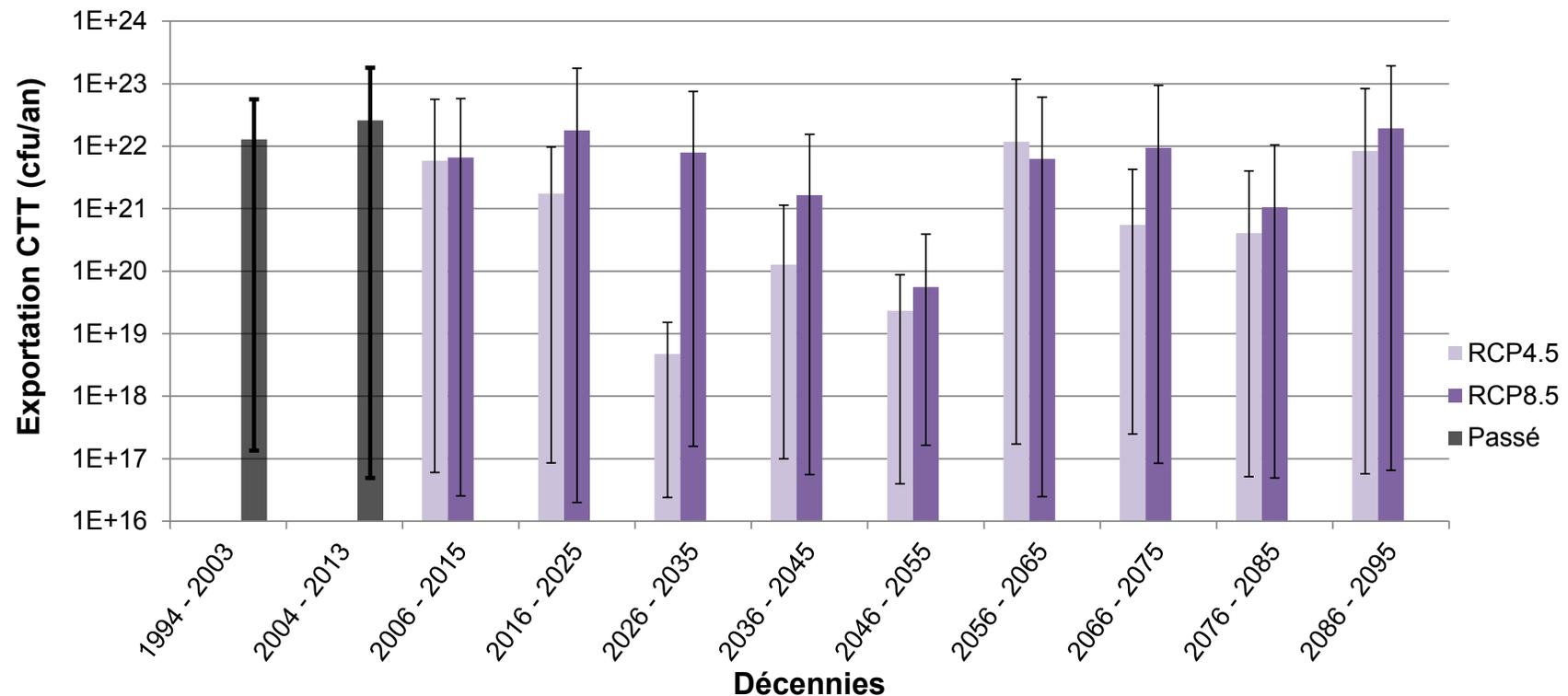


# Modélisation statistique des apports : Flux prospectifs 2015-2095

pluies journalières simulées ([www.medcordex.eu](http://www.medcordex.eu))

(RCM: ALADIN 5.2 ; Proj.: CNRM-CM5 ; GES SRES RCP4.5 et RCP8.5 pour 1950-2100)

**Hypothèses :** stabilité des pressions anthropiques sur le bassin



# Conclusions et perspectives

- **Modèle statistique de flux journaliers de CTT**
  - majorité des apports lors de quelques événements de crise (1 à 2% du temps)
  - évaluation dans les situations de crise entachée de très larges incertitudes
  - pas d'évolution significative des apports annuels pour le prochain siècle
- **Observation**
  - Variabilité spatio-temporelle
  - Difficulté d'une mesure simultanée des flux aux divers exutoires  
(moyens lourds et accès impossible dans des situations de crises majeures)
  - flux d'éléments traces métalliques et Organostaniques
    - modifier le protocole d'échantillonnage (analyser phase dissoute et particulaire)
    - disposer références marine et continentale

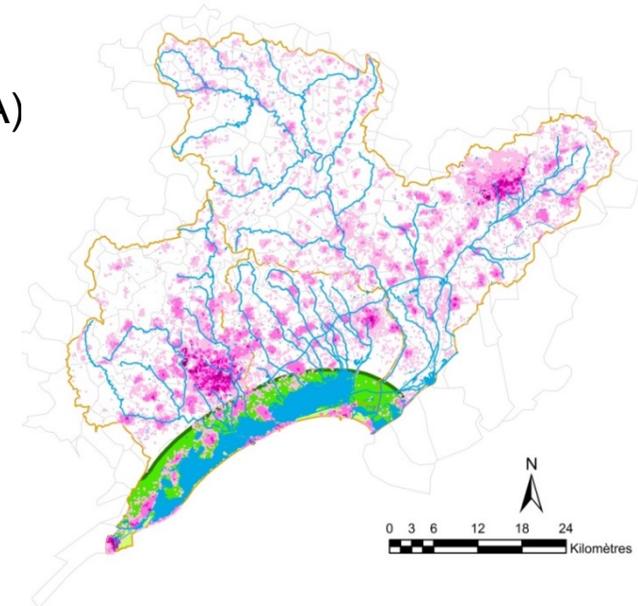
# Conclusions et perspectives

- Indicateurs des pressions anthropiques sur les unités hydrologiques

Population (INSEE) et usages des sols (IGN;IRSTEA)

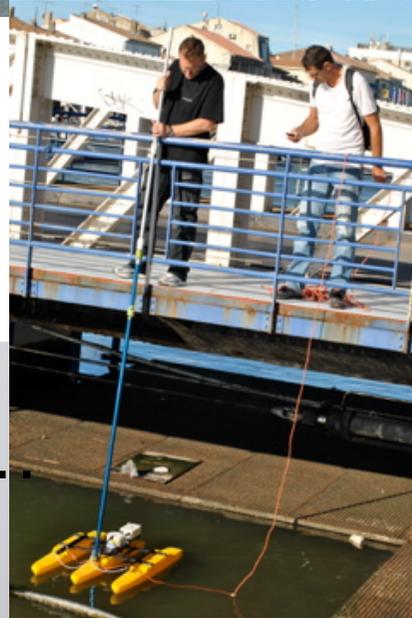
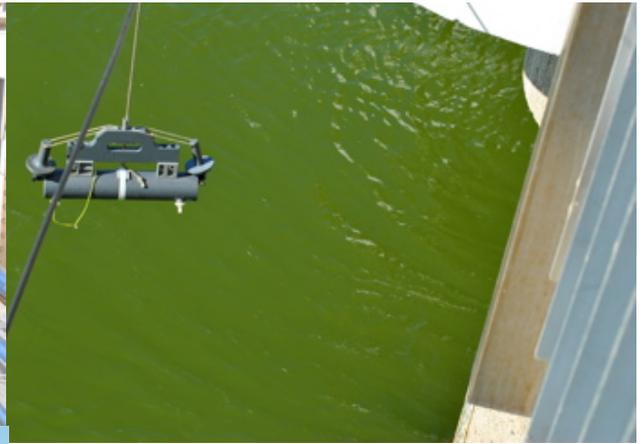
- bande littorale
- couloirs centrés sur les cours d'eau principaux

Conforter base de données assainissements collectifs (MEDDE-DE) et non collectifs



- Modèle statistique pression anthropique **et** conditions hydrométéorologiques

- Simulations à partir de scénarios probables d'évolution de la population et de l'occupation du sol à moyen terme



Merci de votre attention ...



Merci de votre attention ...

Ponant

canal Carnon

fleuve Lez

