

# **Modéliser les effets du changement climatique sur les eaux continentales**

**Agnès Ducharne**

UMR Sisyphe, CNRS – UPMC, Paris

Séminaire AFPCN - 22 janvier 2008 – Paris  
Atelier « Adaptation au changement climatique et risques hydrologiques »

# Plan de l'intervention

## 1. Etat de l'art

- Impact sur les régimes hydrologiques
- Impact sur la qualité de l'eau

## 2. Progrès en cours

- Evénements extrêmes
- Rétroactions

## 3. Conclusions et recommandations

### Support : 3 projets du programme GICC du MEDAD

- GICC-Rhône (Coord : E. Leblois, Cemagref, Lyon)

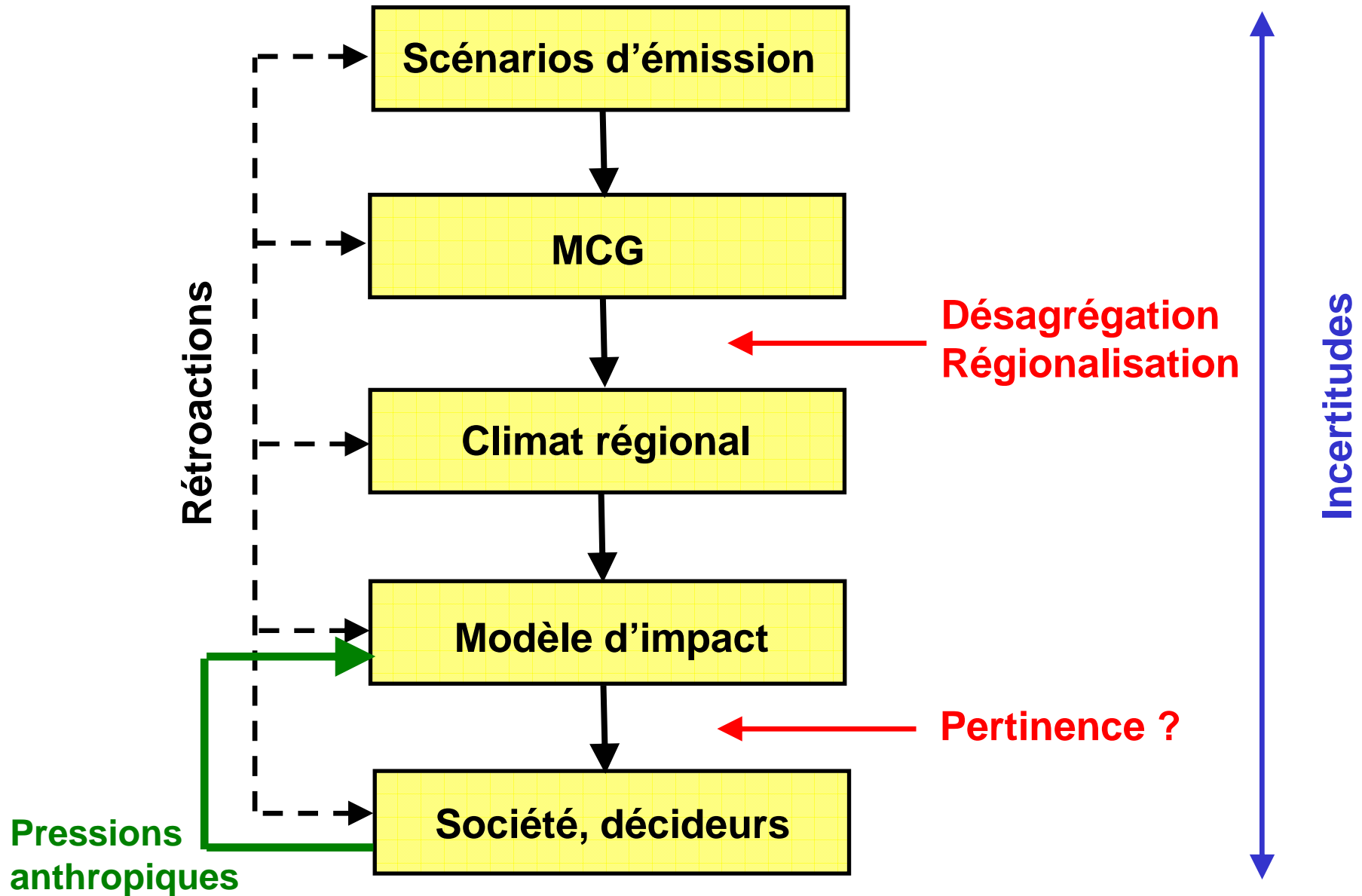
<http://medias.obs-mip.fr/gicc/docgicc/public/projets/apr00/projet2/final-2-00.doc>

- GICC-Seine et RExHySS (Coord : A. Ducharne, CNRS, Paris)

<http://www.sisyphes.jussieu.fr/~agnes/gicc/final/>

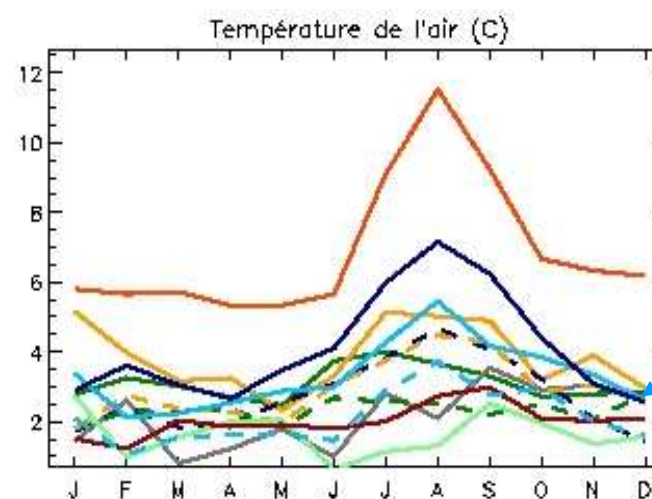
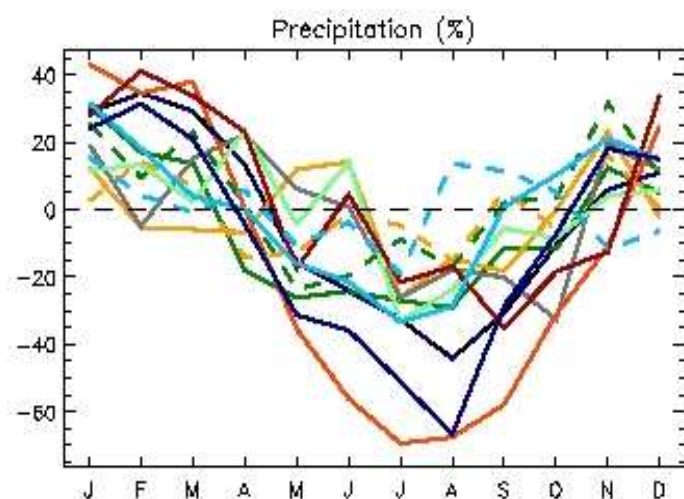
<http://www.sisyphes.jussieu.fr/~agnes/rexhyss/>

# La problématique des impacts du CC



## Scénarios de changement climatique (GICC-Seine)

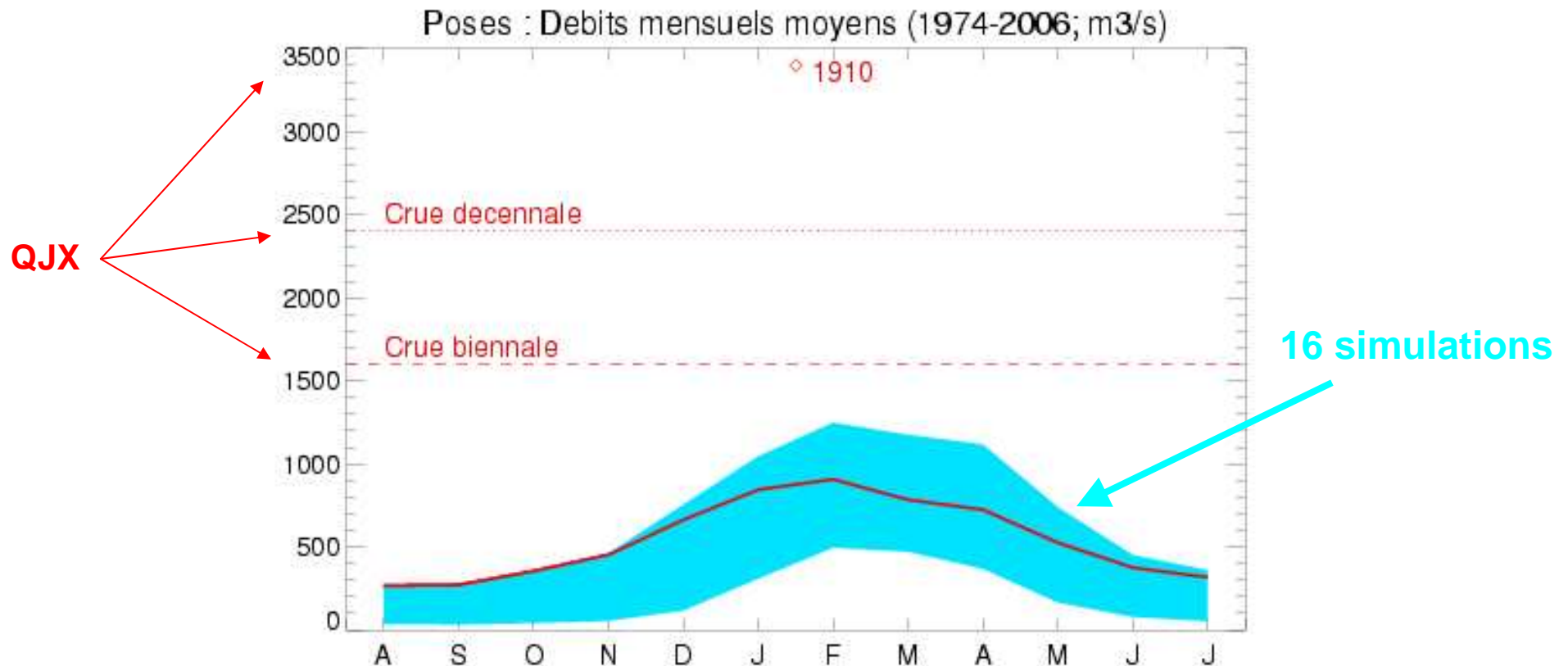
- Basés sur simulations de modèles climatiques
- Régionalisation par le méthode des perturbations
  - Perturbation du climat récent (= référence) par les anomalies moyennes
- 12 scénarios pour caractériser les incertitudes



Arpège A2

12 scénarios de CC (Moyennes annuelles)	Précipitations (%)	Température (°C)
Changement moyen	-0.04	+3.10
Ecart-type	0.7	1.55
ARPEGE A2	+0.1%	+3.3

## Impacts hydrologiques (GICC-Seine)



### ➡ Intensification des contrastes saisonniers :

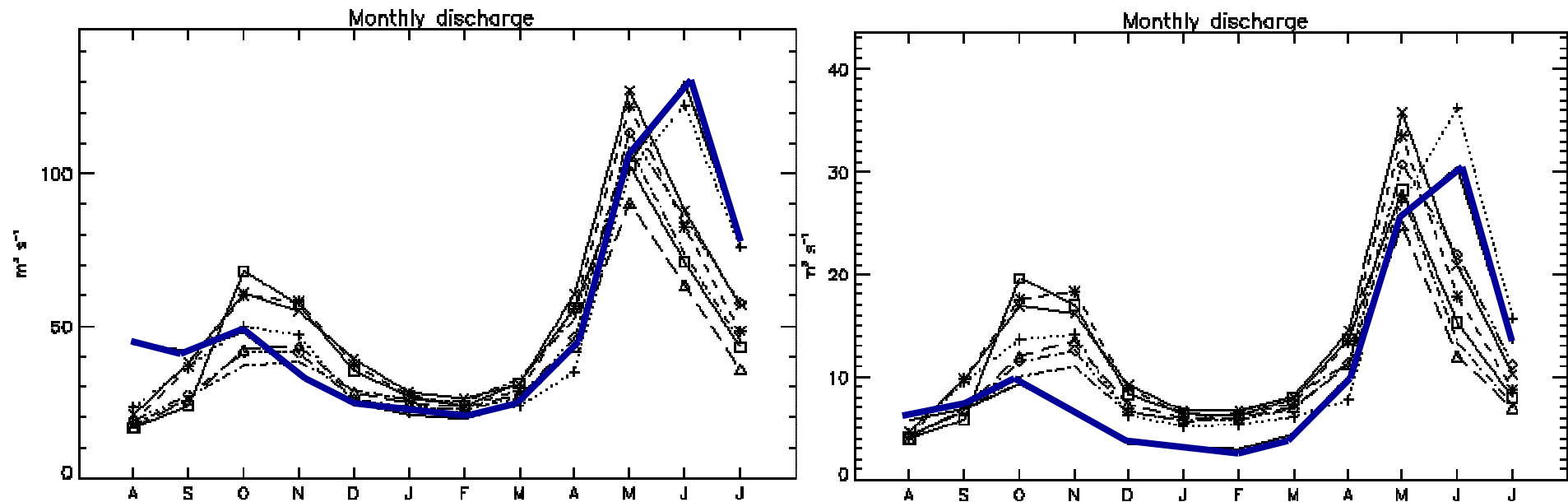
- Baisse robuste des débits d'étiages (& humidité des sols)
- Evolution des débits de crue moins certaine (idem pour niveaux piézos)
- Importance des caractéristiques hydrogéologiques

### ➡ Le CC moyen ne rend pas compte de la variabilité inter-annuelle

# Régimes hydrologiques influencés par la neige (GICC-Rhône)

Durance at Laclapiere ( 2170 km<sup>2</sup>)

Ubaye at Barcelonnette ( 549 km<sup>2</sup>)



*Modèle couplé MODCOU - ISBA - CROCUS*

— Simulation de Référence

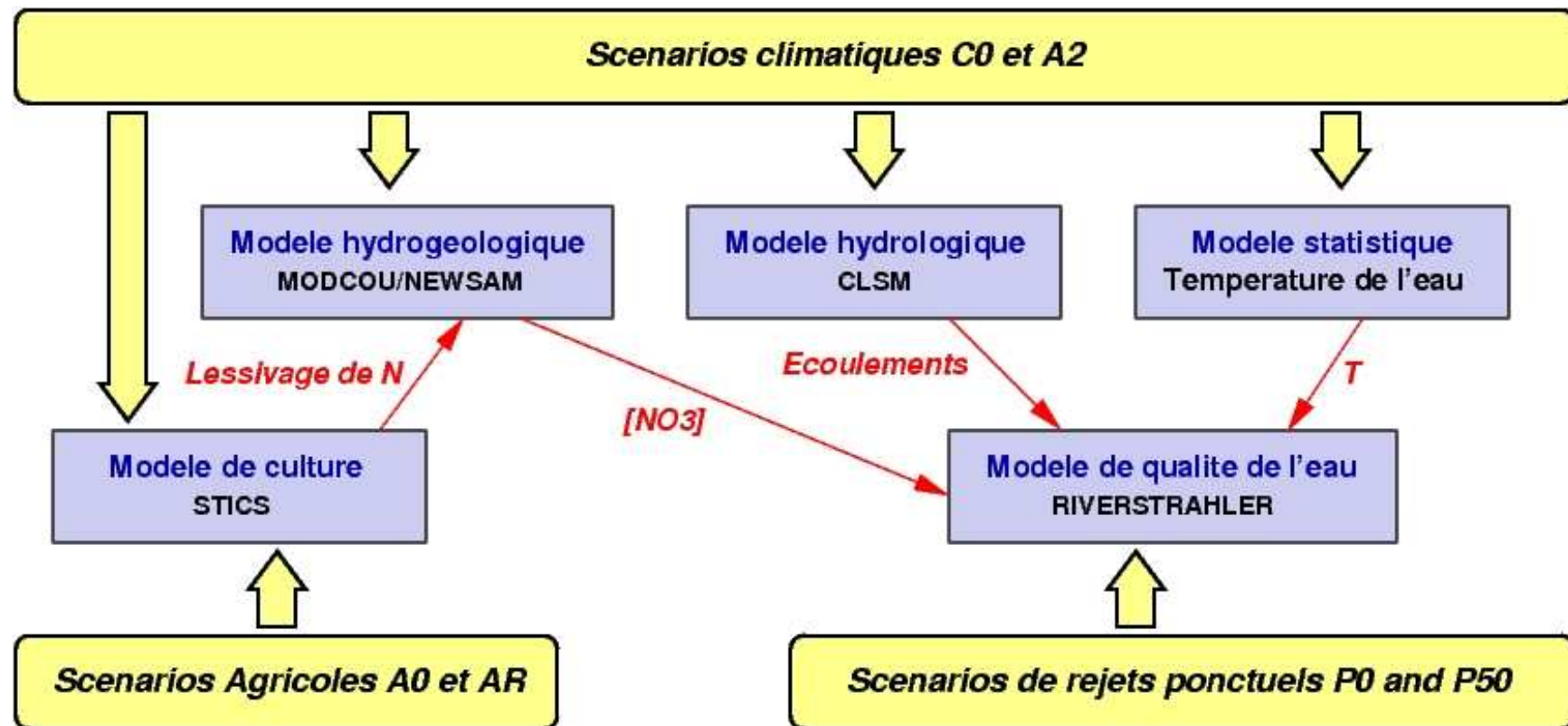
— 6 scénarios de CC

- ➔ Débits hivernaux plus importants (plus de pluie et moins de neige)
- ➔ Crues nivales avancées
- ➔ Débits estivaux plus faibles (période d'étiage décalée)

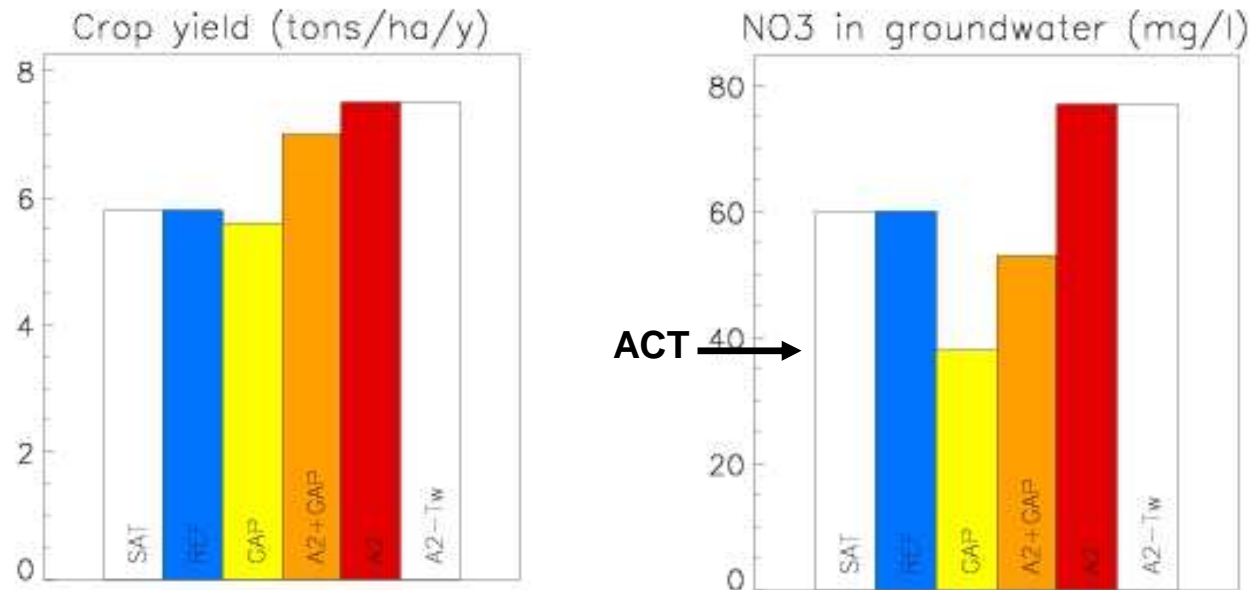
## Impacts sur la qualité (GICC-Seine)

### ➔ Démarche = Modélisation intégrée couplant

- 5 modèles validés
- 3 familles de scénarios :
  - climat, agriculture et pollution diffuse azotée, rejets ponctuels
  - référence récente vs. prospective à la fin du 21<sup>ème</sup> siècle



## Impacts croisés CC x AR dans le bassin versant



Moyennes interannuelles sur l'ensemble du bassin (horizon 2100) :

**REF**

**Climat and Agriculture Actuels**

**GAP**

**Agriculture Raisonnée**

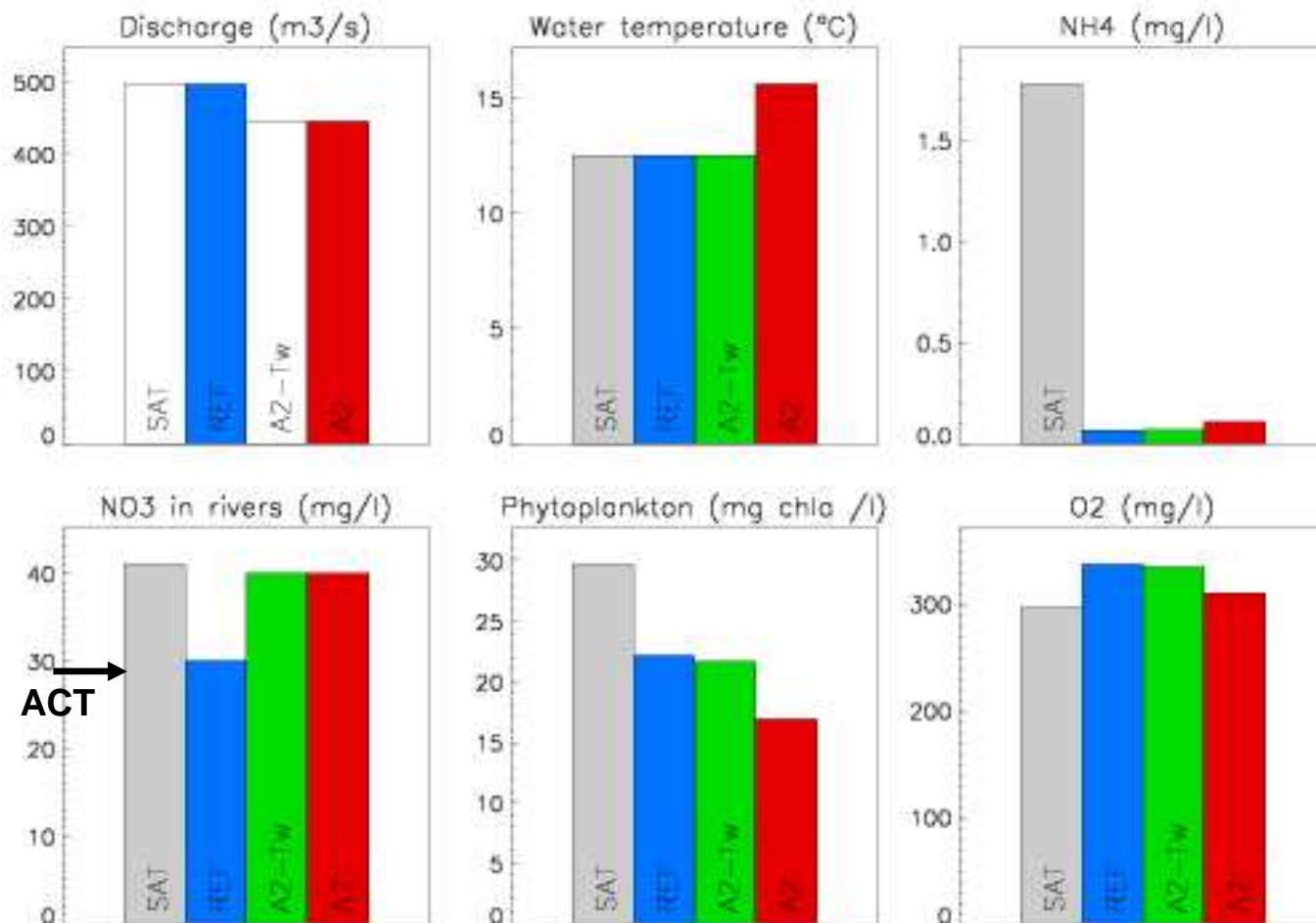
**A2**

**Changement Climatique + Agriculture Actuelle**

**A2+GAP**

**CC x AR**

# Impacts croisés CC x rejets ponctuels dans les cours d'eau



Horizon 2100 :

- SAT** Climat, Agri & rejets Actuels
- REF** Idem + Rejets réduits (ca. 2050)
- A2** Idem + CC
- A2-Tw** Idem sans rechauffement de l'eau

ACT →

Moyennes interannuelles à Poses (exutoire)

## Progrès en cours (projet RExHySS)

Impact du changement climatique sur les Ressources en eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et la Somme

- **Nouvelles méthodes de désagrégation des simulations de CC**  
qui rendent compte des **changements de variabilité du climat**,  
de l'échelle journalière à interannuelle, en plus du changement moyen
- **Changements des extrêmes hydrologiques** (crues, étiages, sécheresse)
  - Changements de variabilité (fréquence, persistance, etc.)
  - Prédétermination (ex: quelle période de retour pour les débits critiques ?)
- **Manifestations particulièrement sensibles pour la société**
  - Inondations (couplage avec modèles hydrauliques)
  - Besoins en irrigation & impact sur la ressource en eau, la production agricole et la pollution azotée (difficulté = estimation rationnelle des besoins en irrigation)
- **Rétroactions entre les changements de l'hydrosystème et les systèmes sociaux (gestion de l'eau et aménagement du territoire)**
  - Analyse des résultats avec les acteurs
  - Modélisation socio-économique (ex PIREN-Seine : rétroactions entre politique agricole et pollution par optimisation économique)

# Conclusions et recommandations

## Problématique centrale = les incertitudes

- **Approche multi-modèle** (climat & modèles d'impact)
  - ➔ Importance de l'évaluation des modèles (validation, défauts)
- **Approche multi-scénarios**
  - ➔ Importance de l'étape de désagrégation (spatialisation, extrêmes)
  - ➔ Attention ! Cette stratégie entraîne des évolutions des impacts anticipés

## Problématique des rétroactions

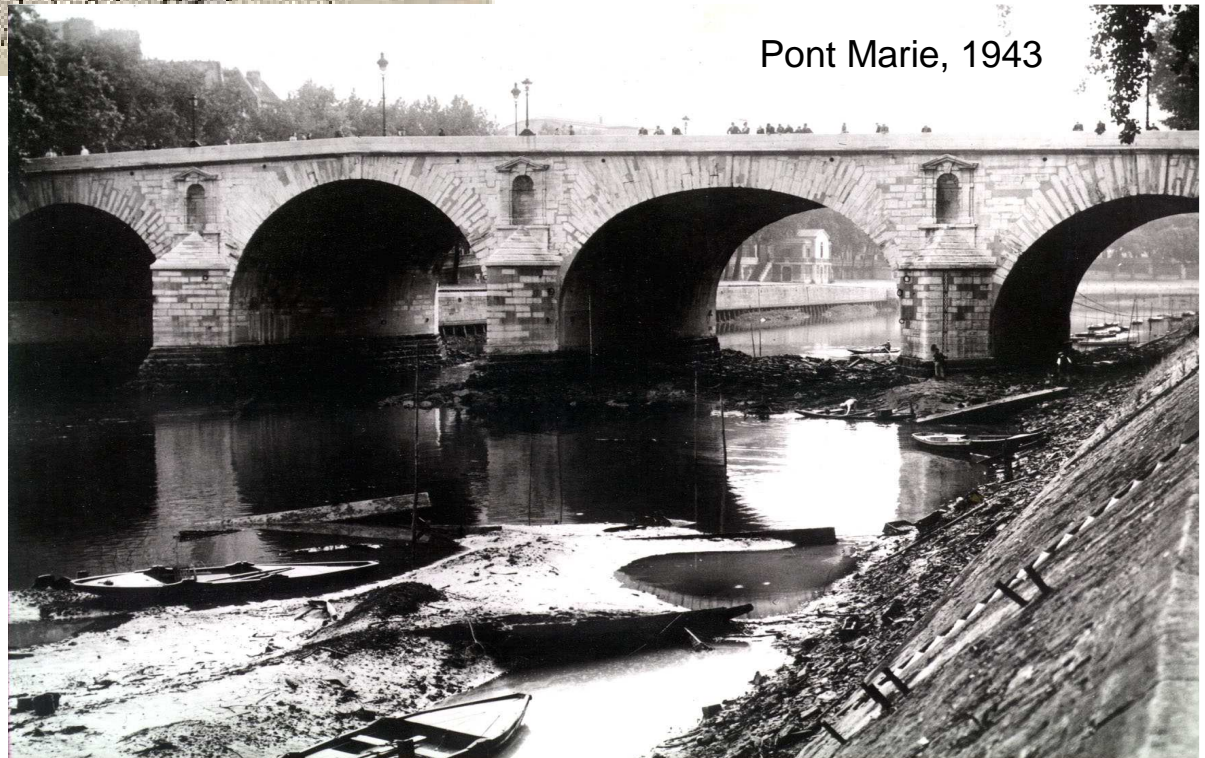
- Au sein du système physique ou entre milieu et société
- **Importance des scénarios socio-économiques :**
  - Pour le climat (ex: les scénarios SRES sont indépendants du CC)
  - Pour les contraintes anthropiques directes, car le CC n'est qu'un des volets de la problématique plus générale des changements globaux
- **Nécessité d'une intégration opérationnelle** pour simuler ces rétroactions

➔ **Nécessité d'une démarche transparente et commentée**

Pont de l'Alma, 1910

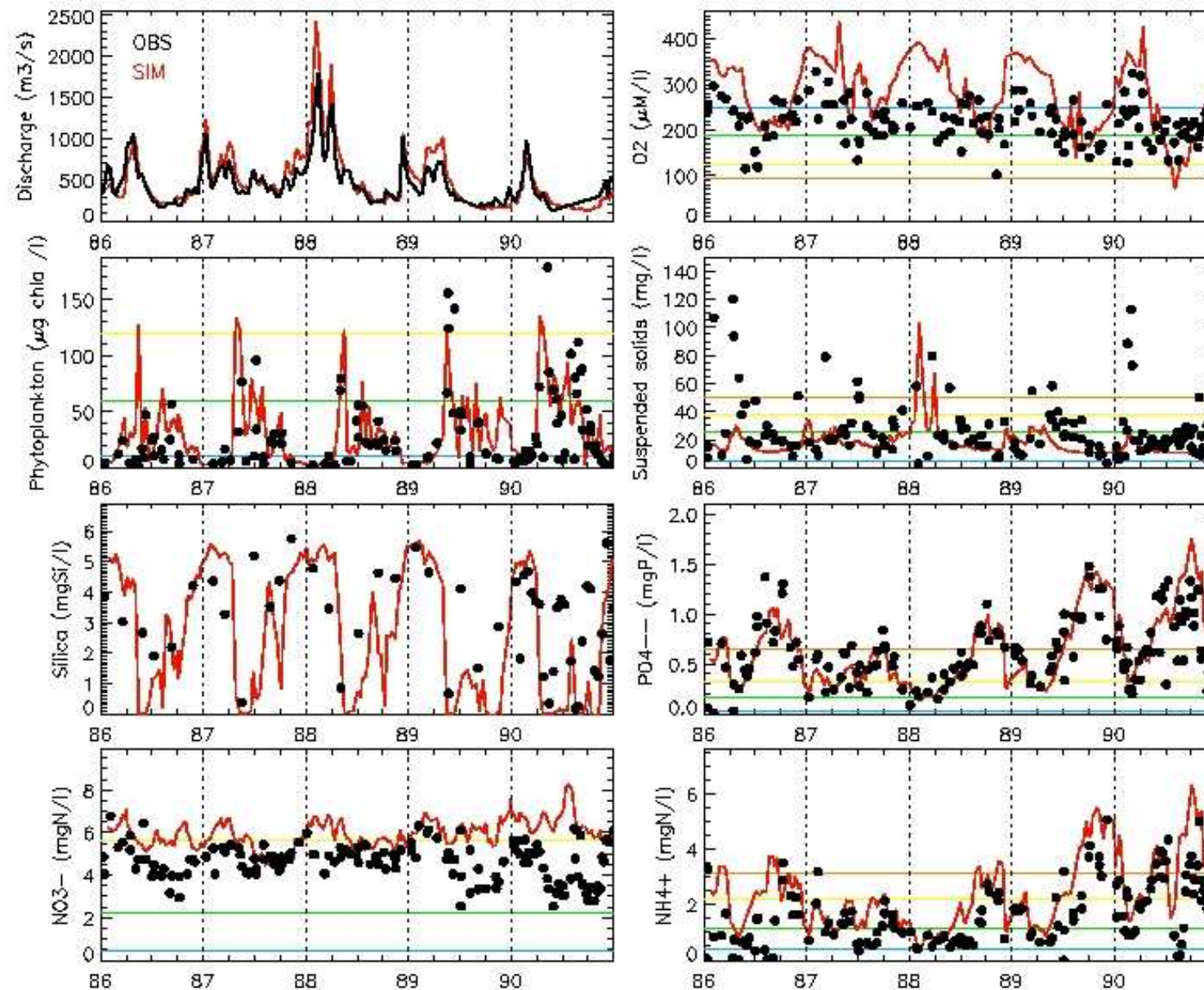


Pont Marie, 1943



**Merci !**

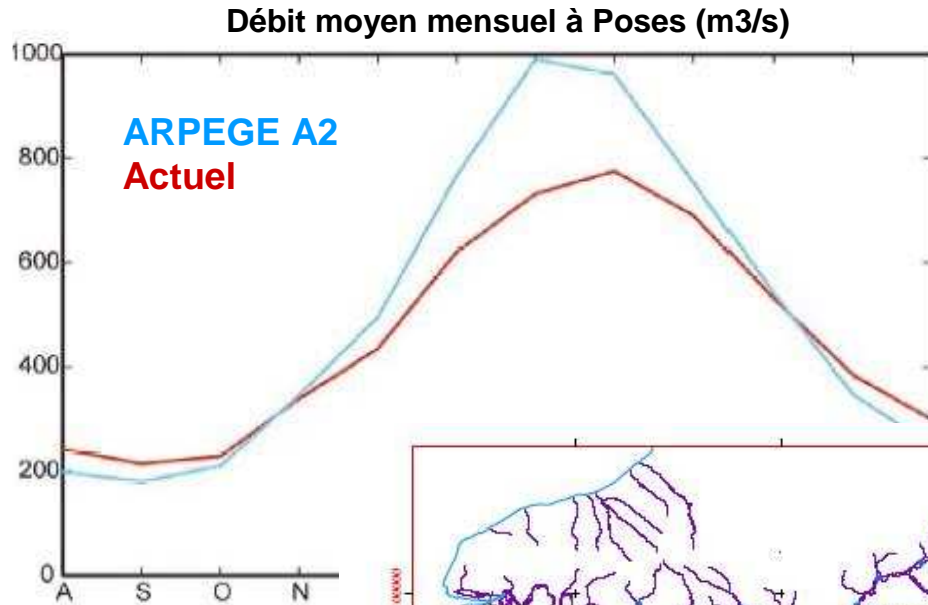
# Validation de la chaine de modélisation en 1985-1991



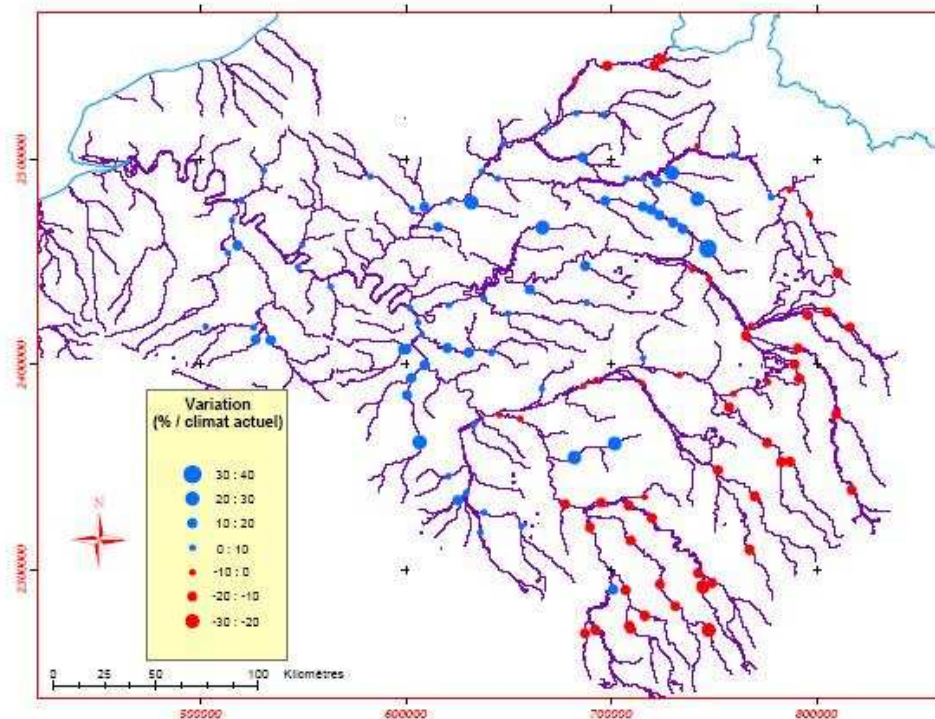
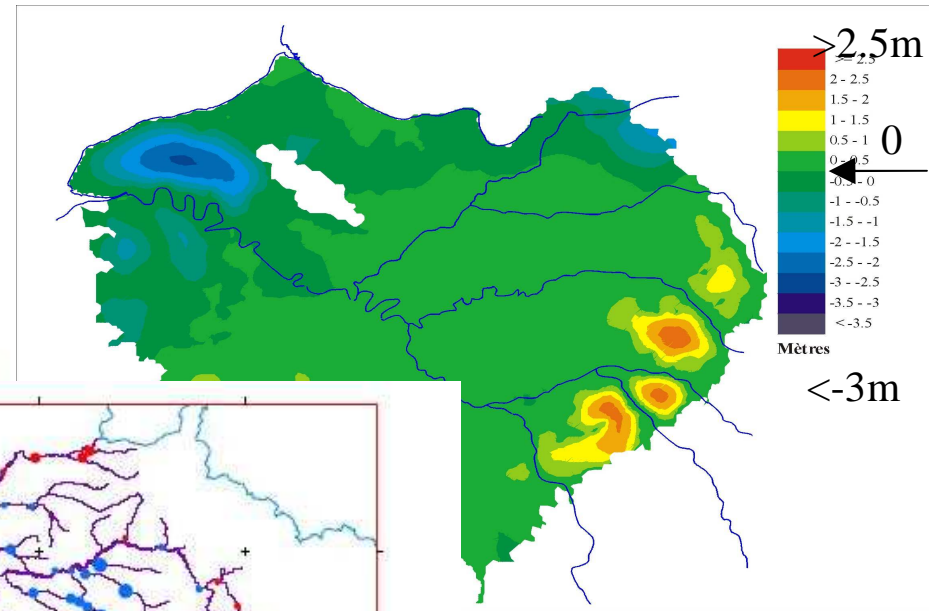
A Poses

# Impact du CC sur l'hydrologie du bassin

Scénario ARPEGE A2 selon le modèle hydrogéologique MODCOU



Evolution du niveau piézométrique (Craie)



Evolution relative  
des débits moyens annuels