



# Hydrologie de l'anthropocène ou « couplages hydro-agro »

## Enjeux, fronts de science et approches innovantes

David Dorchies, Ingénieur en hydro-informatique, UMR G-EAU

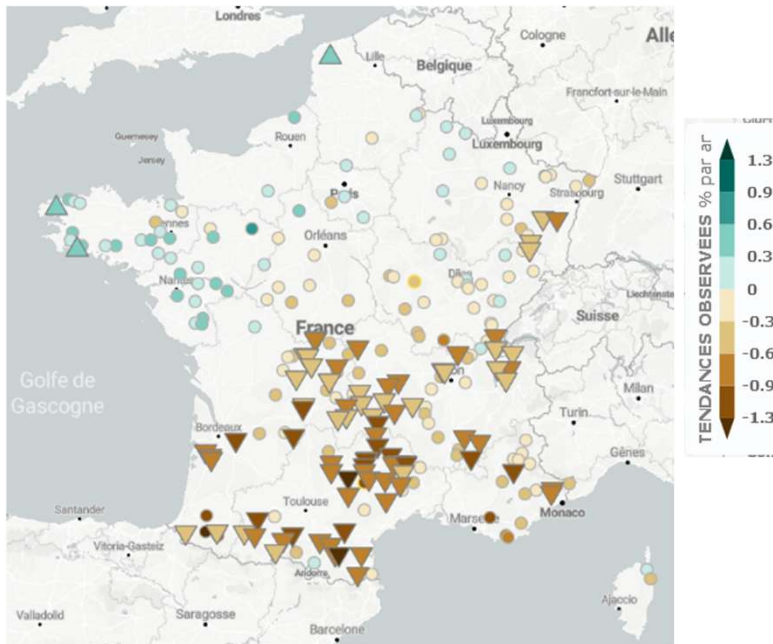
Claire Richert, Post-doc AQUA / EDF, UMR G-EAU



# Les enjeux de l'hydrologie de l'anthropocène

Des territoires rattrapés par « l'effet ciseau » du changement climatique

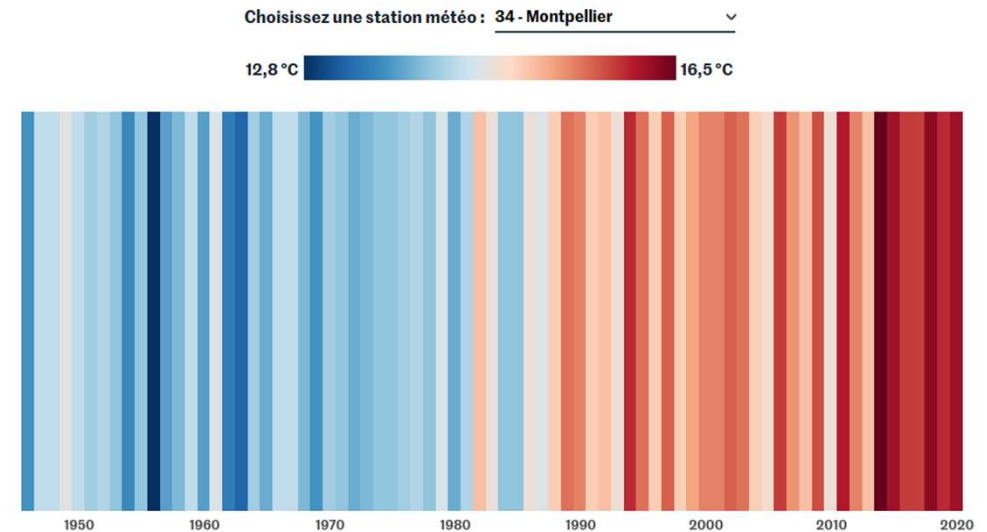
## Diminution des ressources



Evolution des débits moyen annuels 1968-2018

Extrait de : <https://makaho.sk8.inrae.fr/>

## Augmentation de la demande évaporatoire



Chronique de la température moyenne annuelle à Montpellier 1946-2020

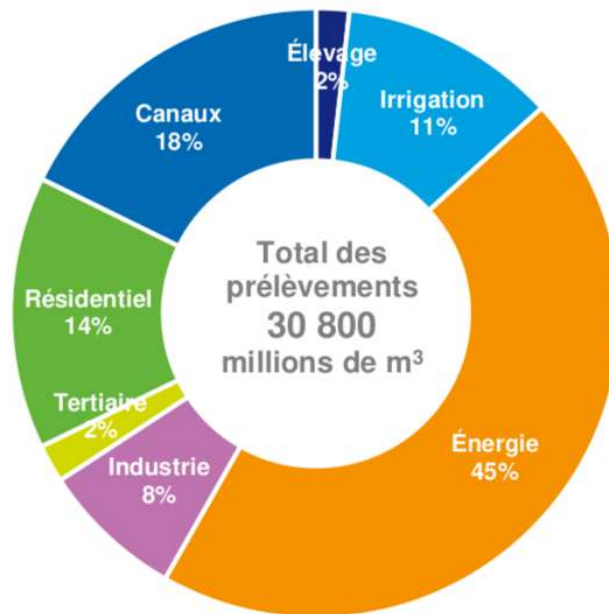
Source : [Le Monde](#)

# Conséquences pour les usages

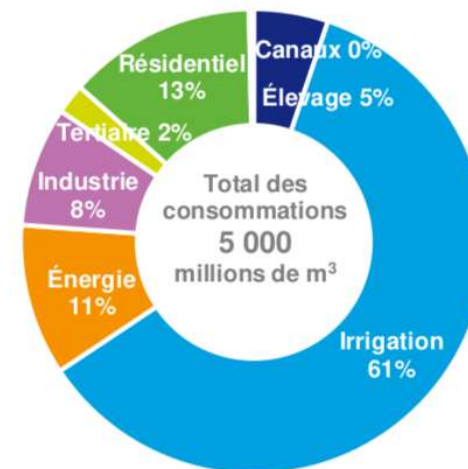


Usages de l'eau en 2020 (Source: France Stratégie, 2025)

Prélèvements 2020



Consommations 2020



⇒ Les évolutions de la ressource et de la température accentue les conflits d'usages

# Comment gérer la ressource et les usages ?



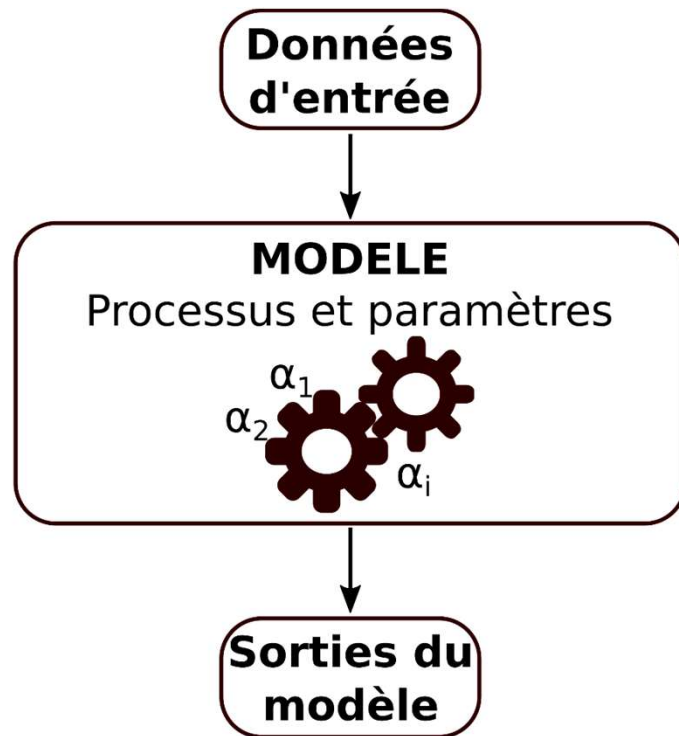
Une solution pour limiter les conflits :

- planifier l'allocation de la ressource en eau en prenant en compte son évolution (ex : PTGE, études HMUC...)
- Modélisation:
  - Outils pour évaluer la soutenabilité de différents scénarios
  - Production d'indicateurs environnementaux et économiques pour appuyer la décision
- Nécessite la modélisation de processus divers (hydrologie, agronomie, économie...) via le couplage de modèles



# Mais c'est quoi un modèle ?

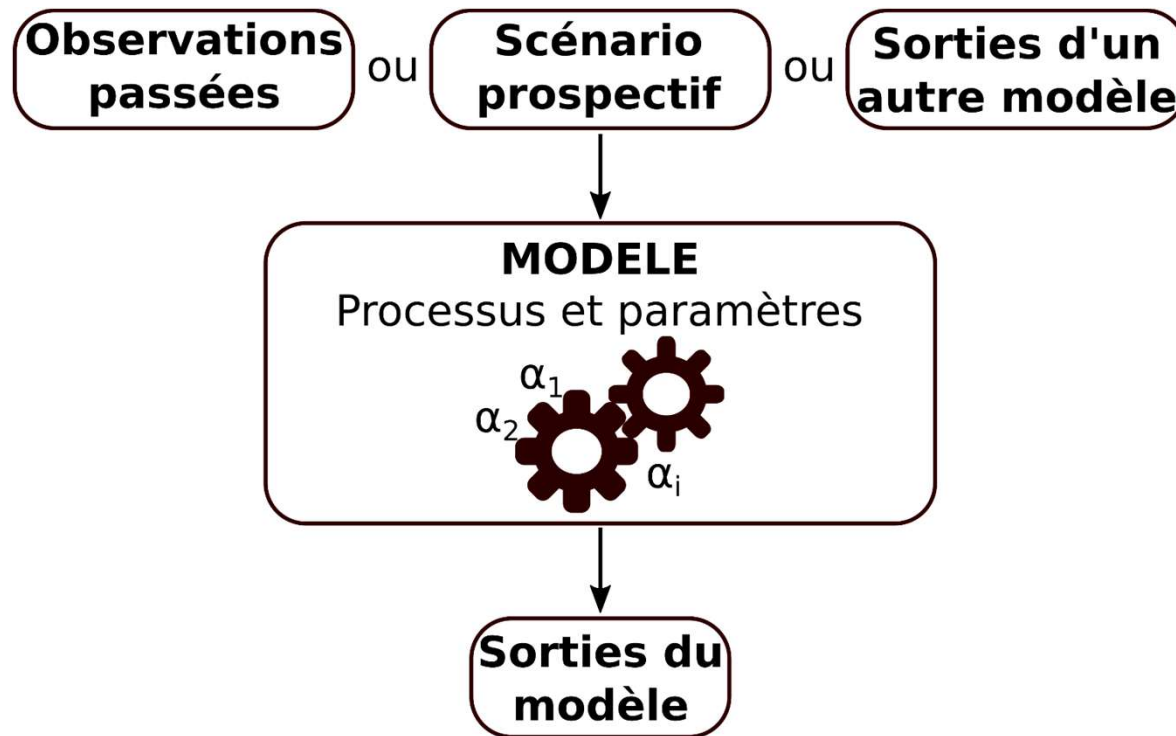
La structure basique d'un modèle





# Mais c'est quoi un modèle ?

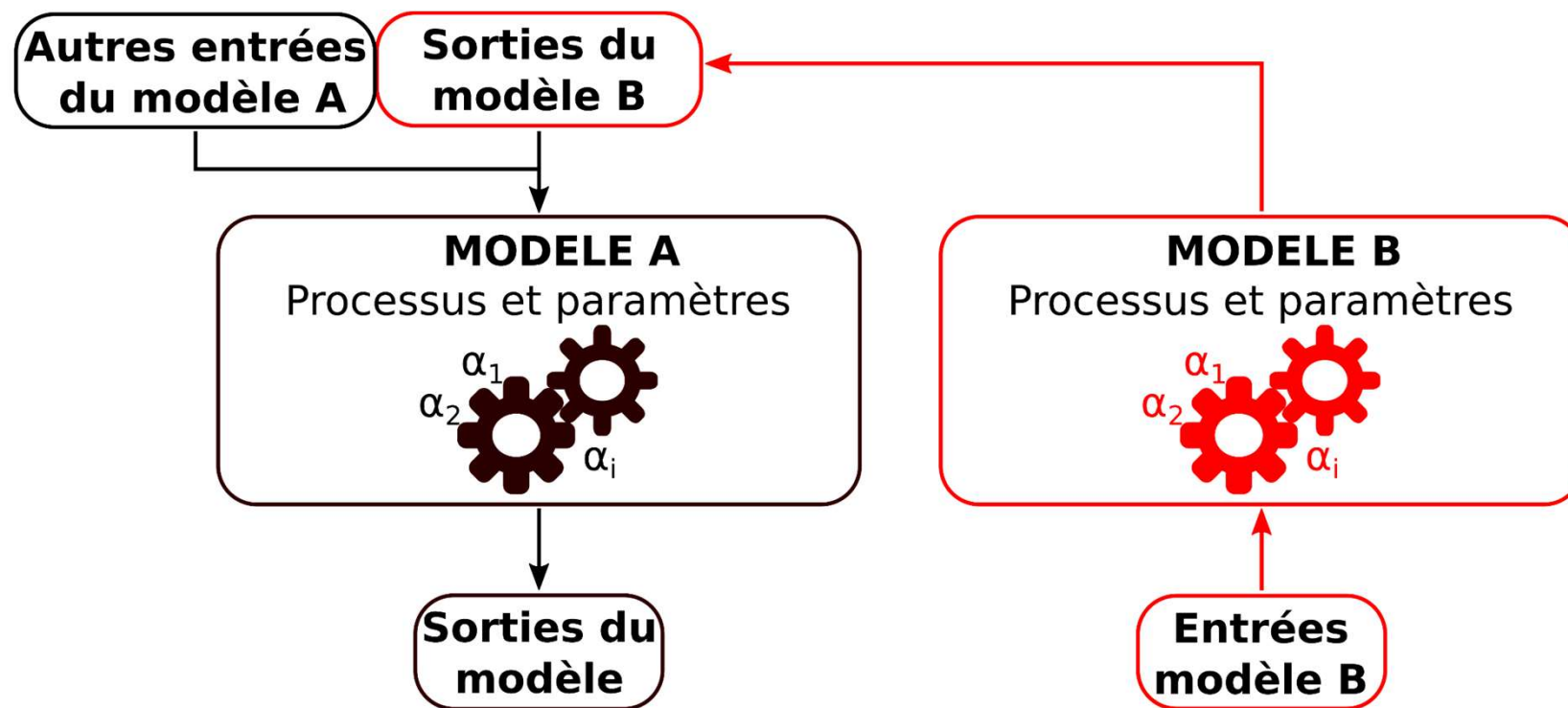
Les entrées de modèle dans le cadre d'une modélisation d'un territoire





# Le couplage sans rétroaction

La cascade de modèles

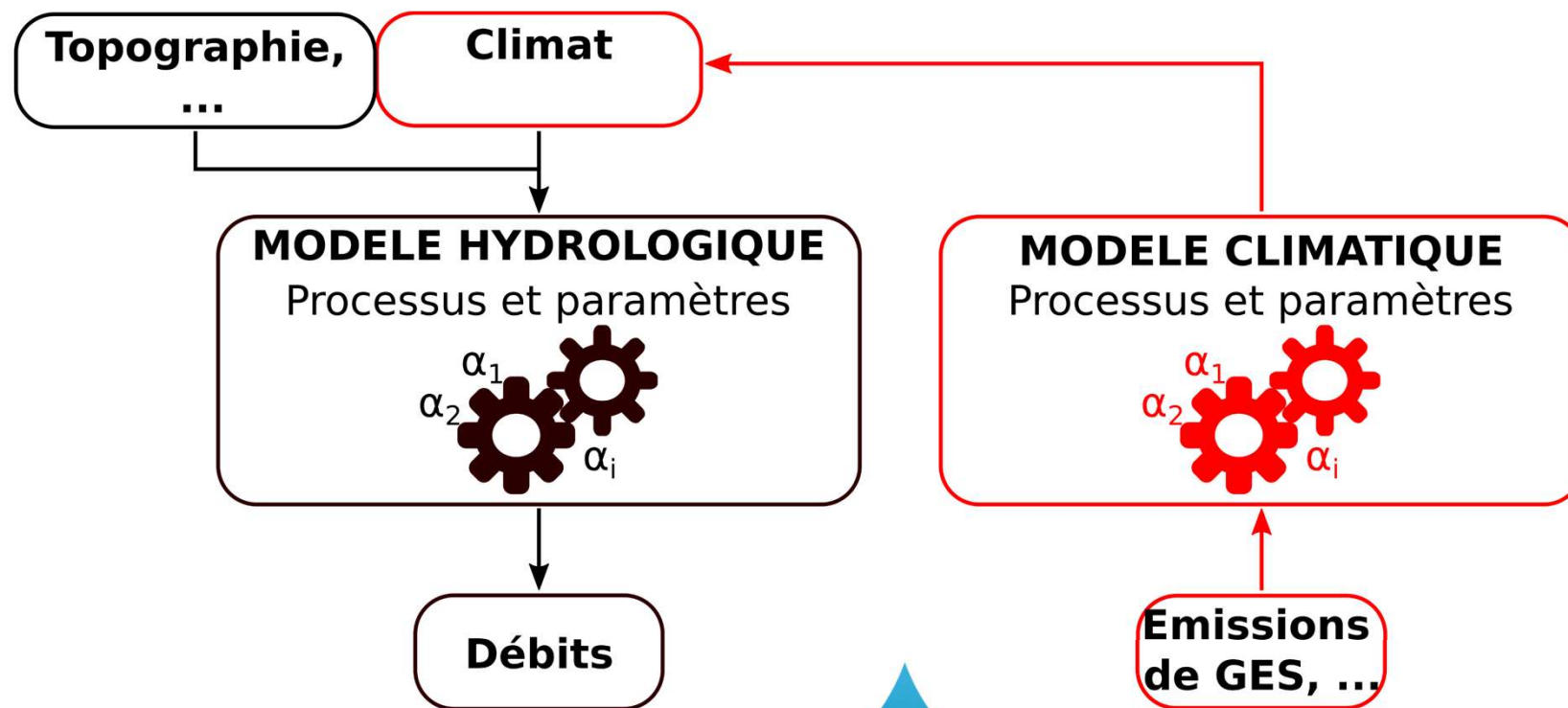


⇒ Exécution séquentielle des modèles sans rétroaction



# Le couplage sans rétroaction

Exemple en étude prospective sur la ressource en eau



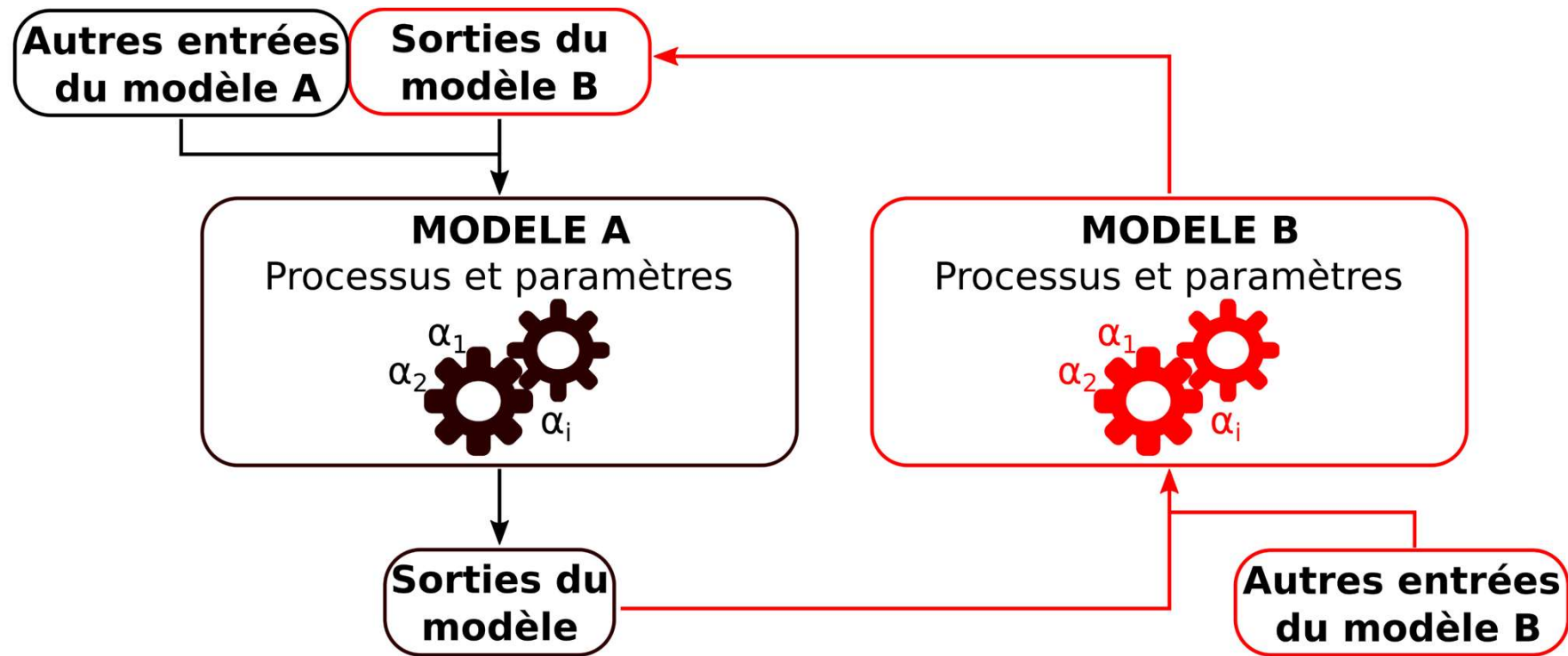
Exemple récent:





# Le couplage avec rétroaction

Les modèles A et B s'influencent mutuellement pendant la simulation

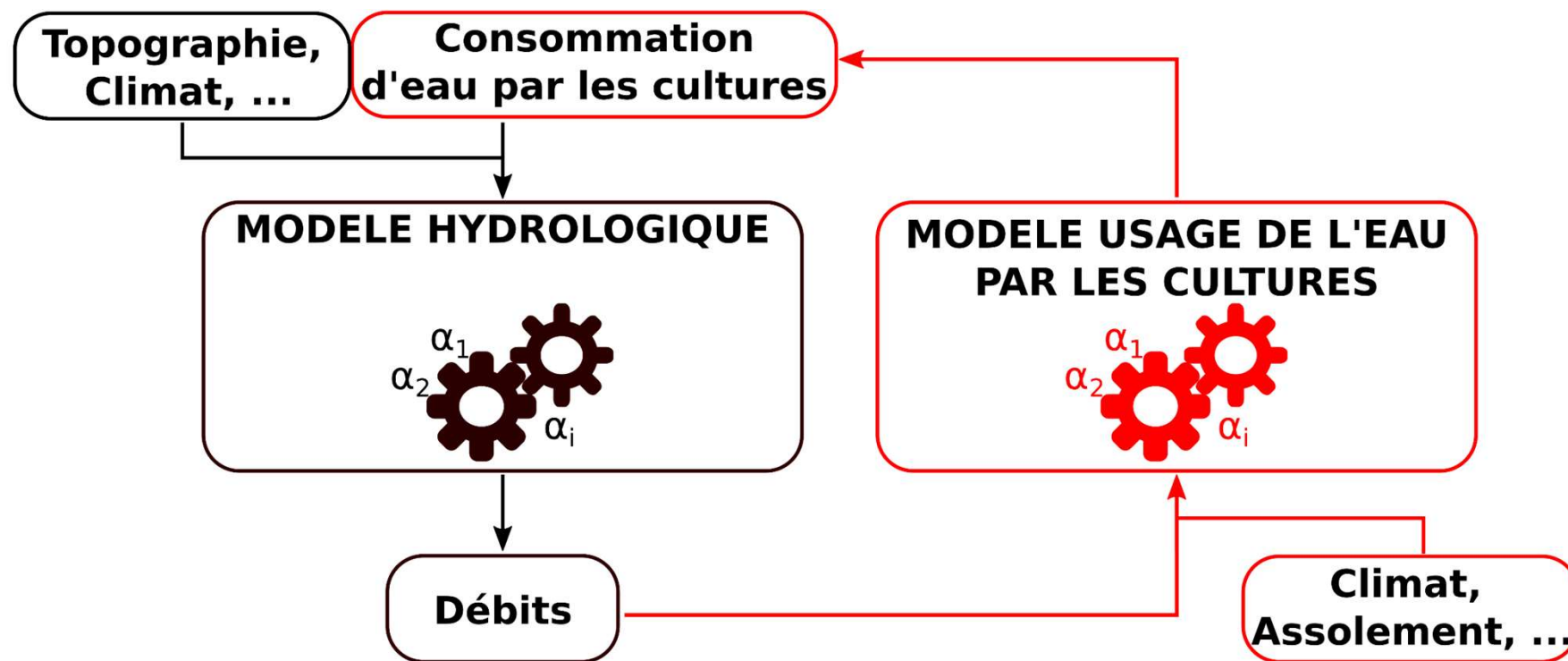


⇒ Défi technique ardu (orchestration des modèles, gestion des échelles de temps et d'espace...)



# Le couplage ressource-usages...

Pour une simulation prospective d'un territoire de l'eau

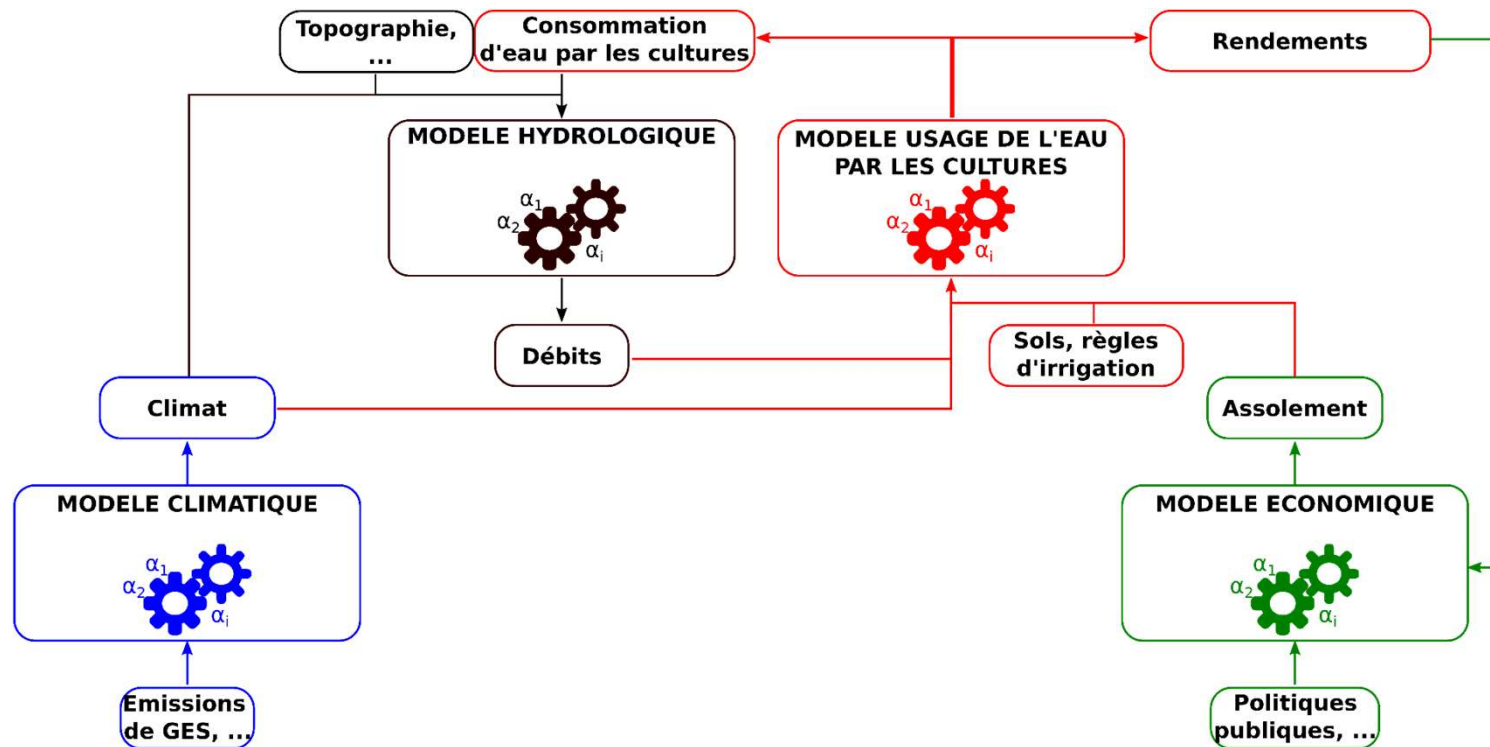


⇒ Evolution de l'assolement fournie par un scénario prospectif



# ... et des autres interactions du territoire

Exemple de couplage ressource-usage avec un modèle économique modifiant l'assolement

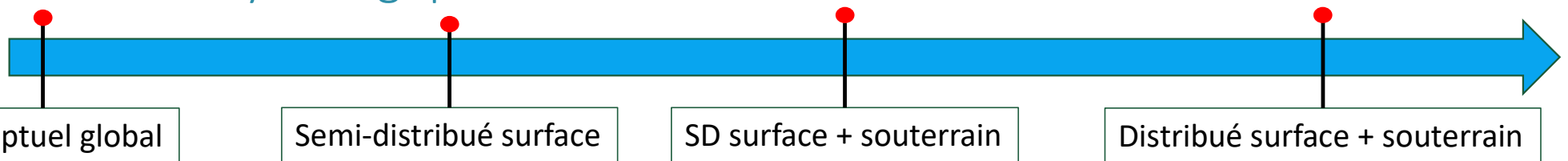




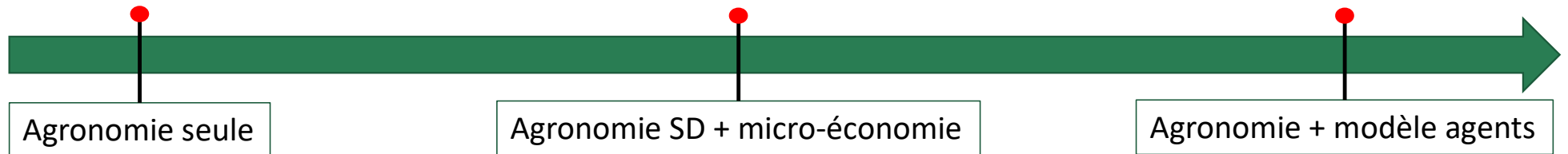
# Entre hydro et agro... un compromis à trouver ?

Chaque modèle représente plus ou moins finement les processus

## Modèles hydrologiques



## Modèles usages (Agronomie / économie)



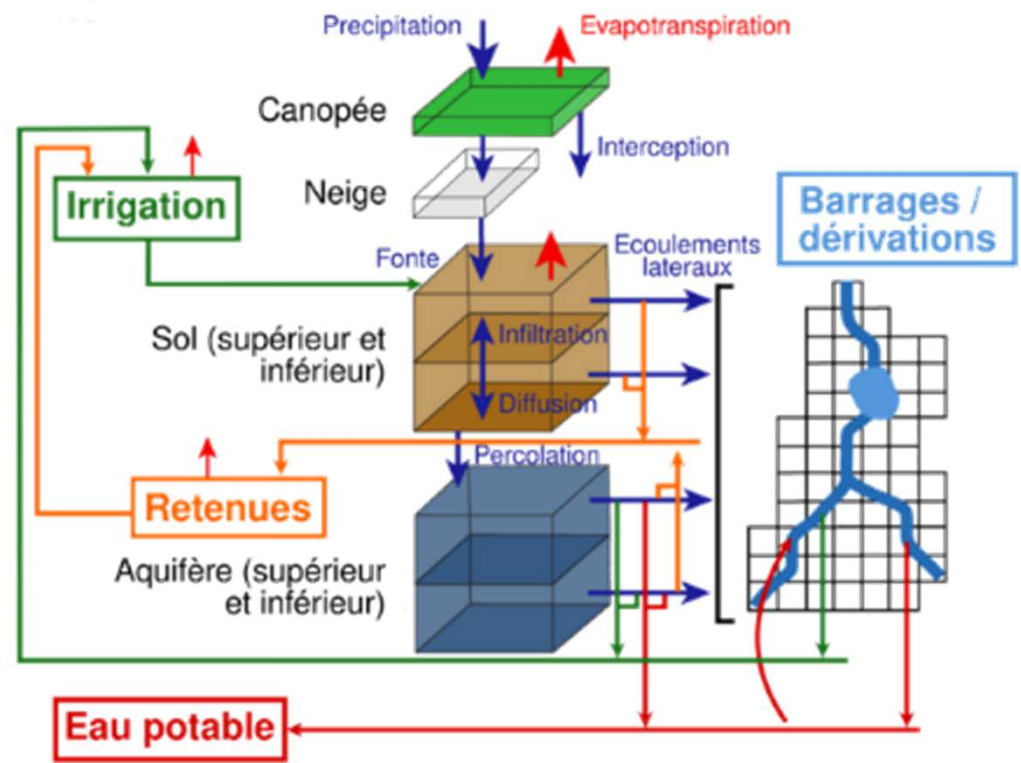


# Exemples de modèles couplés hydro-agro

J2000, le modèle hydrologique distribué orienté processus



- Centré sur les processus hydrologiques
  - Impact de l'occupation du sol sur l'hydrologie
  - Possibilité d'intégrer de nombreuses sources d'usages
- ⇒ Paramètres à dire d'expert  
⇒ Calage complexe

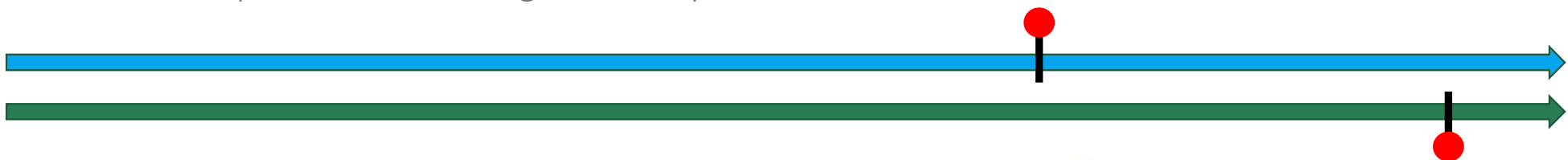


Exemple d'utilisation: Étude de l'impact de la source d'irrigation (retenues collinaires, pompage...) sur les hydrosystèmes d'un sous-bassin versant



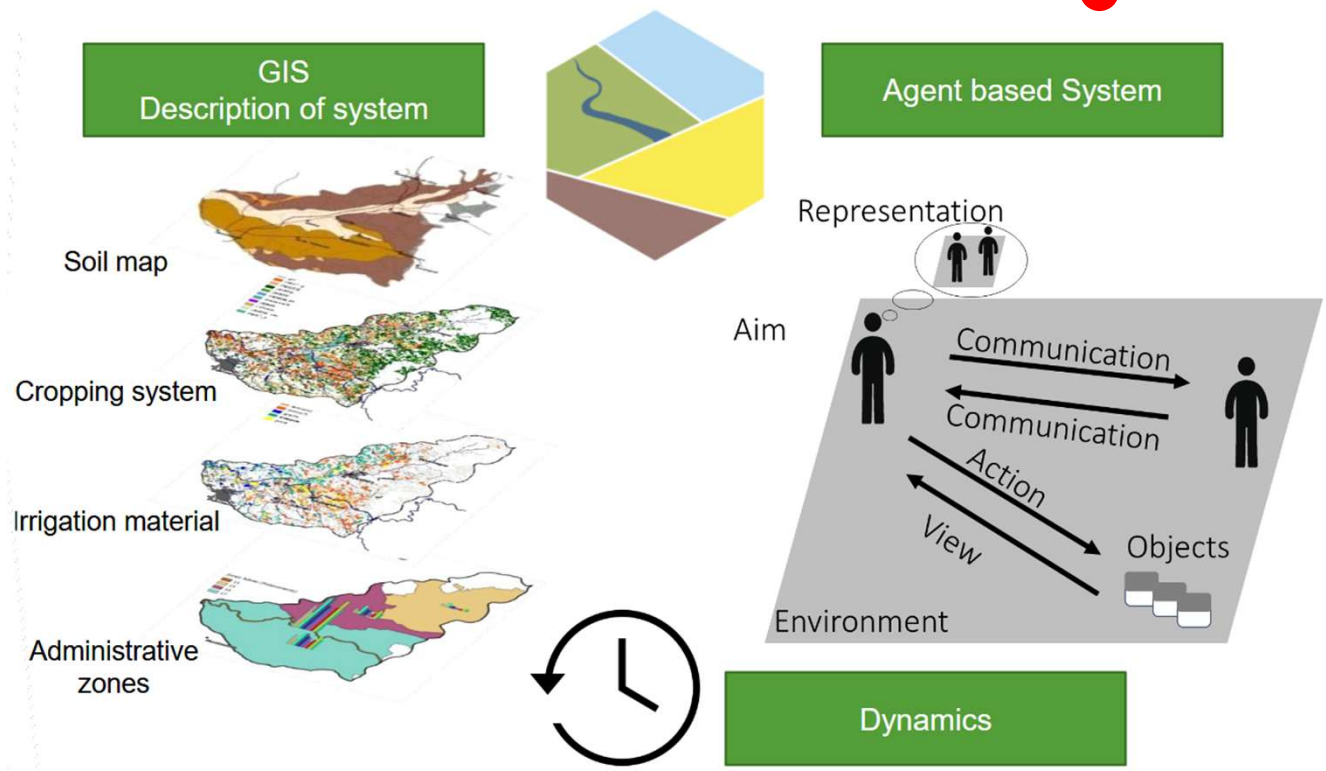
# Exemples de modèles couplés hydro-agro

MAELIA la plateforme multi-agents de la parcelle au bassin versant



- Modèle centré sur la modélisation du comportement des agriculteurs
  - Nécessite beaucoup d'informations à l'échelle de la parcelle et de l'exploitation
- ⇒ Modèle coûteux en temps de calcul  
⇒ Calage des paramètres complexe

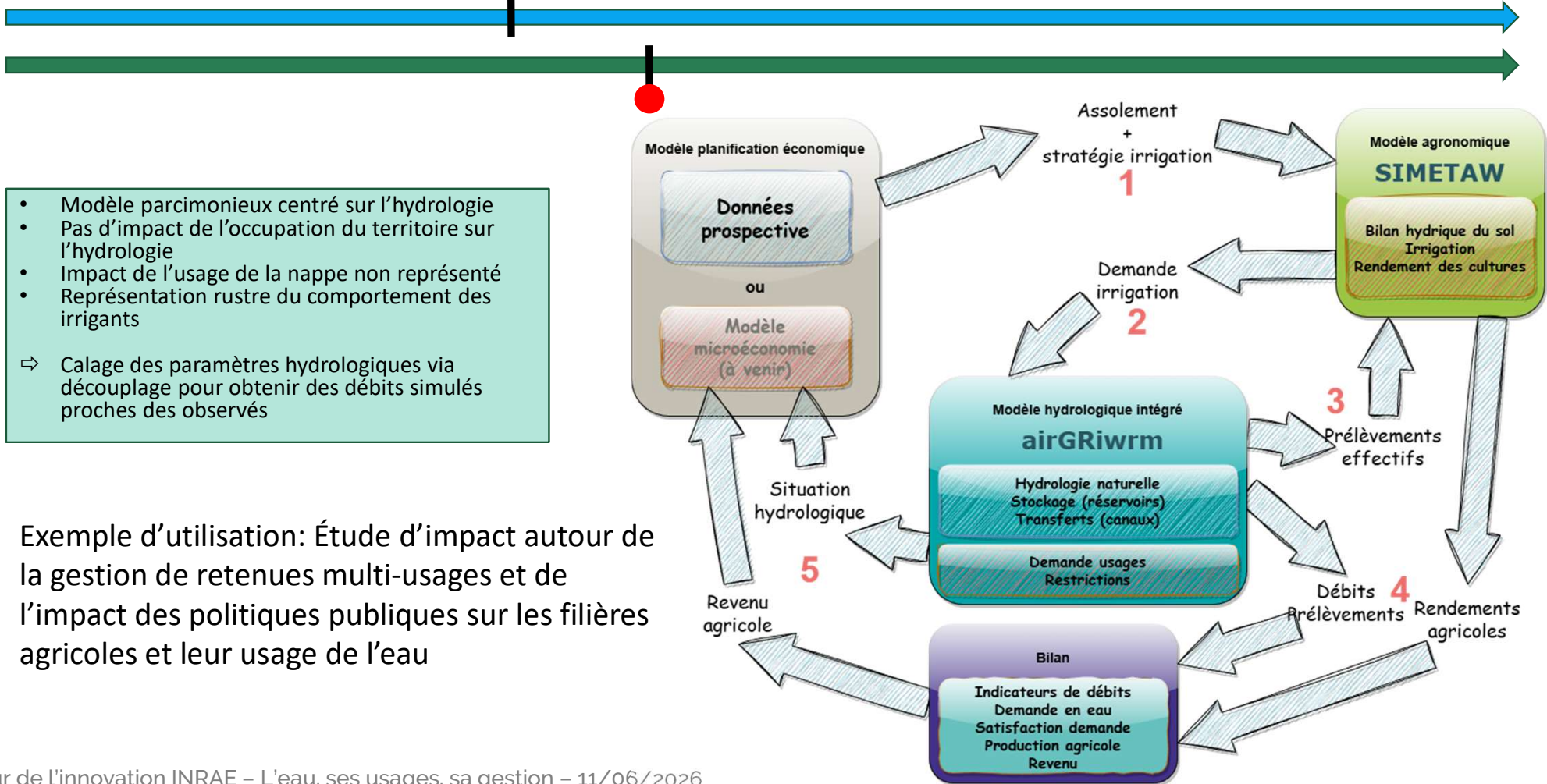
Exemple d'utilisation: impact des pratiques agro-écologiques et de la diversification agricole sur l'usage de l'eau





# Exemples de modèles couplés hydro-agro

Le modèle intégré de l'Aude du projet Talanoa-Water





# Des défis pour la recherche

- Nécessité de prendre en compte les usages principaux des différents compartiments de la ressource pour déduire la disponibilité en eau.
- Disponibilité et fiabilité des données d'entrée ?
- Le calage de ces modèles présente plusieurs difficultés :
  - Nombreux paramètres (équifinalité)
  - Nombreuses sorties d'intérêt
  - Certaines sorties d'intérêt peuvent être des variables difficilement observables (ex : consommation des cultures)
  - Fixer des paramètres fixes dans un monde non stationnaire ?
- Comment quantifier les incertitudes des modèles combinés
  - dues aux paramètres d'entrée
  - dues aux différentes modélisations possibles
  - portant sur les différentes sorties d'intérêt ? (Approche ensembliste, méthode qualypso)

⇒ Priorités Inrae 2025-2030:

Défi recherche et innovation « Pilotage des ressources en eau »