

Journée

CONNAISSANCES

& Fleuve Rhône 

18 novembre 2014

Université Lumière Lyon 2
8 quai Claude Bernard

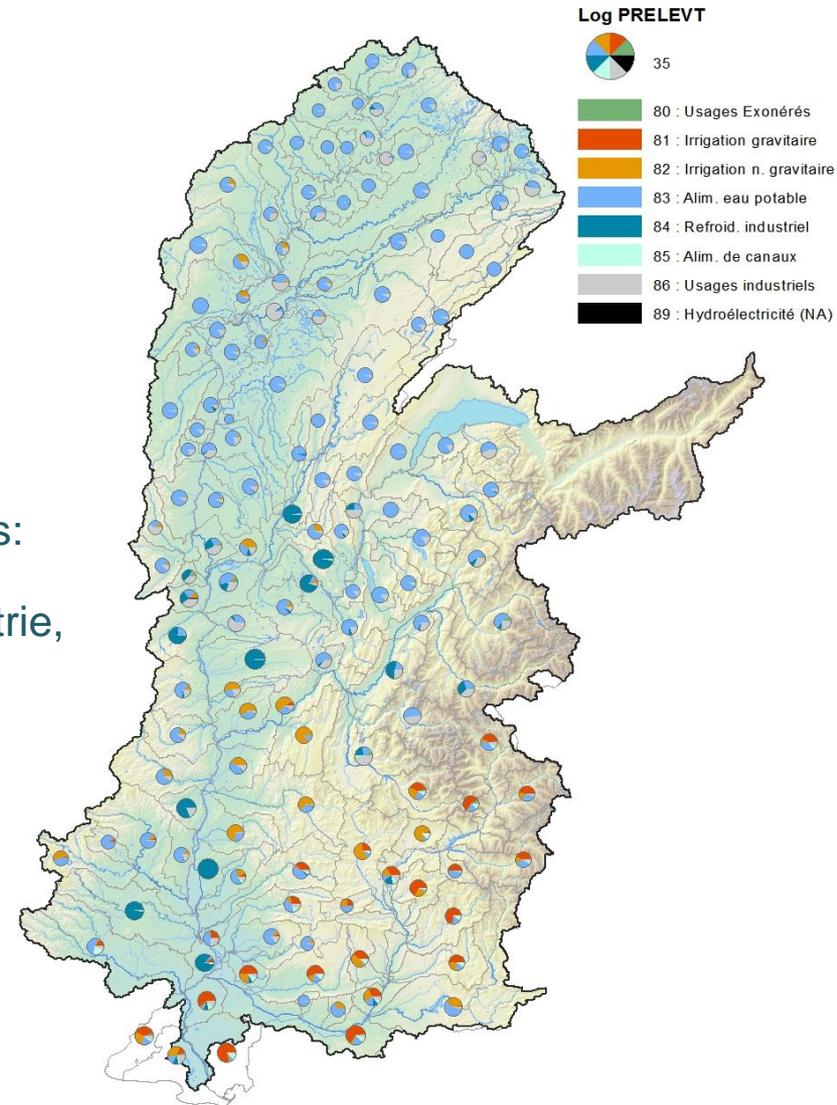
Un nouvel outil pour modéliser l'hydrologie du Rhône et préparer l'avenir

E. Sauquet, F. Branger
IRSTEA, UR Hydrologie-Hydraulique, Lyon

Contexte et enjeux

Le bassin versant du Rhône

- ✓ ~100000 km², hétérogénéité des conditions de climat, géologie, occupation du sol...
- ✓ L'eau est essentielle à de nombreuses activités: eau potable, production hydroélectrique, industrie, agriculture, tourisme
- ✓ Quelles évolutions et quelles gestions de ces ressources dans le futur?



Contexte et enjeux

● Intérêt du déploiement d'une modélisation hydrologique dédiée

- ✓ Représentation réaliste des principaux processus physiques et de leur variabilité sur le territoire
- ✓ Réalisation d'études prospectives d'évolution des usages sous changement climatique

● Précédents travaux de modélisation sur le Rhône

- ✓ Modèles calibrés pour reproduire les débits en un nombre restreint de points
 - ✓ pas de garantie de la justesse de la représentation des processus en tout autre point du bassin versant
- ✓ Pas de prise en compte des usages de l'eau (hydrologie "naturelle")



Le projet Modélisation Distribuée du Rhône

- Réalisation 2013-2016 par Irstea (Lyon et Montpellier)
- Co-financement : Agence de l'Eau RM&C, CNR, fonds FEDER
- Objectifs principaux :
 - ✓ Développer un modèle assurant une bonne représentation des principaux processus hydrologiques en tout point du bassin (surface drainée > 100 km²)
 - ✓ Prendre en compte trois grands usages de l'eau : **hydro-électricité, irrigation, eau potable**
 - ✓ Réaliser des simulations prospectives (usages / changement climatique)
- Base pour actions de recherche et applications futures



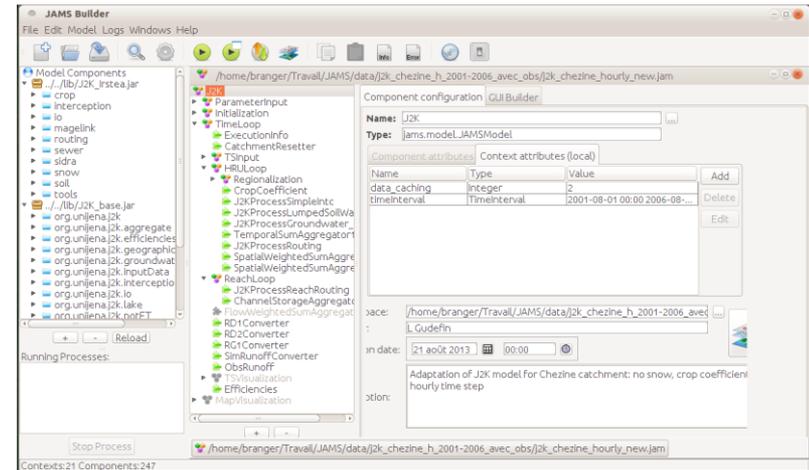
Principes de l'outil de modélisation

Le modèle hydrologique distribué J2000

- ✓ Issu d'une collaboration avec l'Université de Jena (Allemagne)
- ✓ Structure modulaire facilement modifiable
- ✓ Logiciel gratuit et open-source (licence GPL)

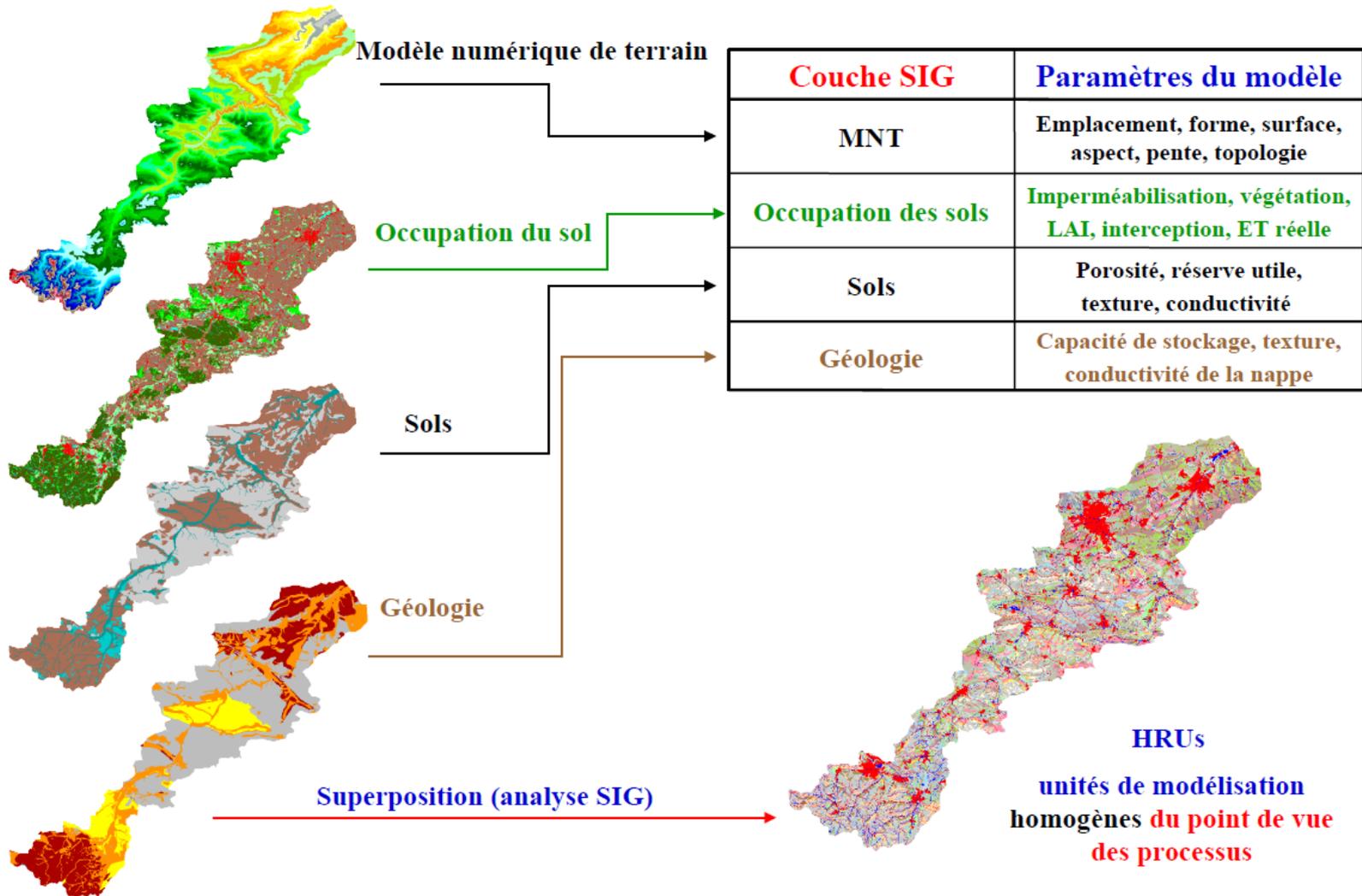
Modèle spatialisé à base physique

- ✓ Modélisation quantitative et qualitative pour les besoins de la DCE
- ✓ Prise en compte de la variabilité spatiale des précipitations et des caractéristiques physiques du bassin (topographie, occupation du sol, etc.)
- ✓ Principaux processus : pluie, neige, ruissellement de surface, infiltration dans le sol, évapotranspiration, percolation vers la nappe, écoulement dans le réseau hydrographique



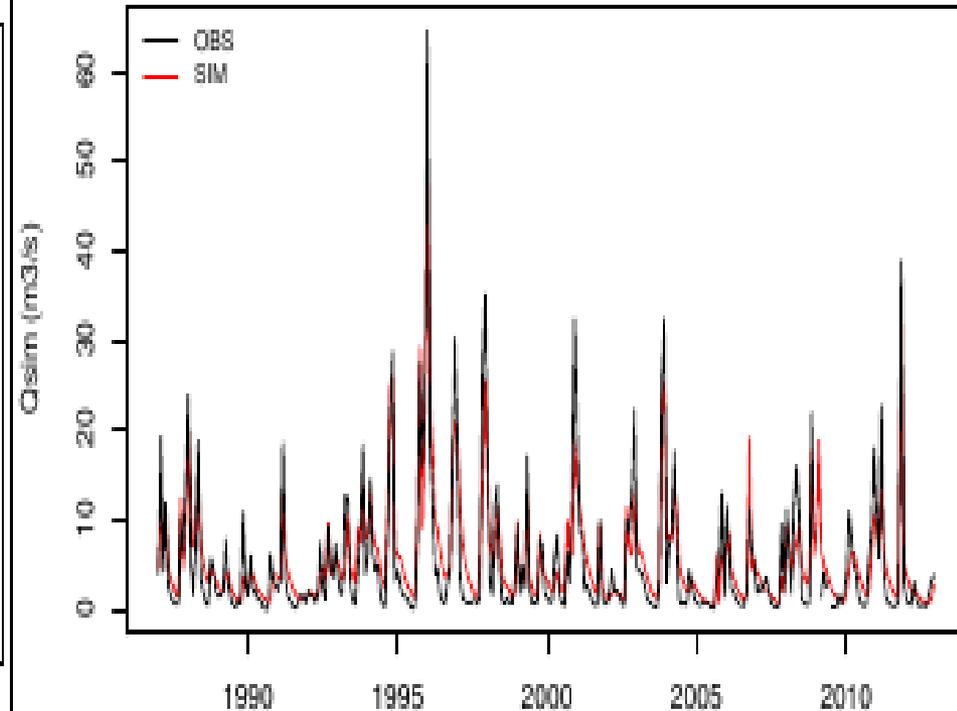
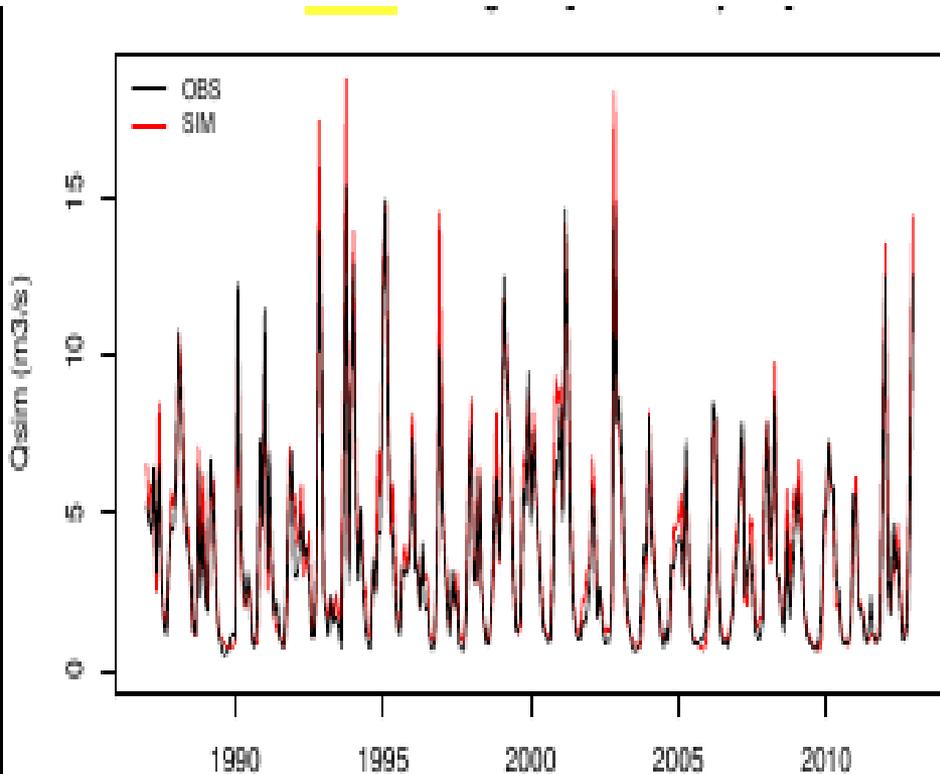
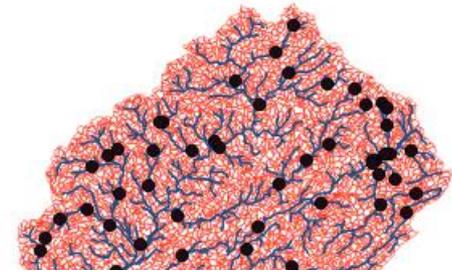
Principes de l'outil de modélisation

- Discrétisation spatiale en mailles irrégulières (unités de réponse hydrologique HRUs)



Etat d'avancement

● Modèle du Rhône en hydrologie naturelle



Débits moyens mensuels observés et simulés aux stations du Furans à Arbignieu (160 km²) et du Gardon de Mialet à Générargues (240 km²)

Etat d'avancement

● Prise en compte des usages : influence des barrages hydro-électriques

	Ouvrage	Type	Capacité max (Mm ³)	Volume initial (Mm ³)
A	Vouglans	Barrage	600	483
B	Léman	Barrage	89000	88971

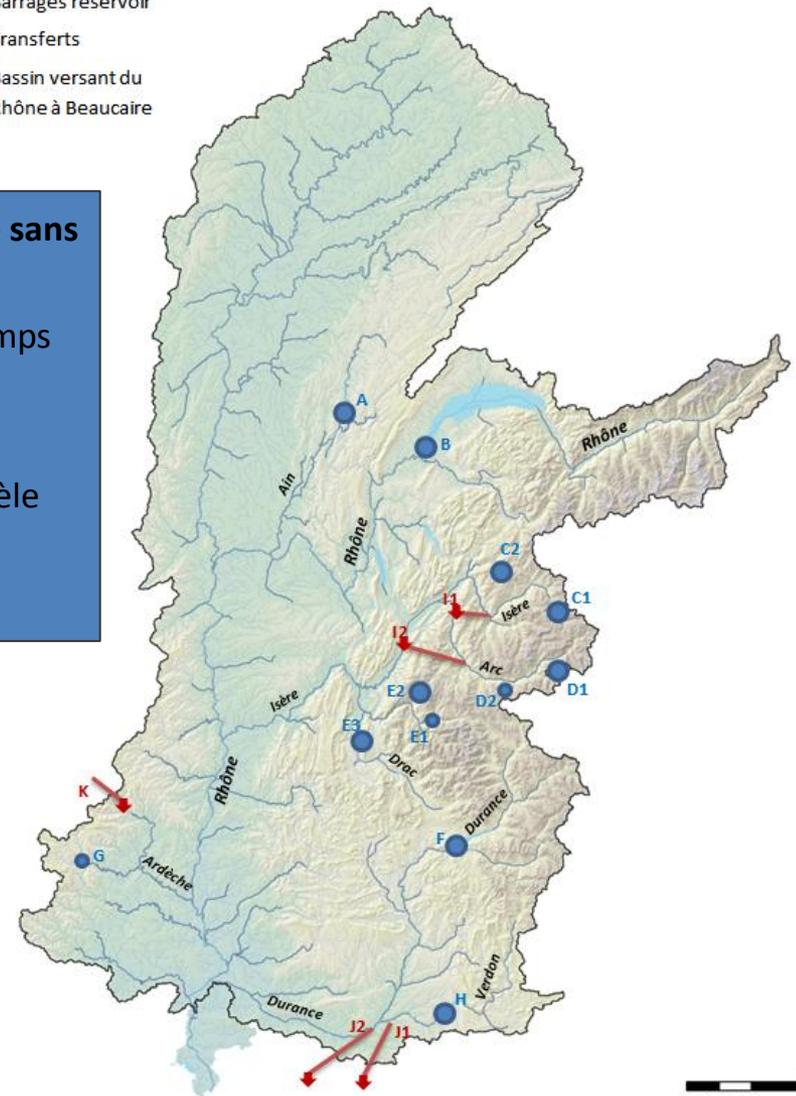
Les barrages au fil de l'eau (ex. ceux gérés par la CNR sur le Rhône) sans grande capacité de stockage ne sont pas pris en compte

- Variations infra-journalières non modélisables (pas de temps journalier)
- Module de routage grossier non adapté à une bonne représentation -> favoriser plutôt un couplage avec modèle hydraulique

On ne considère que les plus grands transferts

G	Chassezac	Barrage	58	8
H	Sainte Croix	Barrage	760	690
I1	Isère-Arc	Dérivation		
I2	Arc-Isère	Dérivation		
J1	Verdon-Canaux	Transfert		
J2	Durance-Canaux	Transfert		
K	Loire-Ardèche	Transfert		

- Barrages réservoir
- ➔ Transferts
- Bassin versant du Rhône à Beaucaire

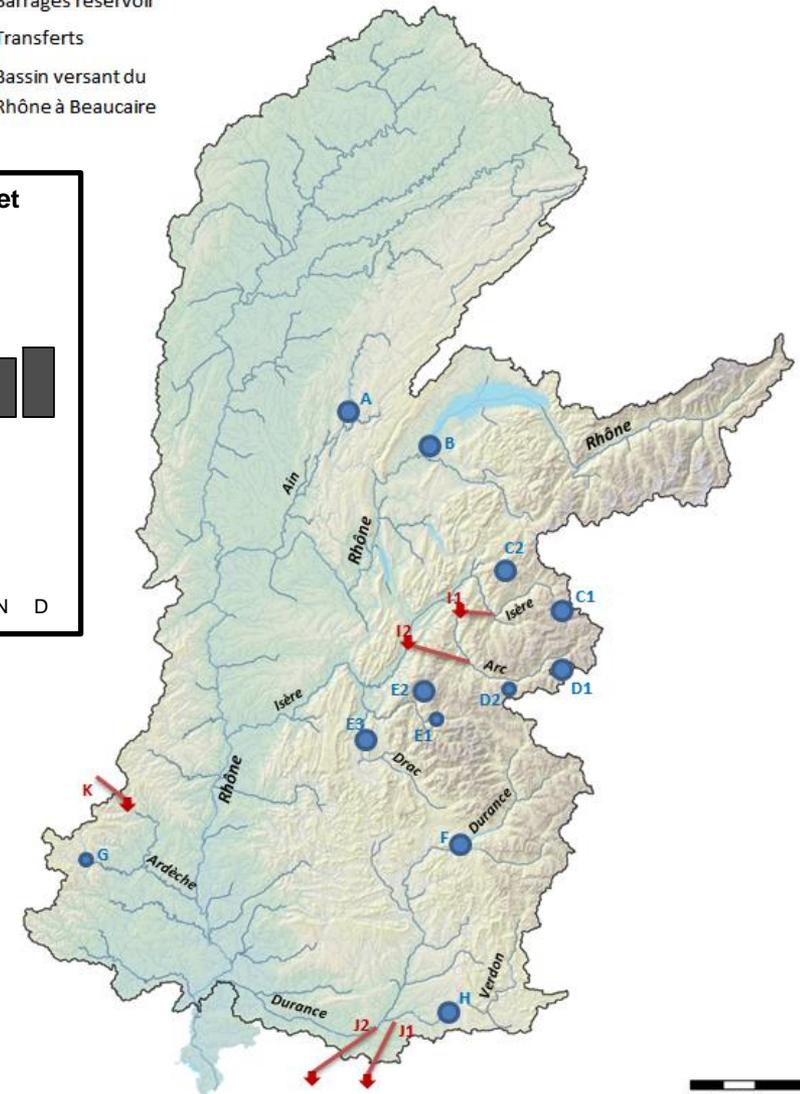
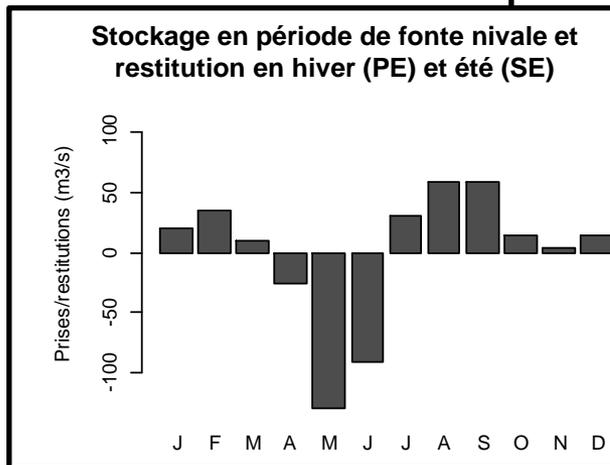
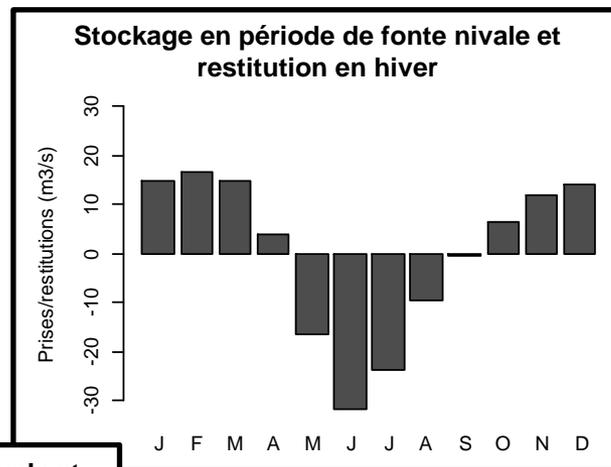


Etat d'avancement

● Prise en compte des usages : influence des barrages hydro-électriques

Représentation du fonctionnement moyen interannuel en stockage / restitution

- Barrages réservoir
- Transferts
- Bassin versant du Rhône à Beaucaire

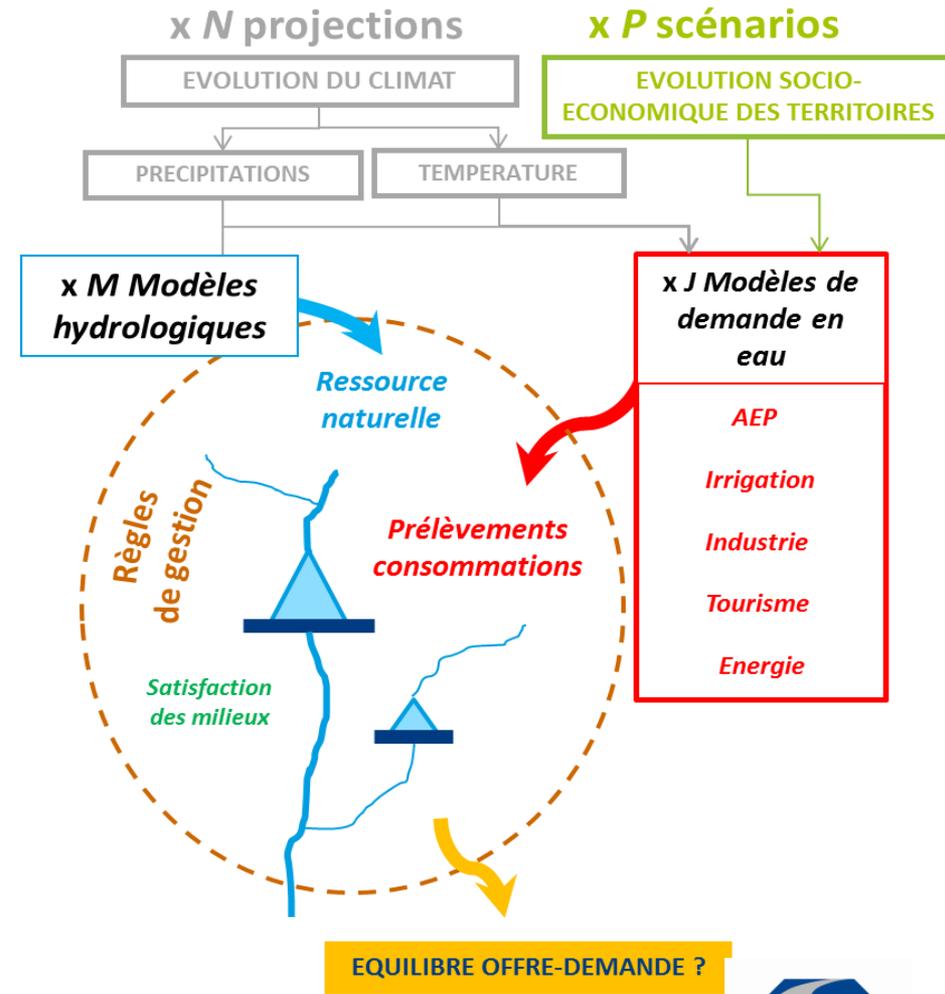


Utilisation visée : l'exemple de



Le projet R²D² : Risque, Ressource en eau et gestion Durable de la Durance en 2050

- ✓ Programme GICC et soutien de l'Agence RMC, 2011-2014, coord. E. Sauquet
- ✓ Analyser l'impact hydrologique et socio-économique du changement climatique dans le bassin de la Durance à l'horizon 2050
- ✓ Approche multi-modèles et multi-scénarios
- ✓ Confrontation offre- demande évaluée avec un modèle de gestion



Les scénarios socio-économiques pour le territoire

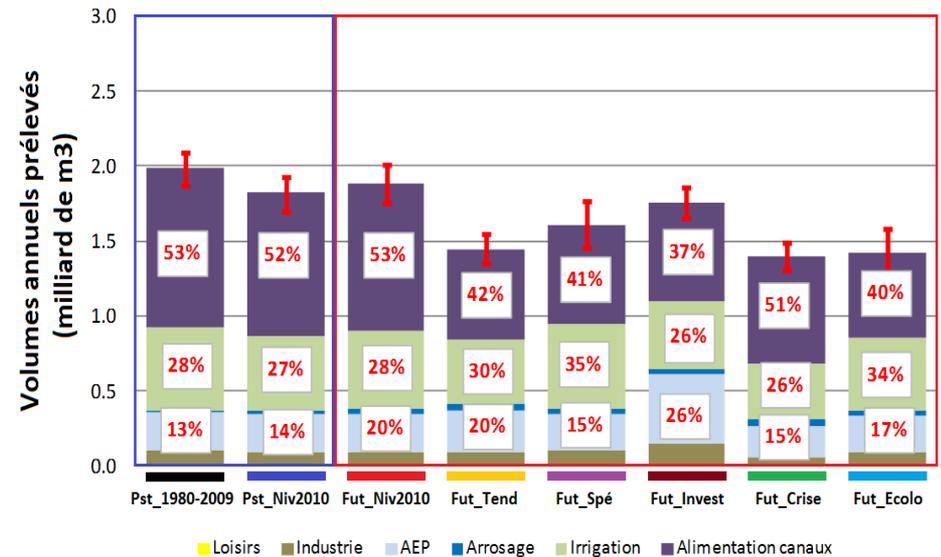
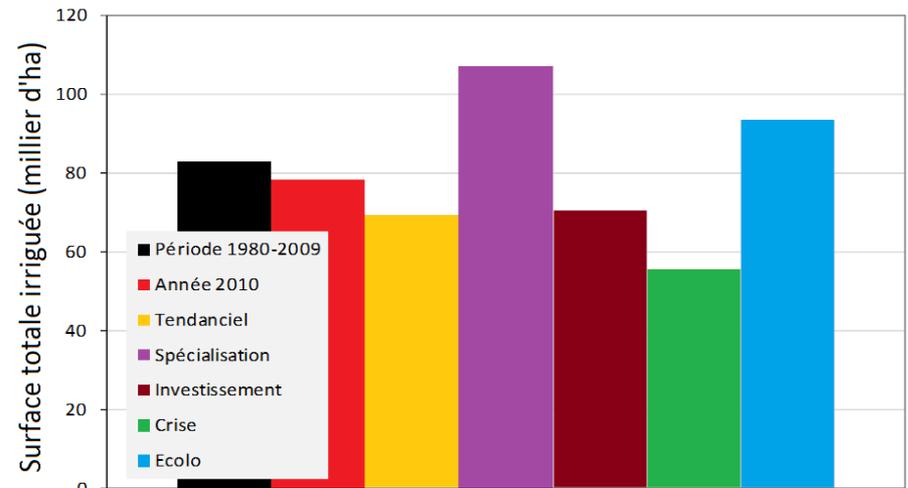
Différents scénarios

- ✓ 4 élaborés avec l'appui des acteurs (Spécialisation, Investissement, Crise, Ecologie)
- ✓ 1 scénario identique à l'état 2010
- ✓ 1 scénario tendanciel

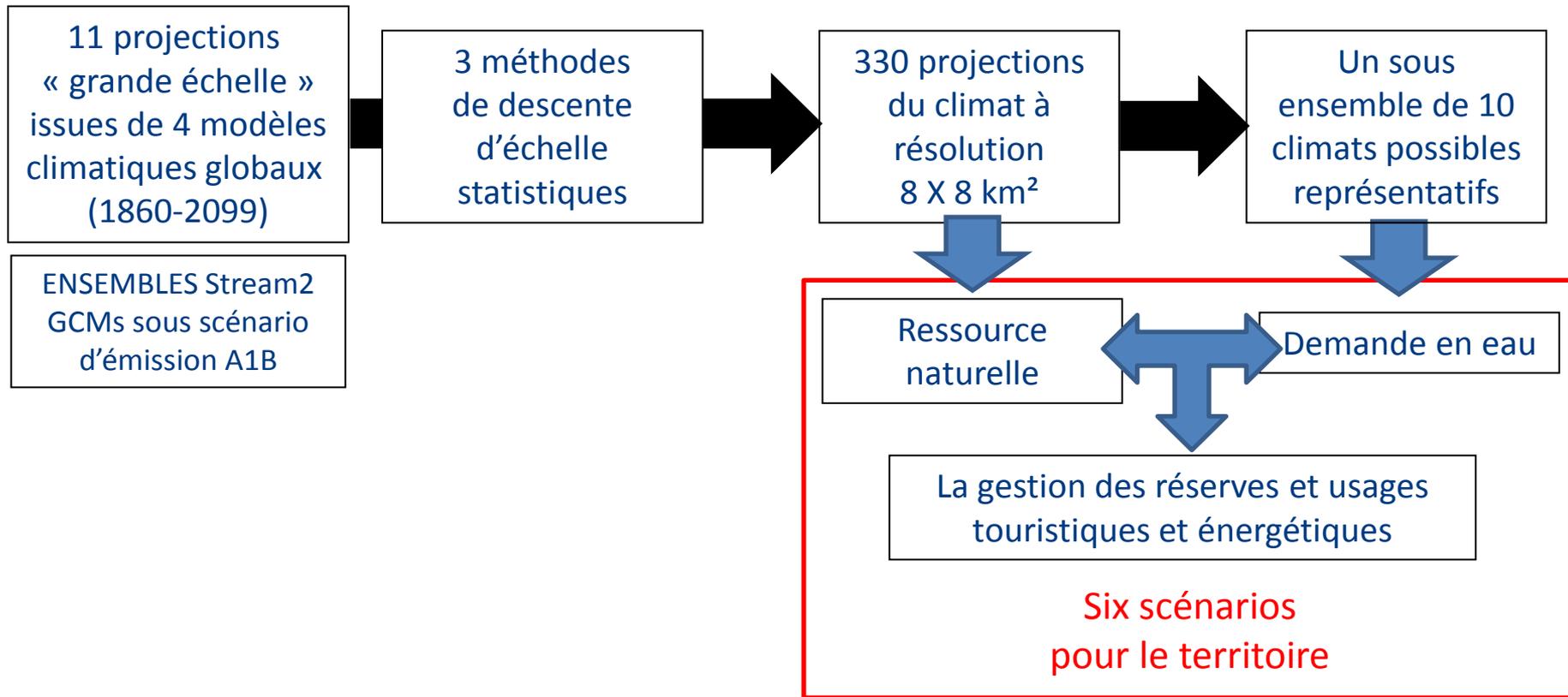
élaborés indépendamment de l'évolution du climat et traduits en changement des assolements agricoles et des surfaces irriguées, projection de la population du territoire, etc.

Modèles d'usage : demandes en eau pour l'irrigation, l'AEP, l'industrie, l'alimentation des canaux

Couplage avec le changement climatique : gestion des réserves Durance-Verdon en 2050



Valorisation de l'expérience R²D² 2050 pour le projet MDR



Adaptation envisagée pour le projet MDR

Des projections élaborées par la méthode statistique SANDHY ( ) adaptée au secteur Rhône à partir des sorties CMIP5

Un sous ensemble de X climats possibles représentatifs

- Production de projections climatiques (nombre à déterminer fonction des temps de calcul)
- Reprise de scénarios « type » de développement territorial et évolution de la population et surfaces irriguées
- On ne pourra pas aller aussi loin sur la gestion des réservoirs

Scénarios pour le territoire

Ressource naturelle et demande en eau

~~Gestion des réserves et usages touristiques et énergétiques~~

Conclusion et perspectives

● Avancement du projet

- ✓ Base de données presque complète pour la composante physique
- ✓ Outil de modélisation en cours de construction
- ✓ Premiers résultats encourageants

● Les « plus » de l'approche MDR

- ✓ Intégration dans un seul outil de la disponibilité de la ressource, de la demande en eau, et de leur couplage
- ✓ Une vision spatialisée et non à l'échelle globale du bassin versant
- ✓ Modèle totalement open-source mis à disposition des gestionnaires à l'issue du projet



Conclusion et perspectives

● Les nuances

- ✓ MDR reste un projet à grande maille
- ✓ Pas de pertinence à l'échelle locale (ni simulations hydrologiques ni scénarios d'usage)
- ✓ La première version sera nécessairement imparfaite et continuera à évoluer dans les prochaines années



Merci pour votre attention

Flora Branger, Isabelle Braud, Isabelle Gouttevin, Etienne Leblois, Eric Sauquet, Jean-Philippe Vidal, Thomas Cipriani, François Tilmant, Christine Barachet, Chloé Le Gros, Irstea Lyon-Villeurbanne

Marielle Montginoul, Irstea Montpellier