



Rhône et changement climatique

Qu'observe-t-on aujourd'hui et à quoi s'attendre ?

Eric SAUQUET,

UR Hydrologie-Hydraulique

5 rue de la Doua CS70077

F-69626 VILLEURBANNE cedex

Contact : eric.sauquet@irstea.fr



Le traitement du changement climatique : une lecture croisée du passé et du futur

Deux aspects du traitement du changement climatique
en hydrologie :

- Une projection dans le futur : que nous apprennent les scénarios climatiques sur l'évolution des débits ?
- Un regard sur le passé : existe-t-il déjà des signes dans les séries hydrologiques ?

Deux approches complémentaires

Observations
et détections
de tendance

Partie 1 de
l'exposé

Contrôle des modèles



*Attribution des
changements
constatés*

Modèles et
simulations
sous projection
climatique

Partie 2 de
l'exposé



Le passé



Détection de tendance sur de longues séries d'observation

Difficulté :

- le diagnostic est tributaire de la donnée (existence, longueur, qualité)
- les variables hydrométéorologiques présentent une très forte variabilité naturelle, surtout dans les domaines extrêmes (étiage et crue pour les débits)
- le changement climatique pourrait induire des évolutions antagonistes sur les débits
- les débits sont fortement impactés par l'activité humaine

Méthode : application de tests statistiques

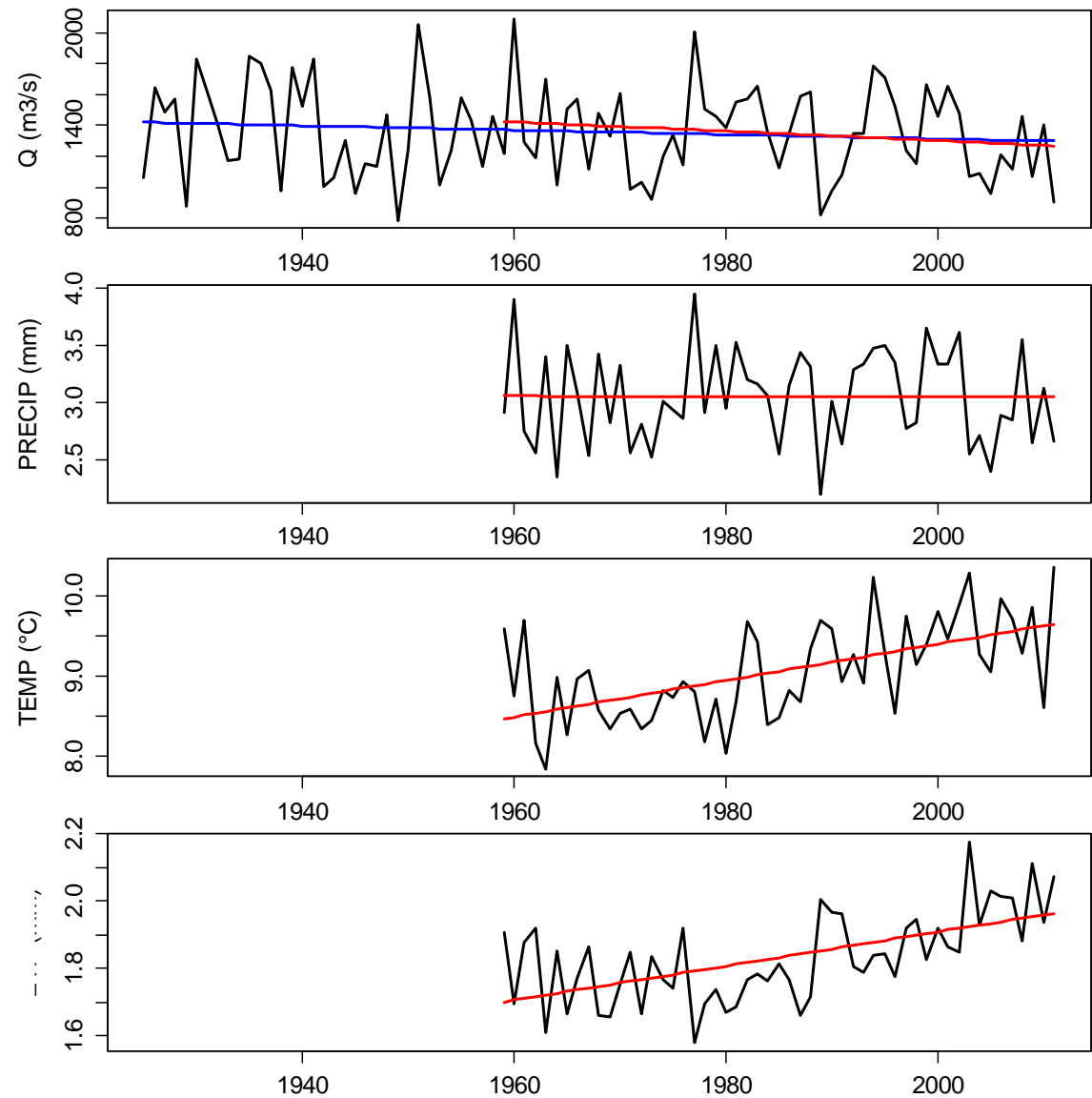
- à l'échelle locale (sur un échantillon de valeurs extraites à la station de mesure pour examiner la significativité des changements)
- à l'échelle régionale (sur un secteur au comportement réputé homogène pour examiner la cohérence des changements détectés)

Application :

- sur des bases de données internationales

Analyse croisée des variables structurantes des débits : le Rhône

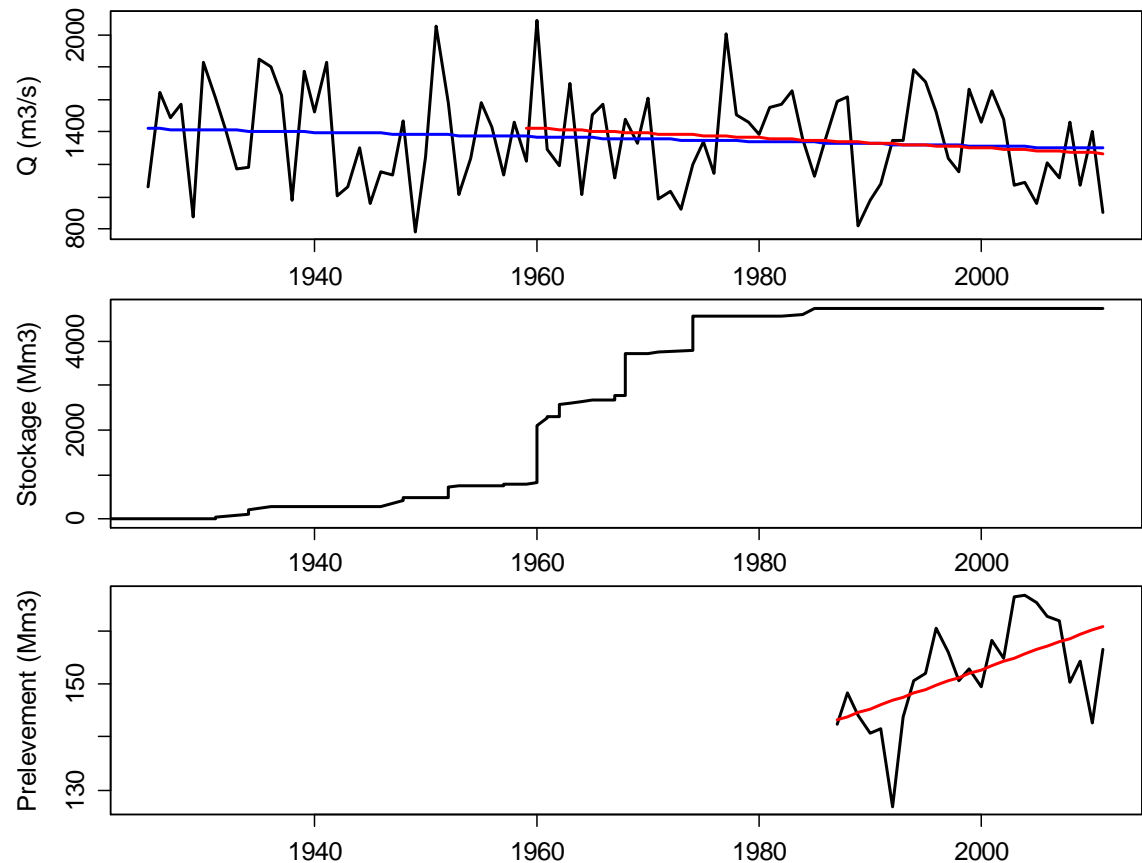
Série de la contribution
française au Rhône
obtenue par différence
entre Beaucaire (95 600 km²)
et Pougny (10 300 km²)



Analyse croisée des variables structurantes des débits : le Rhône

Série de la contribution
française au Rhône
obtenue par différence
entre Beaucaire (95 600 km²)
et Pougny (10 300 km²)

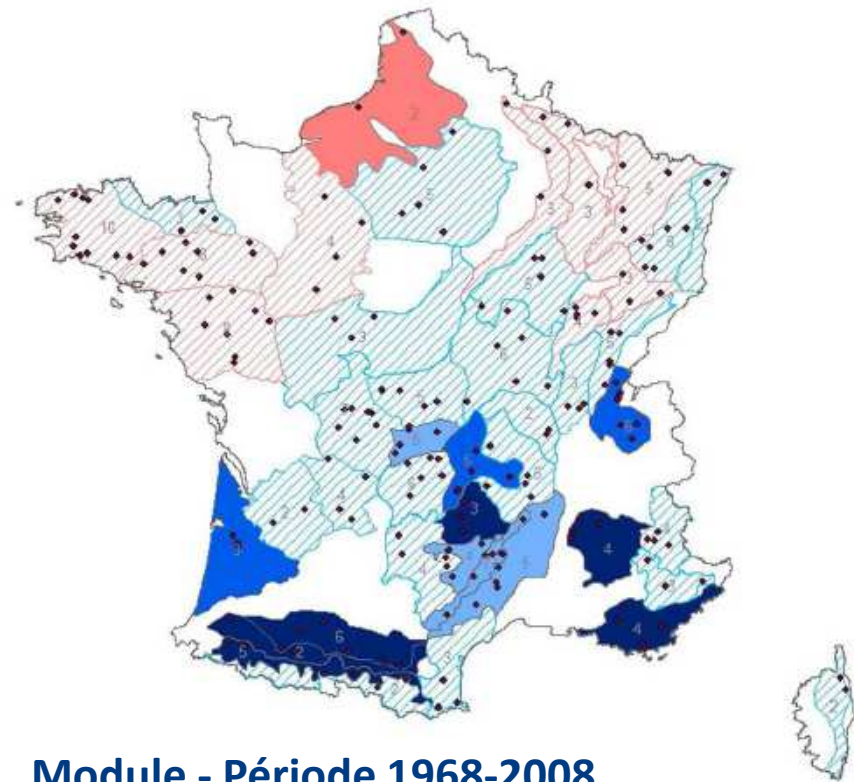
Données Prélèvement
issues des redevances
Agence de l'eau RMC,
hors Hydroélectricité



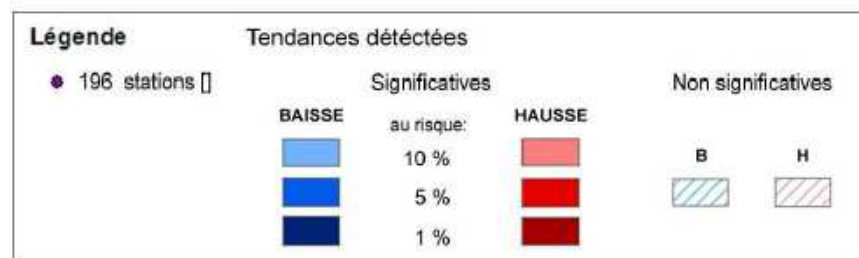
A l'échelle du territoire

Étude à l'échelle nationale (Giuntoli *et al.*, 2010, 2012) :

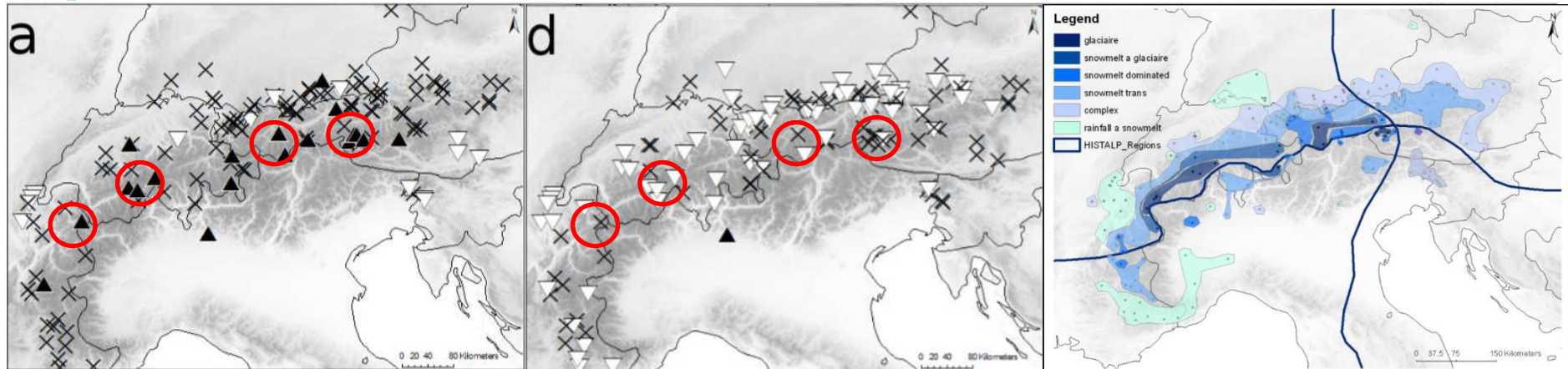
- distinction nord-sud : aggravation de la sévérité des étiages dans plusieurs régions de la moitié sud
- de nombreux changements significatifs décrivant un décalage de la période d'étiage vers plus de précocité
- peu de changement sur le régime des crues (tendances régionales isolées décelées dans les bassins de la Meuse et la Moselle)



Module - Période 1968-2008



A l'échelle des Alpes



▲ ou ▼ Tendance significative, X Changement non significatif au seuil 10%

(a) Volume contributif neige ; (d) Début des hautes eaux

Étude sur les Alpes (Bard *et al.*, 2012) :

- Absence de changement généralisé, exception faite des bassins influencés par les glaciers (augmentation des volumes contributifs et du pic de l'onde de fonte, début de la fonte avancé)
- Tendance à l'augmentation des débits d'étiage hivernal pour les bassins à composante glaciaire ou nival ; l'opposé est observé pour les régimes mixtes

A decorative graphic element consisting of several overlapping, semi-transparent blue shapes that form a stylized, angular frame on the left side of the page.

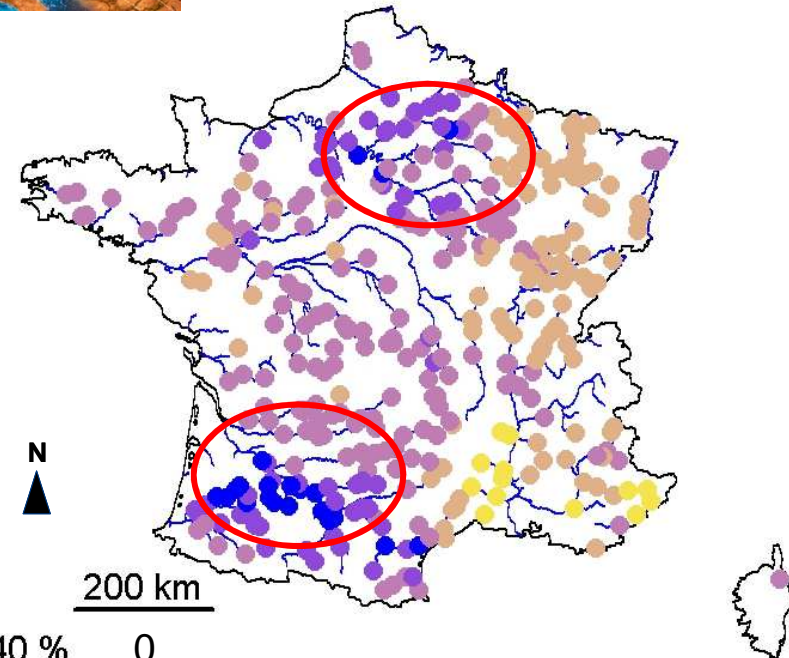
Les futurs

Un aperçu à l'échelle nationale à l'horizon 2046-2065

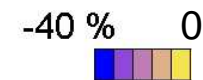
Les principales conclusions de l'étude



- Diminution significative quasi-généralisée de la ressource en eau
- Glissement des régimes hydrologiques influencés par la neige vers des régimes pluviaux
- Faible cohérence sur le devenir des crues



Nécessité d'introduire la dimension « usage » dans les études d'impact pour ne pas biaiser les conclusions



Evolution du module QA (changement relatif) en milieu de siècle - d'après Chauveau *et al.* (2013)



Un exemple de projet multi-partenaire achevé :
Risque, Ressource en eau et gestion Durable de la Durance en 2050





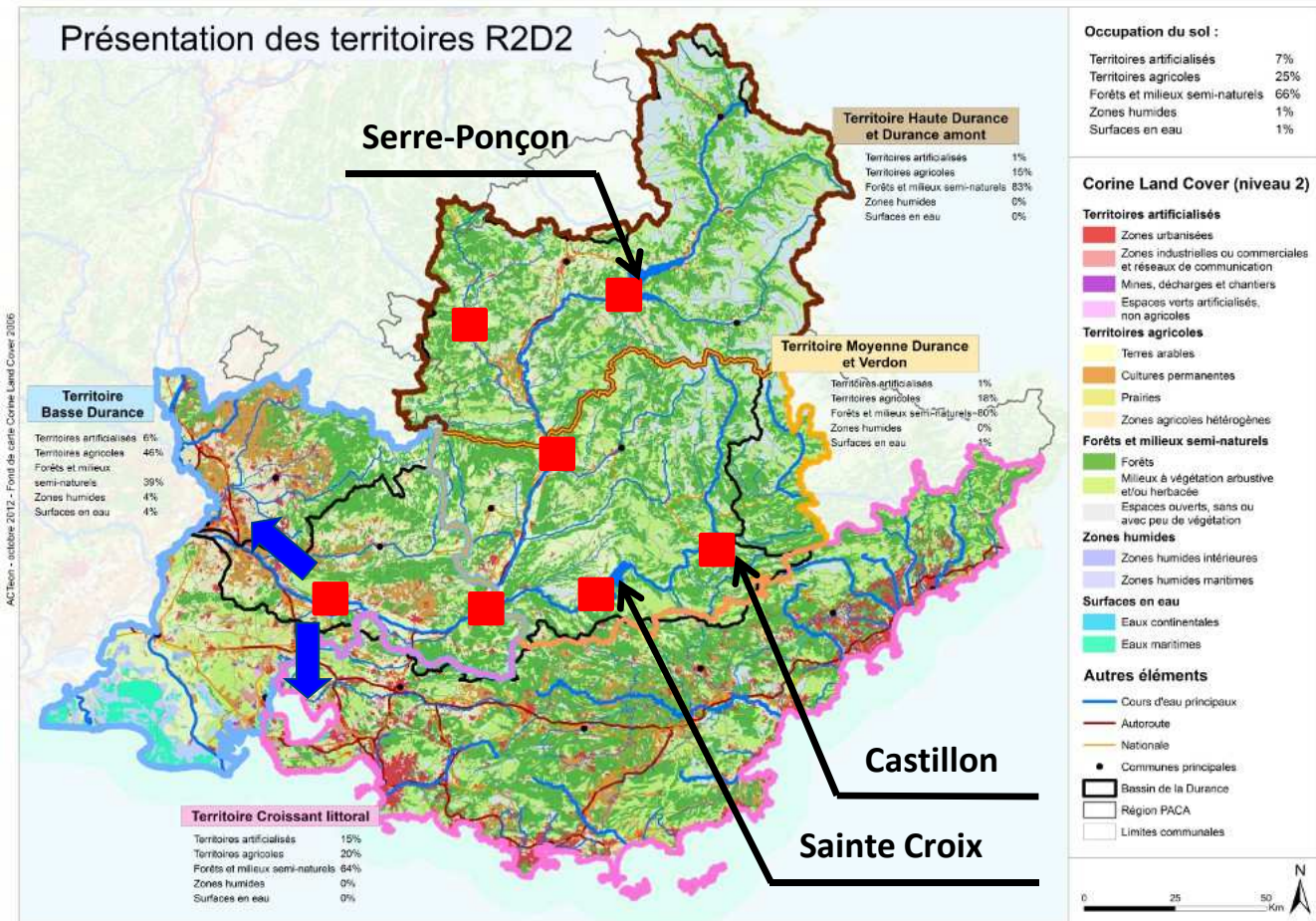
Le secteur



Modélisation de la ressource naturelle en 25 bassins jaugés dont 7 points principaux (dits « de contrôle »)

Modélisation de la demande des territoires alimentés par les eaux du système Durance

Quantification offre-demande sur sept sous bassins versants





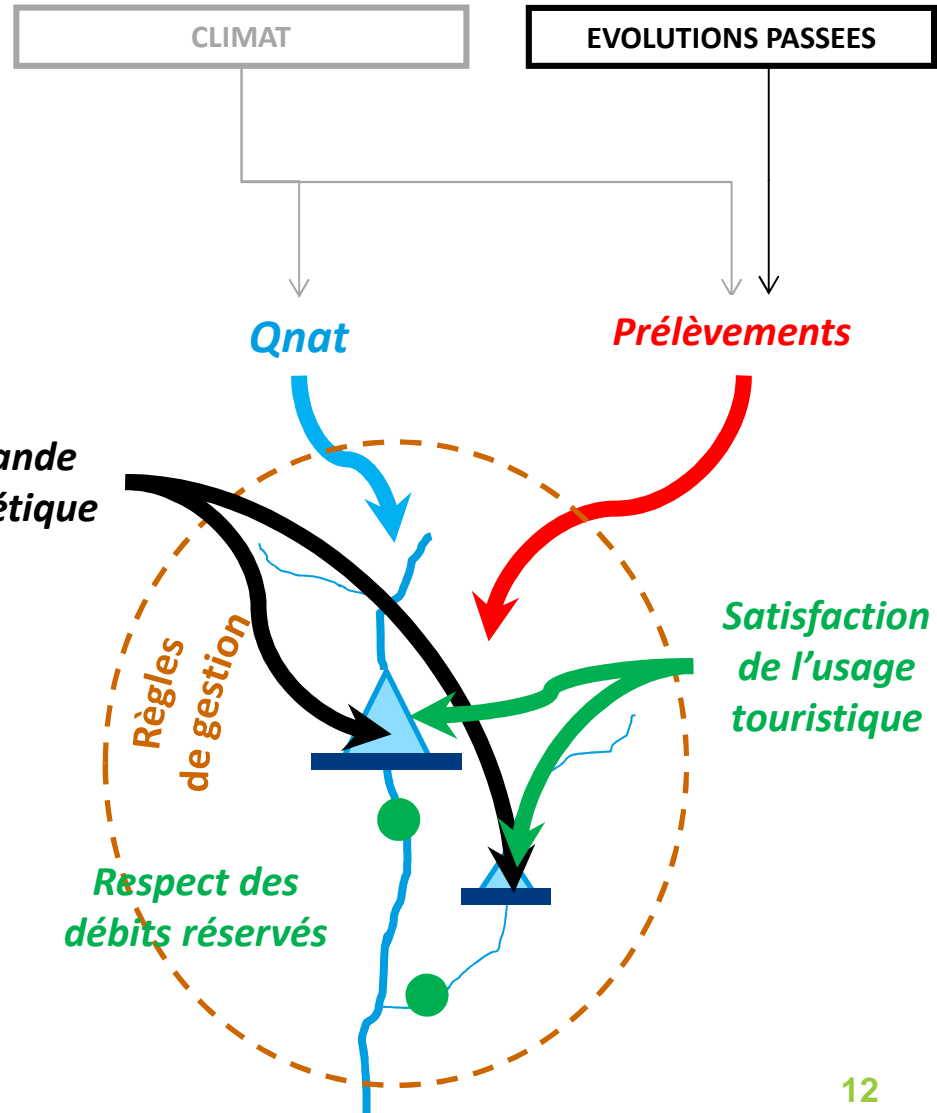
Les étapes clés et outils



Connaitre et comprendre le passé sur les territoires connectés au système Durance-Verdon

Reconstruire un historique du climat, des prélèvements, des modes de gestion et de l'hydrologie naturelle (à partir de données fragmentaires)

Créer, caler et améliorer les modèles représentant les composantes individuelles de la gestion de manière indépendante avant de les combiner



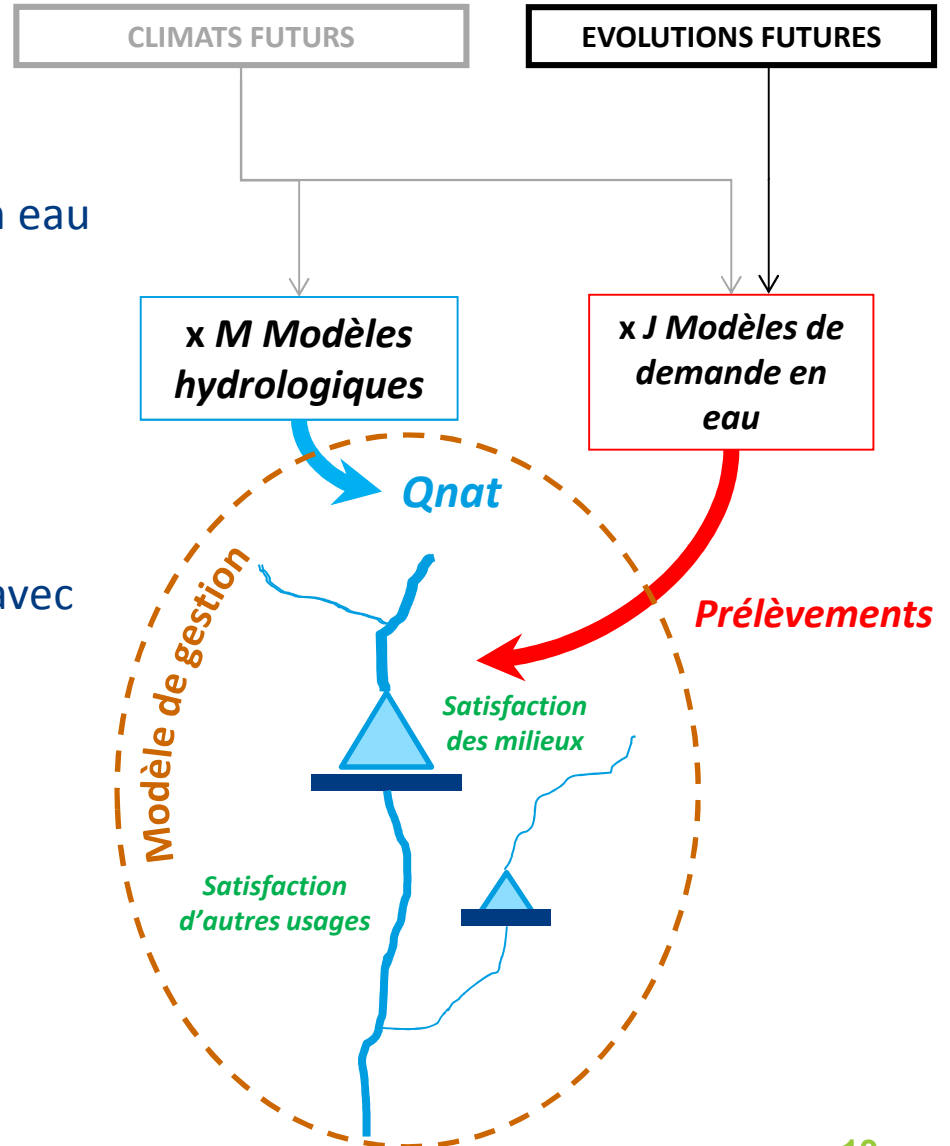


Les étapes clés et outils

Projeter le futur des territoires connectés au système Durance-Verdon et de leur demande en eau

Construire des projections hydro-climatiques à partir des modèles « physiques »

Envisager des évolutions du territoire (avec l'appui des acteurs)





La composante hydro-climatique

Une augmentation de l'ordre de 1.5° C sur l'ensemble du bassin plus importante en été qu'en hiver

Une évolution incertaine des précipitations

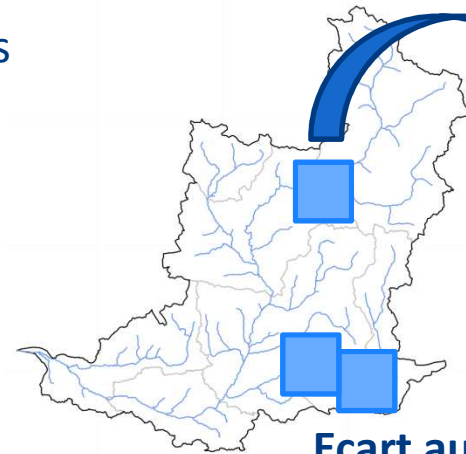
Des modifications portant sur la constitution du stock de neige et sur sa fonte à Serre-Ponçon qui se propagent vers l'aval

Des changements de débits les plus importants pendant le printemps (saison de fonte actuelle)

Une réduction des débits d'étiage estivaux, de l'ordre de -20 m3/s sur le débit moyen d'août à Cadarache

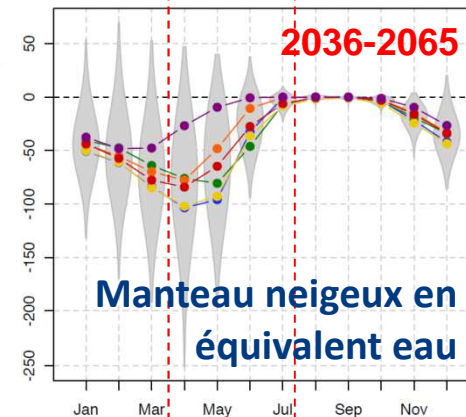
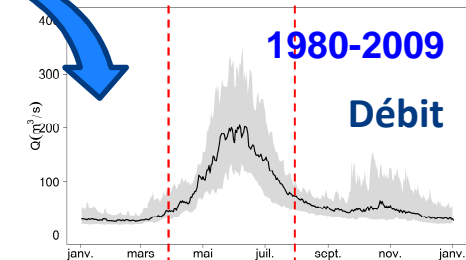
Une évolution incertaine des crues, mais une dynamique vraisemblablement modifiée sur les bassins à dominante nivale

La Durance @ Serre-Ponçon



Ecart au temps présent

Période de fonte



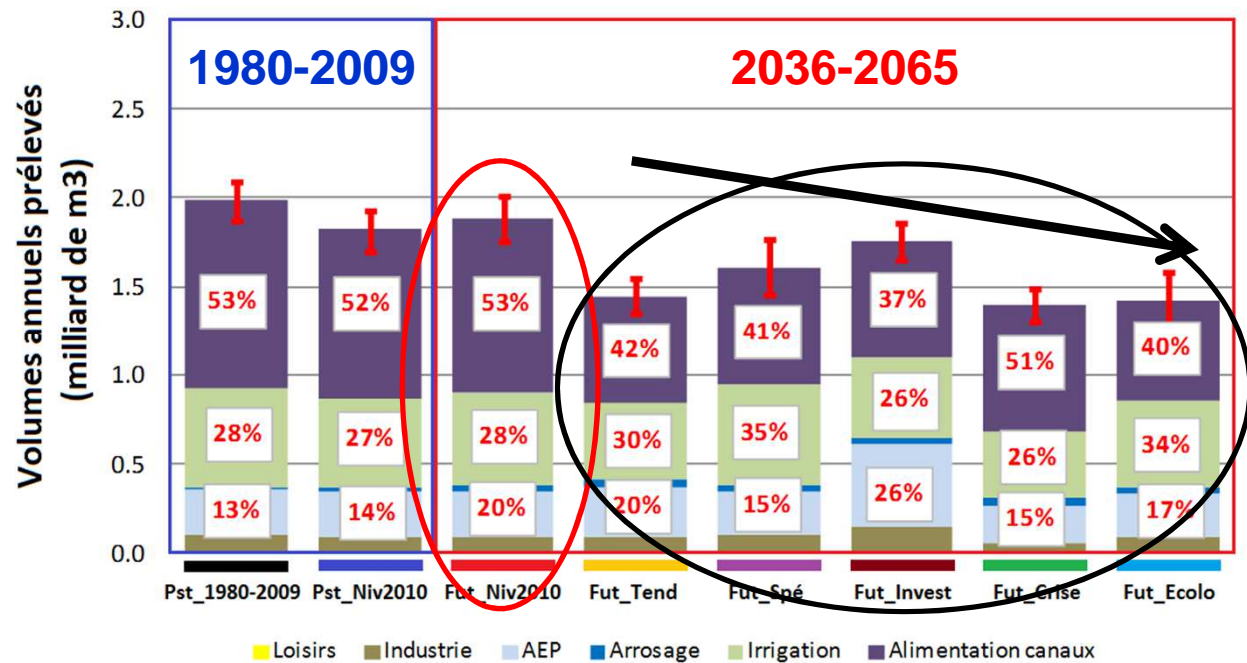
2036-2065



Les prélèvements à l'échelle du système Durance

Quatre histoires littéraires, spatialisées et quantifiées sur l'évolution de la demande en eau intégrant « tendance, contraste et cohérence »

En temps présent et à Cadarache
QA = 157.4 m³/s
= 5 10⁹ m³/an
Capacité totale de stockage = 2.3 10⁹ m³



Des hypothèses non négligeables d'économie d'eau qui expliquent la tendance à une baisse des prélèvements

Un territoire « figé » au niveau de 2010

Des scénarios intégrant la poursuite de la politique d'économie d'eau



Conclusion



- Augmentation de la température moyenne de l'air impactant l'hydrologie de montagne
- Evolution incertaine des précipitations
- Diminution des stocks de neige et fonte avancée dans l'année qui induisent une réduction des débits au printemps
- Diminution de la ressource en eau en période estivale
- Diminution de la demande globale en eau à l'échelle du territoire, cette demande étant fortement conditionnée par les scénarios territoriaux élaborés ici
- Satisfaction des demandes en eau en aval des ouvrages considérées comme prioritaires, au détriment de la production d'énergie en hiver (flexibilité moindre de l'hydro-électricité en période de pointe) et du maintien de cotes touristiques en été
- Diminution de la production d'énergie due notamment à la réduction des apports en amont des ouvrages hydroélectriques



Conclusion



- Un exercice complexe (et le plus complet)
- Des incertitudes mais il faut apprendre à décider avec
- Des tendances fortes qui doivent permettre de mettre en œuvre des mesures sans regret dès maintenant
- Des résultats obtenus avec les modalités de gestion actuelle
- Même si les réserves physiques en eau semblent suffisantes à l'horizon 2050, les changements climatiques et socio-économiques (eux les premiers d'ailleurs dans un contexte de « bassin déversant ») vont modifier sensiblement la capacité à satisfaire les différents usages, sur la Durance comme sur le Verdon. Il faudra donc aux acteurs trouver les voies qui leur permettront de parvenir à un nouvel équilibre qui sera un compromis (→ la priorisation actuelle à mettre en débat ?)

Les perspectives : **le projet Modélisation Distribuée du Rhône** (développer un modèle assurant une bonne représentation des principaux processus hydrologiques en tout point du bassin ; prendre en compte trois grands usages de l'eau :

hydro-électricité, irrigation, eau potable ;
réaliser des simulations prospectives
(usages / changement climatique))

