HYCCARE

Le changement climatique en Bourgogne et ses impacts sur la ressource en eau

Philippe Amiotte-Suchet, Jérémy Bachmann, **Etienne Brulebois**, Thierry Castel, Olivier Legras, Nicolas Le Moine, Vivien Ponnou-Delaffon, Yves Richard, Aurélien Rossi, Marjorie Ubertosi

UPMC SORBONNE UNIVERSITÉS

cnrs Dépasser les frontières

AGRO SUP DIJON

uB UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE

INRA Institut National de la Recherche Agronomique

CRC

Agroécologie Dijon Unité de Recherche

BIOGÉOSCIENCES

Pour l'adaptation des territoires aux changements climatiques

Bordeaux – ENSCBP, 22 juin 2017

HYCCARE

HYdrologie, Changement Climatique, Adaptation et Ressource en Eau en Bourgogne

Un projet de recherche-action pour :

« Mettre à disposition des décideurs locaux les outils qui leur permettront de mieux prendre en compte le risque lié aux impacts du changement climatique sur la ressource en eau »

Organisé en deux axes :

Axe 1 :Construction de connaissances

Simuler le climat à venir et ses impacts sur la ressource en eau, à une échelle fine de territoire

Axe 2 : Analyse socio-économique des territoires

Identifier les freins et leviers à l'intégration du changement climatique dans la gestion de l'eau

HYCCARE

HYdrologie, Changement Climatique, Adaptation et Ressource en Eau en Bourgogne

Un projet de recherche-action pour :

« Mettre à disposition des décideurs locaux les outils qui leur permettront de mieux prendre en compte le risque lié aux impacts du changement climatique sur la ressource en eau »

Organisé en deux axes :

Axe 1 :Construction de connaissances

Simuler le climat à venir et ses impacts sur la ressource en eau, à une échelle fine de territoire

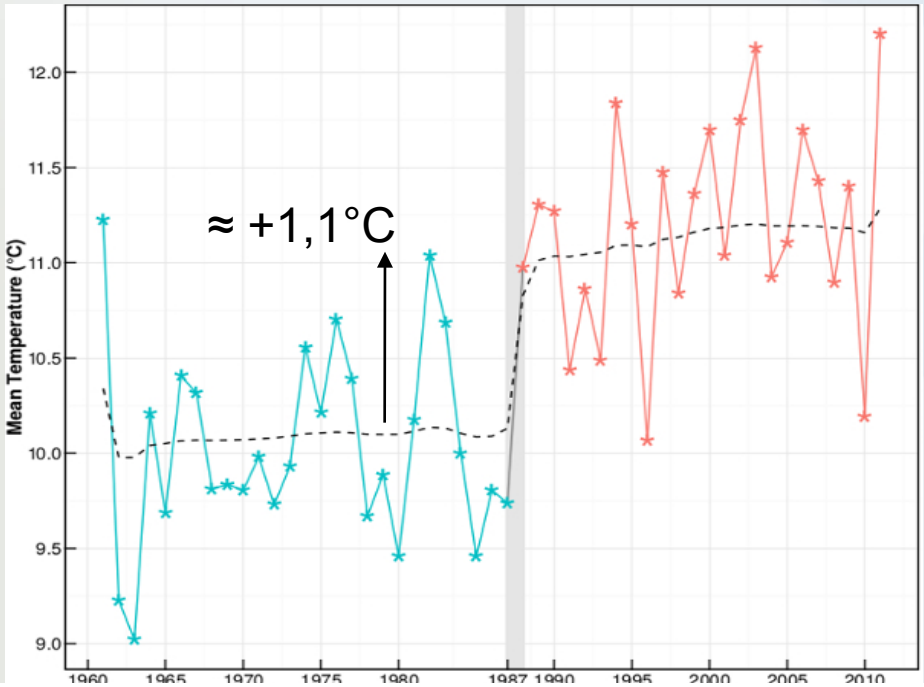
Axe 2 : Analyse socio-économique des territoires

Identifier les freins et leviers à l'intégration du changement climatique dans la gestion de l'eau

Observe-t-on déjà un changement ?

Climat des 50 dernières années en Bourgogne

Température annuelle



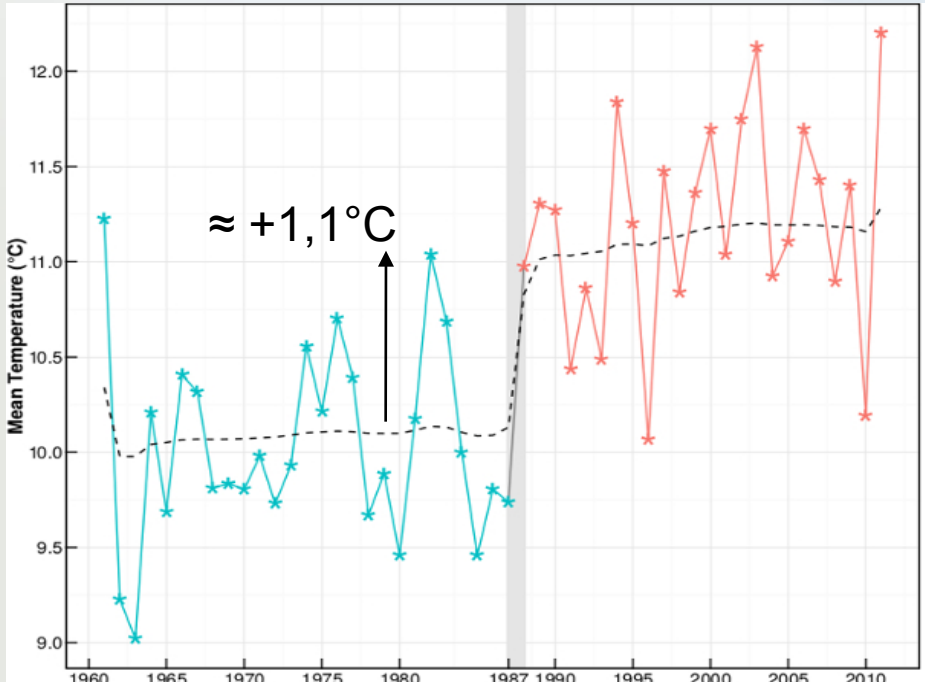
Climat 1 : avant 1987 ---> Climat 2 : après 1988

- 1 rupture : 1987/1988
- 2 périodes distinctes
- 2 climats

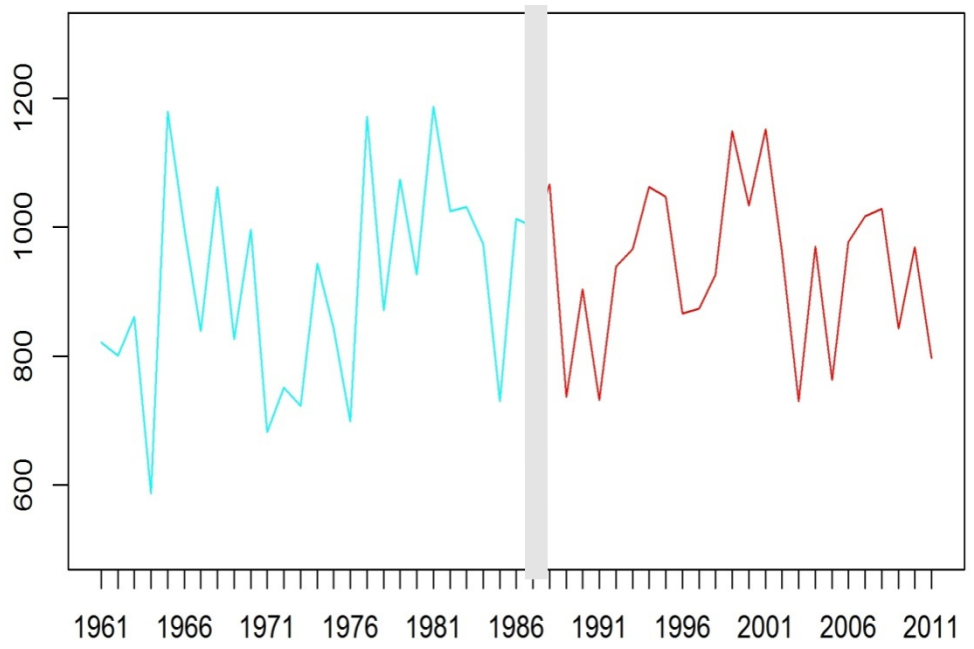
Observe-t-on déjà un changement ?

Climat des 50 dernières années en Bourgogne

Température annuelle



Précipitations annuelles



Climat 1 : avant 1987 ---> Climat 2 : après 1988

- 1 rupture : 1987/1988
- 2 périodes distinctes
- 2 climats

- Pas de changement ou petits changements ?
- Grande variabilité d'une année sur l'autre

Observe-t-on déjà un changement ?

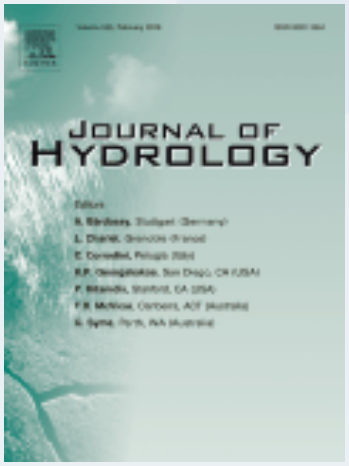
Climat des 50 dernières années en Bourgogne

- Rupture significative d'après plusieurs méthodes statistiques robustes et indépendantes

- Réchauffement de +1,1°C en moyenne sur les stations MétéoFrance (France **et** Bourgogne)

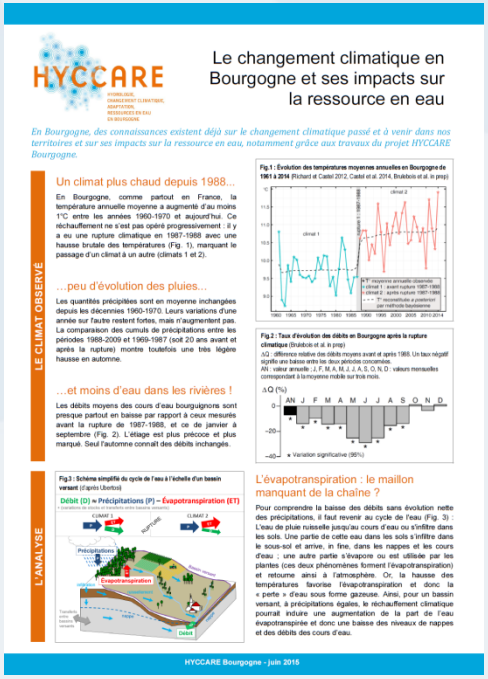
- Précipitations : pas de rupture détectée, fortes disparités saisonnières et spatiales

- Débits en baisse sur l'ensemble des cours d'eau analysés (France **et** Bourgogne)



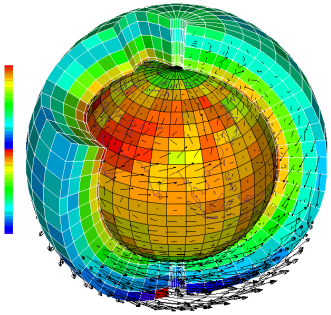
Hydrological response to an abrupt shift in surface air temperature over France in 1987/88, 2015.

E. Brulebois, T. Castel, Y. Richard, C. Château-Smith, P. Amiotte-Suchet

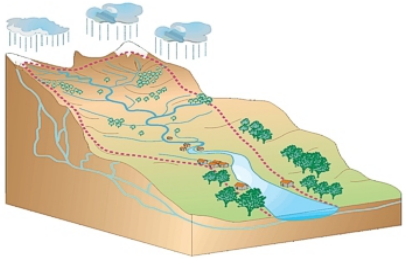


Choix méthodologiques du projet HYCCARE-Bourgogne

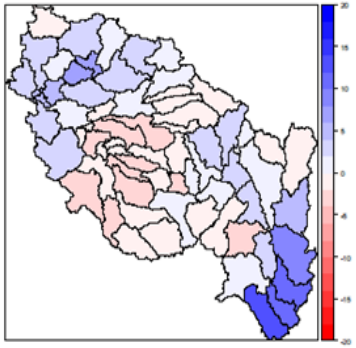
Chaîne de modélisation hydro-climatique



Modélisation climatique

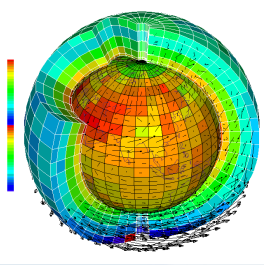


Modèles d'impact



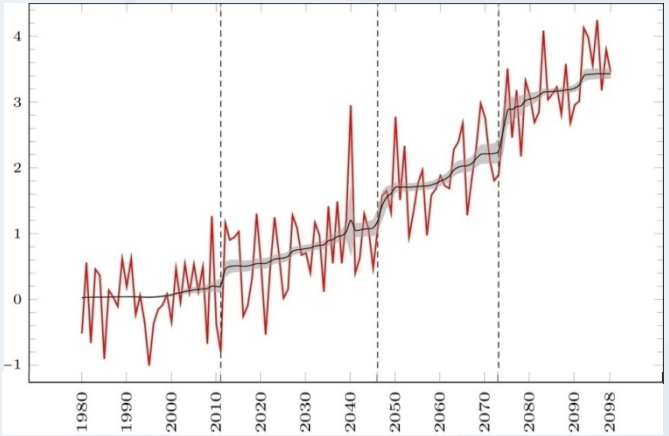
Vulnérabilité de la ressource en eau

Choix méthodologiques du projet HYCCARE-Bourgogne

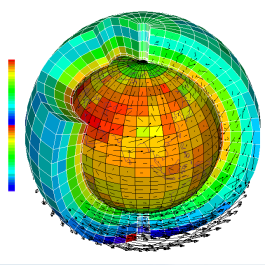


Simulation du climat futur

- En continu et pas de temps journalier sur 1980/2100



Choix méthodologiques du projet HYCCARE-Bourgogne



Simulation du climat futur

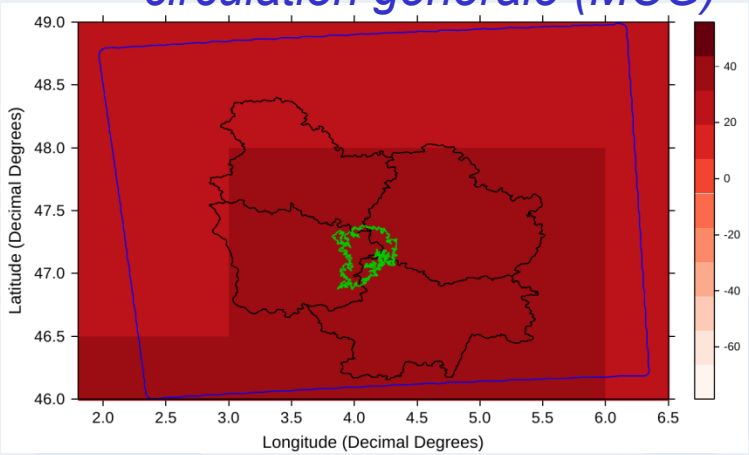
- En continu et pas de temps journalier sur 1980/2100

- Méthode de désagrégation du climat global

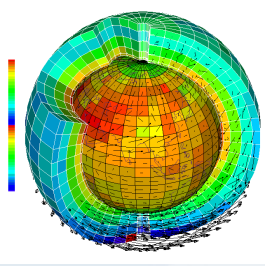
Méthode statistique :
Relation sur le temps présent entre le MCG et données observées locales

Méthode dynamique :
Simulation du climat à plus haute résolution grâce à un modèle climatique régional (MCR)

Bourgogne vue par un modèle de circulation générale (MCG)



Choix méthodologiques du projet HYCCARE-Bourgogne



Simulation du climat futur

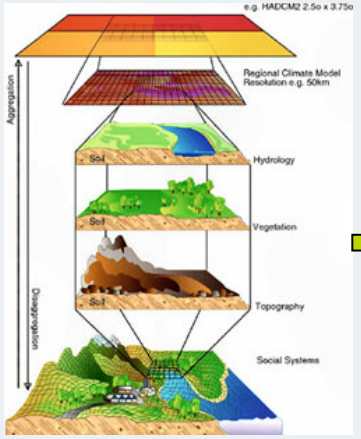
- En continu et pas de temps journalier sur 1980/2100

- Méthode de désagrégation du climat global

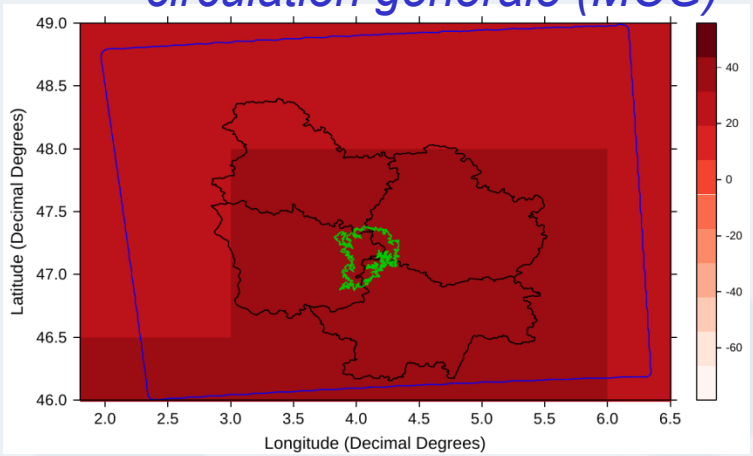
Méthode statistique
Relation sur le temps présent entre le MCG et données observées locales

Méthode dynamique :
Simulation du climat à plus haute résolution grâce à un modèle climatique régional (MCR)

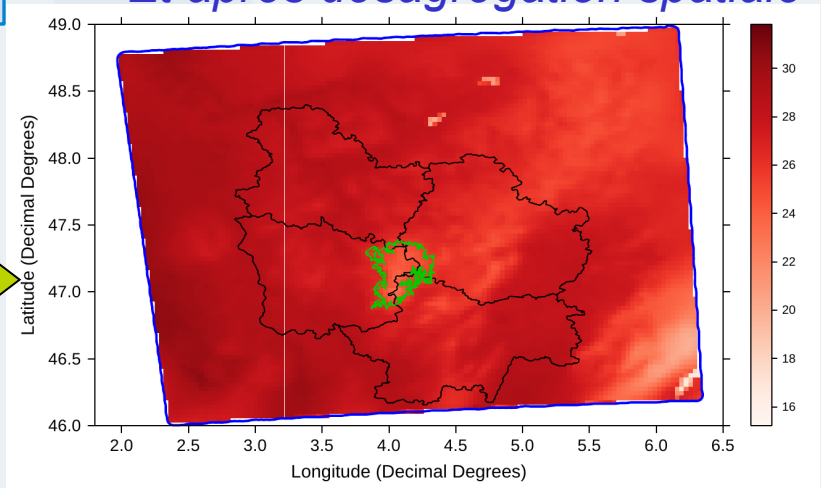
Moyens de calcul
Univ. Bourgogne



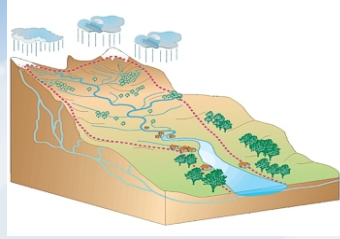
Bourgogne vue par un modèle de circulation générale (MCG)



Et après désagrégation spatiale

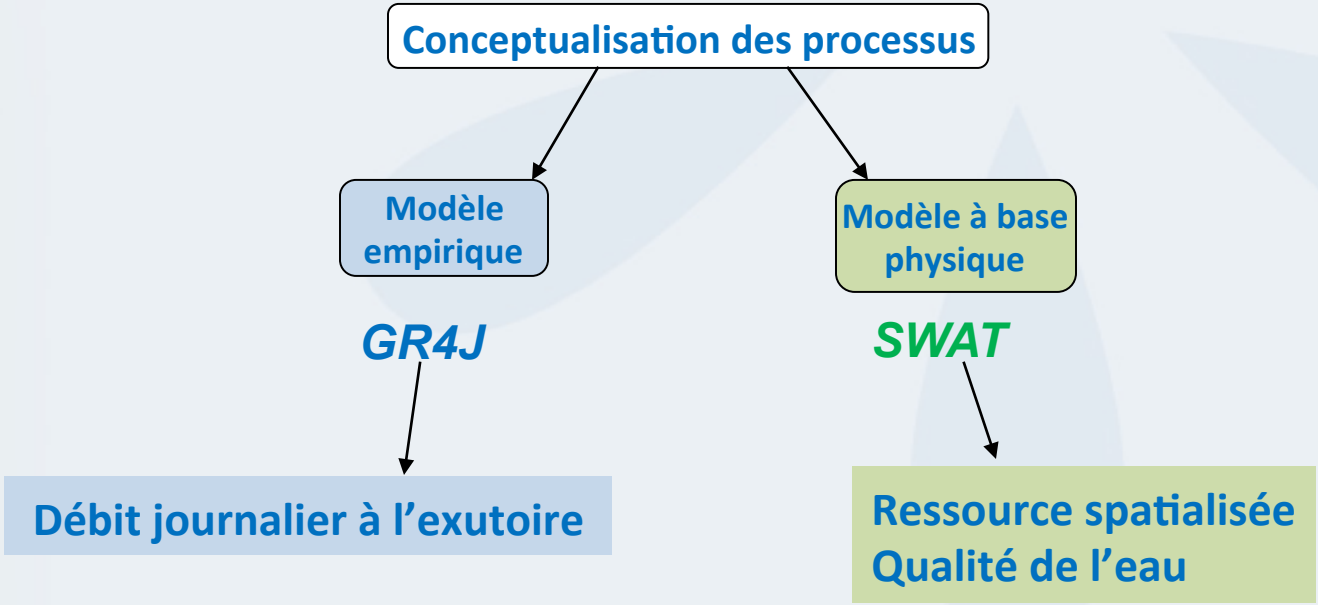


Choix méthodologiques du projet HYCCARE-Bourgogne

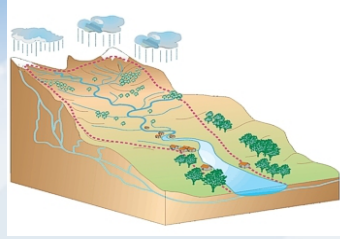


Simulation hydrologique

- Deux types de modèles d'impacts



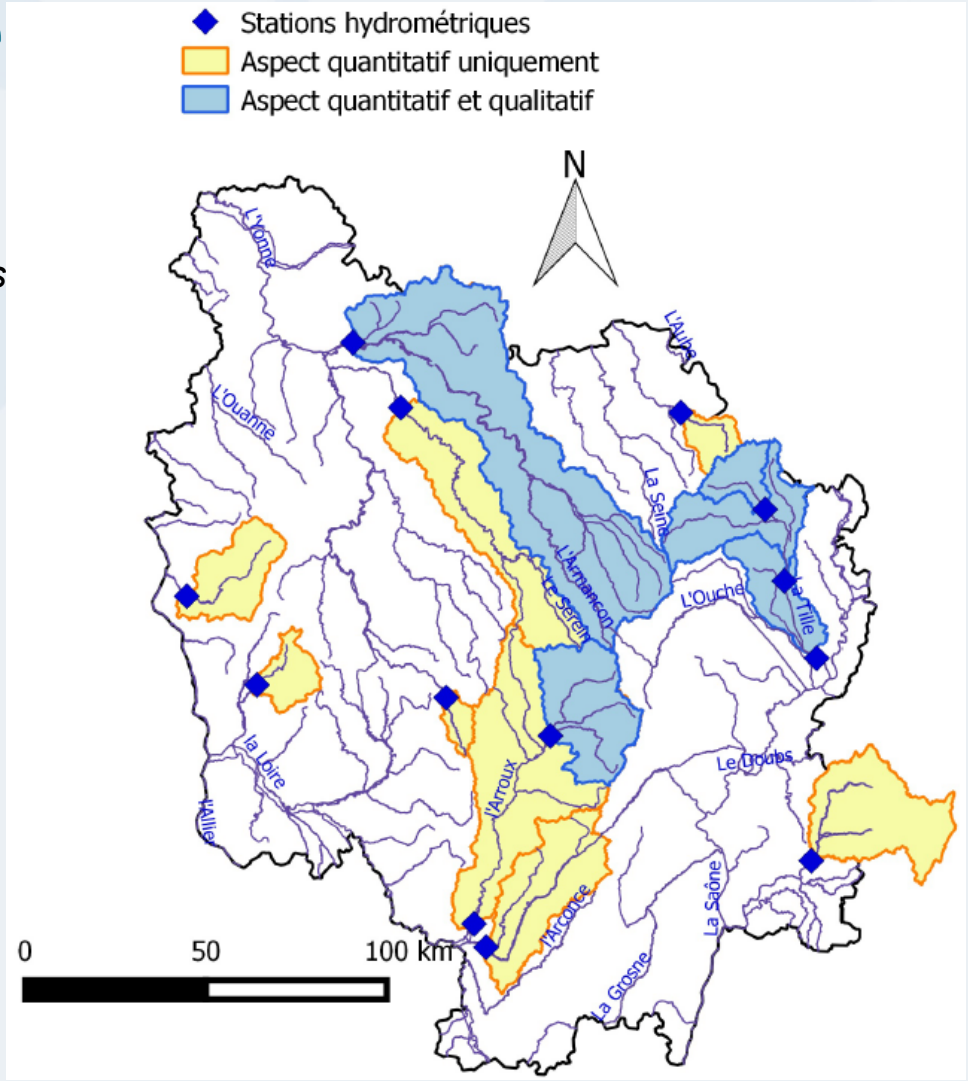
Choix méthodologiques du projet HYCCARE-Bourgogne



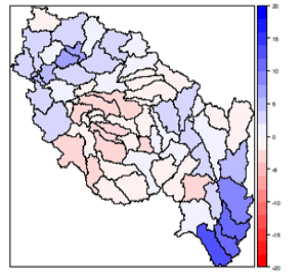
Simulation hydrologique

- Deux types de modèles d'impacts

- Un choix de 13 bassins versants
  - *Disponibilité et qualité de données observées*
  - *Représentativité des contextes naturels*
  - *Présence d'enjeux sur la ressource en eau*
  - *3 bassins étudiés plus particulièrement*
    Axe 1 : Modélisation qualitative
    Axe 2 : Suivi des réunions de la CLE



Choix méthodologiques du projet HYCCARE-Bourgogne



Vulnérabilité des territoires

Disponibilité globale de la ressource

GR4J

- Débit journalier à l'exutoire du bassin
- Indicateurs d'étiages (sévérité et saisonnalité)

En concertation avec les gestionnaires de l'eau

Disponibilité au sein des territoires

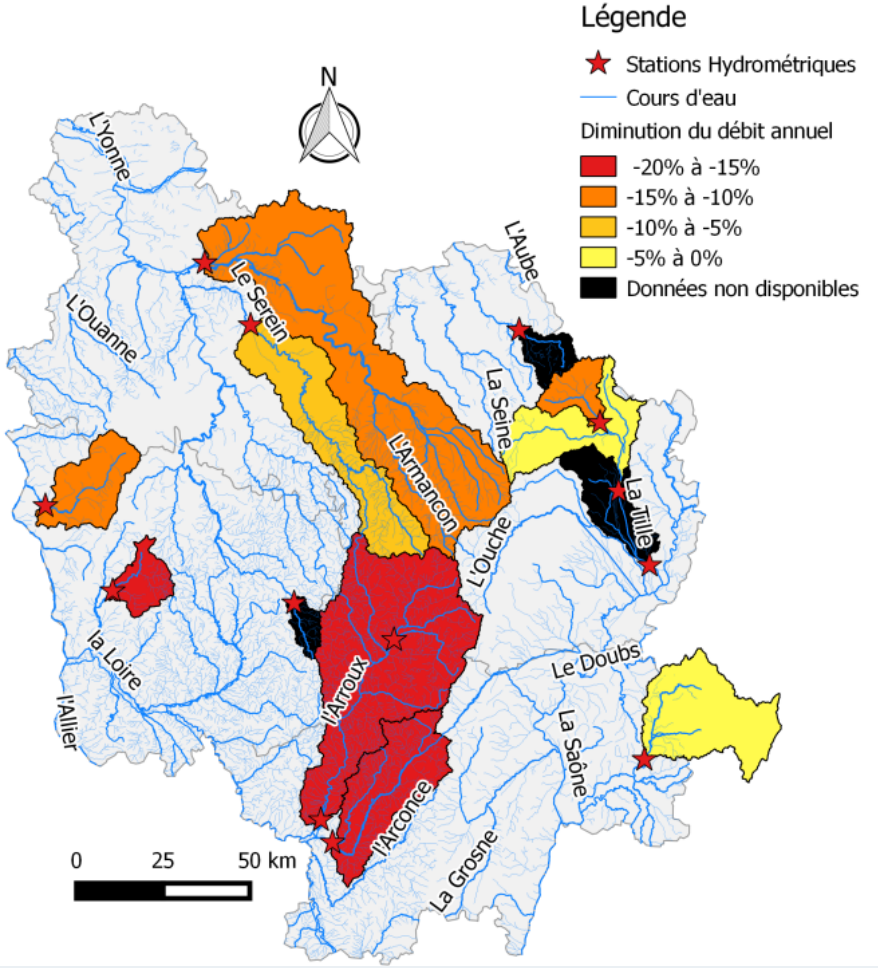
SWAT

Carte d'indicateurs :
- Recharge des nappes
- Stress hydrique

Principaux résultats du projet HYCCARE-Bourgogne

Impacts de la rupture de 1987/88 sur la ressource en eau

Différence de débits entre 2 périodes de 20 ans de part et d'autre de 1987/88



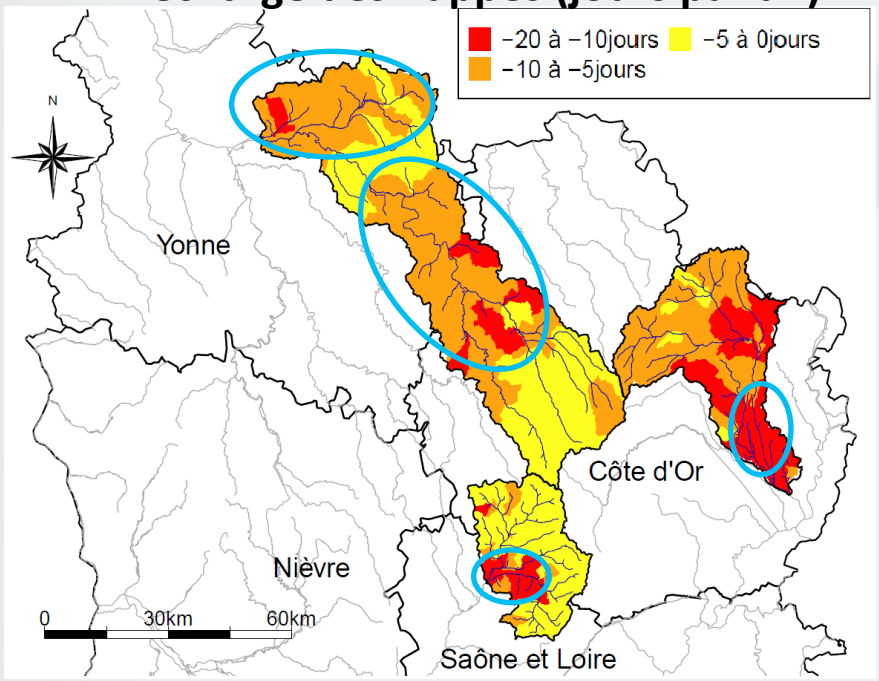
- ✓ Débits annuels : -11%
- ✓ Mai à Août plus impactés

Principaux résultats du projet HYCCARE-Bourgogne

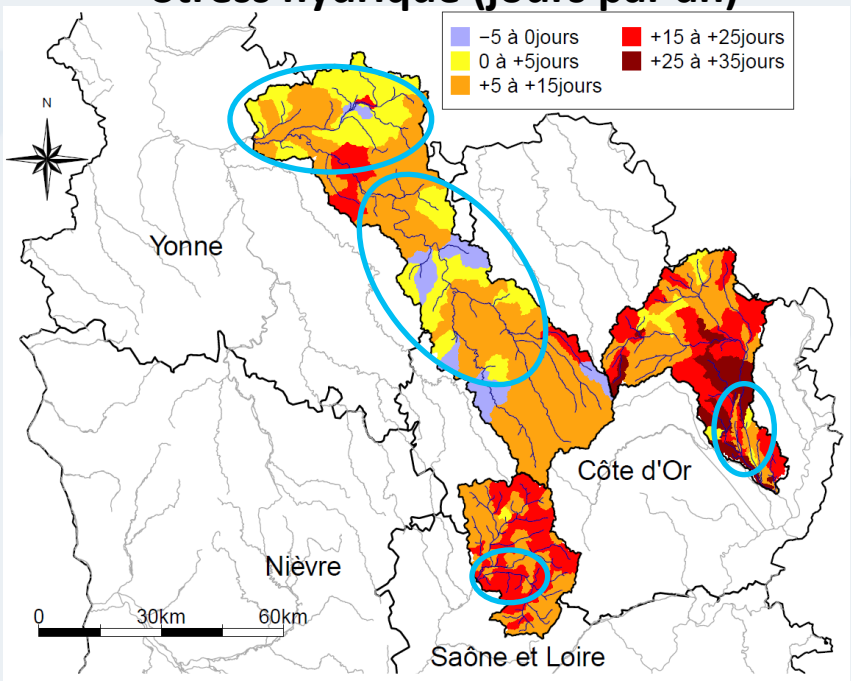
Impacts de la rupture de 1987/88 sur la ressource en eau

Différence d'indicateurs entre 2 périodes de 8 ans de part et d'autre de 1987/88

Recharge des nappes (jours par an)



Stress hydrique (jours par an)

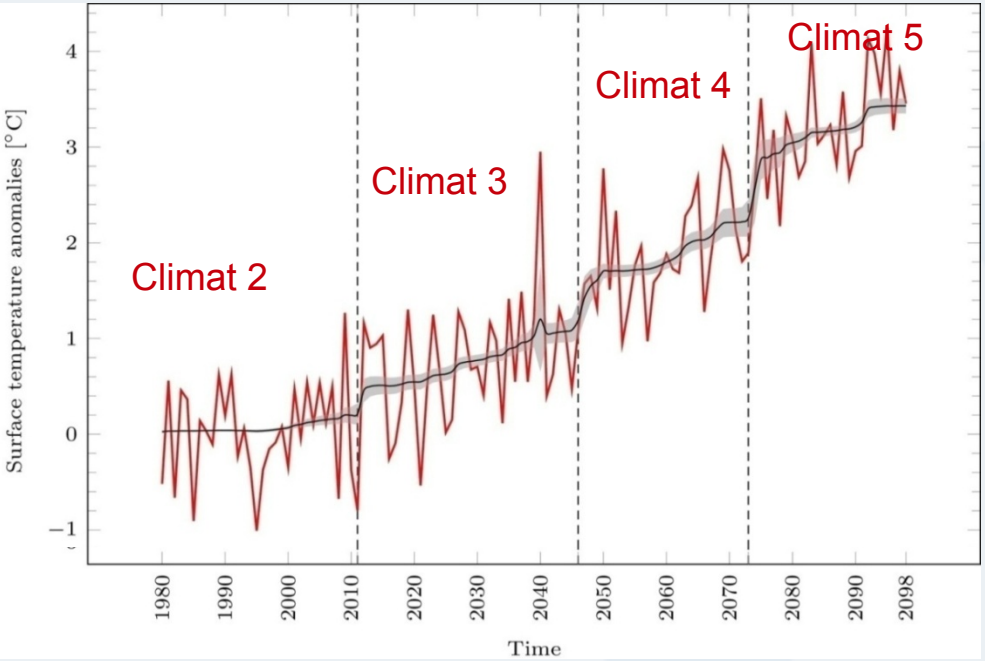


- Tendance lourde à la diminution de la ressource
- La vulnérabilité est inégale au sein des bassins versants
- et fonction des processus considérés (ici recharge des nappes et stress hydrique des plantes).

Principaux résultats du projet HYCCARE-Bourgogne

Projections hydroclimatiques à l'horizon 2100 (RCP 8.5)

Evolution crédible de la température

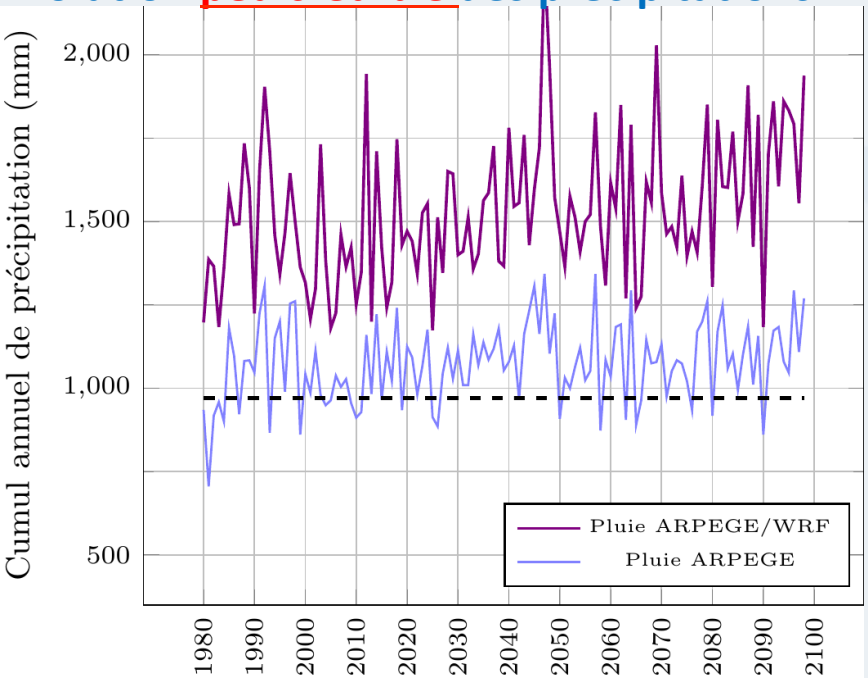


Tendance à l'augmentation via plusieurs sauts successifs :
- En accord avec les observations ;
- En accord avec les simulations du GIEC
- L'incertitude réside dans le nombre et l'amplitude des sauts

Principaux résultats du projet HYCCARE-Bourgogne

Projections hydroclimatiques à l'horizon 2100 (RCP 8.5)

Evolution peu crédible des précipitations

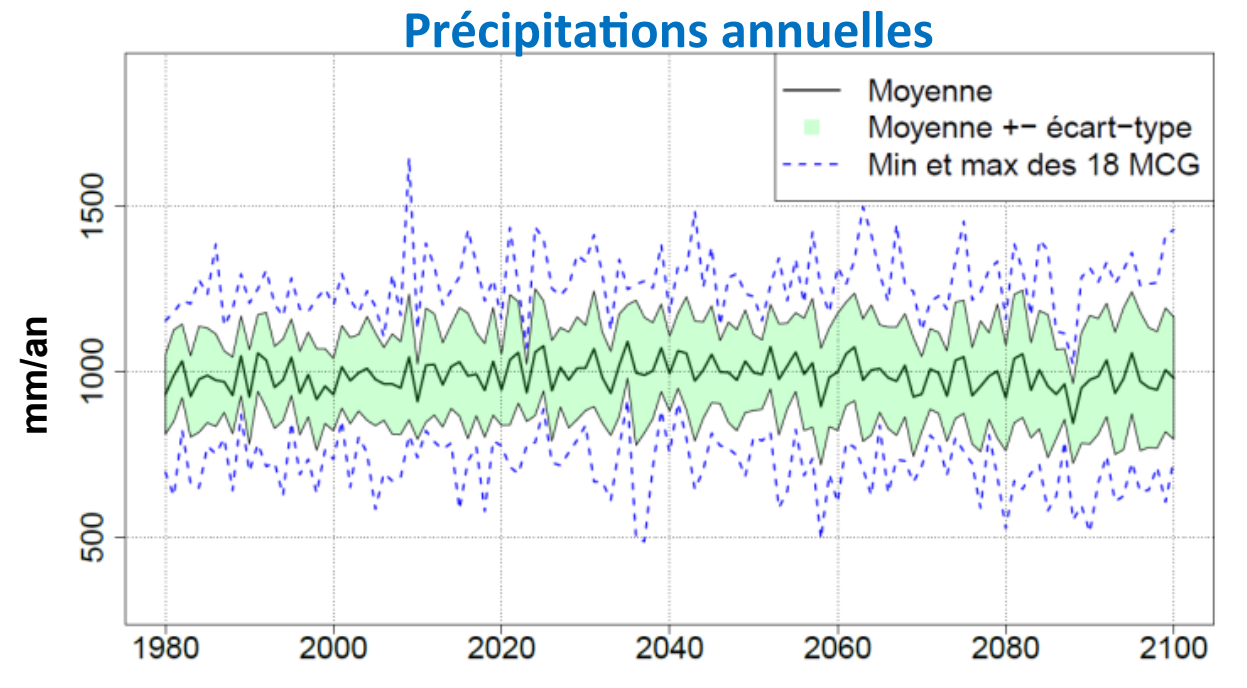


Tendance à l'augmentation :

- Non corroborée par les observations et peu fréquente dans les simulations du GIEC
- Influencée par le modèle global (ici ARPEGE)
- Amplifiée par le modèle régional (WRF)

Résultats complémentaires
(Brulebois, 2016)

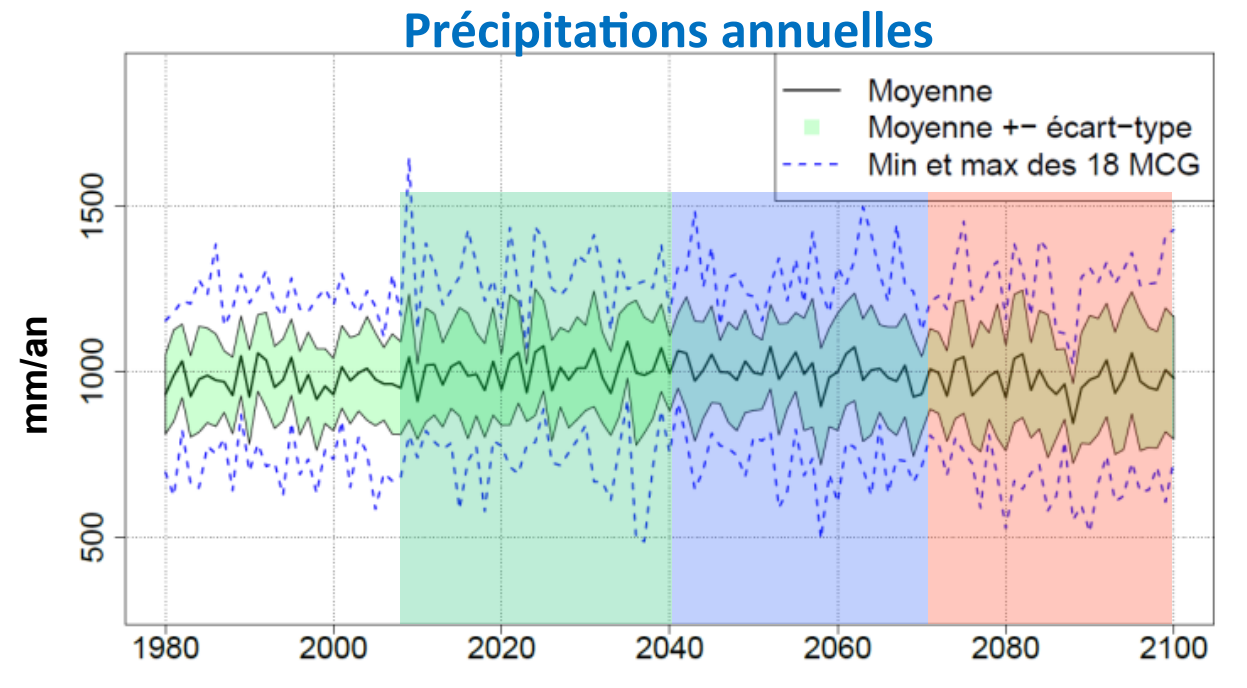
Désagrégation statistique de 18 MCG sous scénario RCP 8.5



- Précipitations annuelles proches de 1000 mm/an en moyenne sur les 18 MCG

Résultats complémentaires
(Brulebois, 2016)

Désagrégation statistique de 18 MCG sous scénario RCP 8.5

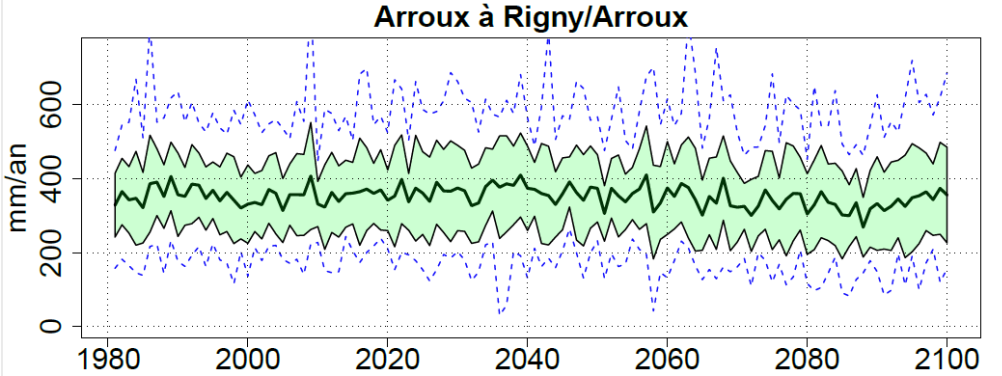


- Précipitations annuelles proches de 1000 mm/an en moyenne sur les 18 MCG

Résultats complémentaires
(Brulebois, 2016)

Projections hydrologiques sous scénario RCP 8.5

Débits à l'exutoire des bassins versants (ici Arroux à Rigny/Arroux)

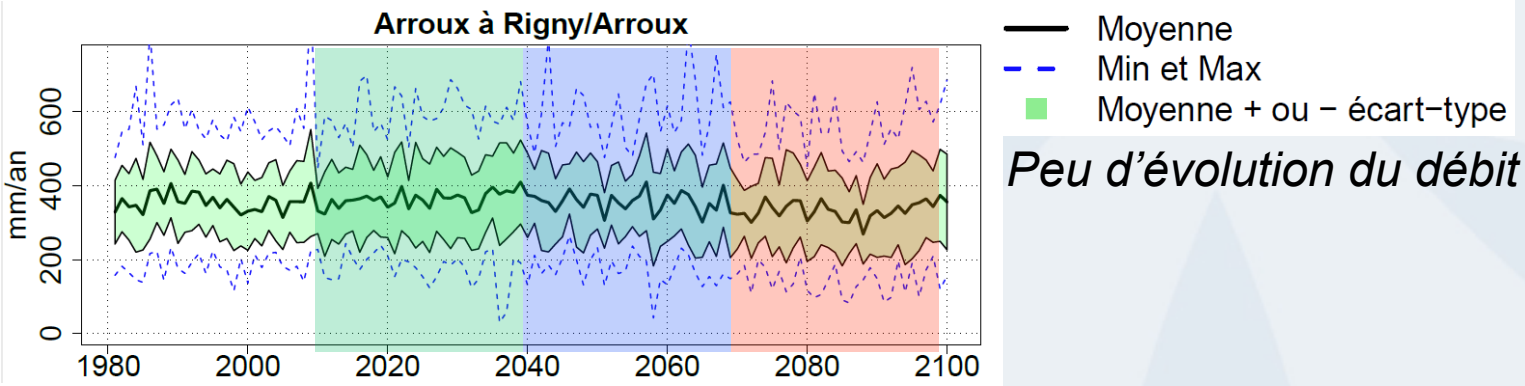


Peu d'évolution du débit annuel

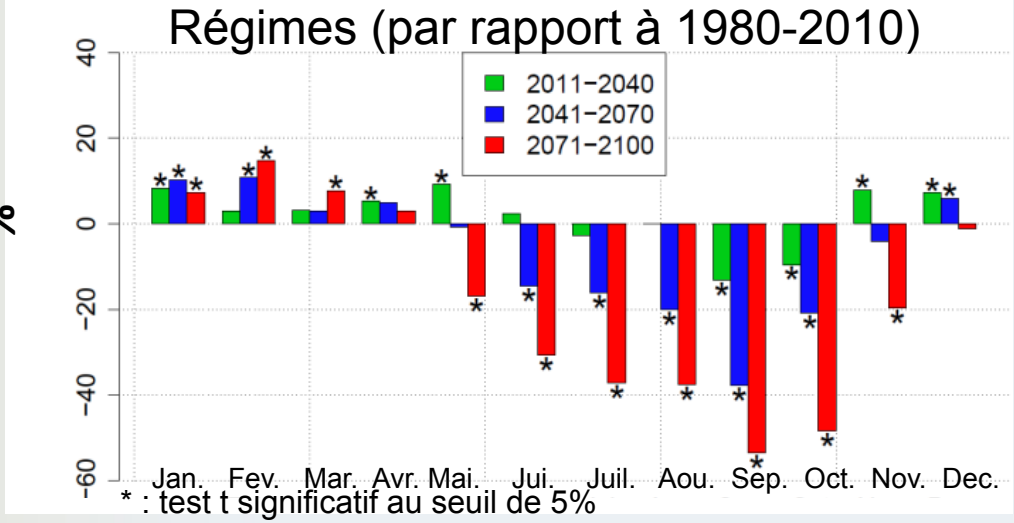
Résultats complémentaires
(Brulebois, 2016)

Projections hydrologiques sous scénario RCP 8.5

Débits à l'exutoire des bassins versants (ici Arroux à Rigny/Arroux)



Peu d'évolution du débit annuel



Accentuation de la saisonnalité
(en lien avec le régime des P et de l'ETP)

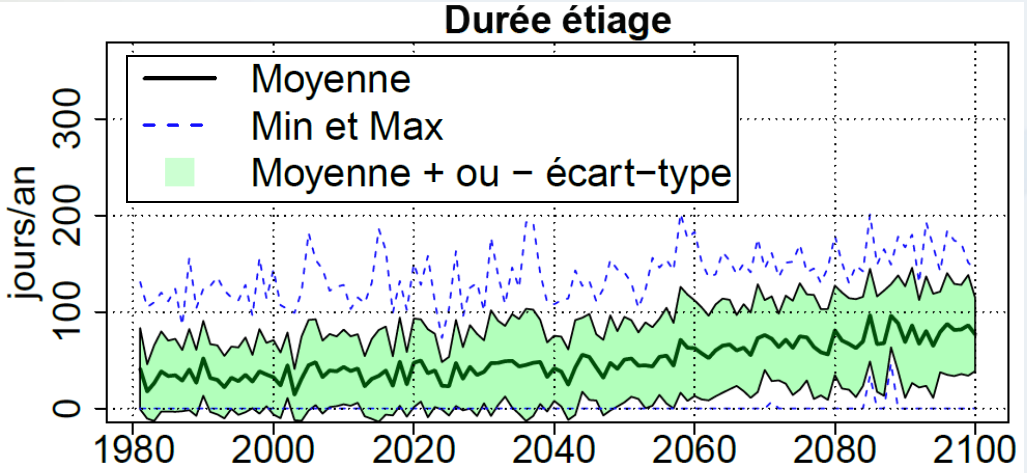
Diminution de Mai à Novembre
(jusqu'à 50% en Septembre)

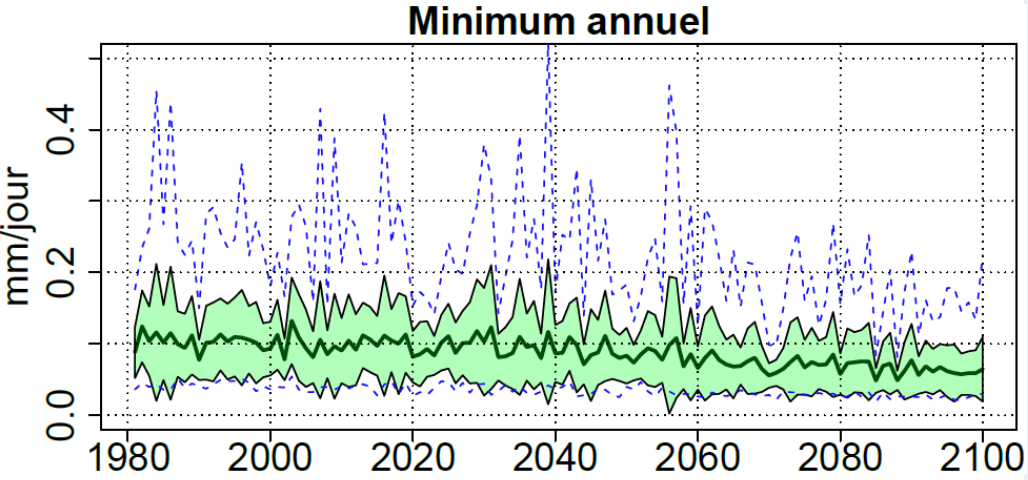
En hiver, augmentation plus modérée
(+15% en Février)

Résultats complémentaires
(Brulebois, 2016)

Projections hydrologiques sous scénario RCP 8.5

Indicateurs d'étiages (Arroux à Rigny/Arroux)





En moyenne sur les 13 bassins versants :
- Débit minimum annuel (VCN3) : - 40%
- Volume de déficit : x 1.6
- Durée d'étiage : +40 jours/an.
- Saisonnalité : étiage plus précoce de 20 jrs

Conclusions

Ce que nous savons :

- Augmentation brutale des températures au cours des cinquante dernières années
- Poursuite du réchauffement (et de l'augmentation de l'ETP)
- Evolution des températures par « paliers » successifs
- Difficulté de modélisation des précipitations
- Diminution de la disponibilité de la ressource en eau (variable spatialement)
- Besoin d'une adaptation en continu et modulable selon les territoires

Ce qui demeure incertain :

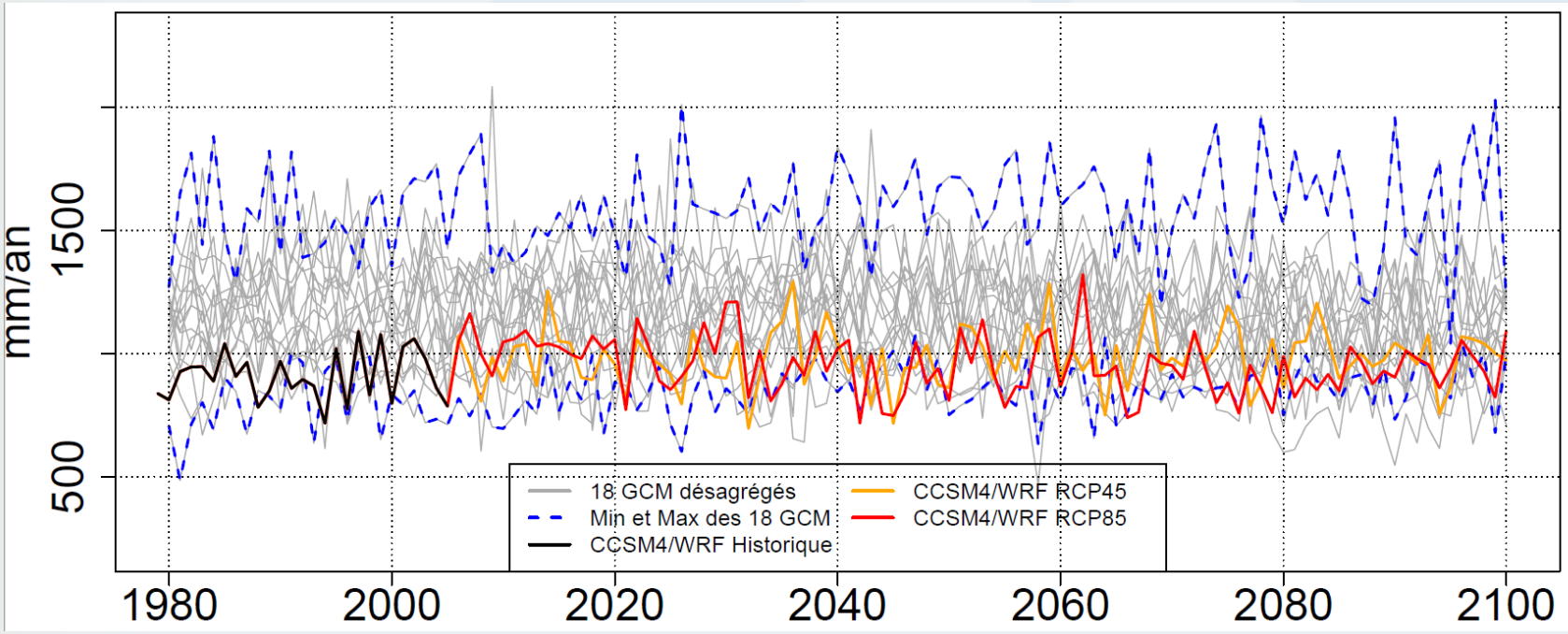
- Les politiques d'atténuation du changement climatique
- Le signe de l'évolution des précipitations sur le passé récent et sur le futur

Perspectives

Désagrégation dynamique du climat sur la région Bourgogne Franche-Comté à 12km

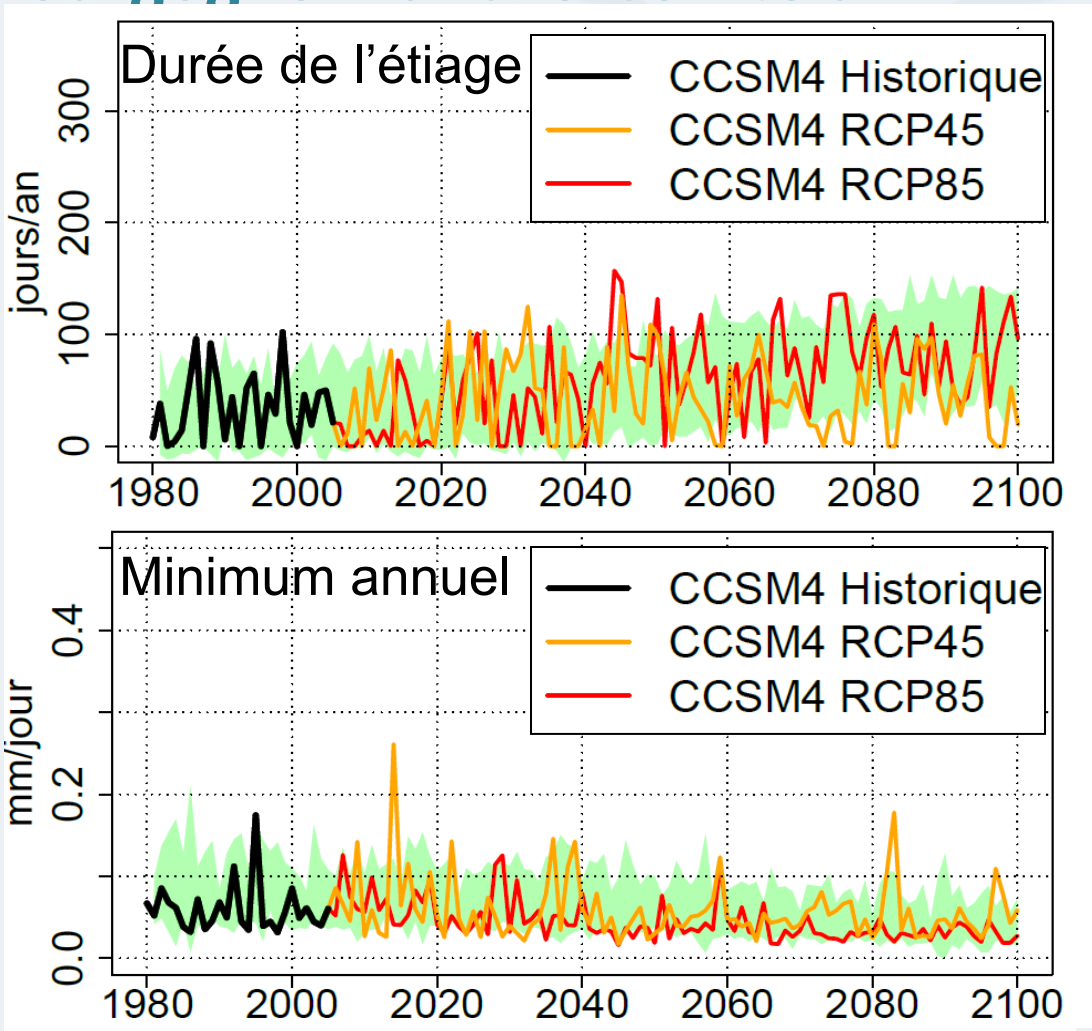
Retour d'expérience d'HYCCARE :

- Meilleur forçage du modèle régional (+ de niveaux atmosphériques)
- Utilisation de données GCM débiaisées (modèle CCSM4)
- Simulation d'après 2 trajectoires RCP : RCP4.5 et 8.5



Perspectives

Désagrégation dynamique du climat sur la région Bourgogne Franche-Comté à 12km



Merci de votre attention