

CHANGEMENT CLIMATIQUE

-

IMPACTS SUR L'HYDROLOGIE DE MONTAGNE



Journée Jeunes Ingénieurs du CFBR
Matthieu LE LAY [DTG]

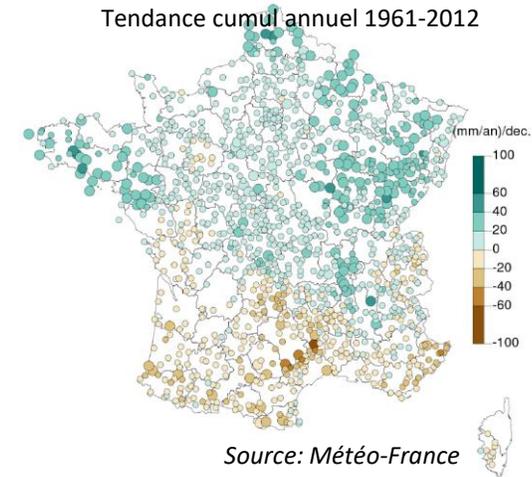
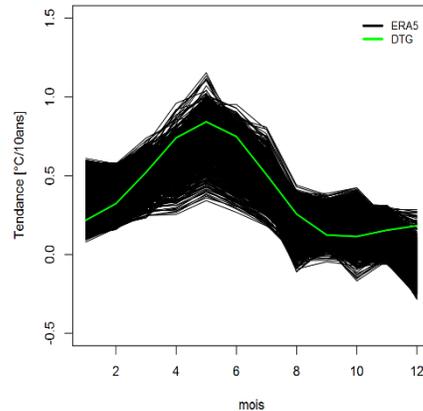
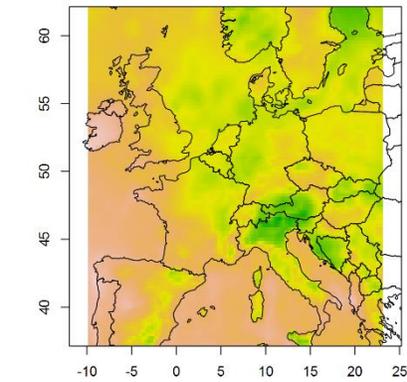
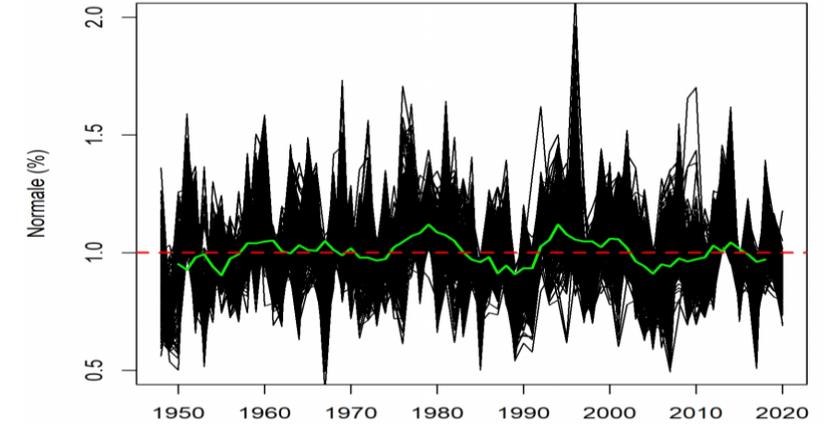
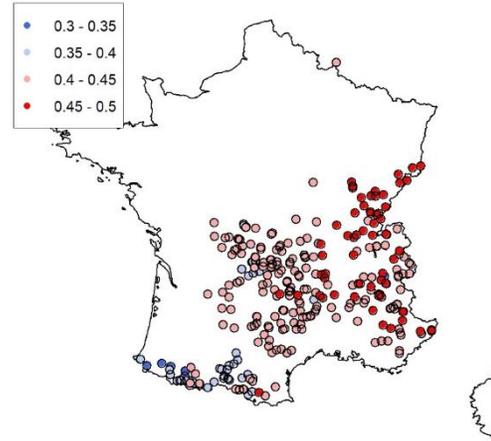
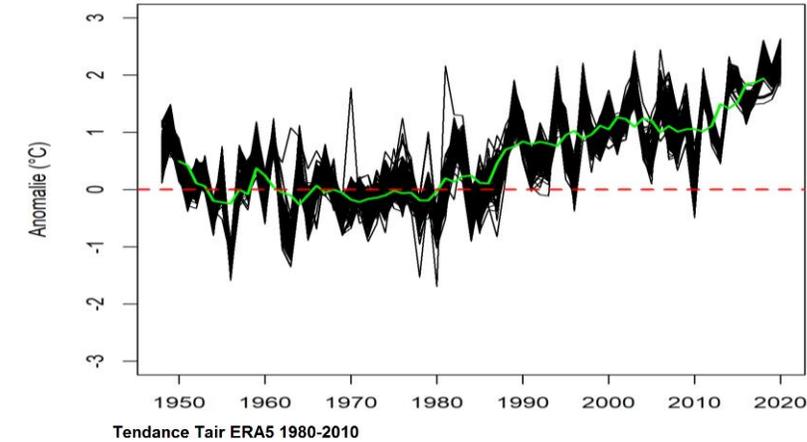


L'évolution du climat en France

Tair

Tendance 1980-2020 - 320 témoins

Précipitations



- Une réchauffement marqué depuis les années 80
- Tair $\sim +1.5^{\circ}\text{C}$ \sim vs [1950-1981]
- Un contraste Est/Ouest
- Un contraste saisonnier (printemps/hiver)

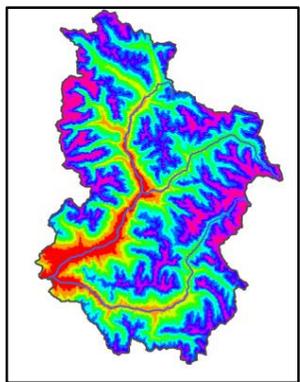
- Peu de tendances significatives (un rapport signal/bruit dégradé par la variabilité interne multi-décennale du climat (SST))
- Une tendance à l'humidification au nord, à l'assèchement au sud
- Des évènements plus intenses en vallée du Rhône (épisodes méditerranéens)

Dans les grandes lignes:

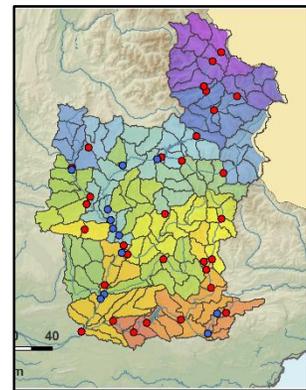
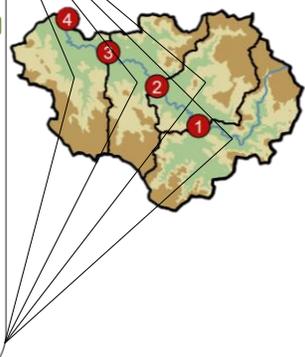
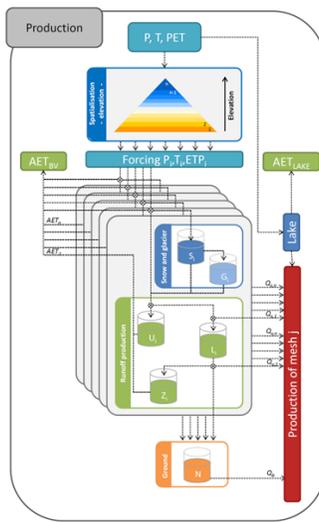
- Hausse de la limite pluie-neige
- Augmentation de la reprise évaporative
- Moins de neige en moyenne montagne
- Fusion nivale plus précoce
- Etiages estivaux plus marqués
- Débits hivernaux plus importants
- Bassins glaciaires: accélération de la fonte, augmentation des débits d'été

Prise en compte du CC à EDF : modélisation hydrologique

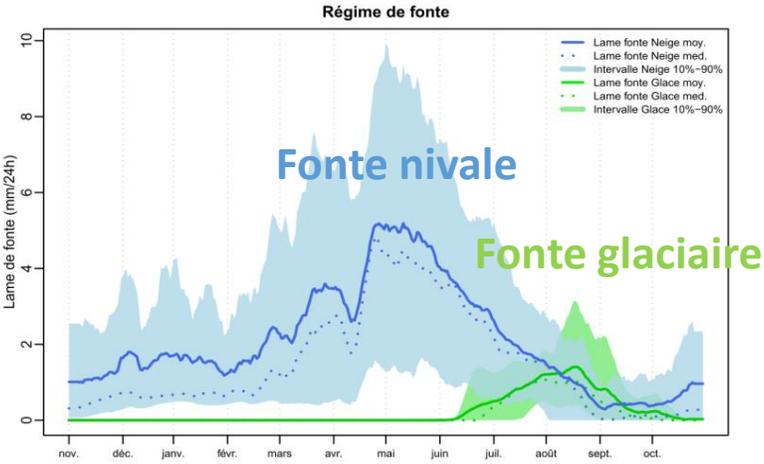
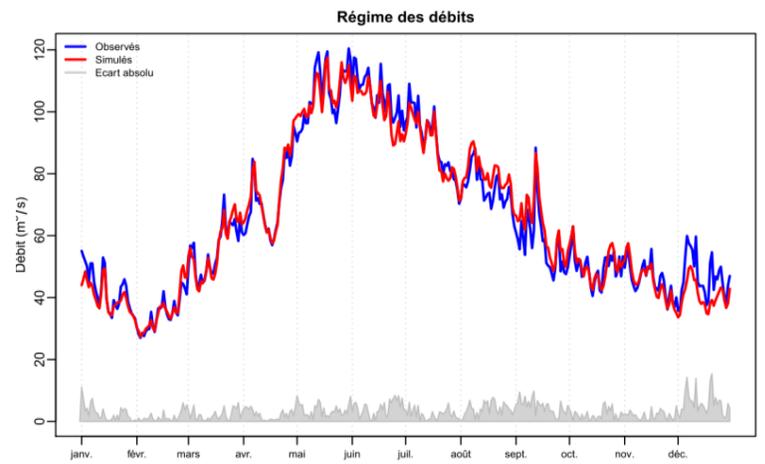
MORDOR-SD
Le modèle de bassin versant



MORDOR-TS
Le modèle de vallée



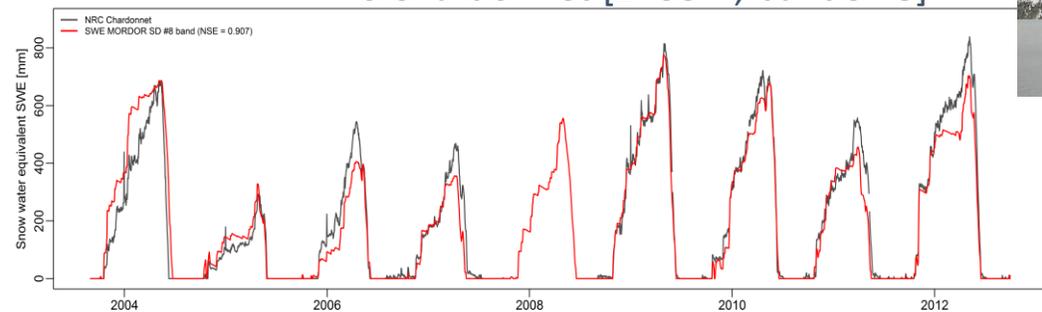
Débit en rivière = Débit pluvial + Débit nival + Débit glaciaire



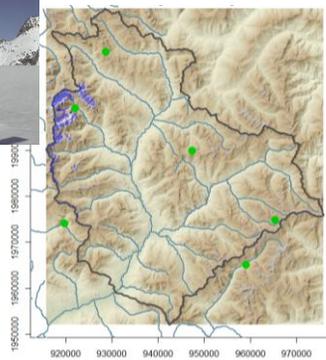
Prise en compte du CC à EDF : simulation du manteau neigeux et des glaciers

Valeur en eau (Données: réseau NRC EDF)

NRC Chardonnet [2455m, bande #8]



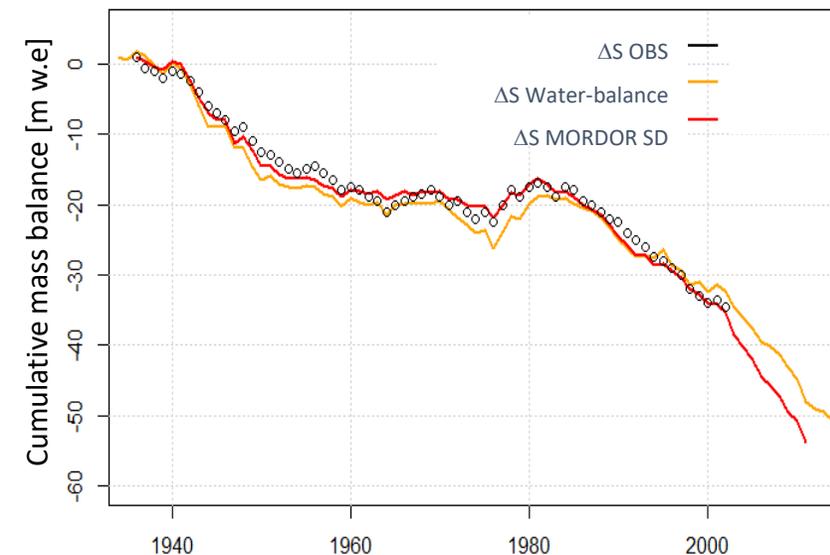
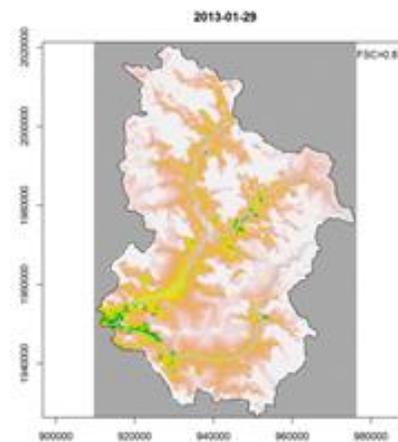
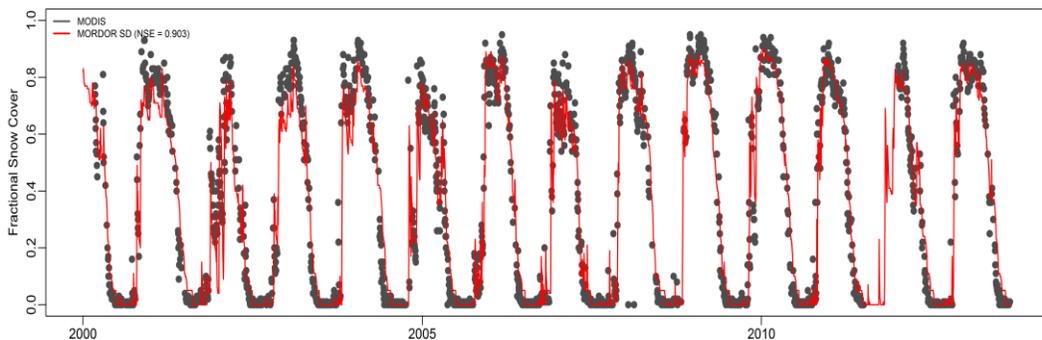
Durance@Clapiere (2175 km²)



Glacier d'Aletsch (Suisse)



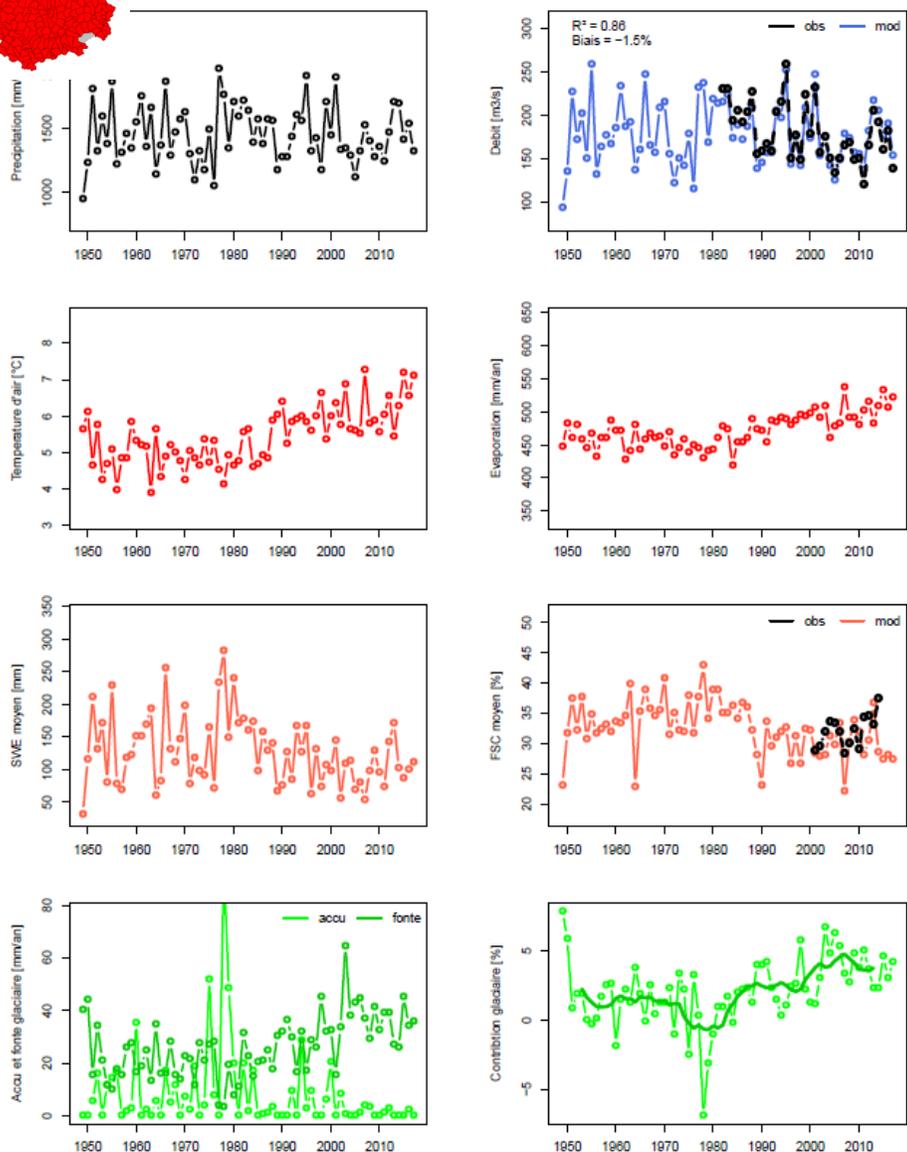
Surface enneigée (Données: MODIS FSC)



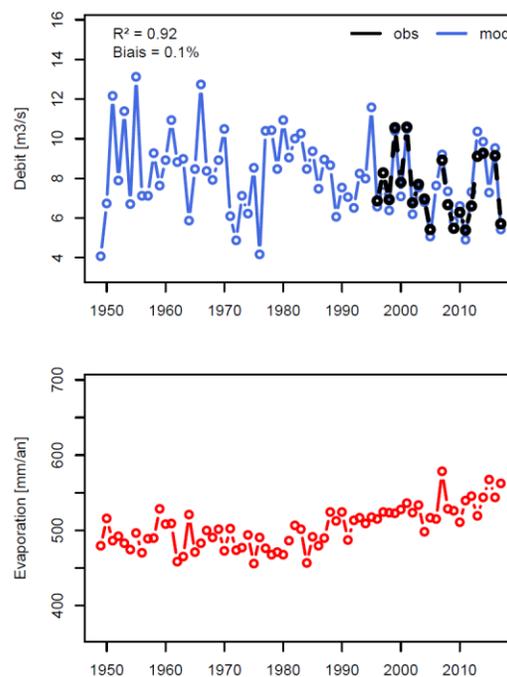
Prise en compte du CC à EDF : description de la variabilité hydrologique récente



Isère@Grenoble [5700 km² - 1948-2017]

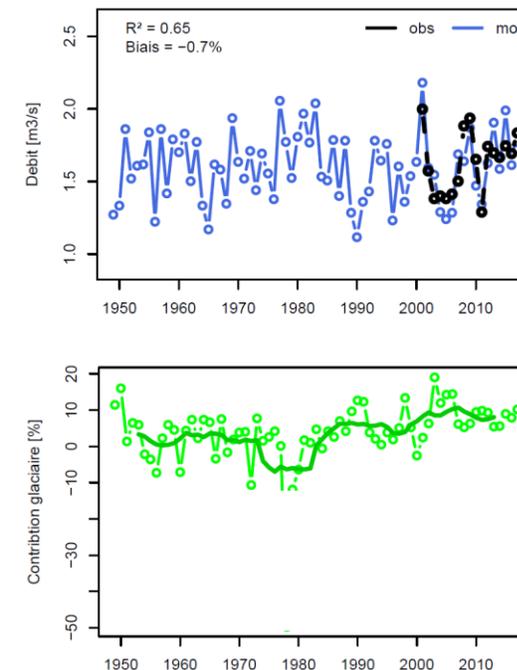


Contexte pluvio-nival
ANR@CentraleArly [236 km²]



Une **baisse** des écoulements associée à l'augmentation de l'évapotranspiration

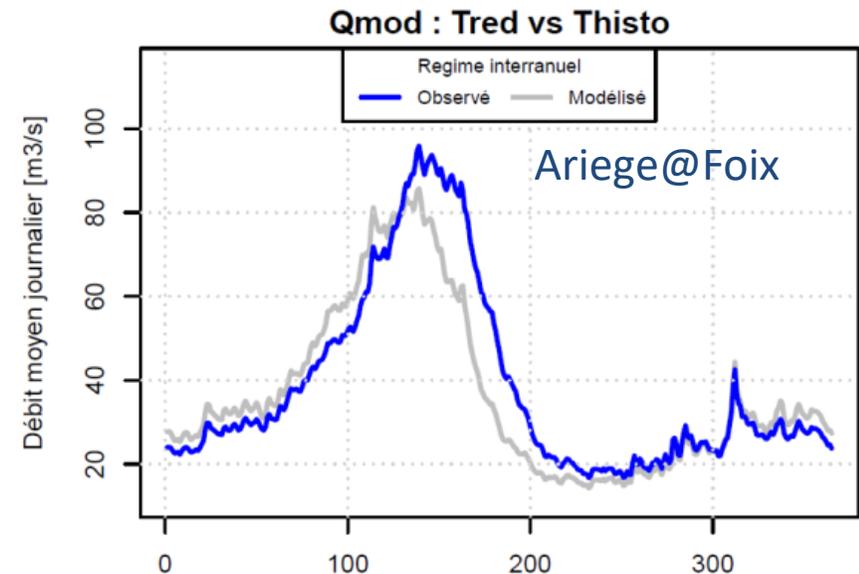
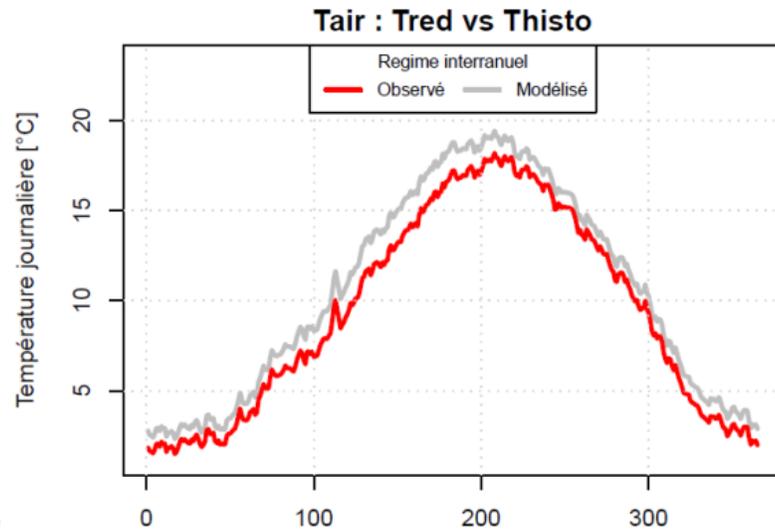
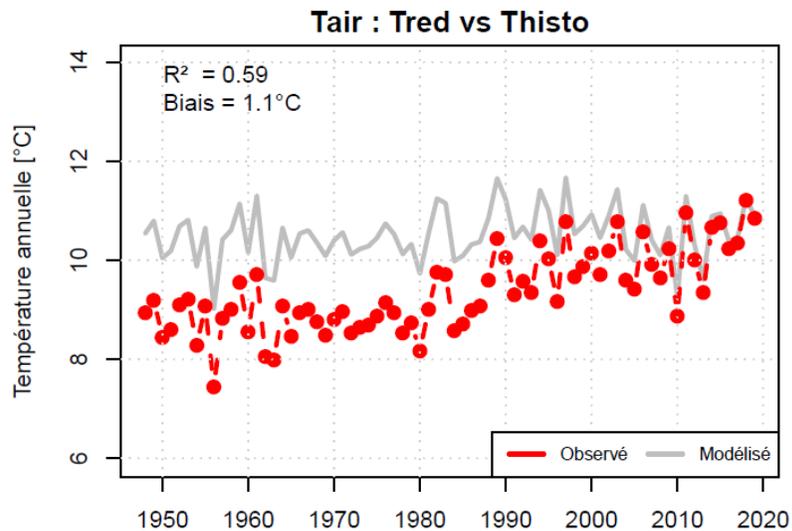
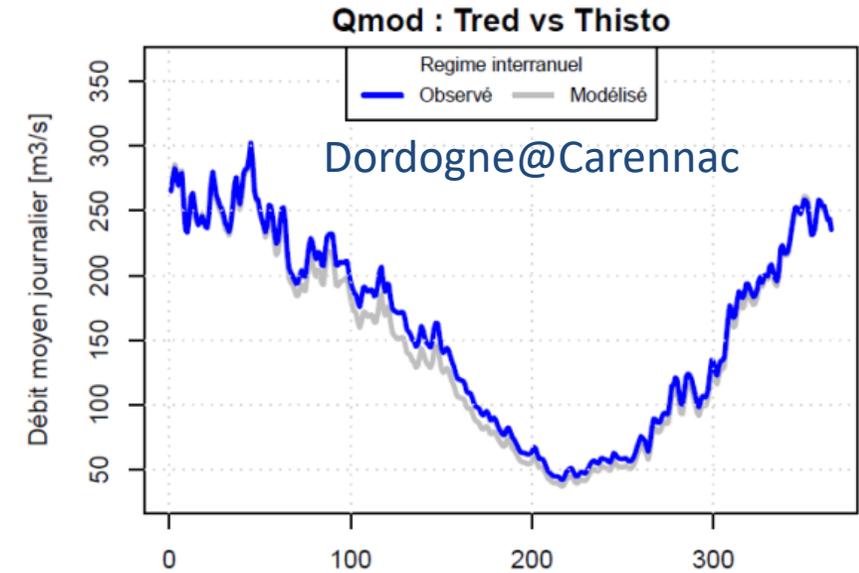
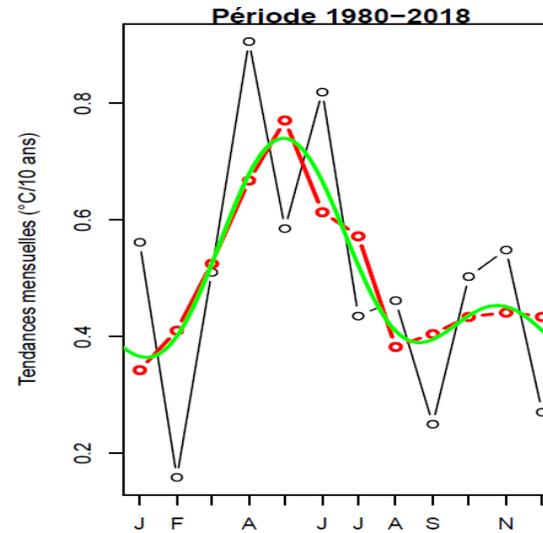
Contexte nivo-glaciaire
Isère@Vallsère [45 km²]



Une **stabilité/augmentation** des écoulements associée à l'accélération de la fonte glaciaire

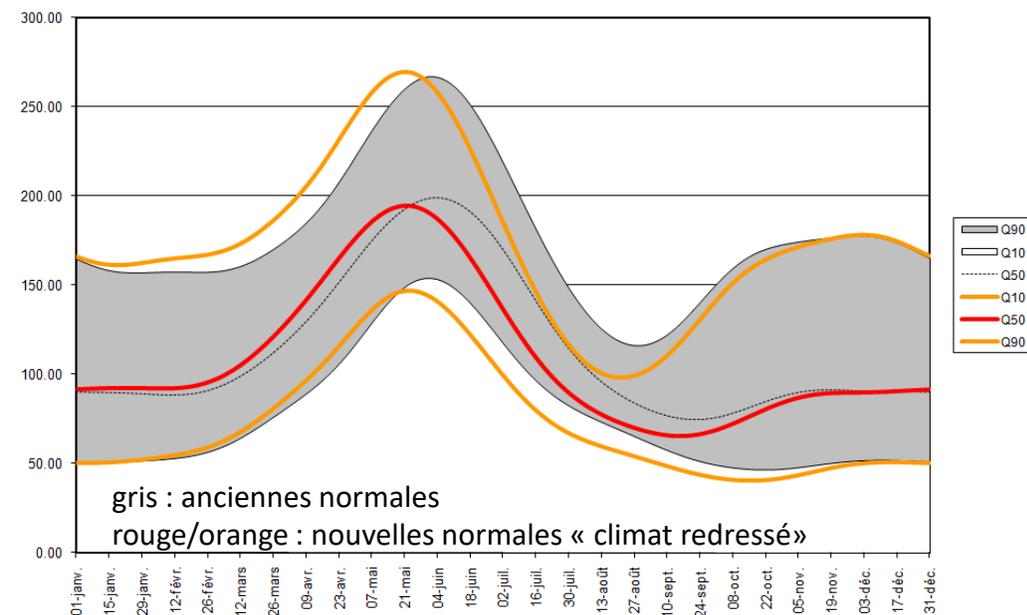
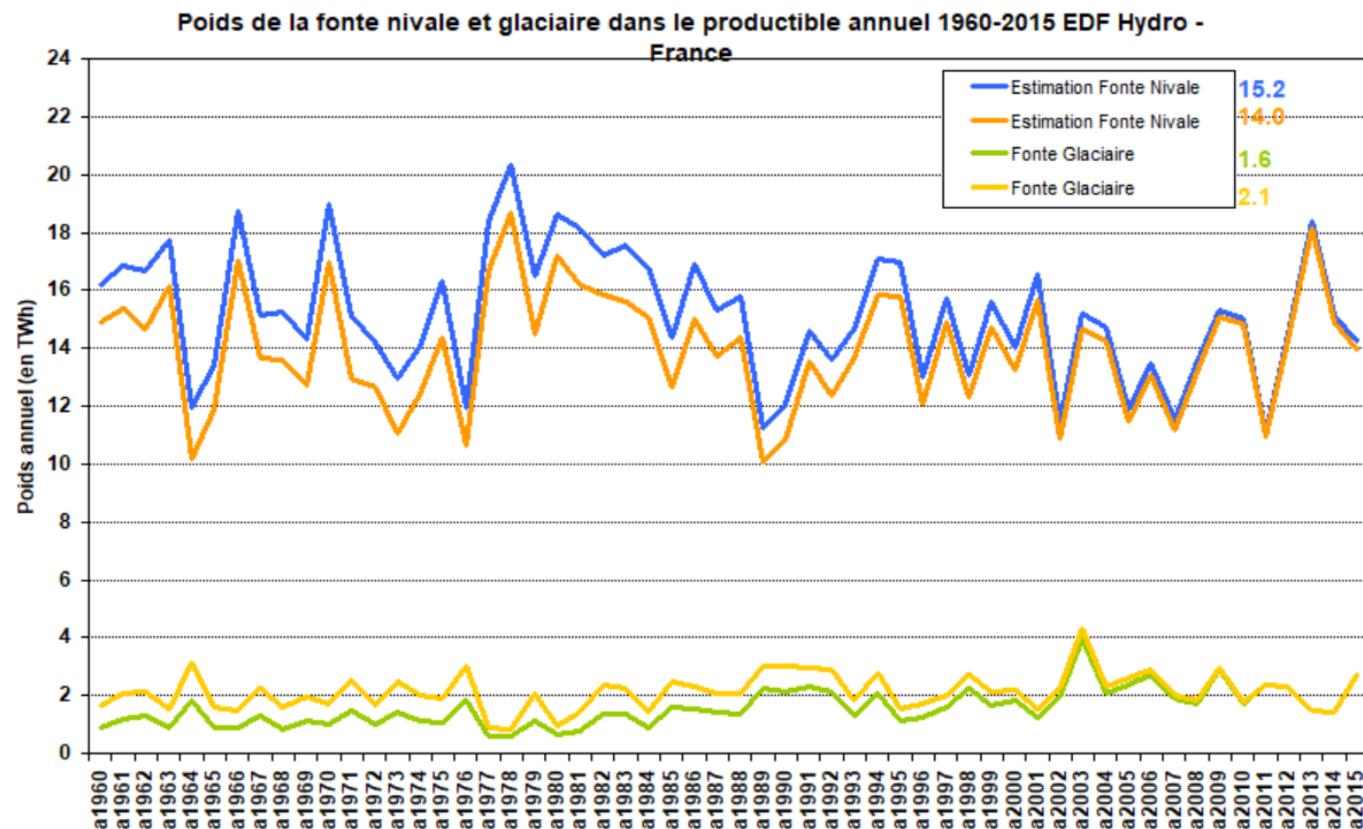
Prise en compte du CC à EDF : Simulations en climat « redressé »

- Définition d'un climat « Présent » :
 - Redressement des températures d'air à partir des tendances observées
 - Pas de modification des précipitations
- Simulation sur les données historiques « redressées »



Prise en compte du CC à EDF : Évolution du productible EDF HYDRO

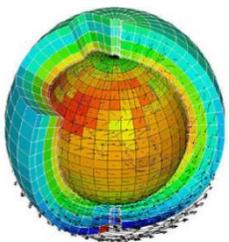
- Aggregation (107 témoins MORDOR) + Transformation en productible (algorithme ADELHY)



Productible global France (en GWh) :

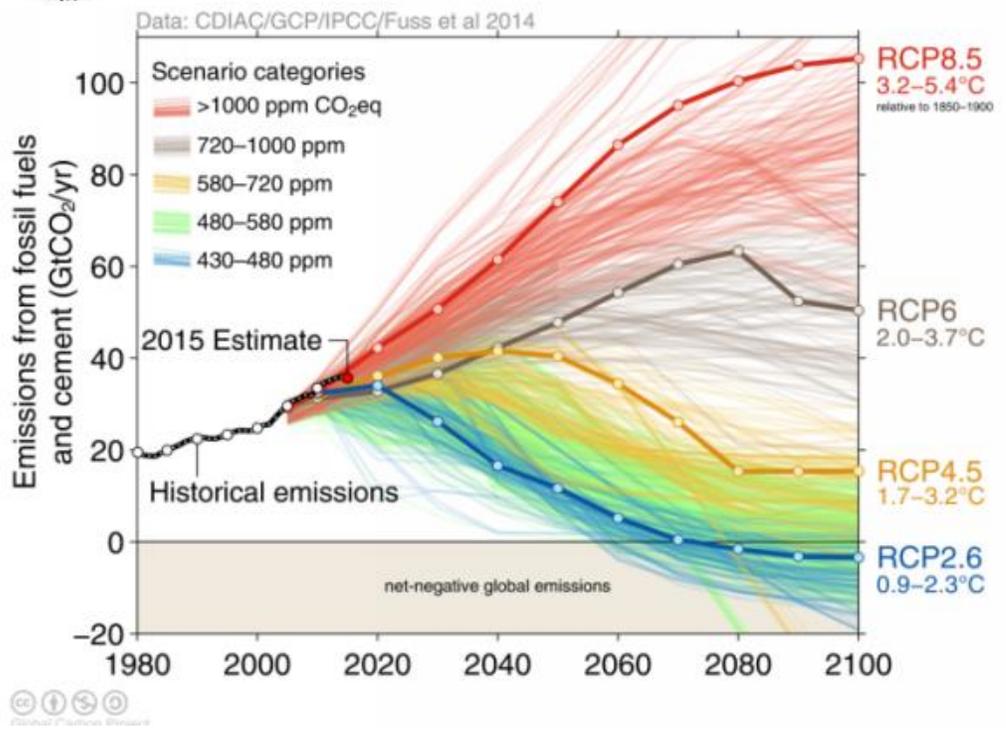
- Poids de l'enneigement: forte variabilité interannuelle + légère tendance à la baisse
- Poids du glaciaire: tendance à l'augmentation (accélération de la fonte depuis années 80) – ex. 2003
- Décalage de l'onde de fusion
- Baisse du productible en été (conforme aux observations récentes)

Prise en compte du CC à EDF : Projections climatiques



GIEC / Services Climatiques institutionnels

Service climatique EDF (R&D/DTG)

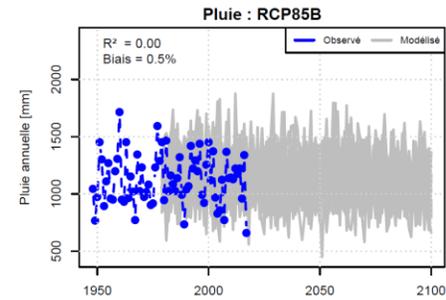
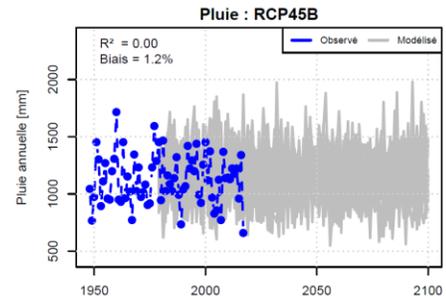


plus de 20 TO de données climatiques CMIP5 récupérées (~Europe)

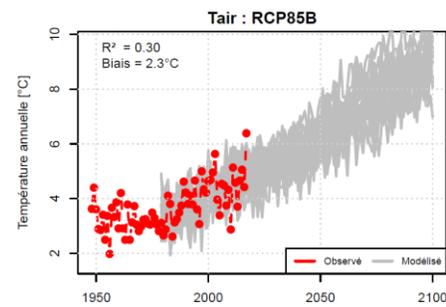
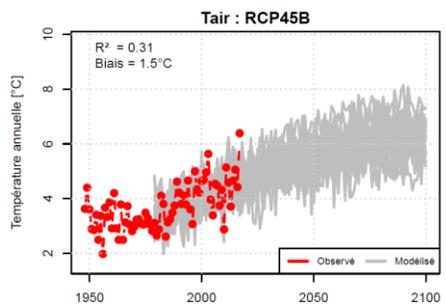
On privilégie 17 modèles et 2 scénarios (RCP 8.5 et RCP 4.5)

« downscaling » France (analogues)

Précipitations

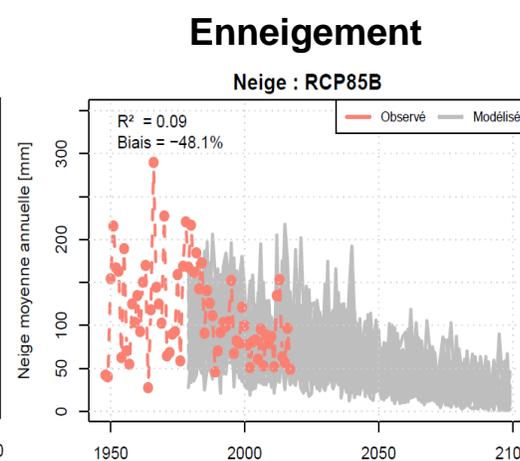
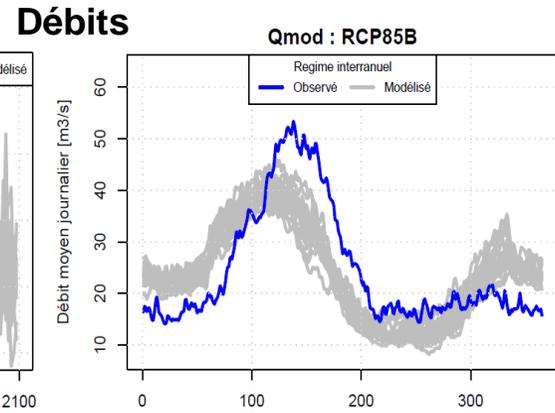
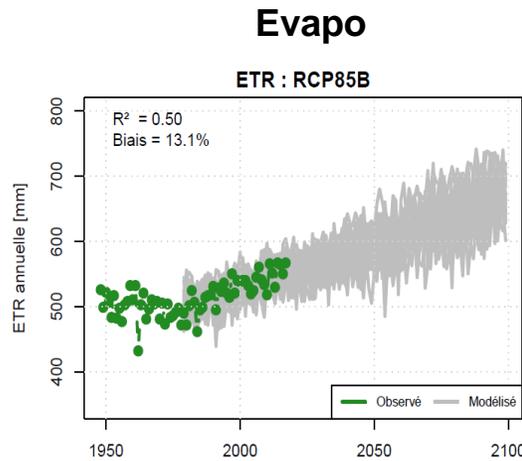
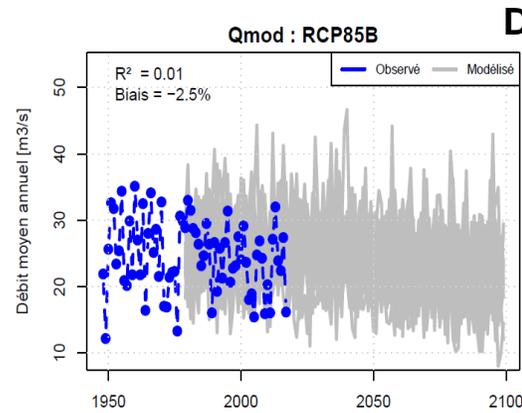
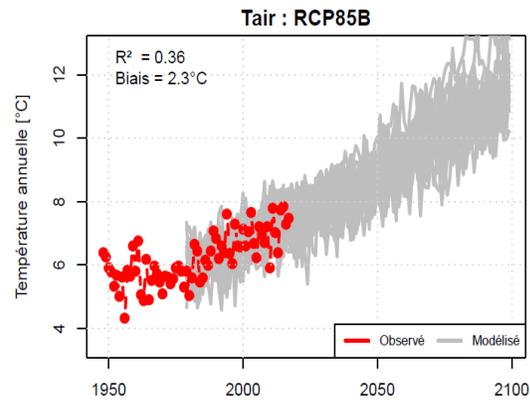
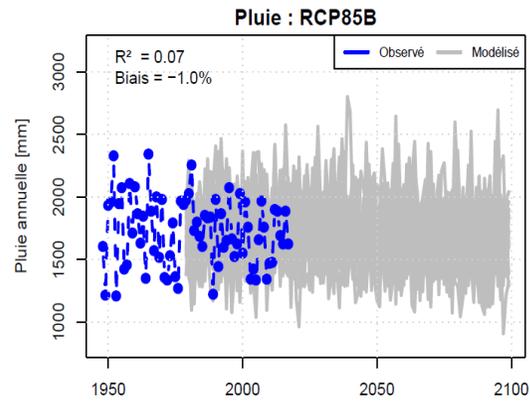


Températures d'air





Exemple étude Isère (projections RCP8.5) – Arly@Confluence



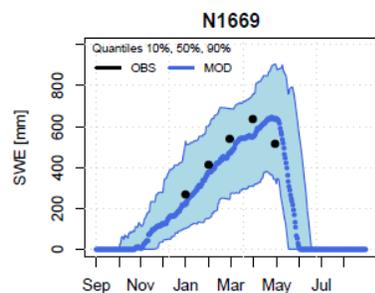
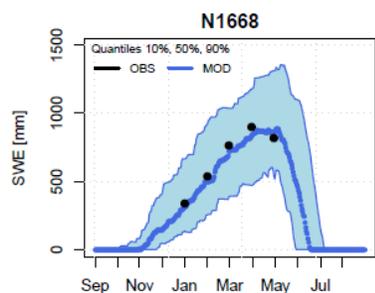
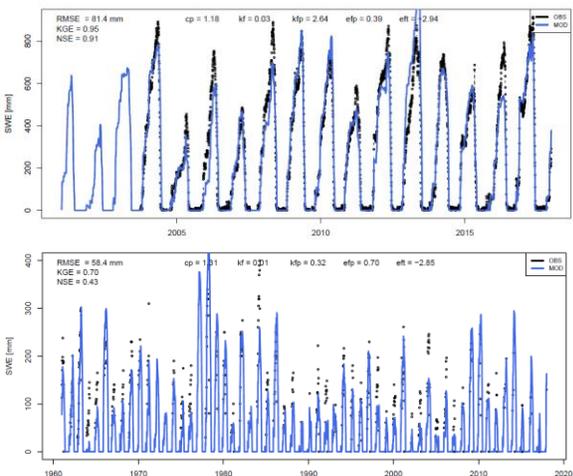
- Augmentation évapotranspiration
- Baisse de l'enneigement
- Baisse des écoulements
- Modification du régime de débit

Prise en compte du CC à EDF : Impact sur l'enneigement

Un réseau d'observation EDF

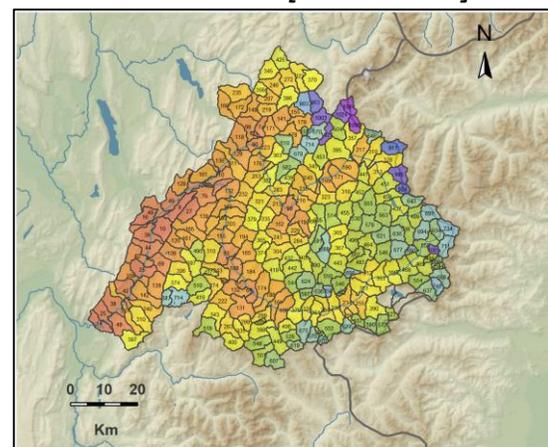


- Réseau auto: 36 nivomètres à Rayonnement Cosmique
 - Réseau manuel: 140 perches
 - Une reconstruction historique par modélisation
- Des références d'enneigement historiques (normales, variabilité)

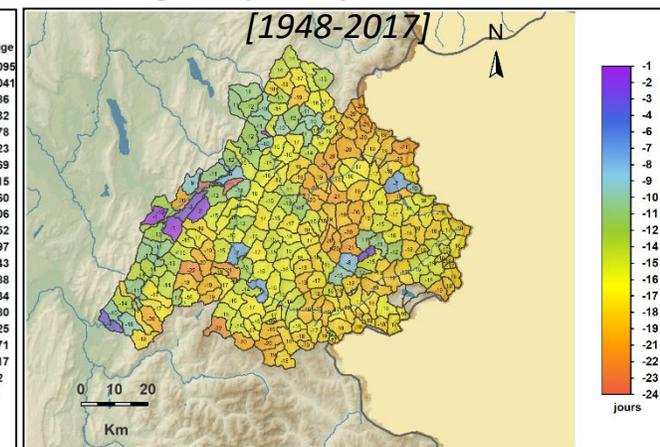


Une modélisation à l'échelle des bassins

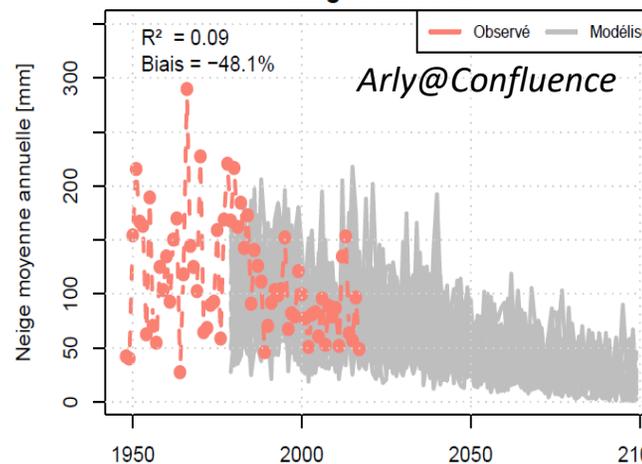
Smax [1948-2017]



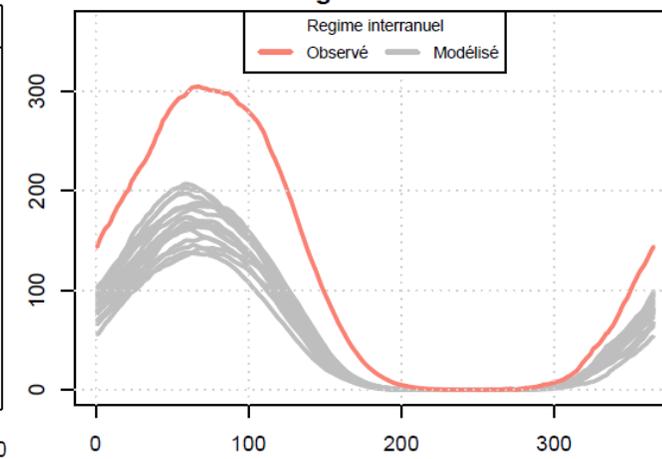
Décalage du pic de fonte Tred – Thisto [1948-2017]



Neige : RCP85B



Neige : RCP85B

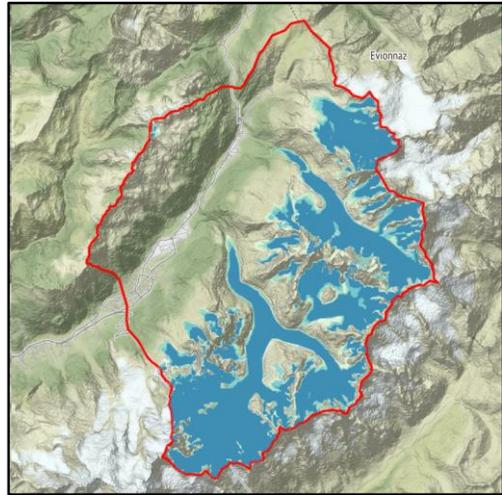


Aujourd'hui: un pic de fonte avancé de 15J

Demain: une quantité de neige et une durée d'enneigement largement réduite

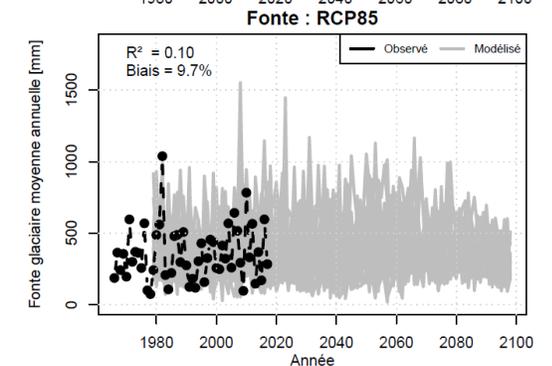
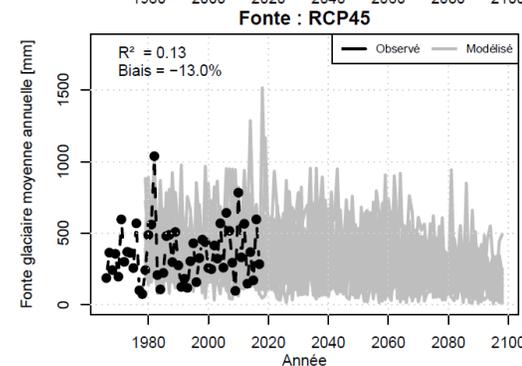
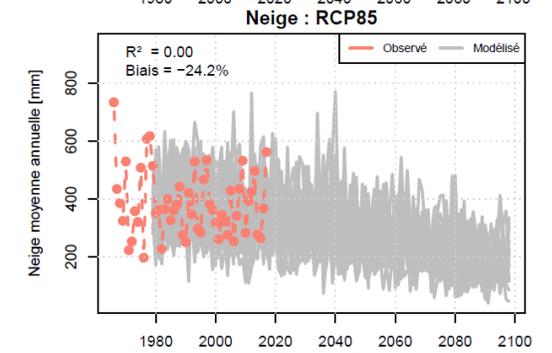
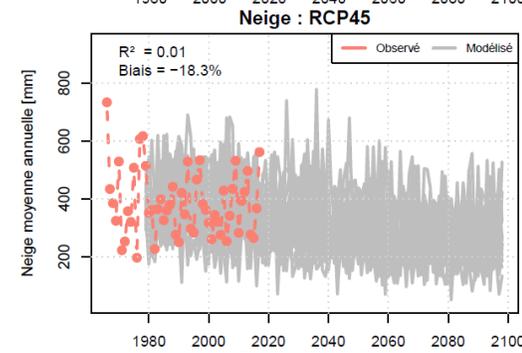
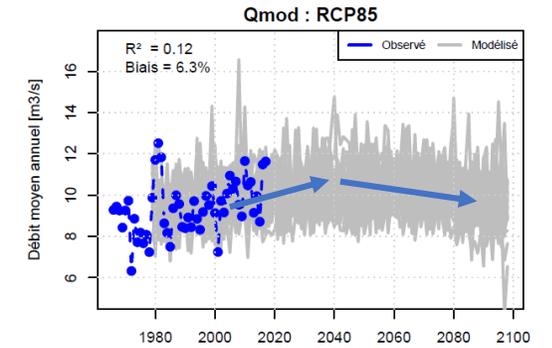
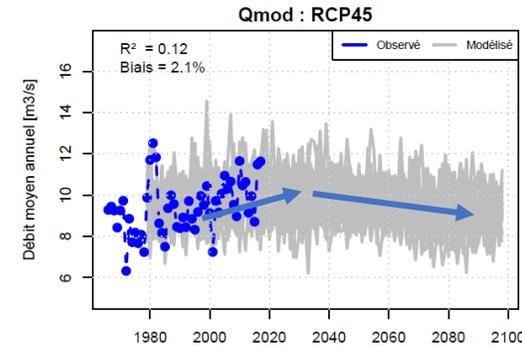
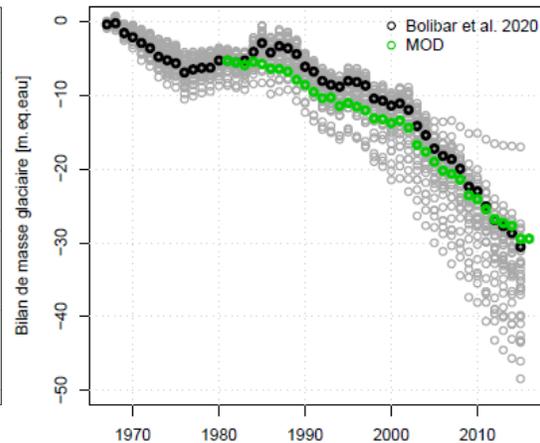
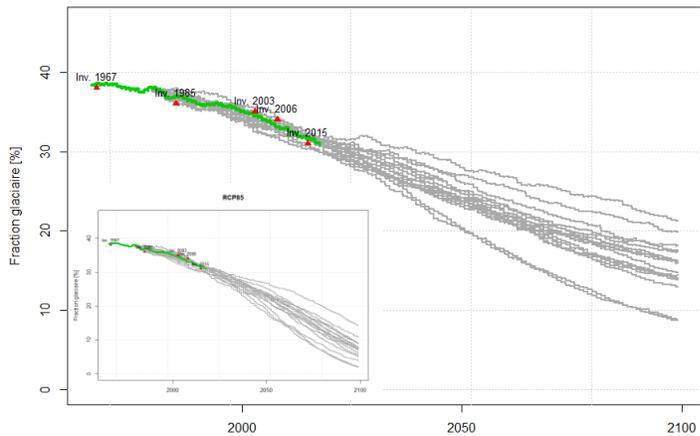
Nouveauté: modélisation explicite de l'évolution des glaciers

Arve@Chamonix [199 km²]



- Pic de fonte glaciaire entre aujourd'hui et 2040
- Diminution des débits à partir du mi-XXIe siècle

RCP45



Merci de votre attention