

➤ Atténuation du réchauffement des cours  
d'eau par la végétation.  
*Modélisation des stratégies de restauration  
de la ripisylve*

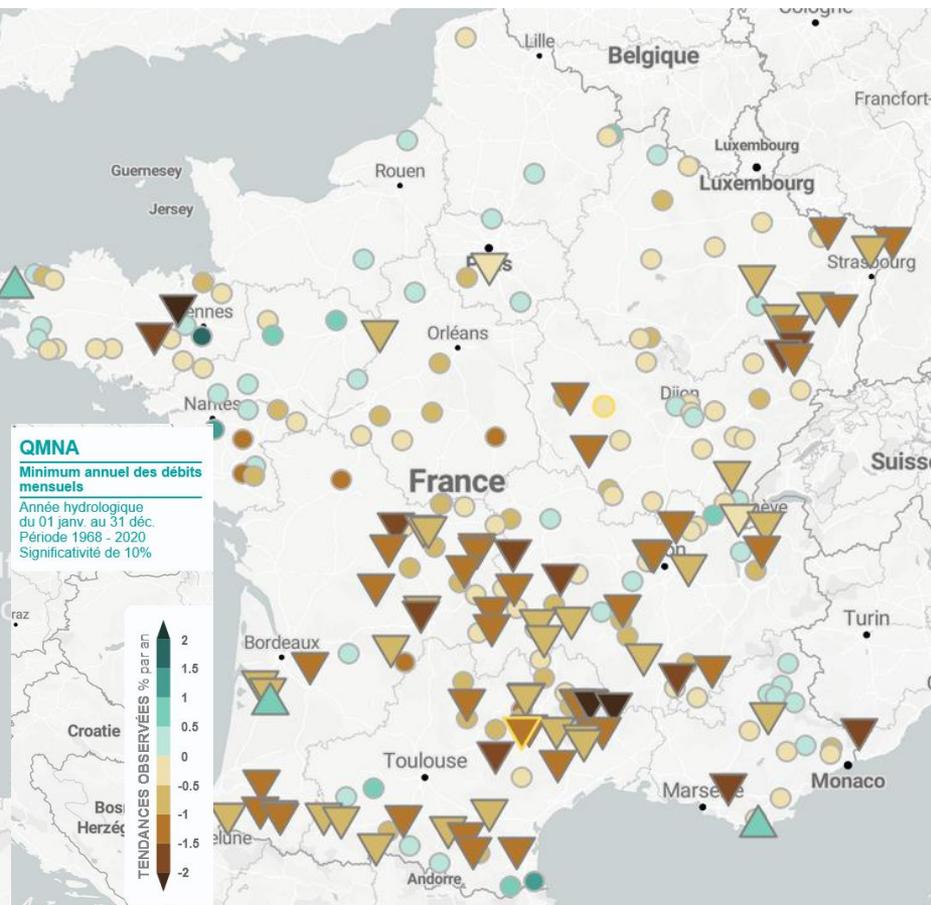
Florentina Moatar, Guillaume Hevin, Léo Rouchy, Laurent Valette, Flora Branger

RiverLy, INRAE, Lyon, France

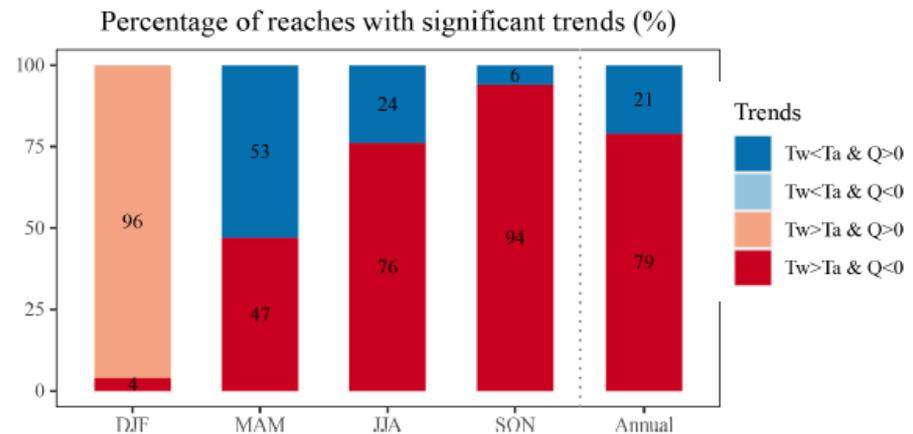
[florentina.moatar@inrae.fr](mailto:florentina.moatar@inrae.fr)

# ➤ Réchauffement plus important pour des cours d'eau dont les débits d'étiage ont diminué

Diminution des débits d'étiage depuis quelques décennies (triangles marron vers le bas)



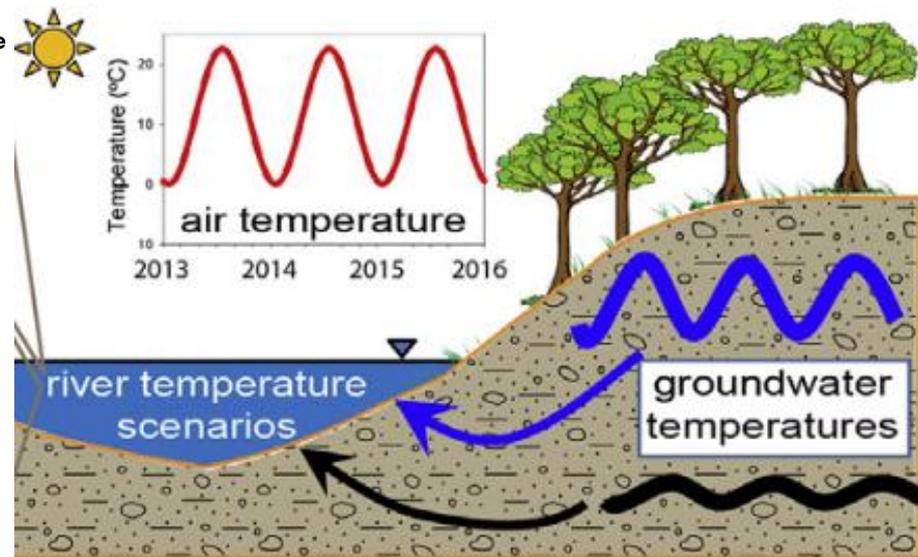
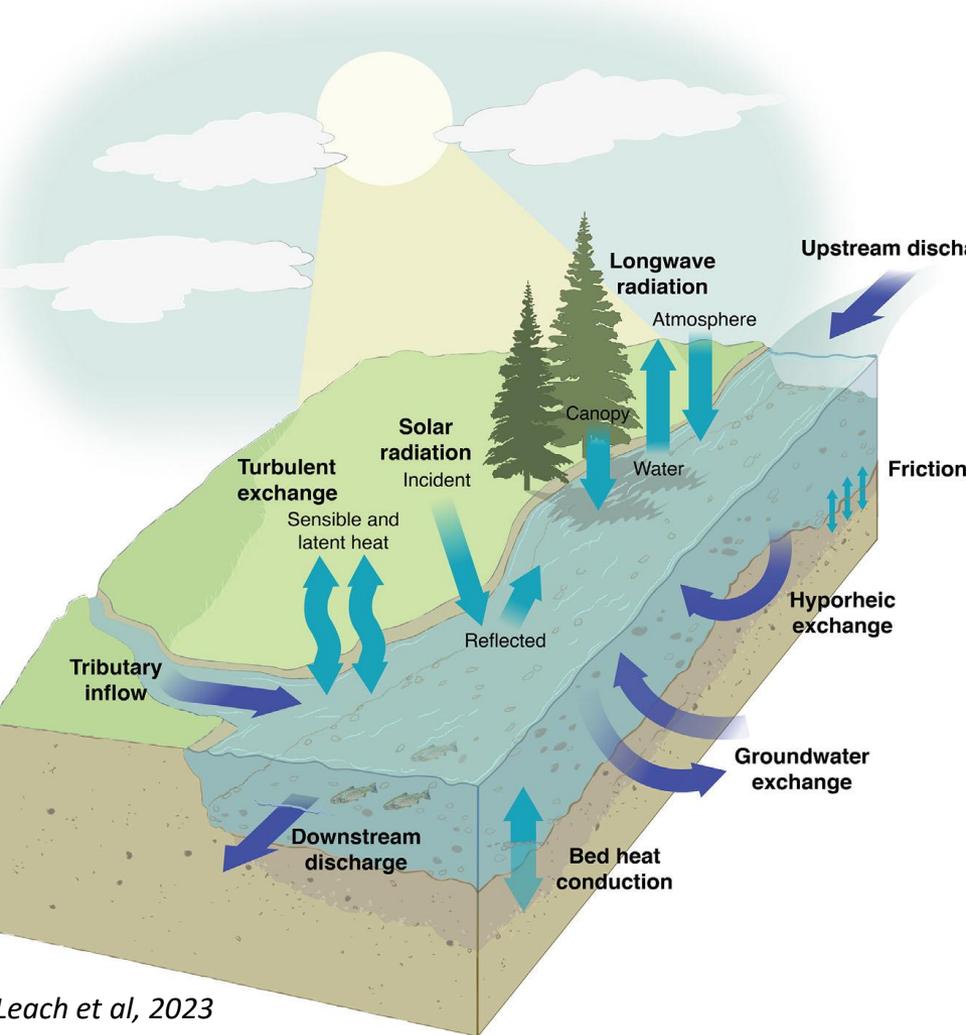
Dans le bassin de la Loire, les tronçons ou les débits ont diminués (Massif Central), le réchauffement de la température de l'eau dépasse celui de la température de l'air surtout en été  
air : 0.4 à 0.6°/décade; eau : > 0.6°/décade



Syedhashemi et al, HESS, 2022

# ➤ Quels sont les leviers pour atténuer le réchauffement ?

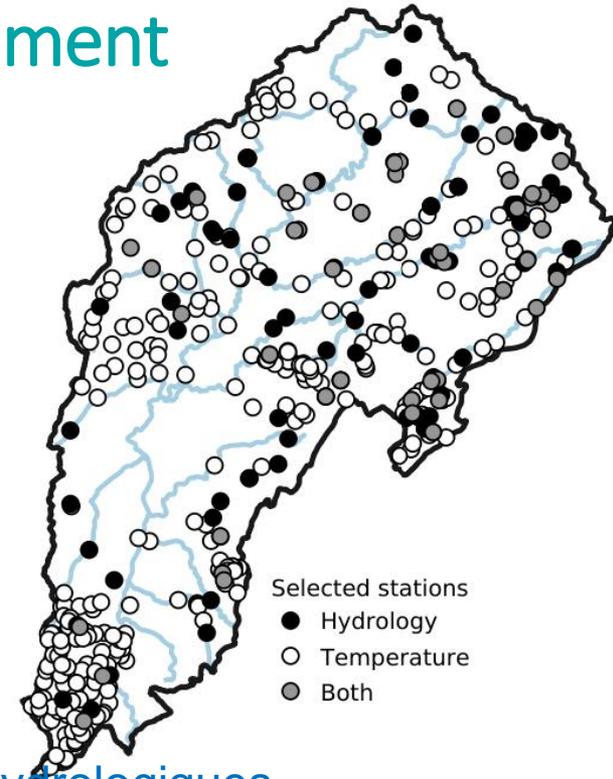
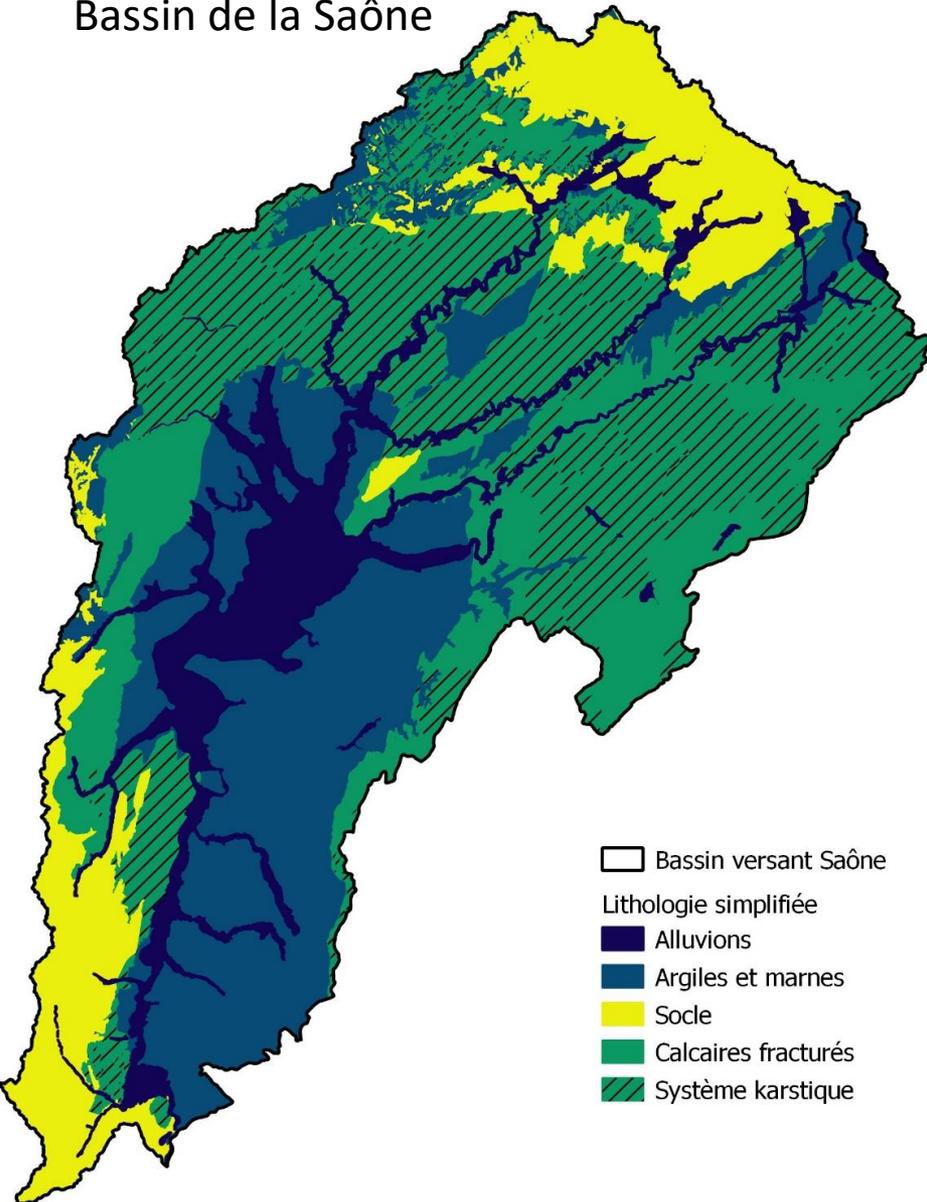
- ➔ Favoriser le soutien d'étiage et la connexion avec les eaux souterraines
- ➔ Optimiser la plantation des arbres



Briggs et al, 2018

# ➤ Analyse de la sensibilité au réchauffement

Bassin de la Saône



Données :

2010-2020

- 91 stations hydrologiques  
*Source : Banque HYDRO*
- 342 stations thermiques  
*Source : DREAL, OFB, FD*
- 44 stations couplées

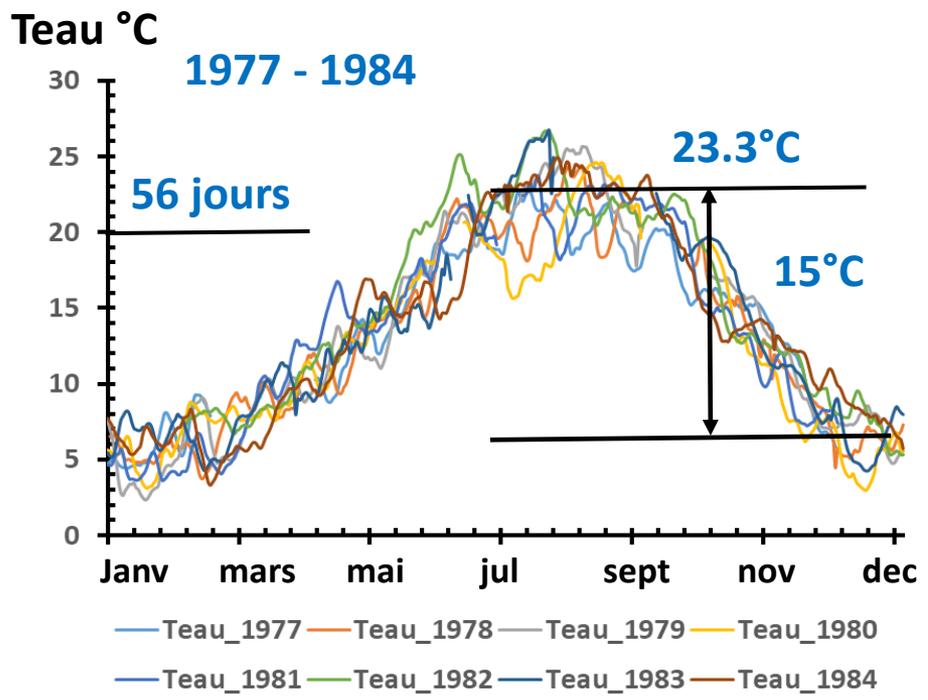
1977 – 2023

- 1 station thermique  
*Source : EDF - DTG*

# ➤ Quels indicateurs thermiques ?

## Basés sur les évolutions saisonnières de la température de l'eau Saône à Macon

Source : données EDF-DTG



**Moyenne 30 jours consécutifs les plus chaud**

1977 - 1984 23.3°C

**Nb max de jours consécutifs avec T eau > 20°C**

56 jours

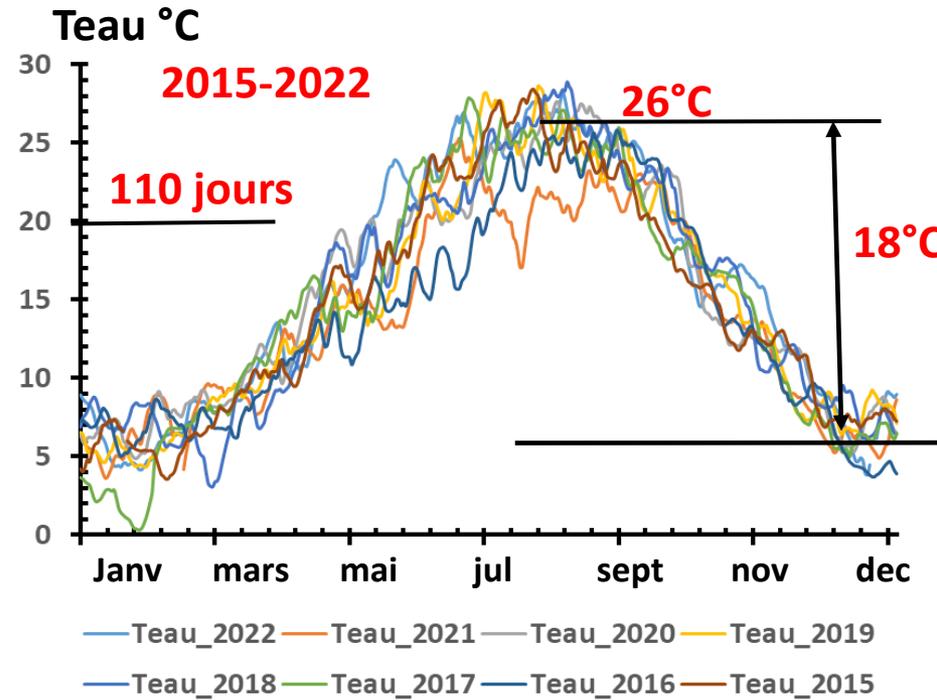
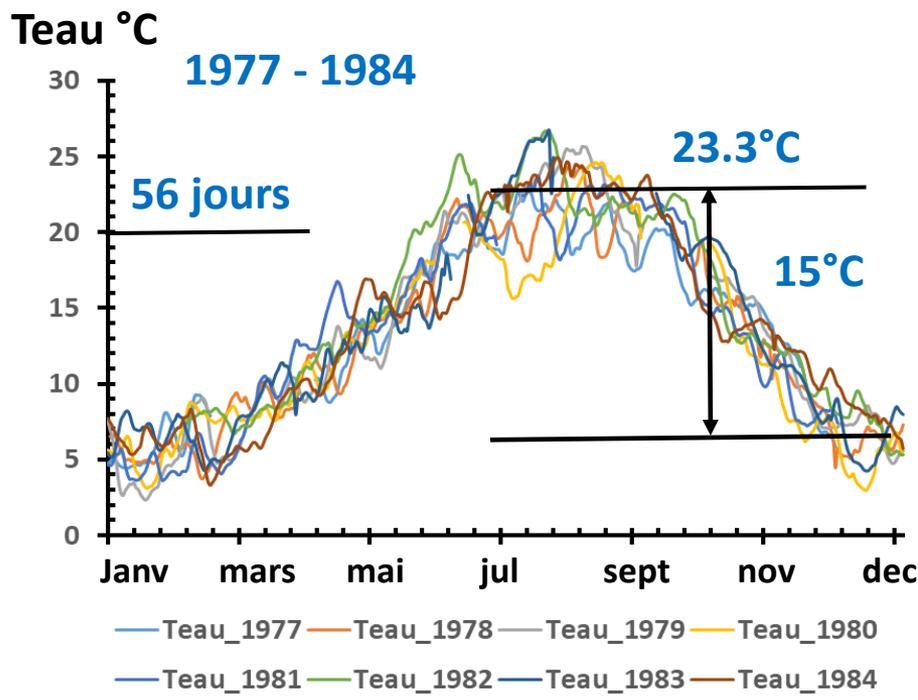
**Amplitude thermique annuelle**

15°C

# Quels indicateurs thermiques ?

## Basés sur les évolutions saisonnières de la température de l'eau Saône à Macon

Source : données EDF-DTG



Moyenne 30 jours consécutifs les plus chaud

1977 - 1984 23.3°C

26°C 2015-2022

Nb max de jours consécutifs avec T eau > 20°C

56 jours

110 jours

Amplitude thermique annuelle

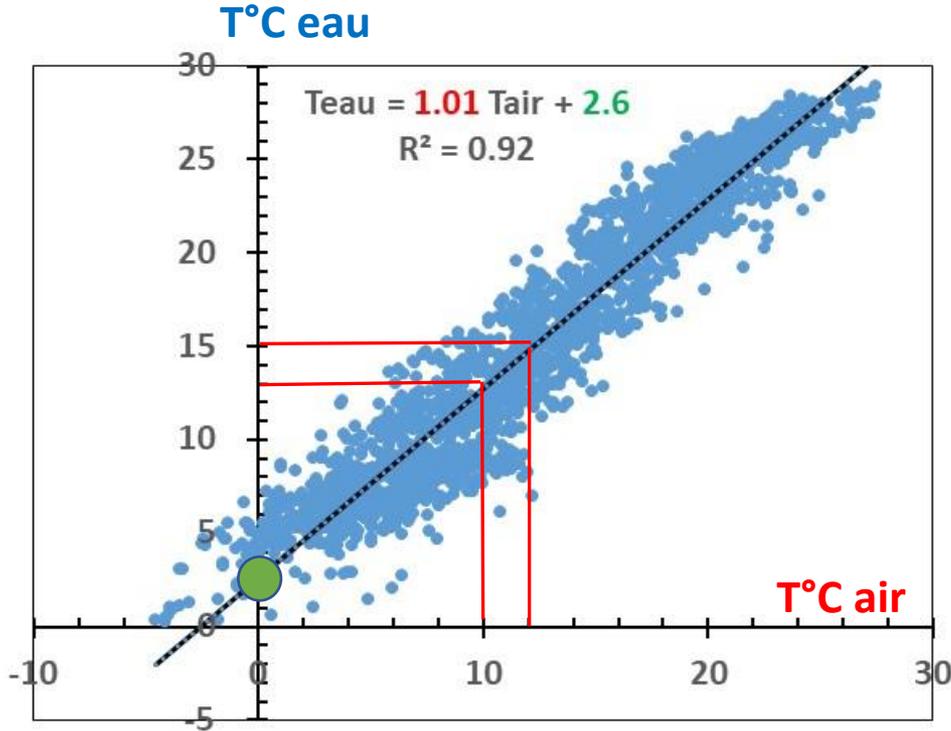
15°C

18°C

# ➤ Quels indicateurs thermiques ?

## Basés sur les écarts avec la température de l'air

### Saône à Macon



#### TS sensibilité thermique

1°C (Saône) ; 0.26°C (Cusancin)

#### Ordonnée à l'origine

2.6°C (Saône) ; 8.2°C (Cusancin)

Régimes thermiques différents

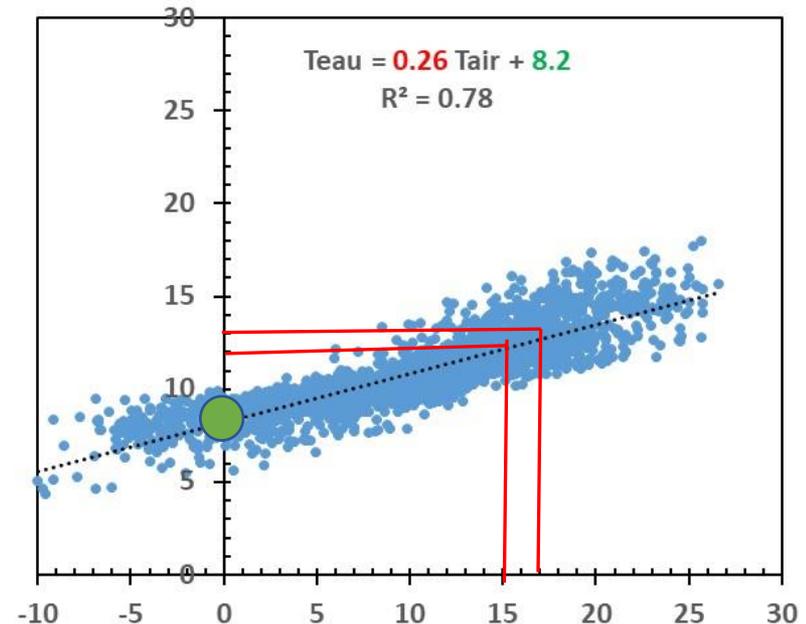
#### Pente (TS = sensibilité thermique)

X°C pour une augmentation de 1°C de la température atmosphérique

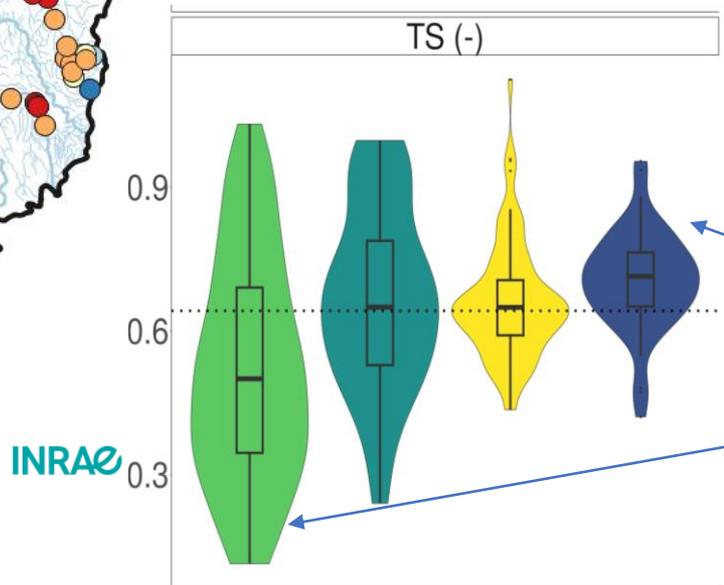
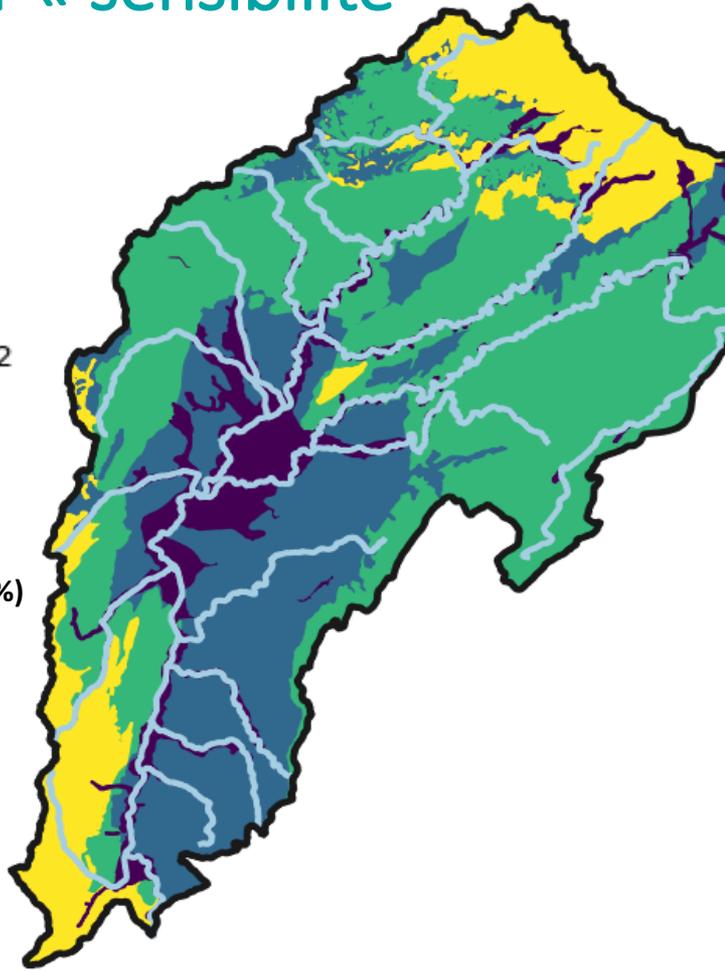
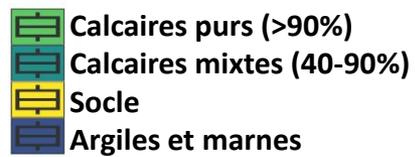
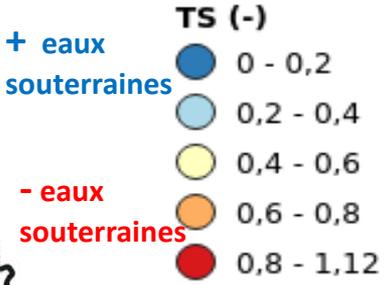
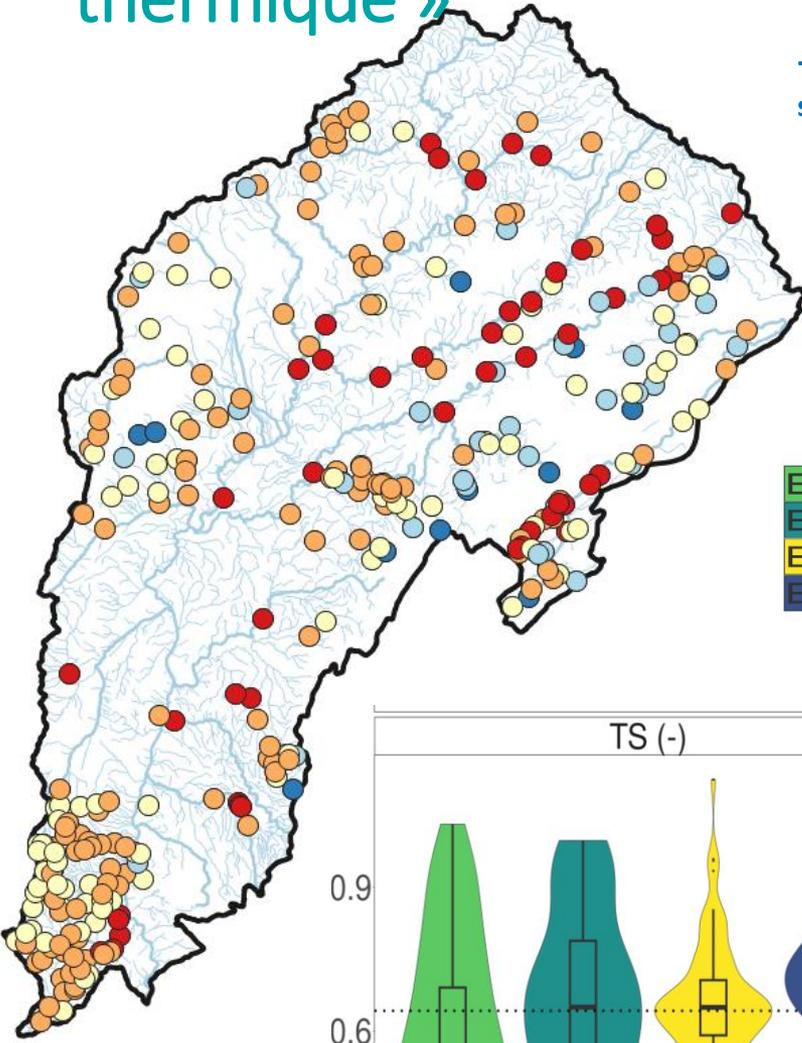
#### Ordonnée à l'origine

Température de l'eau quand la température atmosphérique = 0°C

### Cusancin à Baume-les-Dames



# ➤ Contrôle lithologique de l'indicateur « sensibilité thermique »

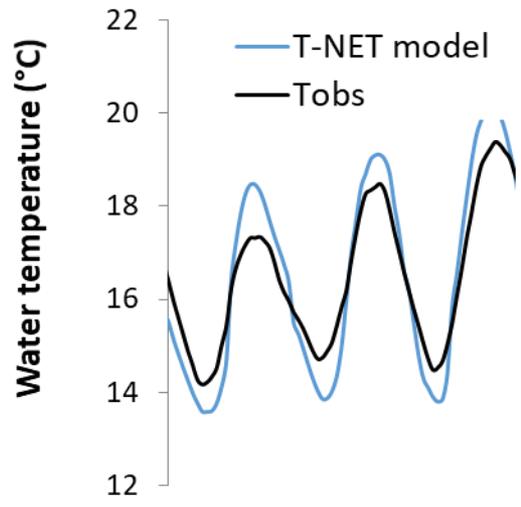
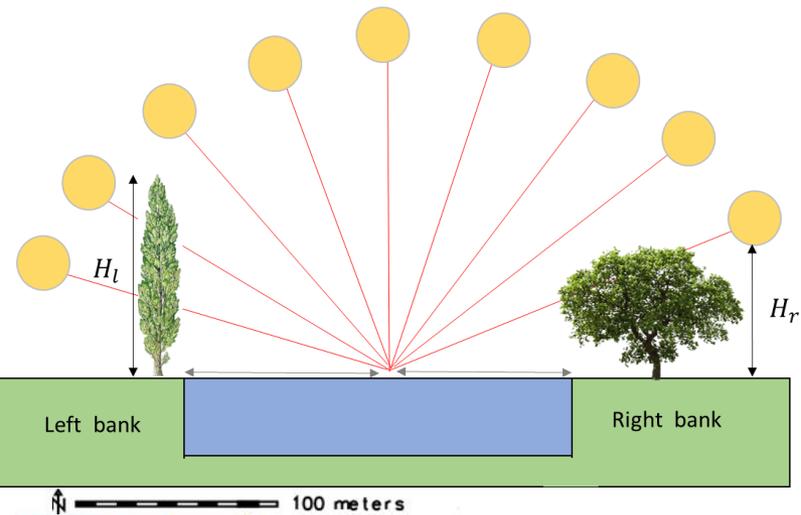


Les rivières drainant des roches karstiques sont moins sensibles au réchauffement atmosphérique, au contraire des rivières sur marnes et argiles

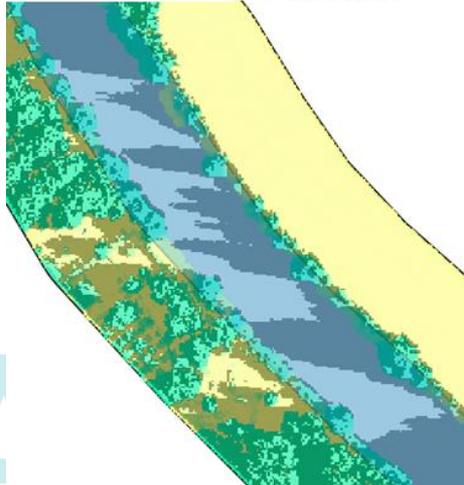
# ➤ Module végétation du Modèle T-NET

Effet principal de la végétation : atténuation de la radiation solaire

$$Flux_{ns} = (1 - Albedo) \times Rayonnement \times (1 - Ombrage)$$



- ➔ Période de l'année et de la journée
- ➔ Largeur du tronçon / Profondeur
- ➔ Temps de résidence (dist. à la source)
- ➔ Orientation tronçon
- ➔ Phénologie
- ➔ Hauteur végétation

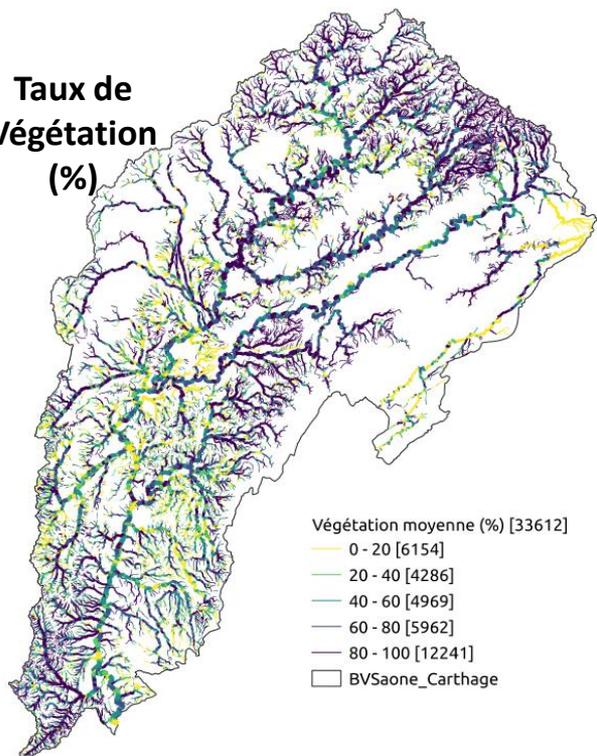


Hypothèses  
Hauteur végétation  
(BD Topo)

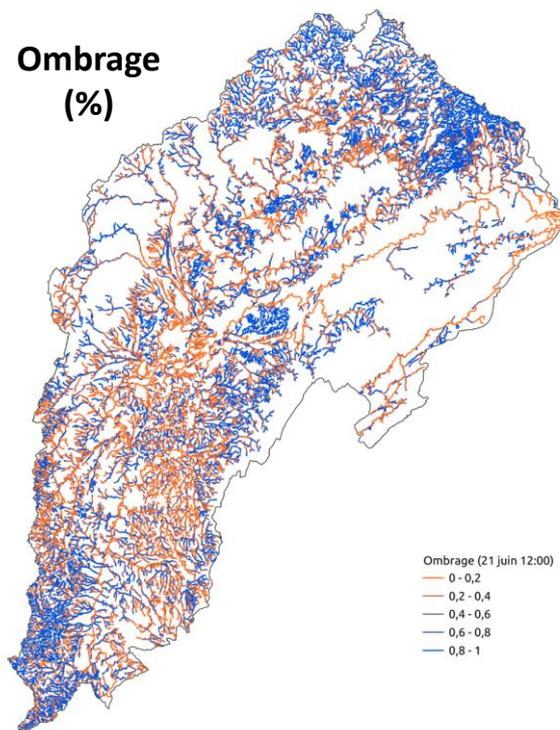
En cours de vérification  
avec Lidar IGN

# Etude de scénarios de végétation – Echelle bassin de la Saône

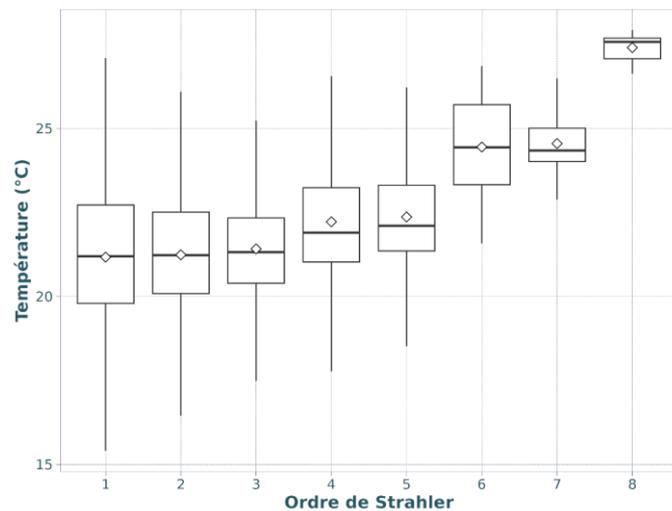
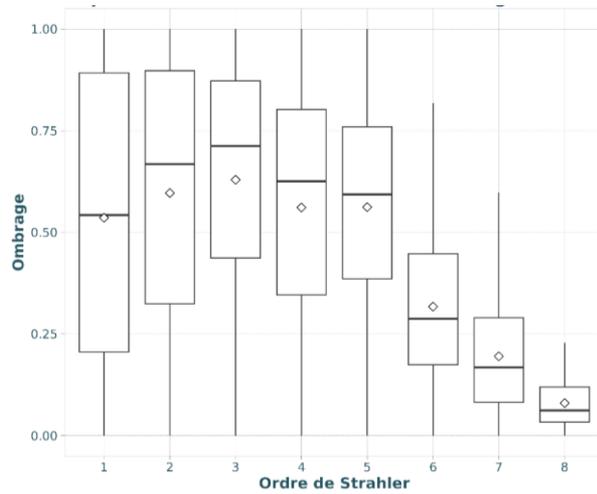
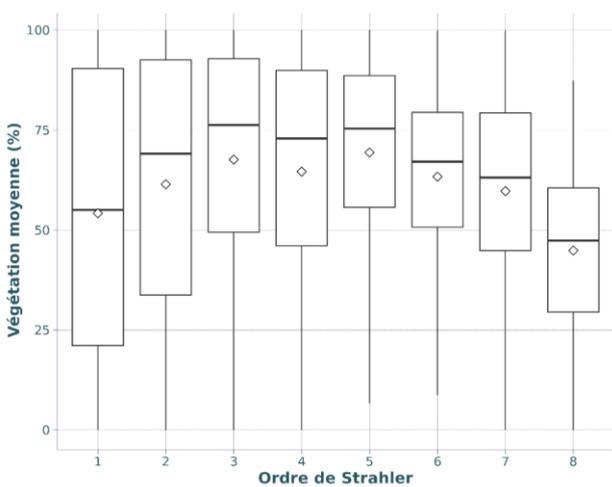
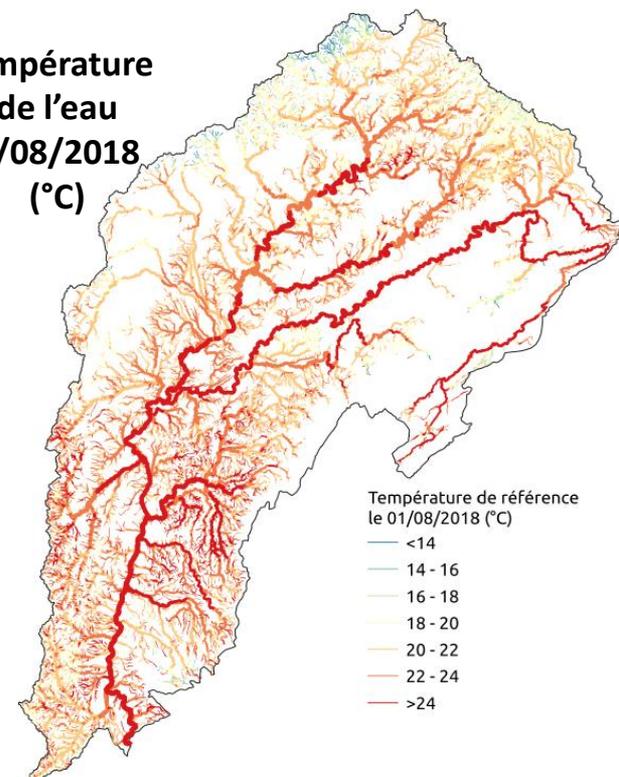
**Taux de Végétation (%)**



**Ombre (%)**



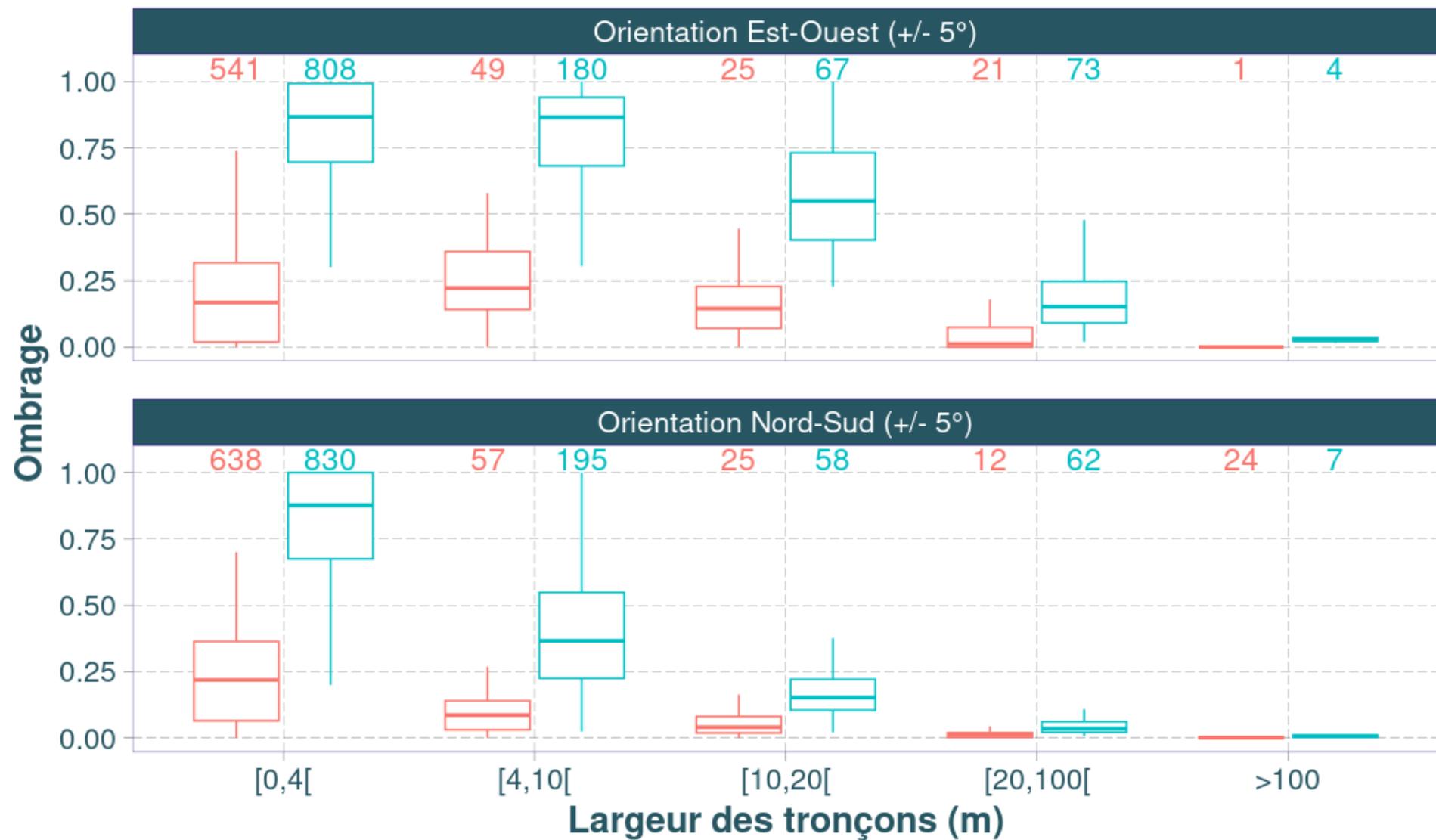
**Température de l'eau 1/08/2018 (°C)**



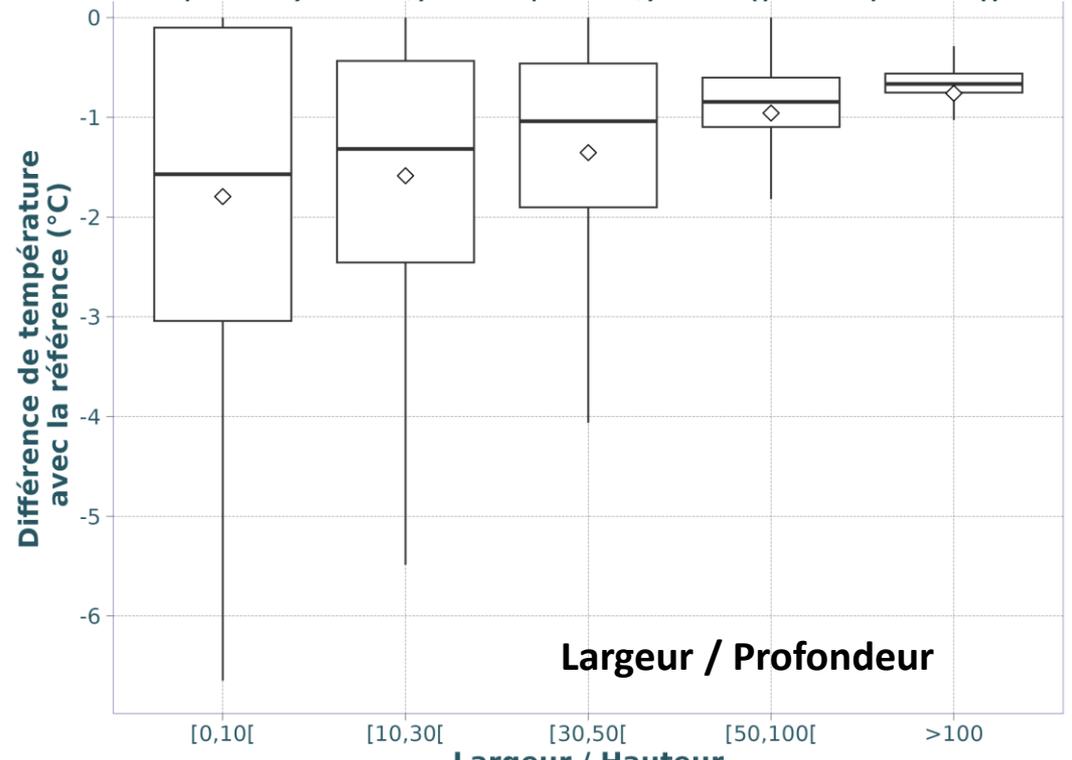
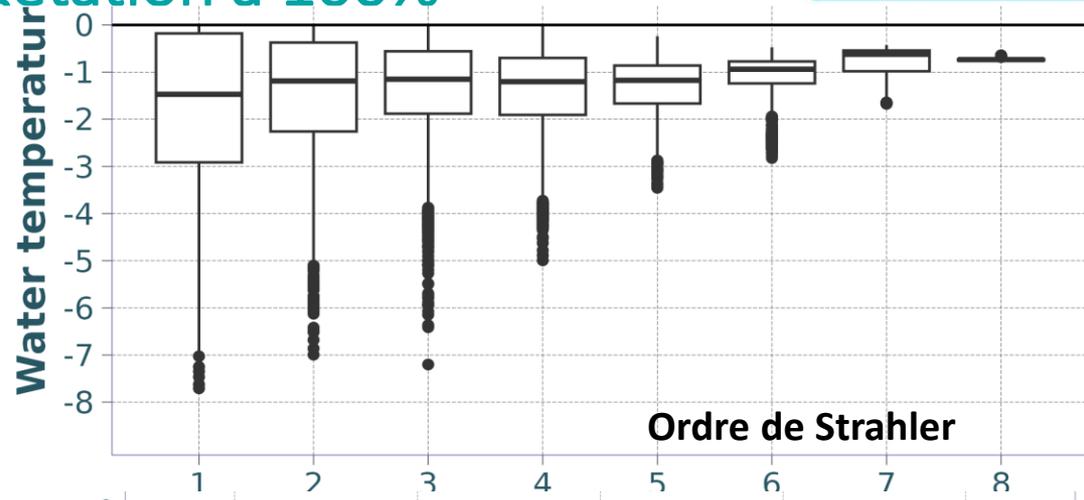
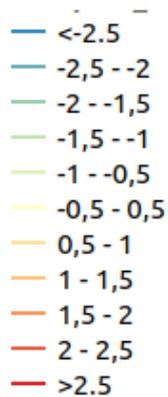
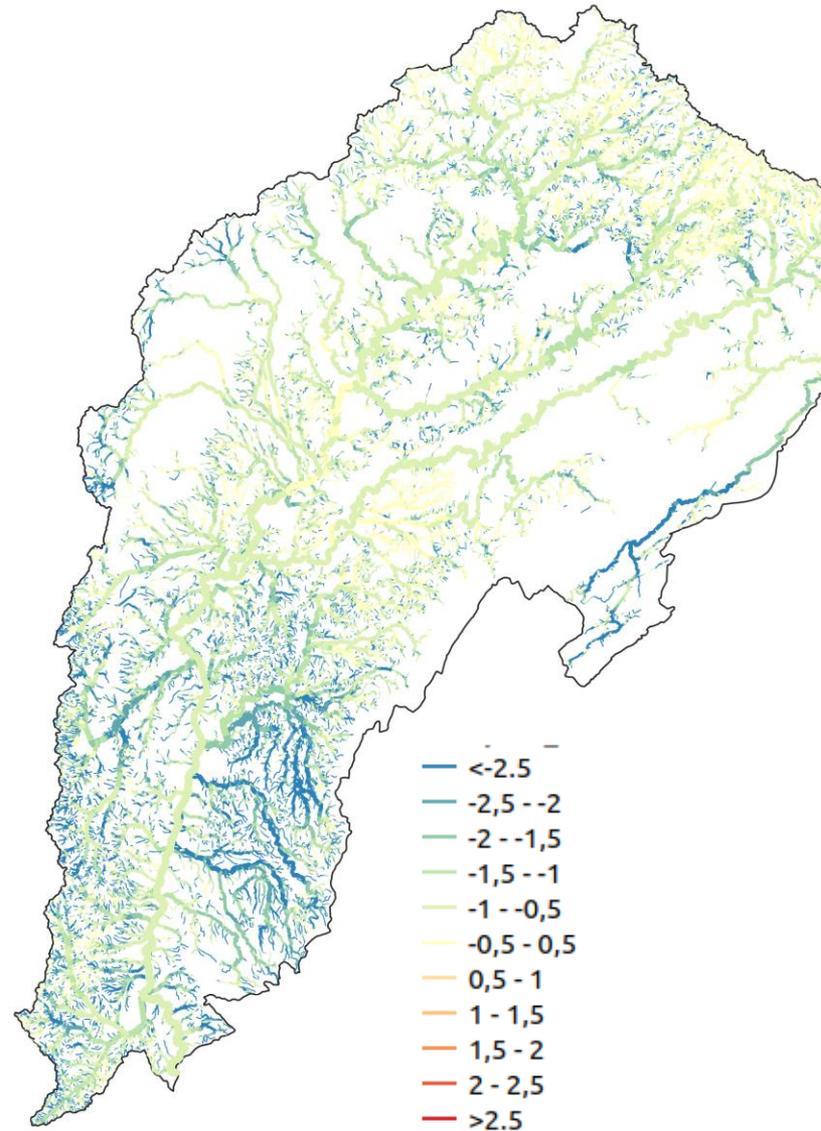
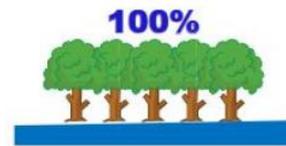
# Comparaison Ombrage/Largeur moyenne

Date: 2015-06-21 12:00:00

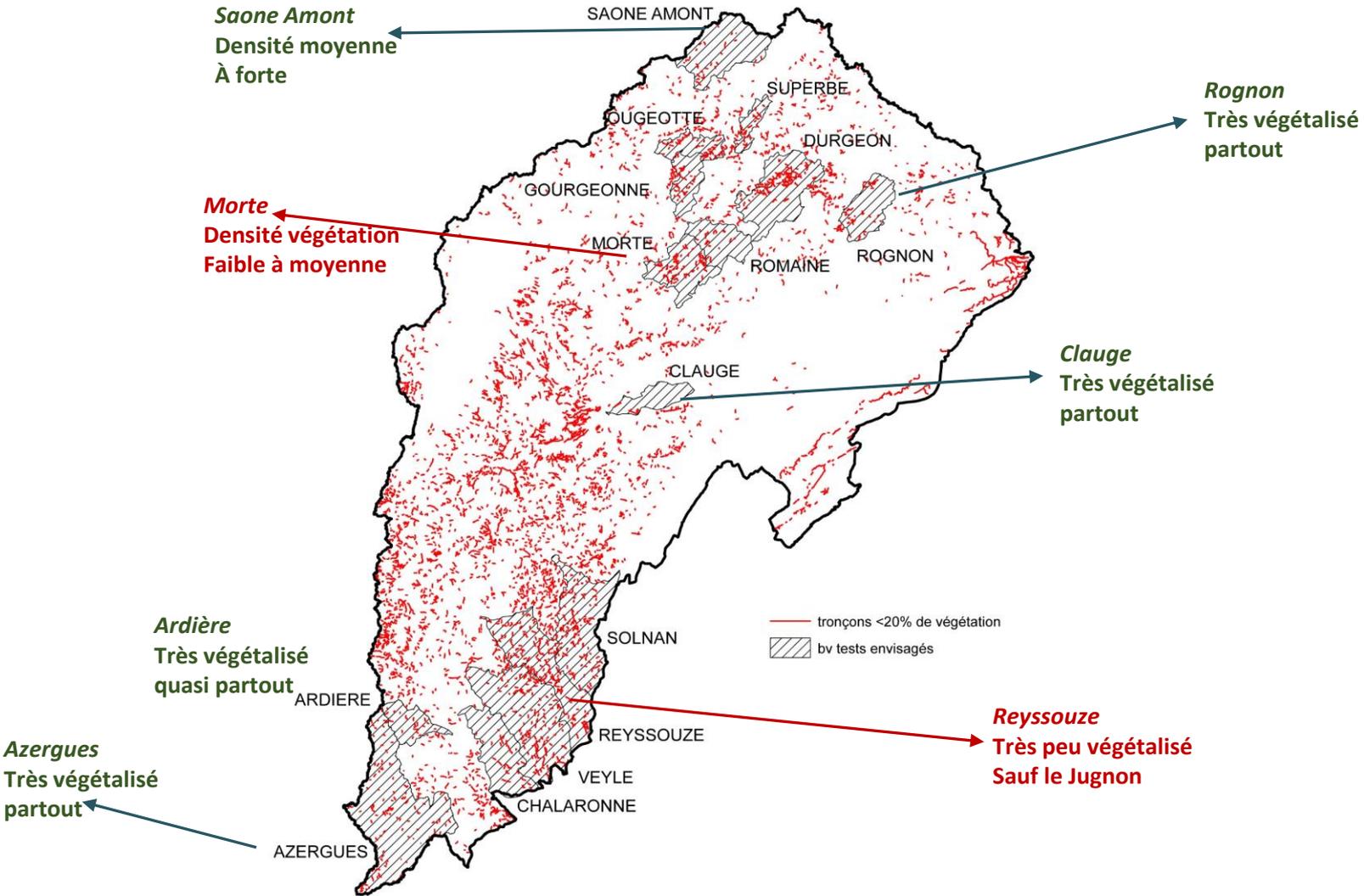
Végétation moyenne ▣ <=50% ▣ >50%



# Atténuation maximale de la température des cours d'eau : Couverture de végétation à 100%



# ➤ Test des scénarios pour des sous-bassins contrastés



# Reyssouze 2018-08-04

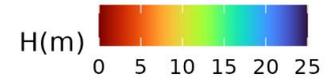
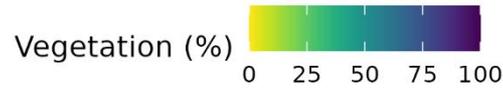
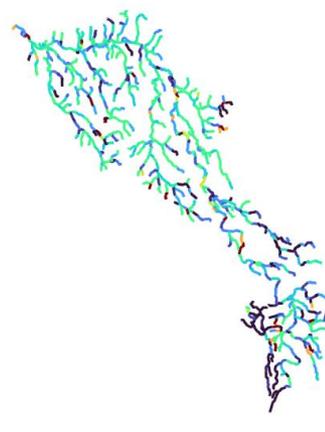
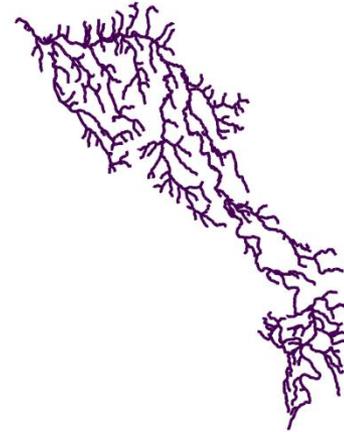
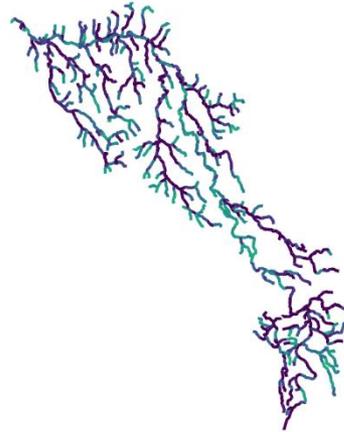
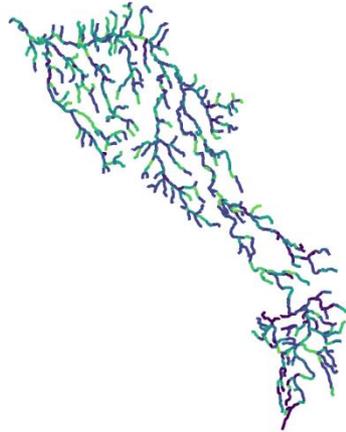
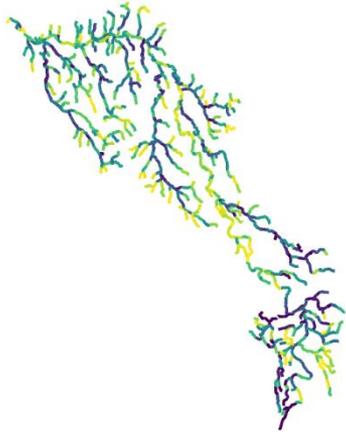
Reference

80% si Veg<20%

+40%

100%

## Hauteur végétation



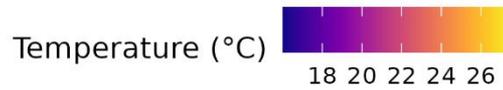
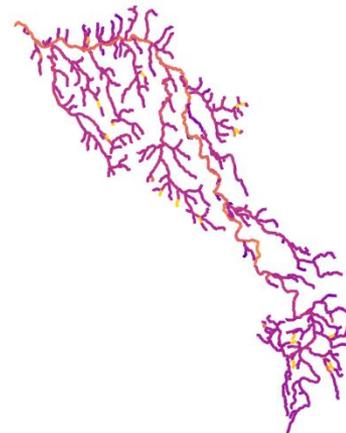
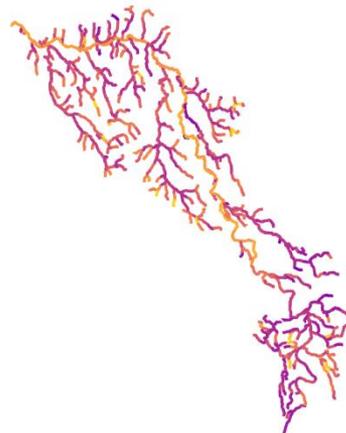
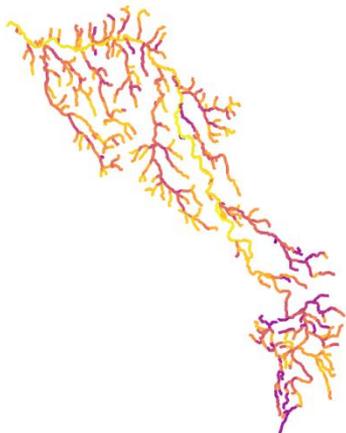
# Reyssouze du 2018-08-01 au 2018-08-07

Reference

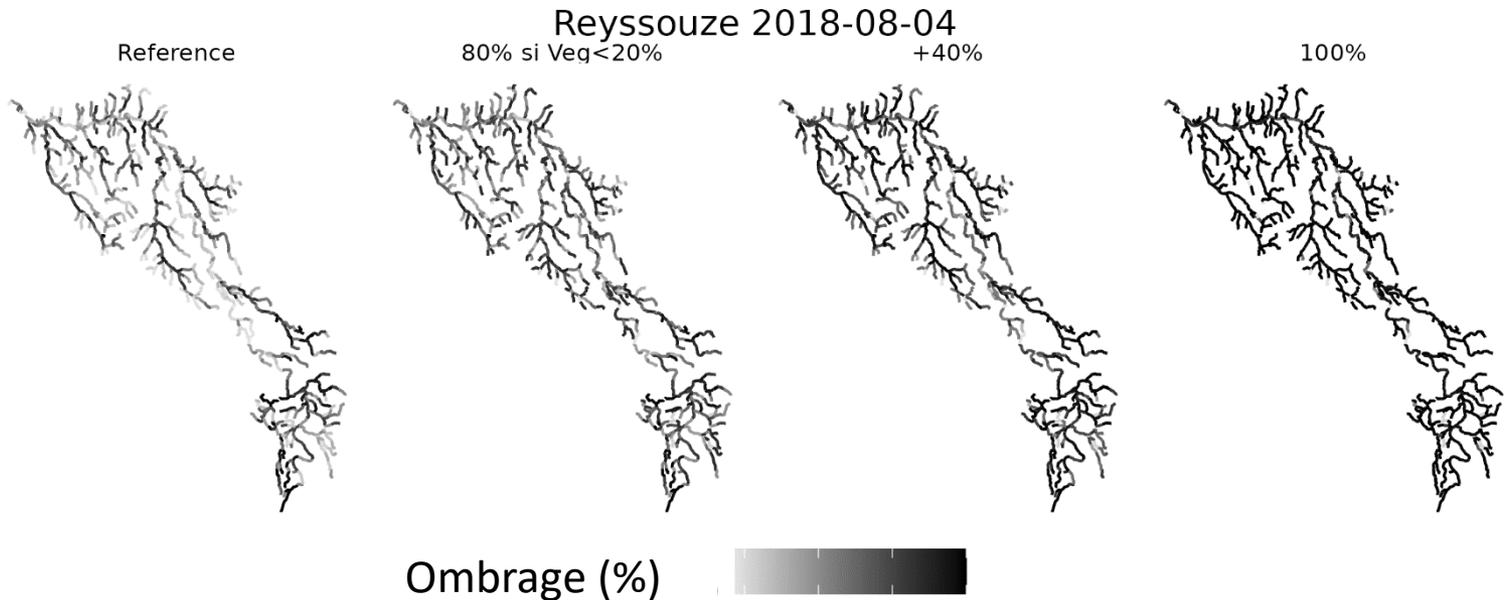
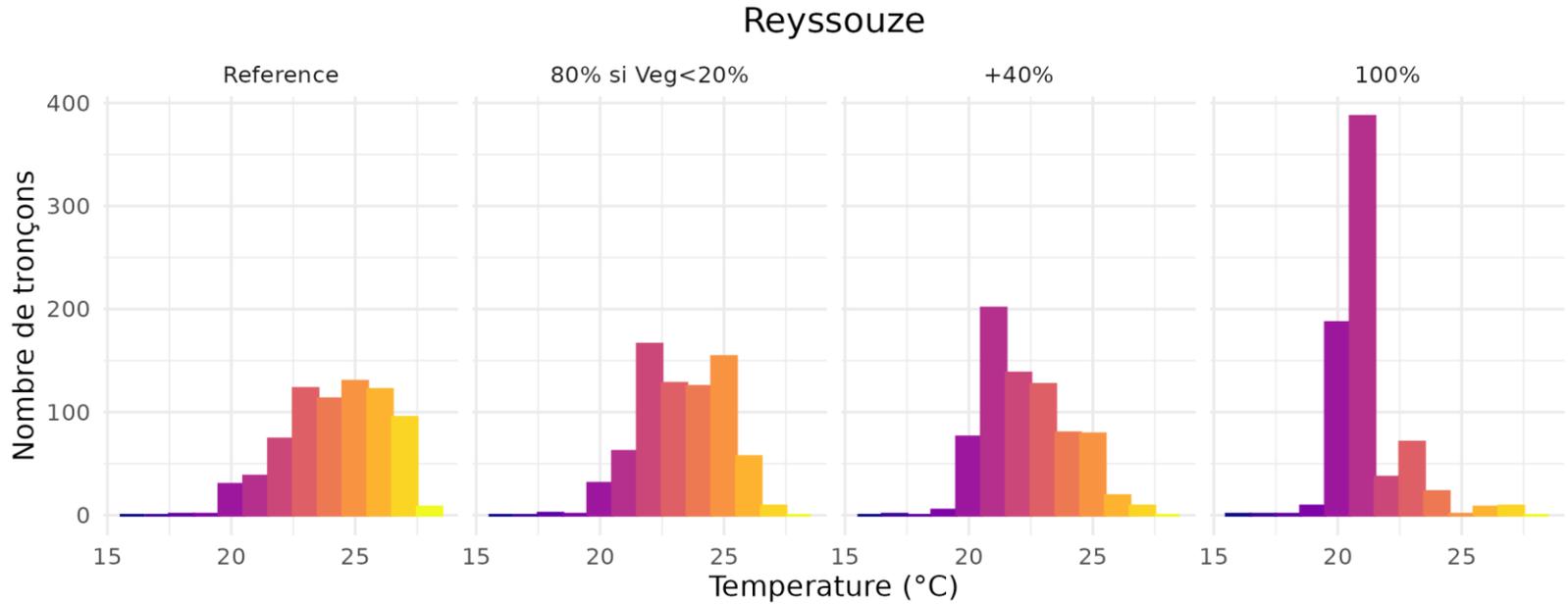
80% si Veg<20%

+40%

100%

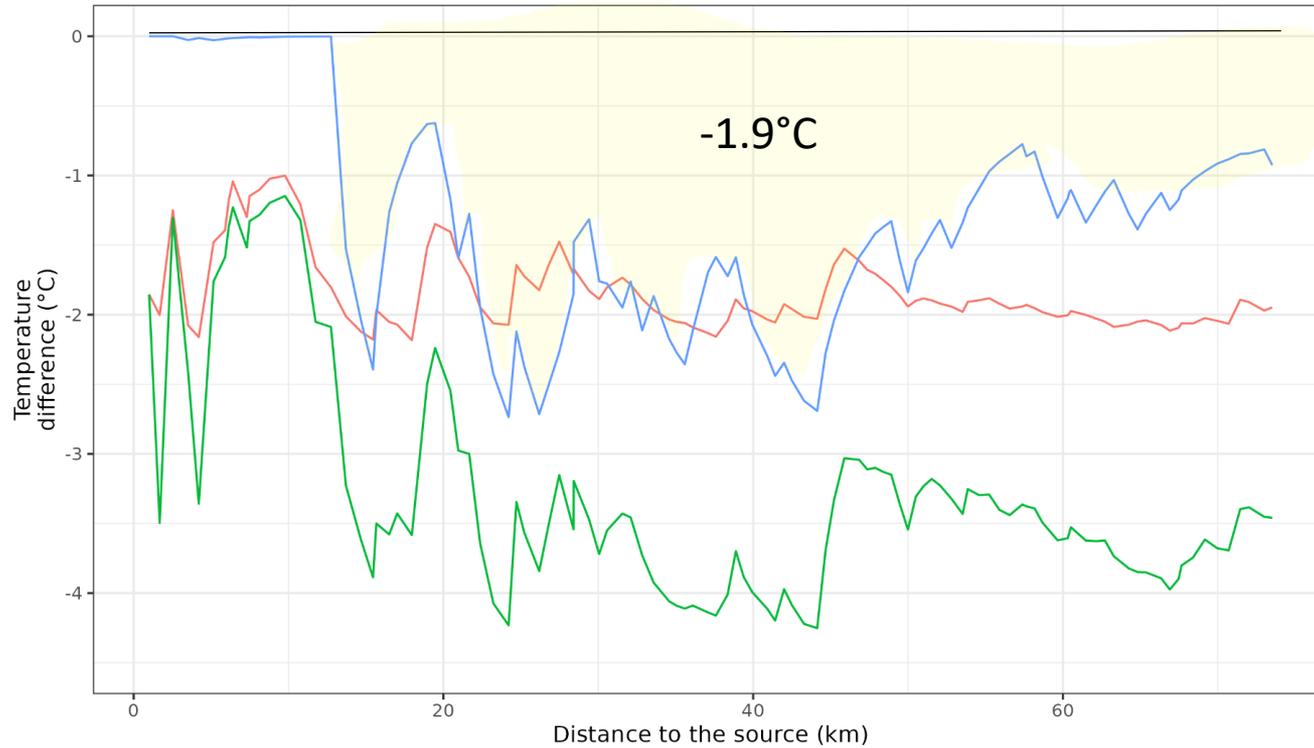


# ➤ Atténuation des températures dans l'ensemble du réseau hydrographique



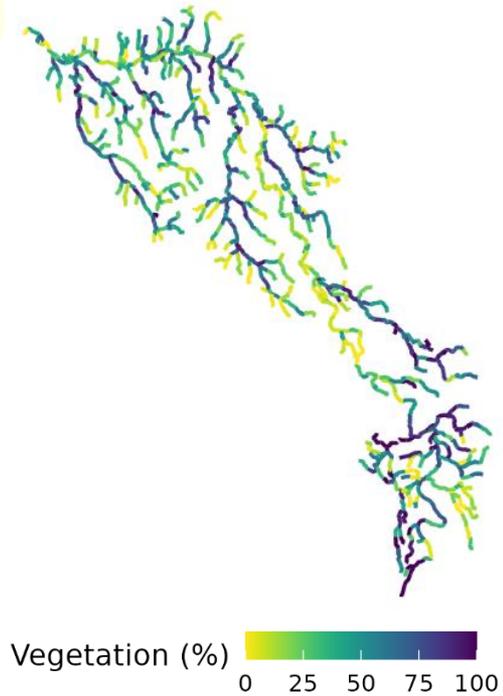
# ➤ Profil en long des gains de température de la Reyssouze pour différents scénarios par rapport à la référence

Reyssouze 2018-08-04



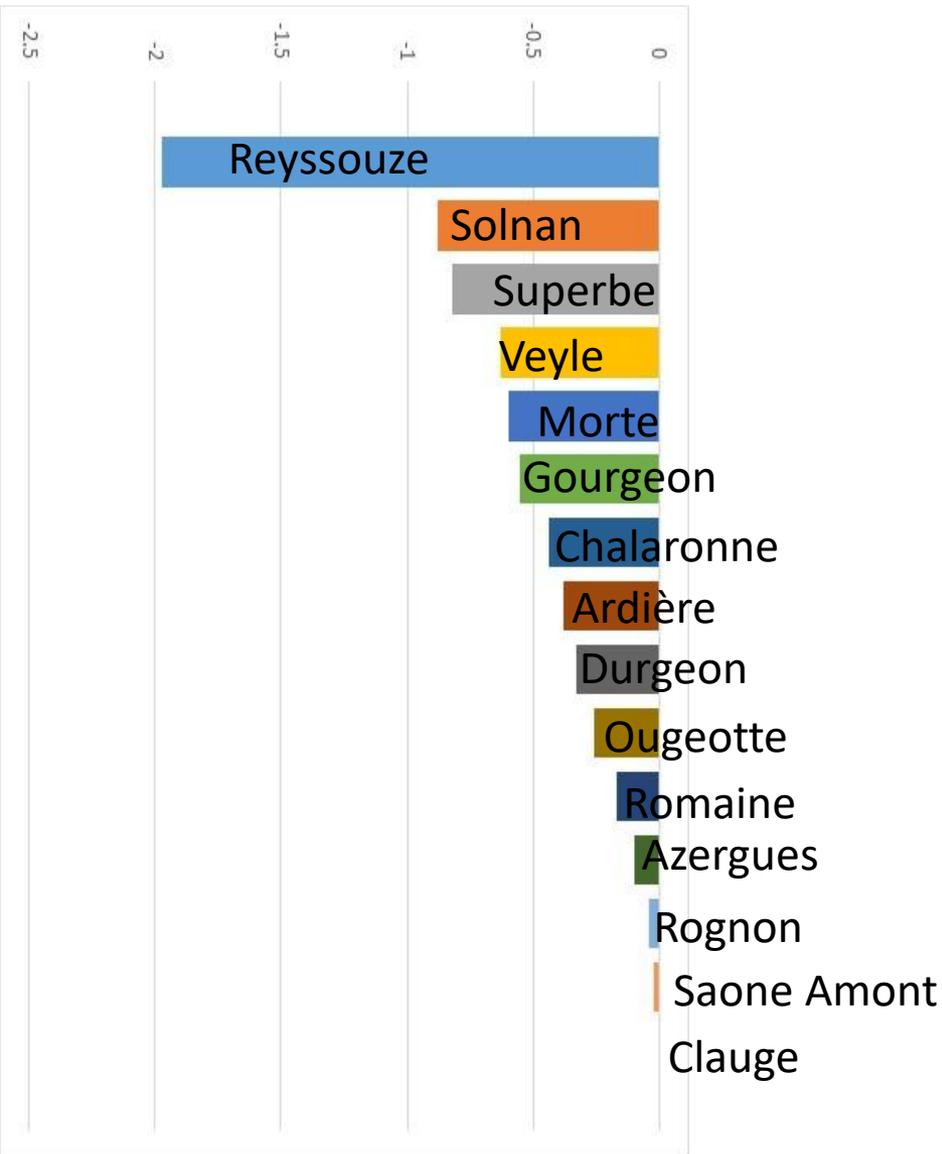
nameSimu — +40% — 100% — 80% si Veg < 20%

Reference

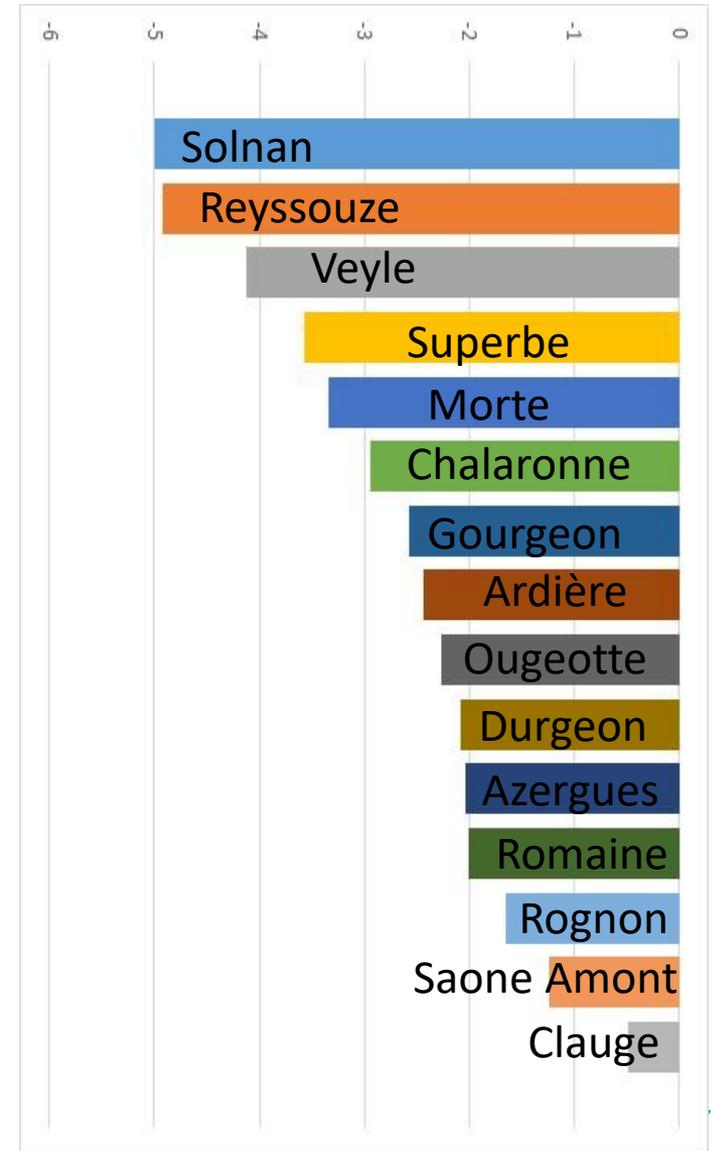


# ➤ T-NET, un outil d'aide à la priorisation des actions ?

80% végétation pour les tronçons < 20%



100% végétation

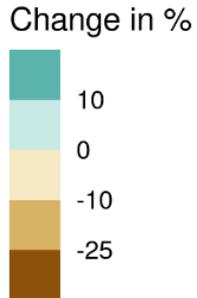


## ➤ Conclusions

- La diminution des débits d'étiage sous changement climatique augmente la sensibilité des cours d'eau au réchauffement atmosphérique
- Les cours d'eau les plus vulnérables s'écoulent sur des marnes et des argiles, peu soutenues par des aquifères
- L'augmentation de l'ombrage favorise un refroidissement de l'eau, mais cette relation est dépendante de plusieurs facteurs (présence des seuils, ...)
- Le modèle T-NET permet d'optimiser des scénarios de végétation pour une réduction maximale des températures, mais encore besoin de développements supplémentaire (processus, actions anthropiques, mise à disposition)

Débits futurs  
simulés (J-2000)  
milieu du siècle

2041-2070 par  
rapport à  
1976-2005



Explore2

QMNA5

