

Anthony Maire

*EDF R&D – Laboratoire National d’Hydraulique et
Environnement (LNHE) – Chatou (78)*

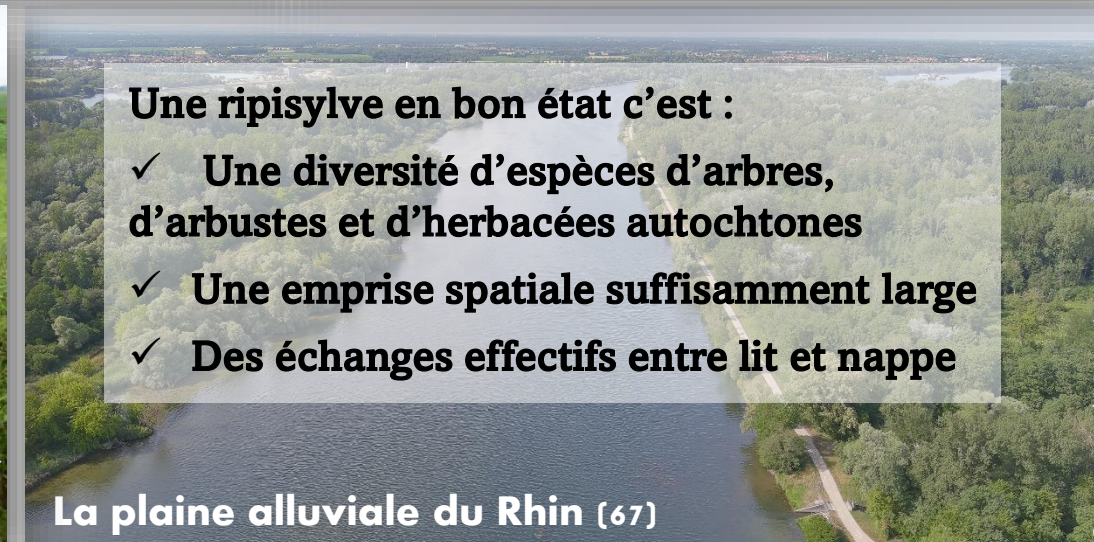
Journée d’échange

*« Les milieux ligériens face aux changements climatiques :
regards scientifiques et adaptation
de la gestion des espaces naturels »*

***La préservation et la
restauration des ripisylves
comme stratégies
d’adaptation et
d’atténuation des effets
du changement climatique
sur les rivières et la
biodiversité***

Les ripisylves

Peuplements forestiers et boisements linéaires situés au bord des cours d'eau ou plans d'eau, à l'interface entre les milieux aquatiques et terrestres = un écotone



Références

Larsen *et al.* (2023) *RIO*
Maire *et al.* (2025) *SET*
Villar *et al.* (2025) *Ed. Quae*

Incidence du réchauffement des cours d'eau sur les écosystèmes aquatiques

- Long historique d'études à EDF → Programmes de recherche en Thermie-Hydrobiologie
- **Objectifs :**
 - ✓ Caractériser les effets de modifications de température sur les écosystèmes fluviaux, estuariens et côtiers
 - ✓ Evaluer la contribution respective du changement climatique et des rejets thermiques sur les modifications biologiques observées
 - ✓ **Explorer des stratégies d'atténuation et d'adaptation aux effets du changement climatique sur les rivières et leur biodiversité**



Loire

Meuse



Rhône

Seine



Garonne



Gironde



Manche



Incidence du réchauffement des cours d'eau sur les écosystèmes aquatiques

- Long historique d'études à EDF → Programmes de recherche en Thermie-Hydrobiologie
- **Objectifs :**
 - ✓ Caractériser les effets de modifications de température sur les écosystèmes fluviaux, estuariens et côtiers
 - ✓ Evaluer la contribution respective du changement climatique et des rejets thermiques sur les modifications biologiques observées
 - ✓ **Explorer des stratégies d'atténuation et d'adaptation aux effets du changement climatique sur les rivières et leur biodiversité**

Organisation d'une table ronde au printemps 2022 avec différents partenaires scientifiques et co-construction d'une feuille de route « Ripisylves » :

- ❑ Manque de visibilité des enjeux et bénéfices associés aux ripisylves dans un contexte de changement climatique
→ **Rédaction d'une synthèse large public en français**
- ❑ Besoin de conforter et enrichir les connaissances quant à l'influence des ripisylves sur la thermie des cours d'eau
→ **Exercice de modélisation de scénarios théoriques de restauration de ripisylves sur le bassin de la Loire**
- ❑ Peu de démonstrateurs de terrain en conditions naturelles
→ **Vers un site pilote de restauration de ripisylves**

Synthèse des bénéfices associés aux ripisylves

▪ Effets positifs sur la **biodiversité aquatique et terrestre**

- ❖ **Diversification des habitats** au sein du cours d'eau
- ❖ Création de **corridors écologiques**
- ❖ **Pollinisation** plus importante pour les milieux terrestres avoisinants
- ❖ **Apport de matières végétales** (feuilles) et **de proies** (insectes) au milieu aquatique

▪ Rendus de **fonctions et services écosystémiques**

- ❖ **Contrôle des ravageurs des cultures** par maintien des prédateurs naturels
- ❖ **Amélioration de la qualité d'eau** par filtration des eaux de ruissellement et rétention des sédiments, nutriments et polluants
- ❖ **Protection des berges** grâce aux systèmes racinaires et à la dissipation de l'énergie du courant
- ❖ **Stockage du carbone** dans la végétation et les sols
- ❖ **Atténuation du réchauffement des cours d'eau**
- ❖ **Fourniture de services socio-culturels et récréatifs**

- Il existe aussi des inconvenients associés aux ripisylves : création potentielle d'embâcles, surcote possible en amont, ...



Références

Riis *et al.* (2020) *BioScience*
Maire *et al.* (2025) *SET*

Synthèse des bénéfices associés aux ripisylves

▪ Effets positifs sur la **biodiversité aquatique et terrestre**

- ❖ **Diversification des habitats** au sein du cours d'eau
- ❖ Création de **corridors écologiques**
- ❖ **Pollinisation** plus importante pour les milieux terrestres avoisinants
- ❖ **Apport de matières végétales** (feuilles) et **de proies** (insectes) au milieu aquatique

▪ Rendus de **fonctions et services écosystémiques**

- ❖ **Contrôle des ravageurs des cultures** par maintien des prédateurs naturels
- ❖ **Amélioration de la qualité d'eau** par filtration des eaux de ruissellement et rétention des sédiments, nutriments et polluants
- ❖ **Protection des berges** grâce aux systèmes racinaires et à la dissipation de l'énergie du courant
- ❖ **Stockage du carbone** dans la végétation et les sols
- ❖ **Atténuation du réchauffement des cours d'eau**
- ❖ **Fourniture de services socio-culturels et récréatifs**

- Il existe aussi des inconvenients associés aux ripisylves : création potentielle d'embâcles, surcote possible en amont, ...



Rédaction d'un article de synthèse en français à destination d'un large public pour sensibiliser sur les enjeux et bénéfices associés aux ripisylves, en particulier dans un contexte de changement climatique



Sciences Eaux & Territoires



Disponible librement au lien suivant :

<https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2025.48.9564>

ET D'ORGANISMES TERRESTRES
AU COURS D'EAU

DIVERSIFICATION
DES HABITATS
AQUATIQUES

Références

Riis *et al.* (2020) *BioScience*
Maire *et al.* (2025) *SET*

Modélisation de l'influence de la ripisylve sur la thermie des cours d'eau et scénarios théoriques de restauration sur le bassin versant de la Loire

Earth Syst. Sci. Data, 15, 2827–2839, 2023
<https://doi.org/10.5194/essd-15-2827-2023>
 © Author(s) 2023. This work is distributed under
 the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Open Access
 Earth System
 Science
 Data

Collaboration
EDF-INRAE

INRAE
RiverLy



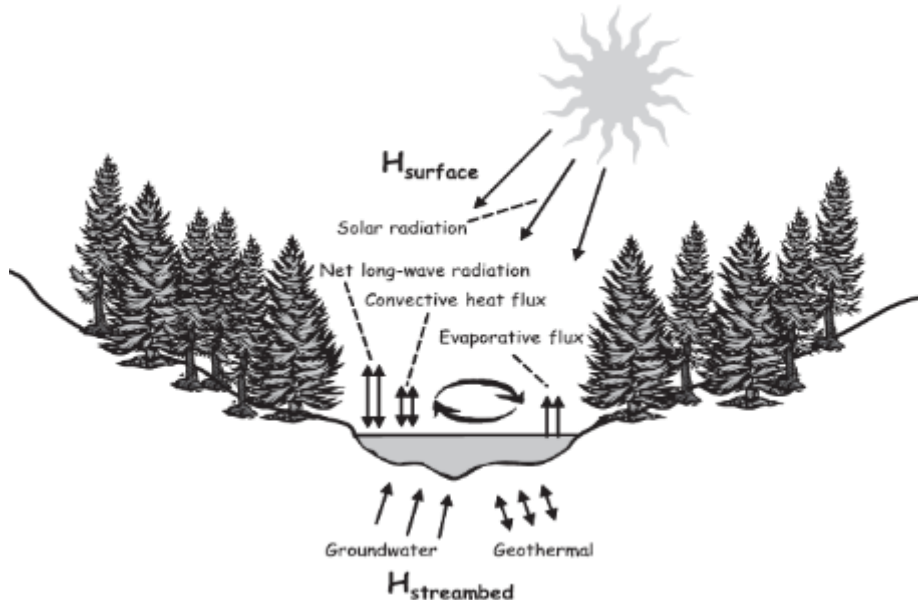
Past and future discharge and stream temperature at high spatial resolution in a large European basin (Loire basin, France)

Hanieh Seyedhashemi^{1,2}, Florentina Moatar¹, Jean-Philippe Vidal¹, and Dominique Thiéry³

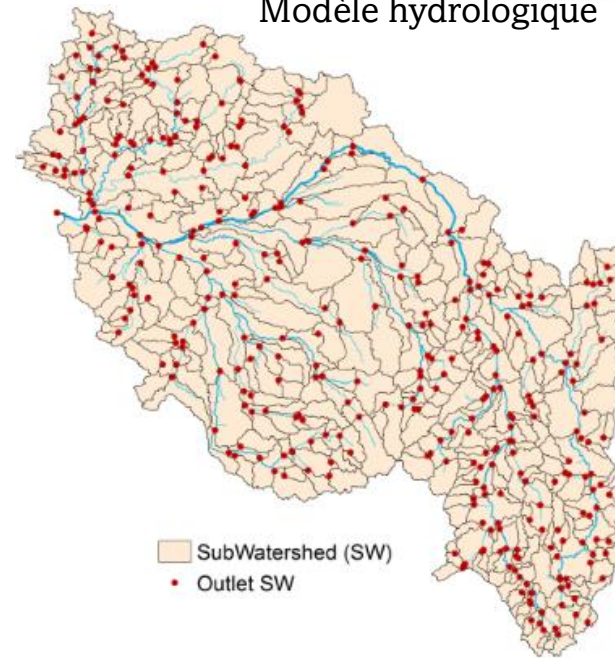
¹INRAE, UR RiverLy, 5 rue de la Doua CS 20244, 69625 Villeurbanne, France

²EA 6293 GéoHydrosystèmes COntinentaux, Université François-Rabelais de Tours, Parc de Grandmont, 37200 Tours, France

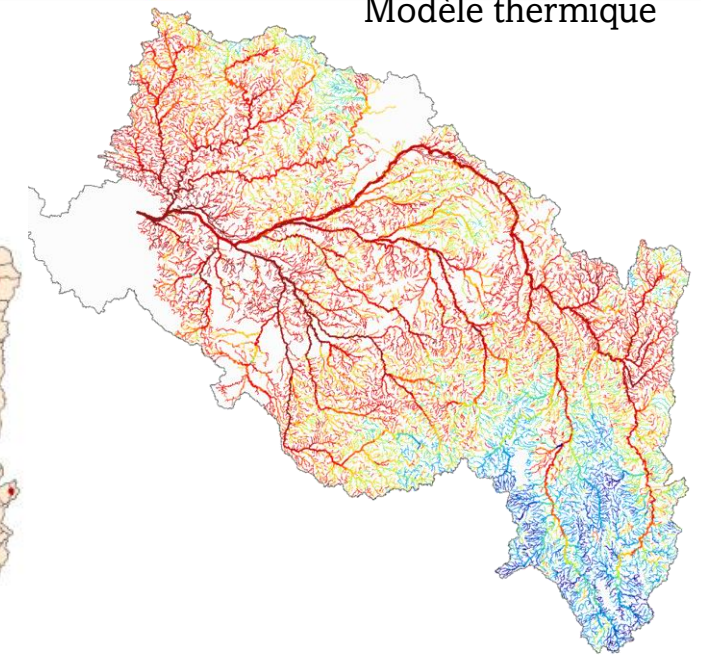
³BRGM, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, BP 6009 45060 Orléans CEDEX 2, France



EROS
 Modèle hydrologique



T-NET
 Modèle thermique



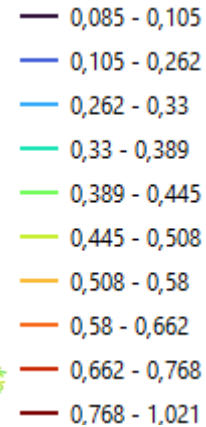
- ✓ Données journalières de débit et de température de l'eau
- ✓ 52000+ tronçons de cours d'eau
- ✓ 1963-2019 (reconstruction passée) et 2020-2100 (projections futures)

Références

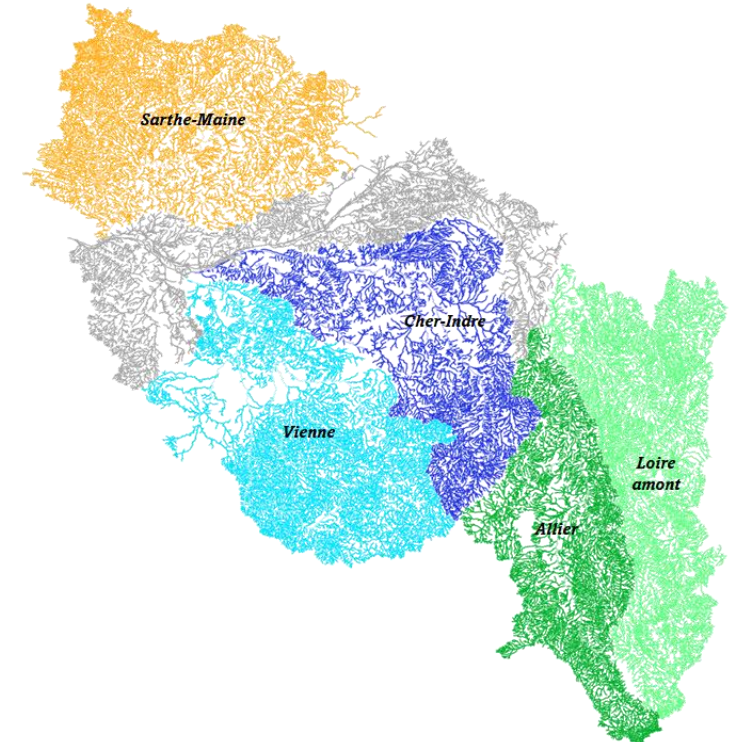
Beaufort *et al.* (2016) *Hydr. Proc.*
 Seyedhashemi *et al.* (2023) *ESSD*

Modélisation de l'influence de la ripisylve sur la thermie des cours d'eau et scénarios théoriques de restauration sur le bassin versant de la Loire

Tendance dans la température de l'eau moyenne estivale sur la période 1963-2019 (°C/décennie)



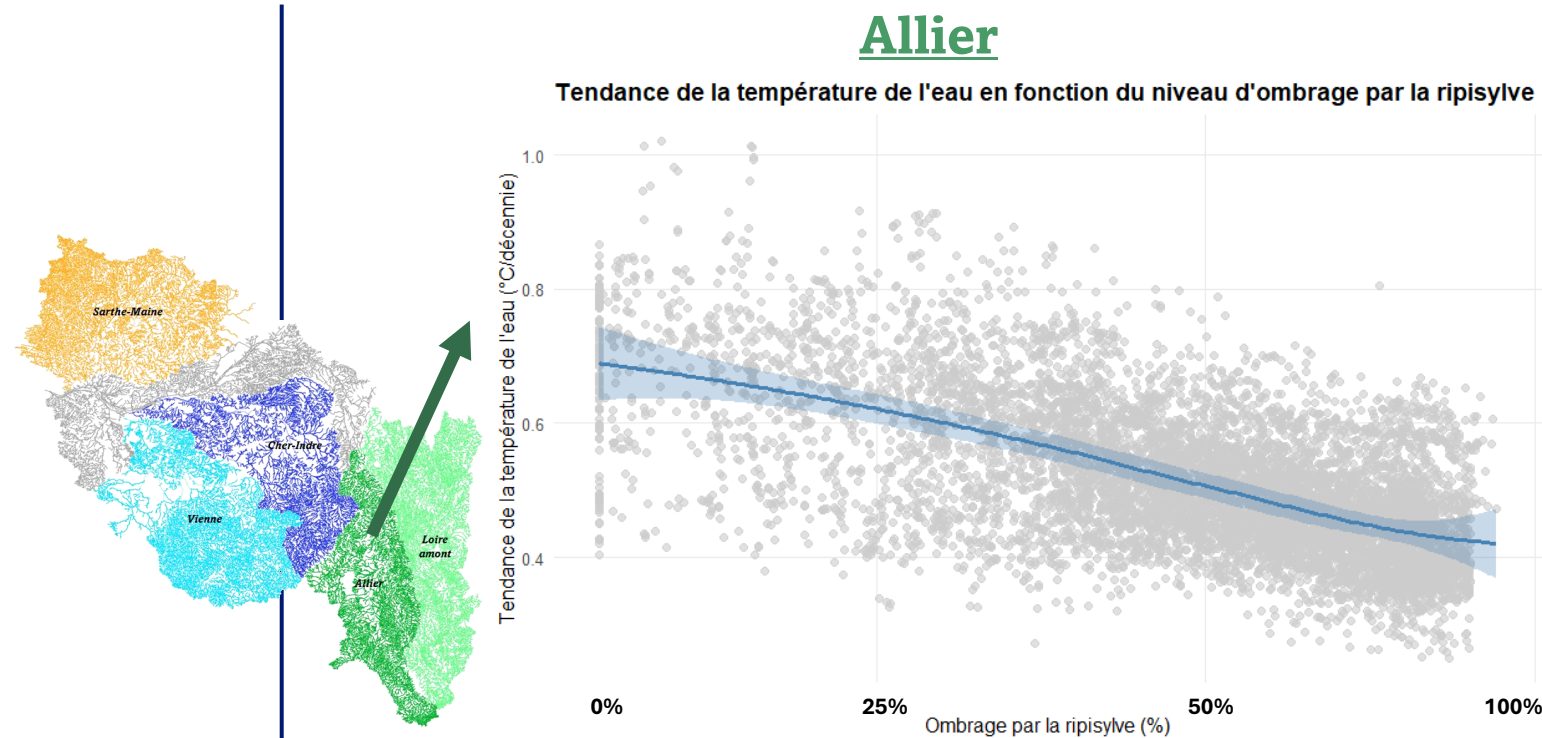
- ?
- ☐ Largeur du cours d'eau
 - ☐ Distance à la source
 - ☐ Tendance dans les débits
 - ☐ Tendance dans la température de l'air
 - ☐ Densité locale de ripisylve (% ombrage)



Références

Seyedhashemi *et al.* (2022) HESS

Modélisation de l'influence de la ripisylve sur la thermie des cours d'eau et scénarios théoriques de restauration sur le bassin versant de la Loire



La tendance de la température de l'eau des cours d'eau de l'Allier situés à moins de 100 km de leur source est expliquée à :

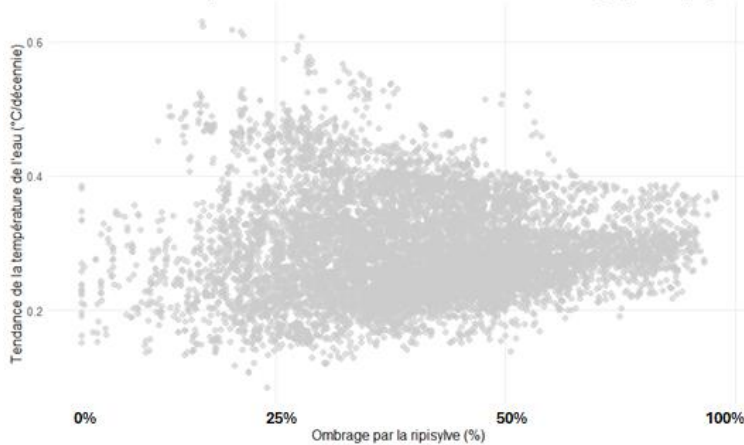
- ~39% par la densité d'ombrage par la ripisylve ;
 - ~17% par la tendance dans les débits ;
 - ~10% par la tendance dans la température de l'air
 - <1% par la largeur du cours d'eau
- ~33% inexpliqué par les facteurs considérés (erreur résiduelle)

Limitation aux tronçons situés **à moins de 100 km de leur source** pour exclure les cours d'eau trop larges

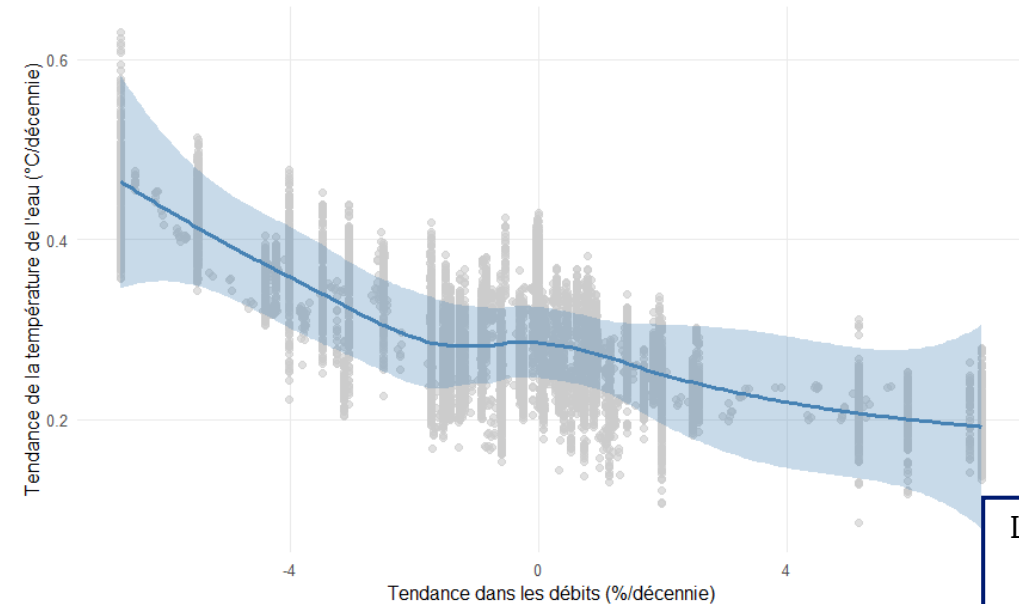
Modélisation de l'influence de la ripisylve sur la thermie des cours d'eau et scénarios théoriques de restauration sur le bassin versant de la Loire

Maine (Sarthe-Loir-Mayenne)

Tendance de la température de l'eau en fonction du niveau d'ombrage par la ripisylve

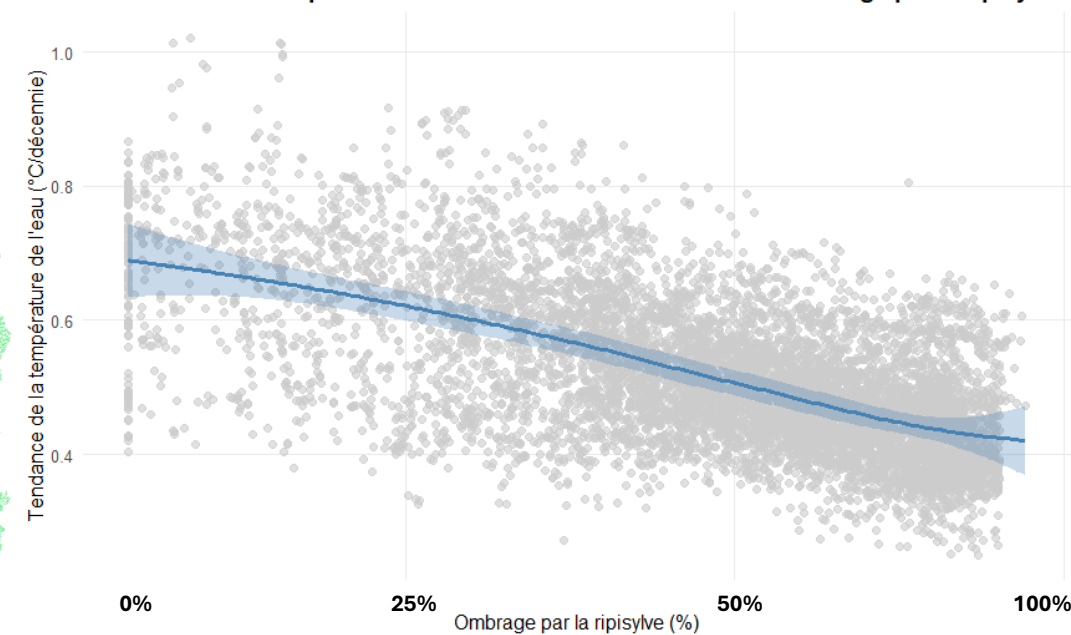


Tendance de la température de l'eau en fonction de la tendance dans les débits



Allier

Tendance de la température de l'eau en fonction du niveau d'ombrage par la ripisylve



La tendance de la température de l'eau des cours d'eau de l'**Allier** situés à moins de 100 km de leur source est expliquée à :

- **~39% par la densité d'ombrage par la ripisylve ;**
- **~17% par la tendance dans les débits ;**
- **~10% par la tendance dans la température de l'air**
- **<1% par la largeur du cours d'eau**
- *~33% inexpliqué par les facteurs considérés (erreur résiduelle)*

Limitation aux tronçons situés **à moins de 100 km de leur source** pour exclure les cours d'eau trop larges

Modélisation de l'influence de la ripisylve sur la thermie des cours d'eau et scénarios théoriques de restauration sur le bassin versant de la Loire

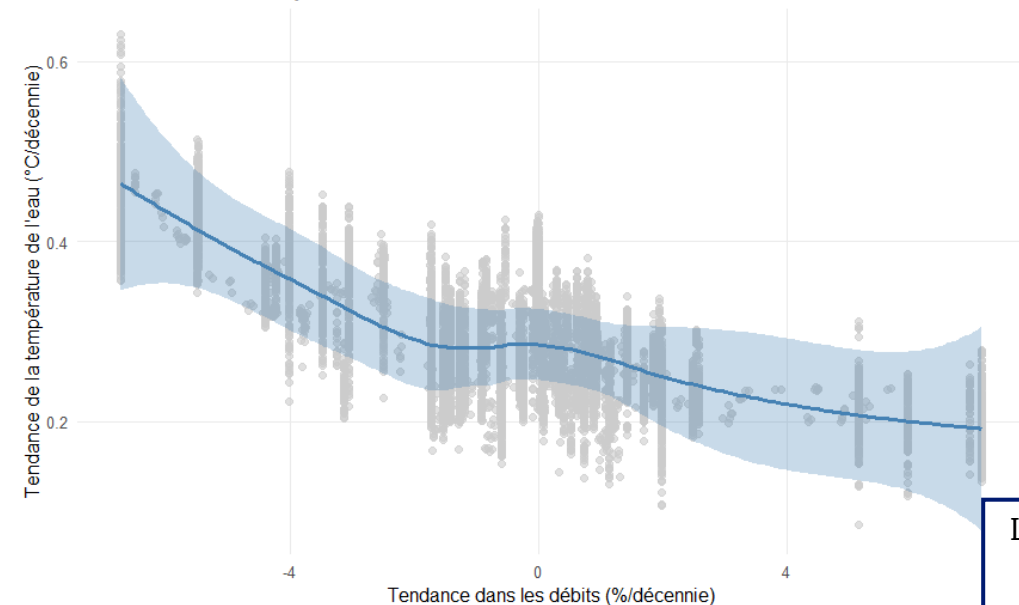
Maine (Sarthe-Loir-Mayenne)

Tendance de la température de l'eau en fonction du niveau d'ombrage par la ripisylve

La tendance de la température de l'eau des cours d'eau du **Maine** situés à moins de 100 km de leur source est expliquée à :

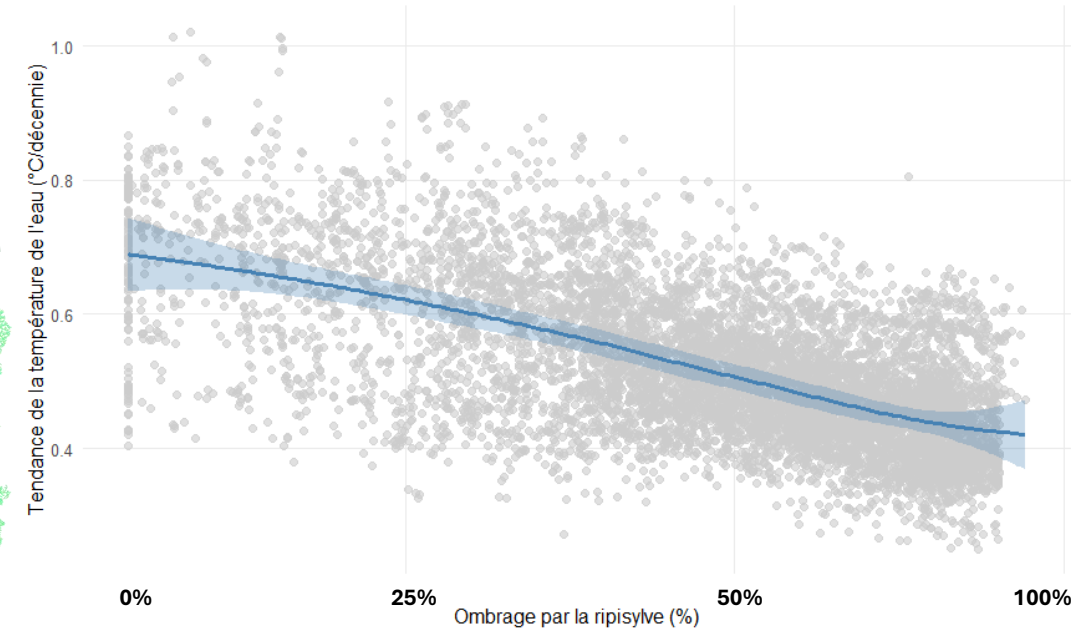
- <0,01% par la densité d'ombrage par la ripisylve ;
- **~39% par la tendance dans les débits ;**
- ~13% par la tendance dans la température de l'air
- ~3% par la largeur du cours d'eau
- ~46% *inexpliqué par les facteurs considérés (erreur résiduelle)*

Tendance de la température de l'eau en fonction de la tendance dans les débits



Allier

Tendance de la température de l'eau en fonction du niveau d'ombrage par la ripisylve



La tendance de la température de l'eau des cours d'eau de l'**Allier** situés à moins de 100 km de leur source est expliquée à :

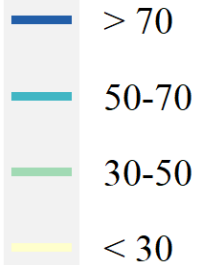
- **~39% par la densité d'ombrage par la ripisylve ;**
- ~17% par la tendance dans les débits ;
- ~10% par la tendance dans la température de l'air
- <1% par la largeur du cours d'eau
- ~33% *inexpliqué par les facteurs considérés (erreur résiduelle)*

Limitation aux tronçons situés **à moins de 100 km de leur source** pour exclure les cours d'eau trop larges

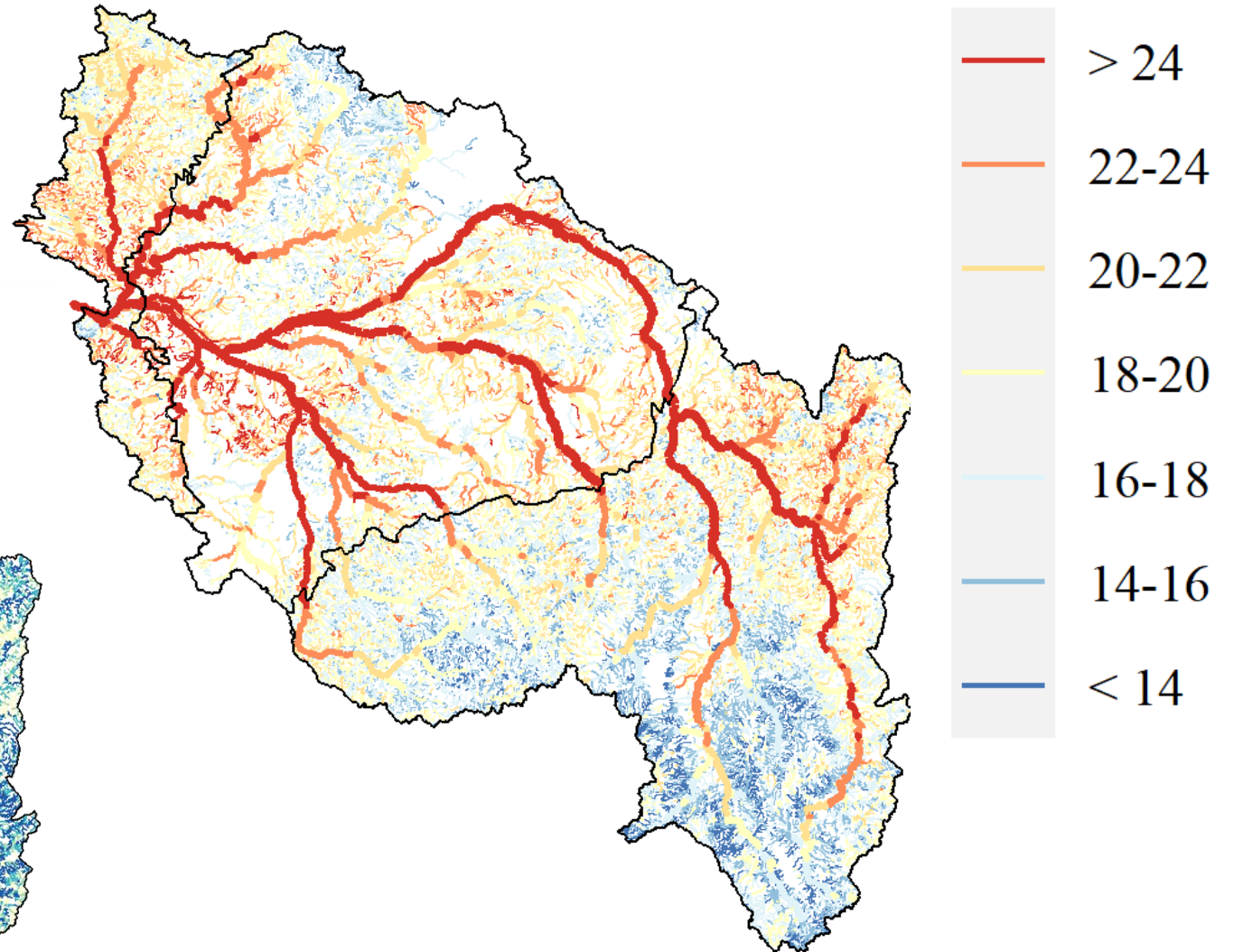
Modélisation de l'influence de la ripisylve sur la thermie des cours d'eau et scénarios théoriques de restauration sur le bassin versant de la Loire

Exploration de scénarios théoriques de restauration de ripisylves et comparaison des températures reconstruites lors du pic de la canicule européenne de 2003

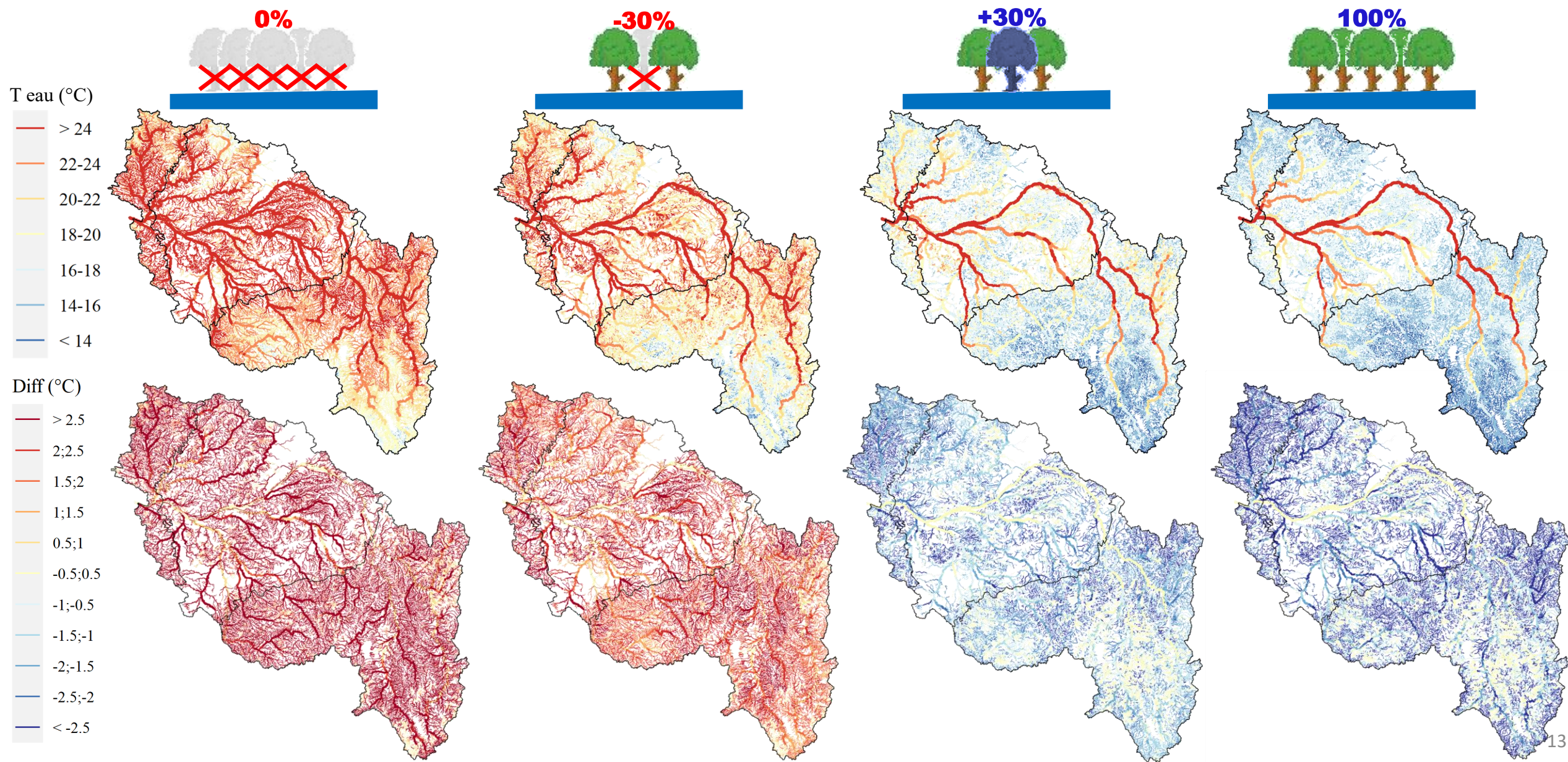
Densité de la ripisylve utilisée dans le modèle (%)



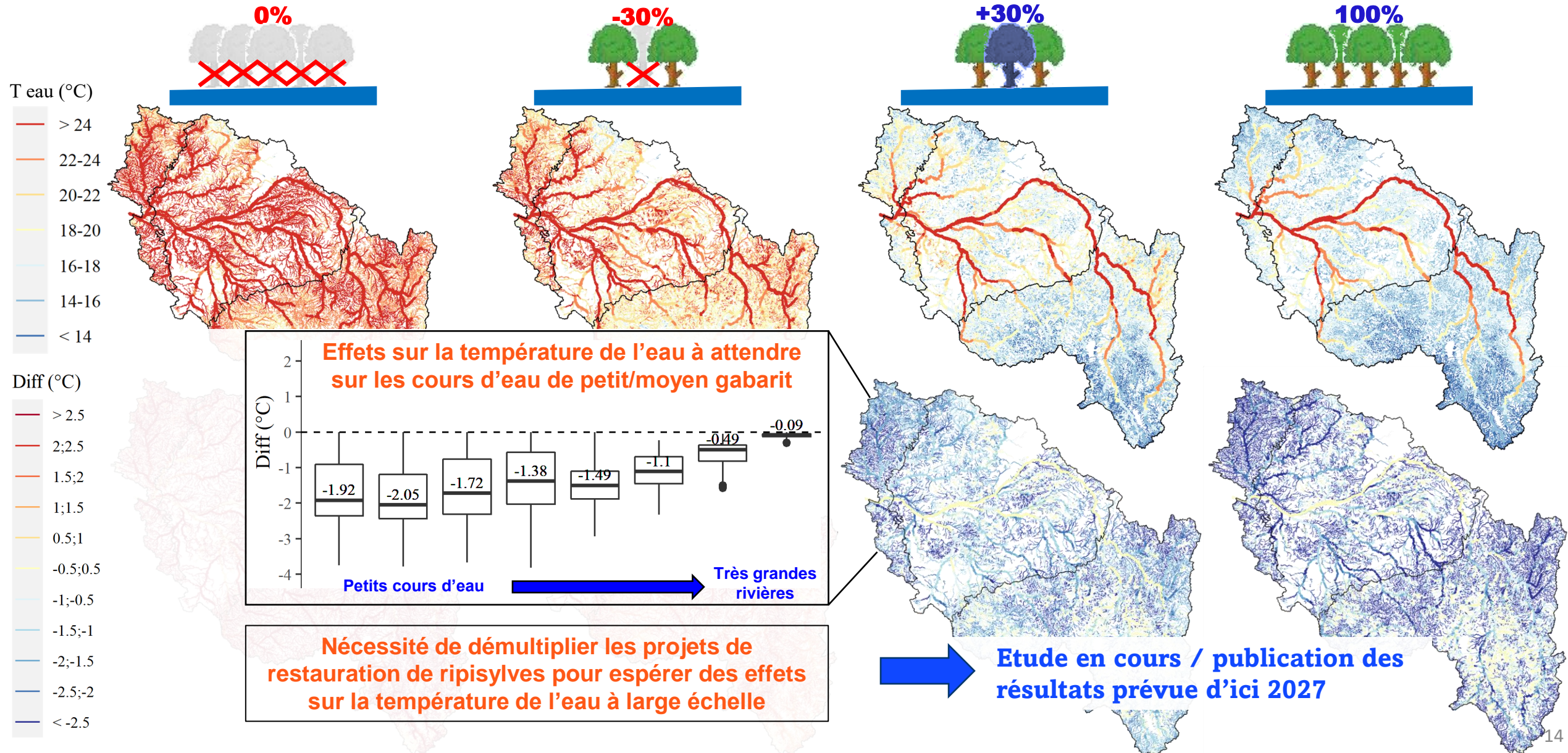
Température de l'eau reconstruite pour le 1^{er} Août 2003 (°C)



Modélisation de l'influence de la ripisylve sur la thermie des cours d'eau et scénarios théoriques de restauration sur le bassin versant de la Loire



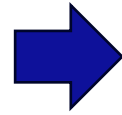
Modélisation de l'influence de la ripisylve sur la thermie des cours d'eau et scénarios théoriques de restauration sur le bassin versant de la Loire



Vers un site pilote de restauration de ripisylves

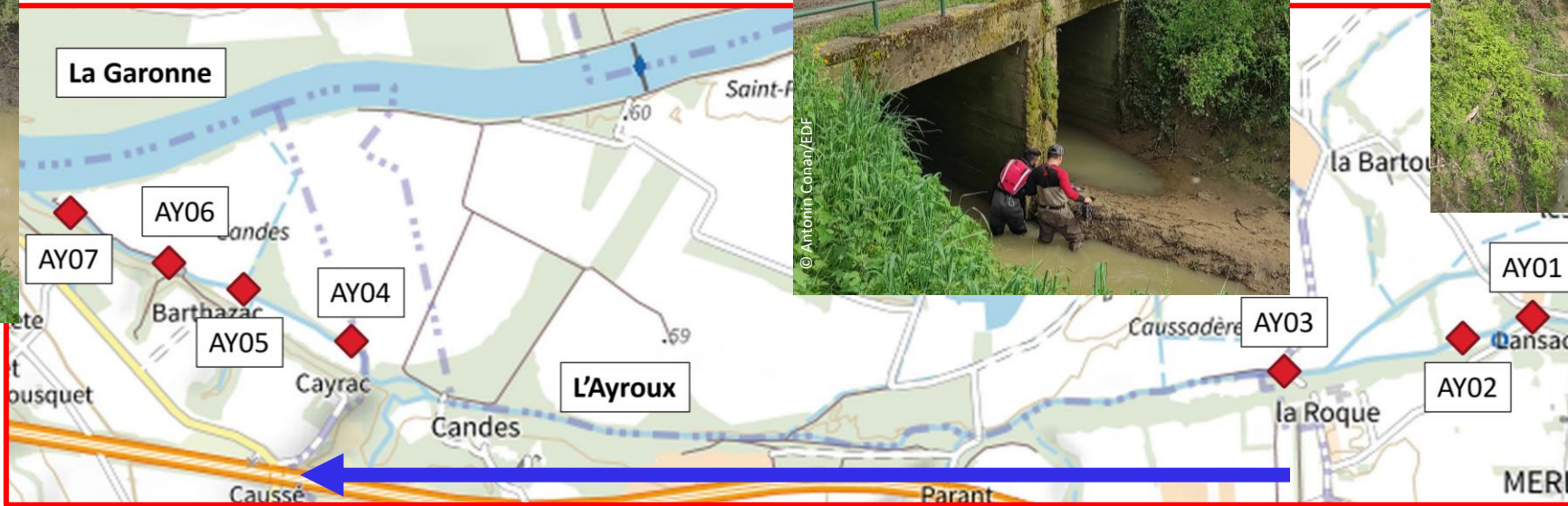


Sur le bassin versant de la Garonne, à proximité de la centrale nucléaire de Golfech → forts enjeux autour de la thermie pour la centrale

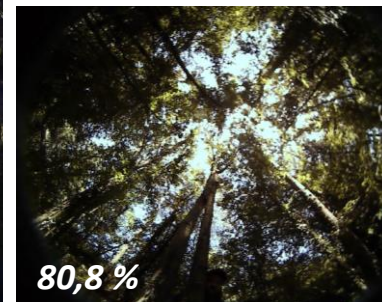


Installation de 15 thermographes sur des tronçons avec et sans ripisylves sur quatre cours d'eau

Exemple de l'Ayrour



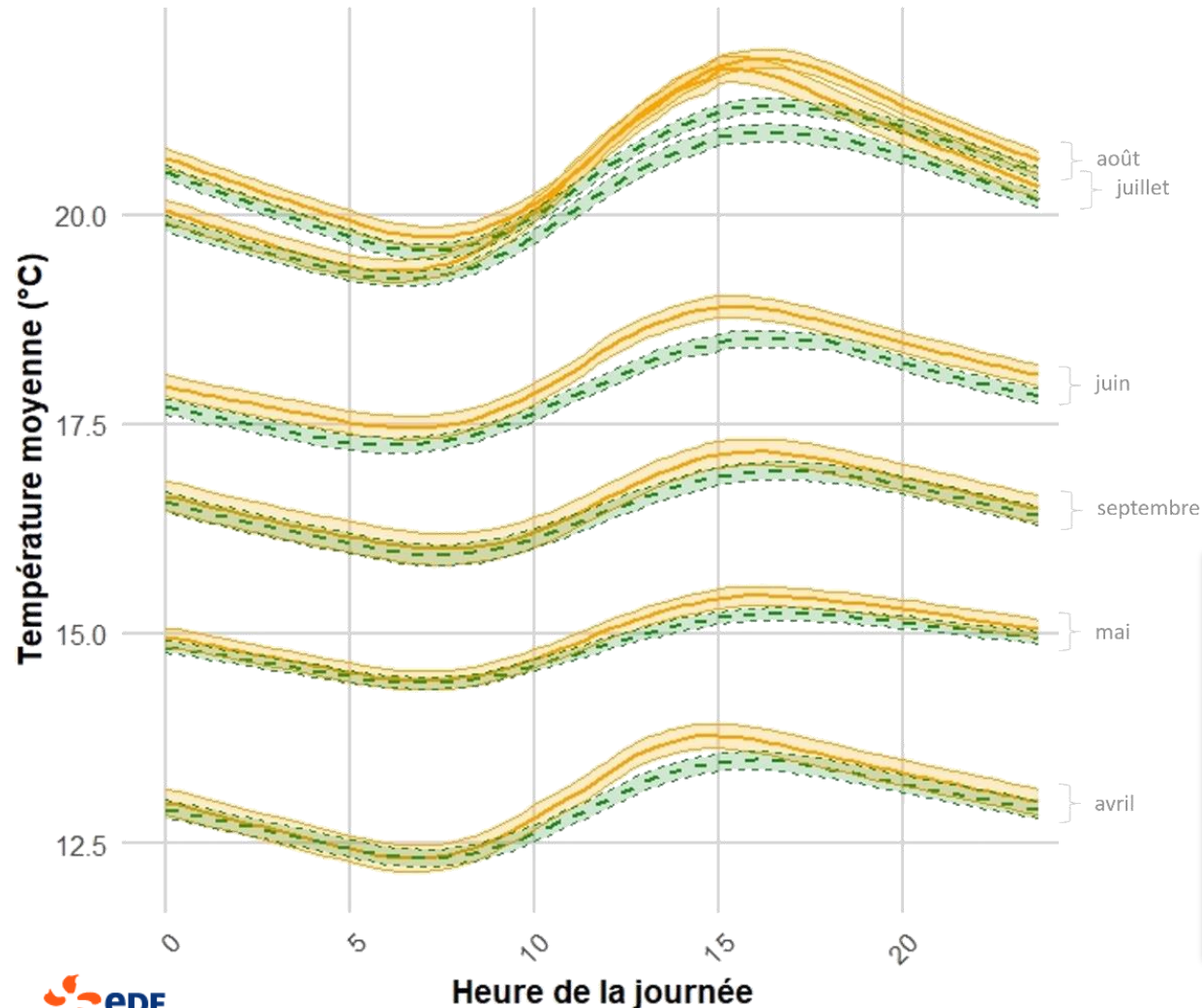
- Chroniques de température de l'eau (/20 min)
- Deux années de données printemps-été-automne 2024 et 2025
- Considération de plusieurs variables descriptives du tronçon dont l'indice de recouvrement foliaire (ombrage)



Vers un site pilote de restauration de ripisylves

Influence de la ripisylve sur la thermie des cours d'eau significative principalement aux heures les plus chaudes de la journée (14h-20h) et durant la période estivale (juin-juillet-août) → analyses à actualiser avec les données 2025

■ LAI < 55 % ■ LAI > 55 %



Projet de site pilote de restauration de ripisylves

Recherche d'un tronçon à restaurer sur le bassin de la Garonne, puis instrumentation et suivi scientifique de différents co-bénéfices (thermie, stockage carbone, biodiversité) sur le long-terme du site restauré et de tronçons témoins.



Contact : anthony.maire@edf.fr

Savoir
faire

M. Villar, R. Chevalier,
S. Dufour, coord.

4h41



aire87@gma

Ripisylves et forêts alluviales

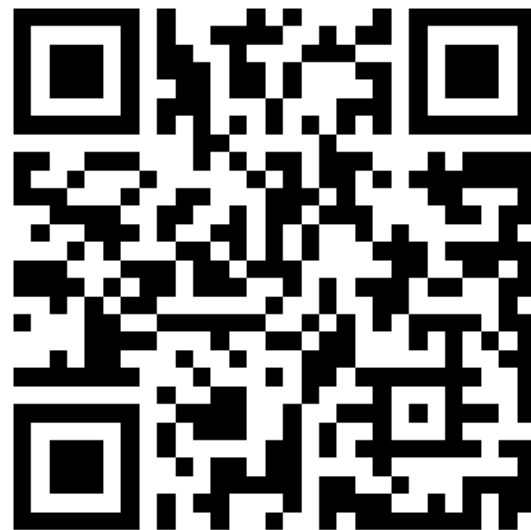
Connaissances et gestion
en contexte de changements globaux

éditions
Quæ



Lien vers l'article de
synthèse :

[https://doi.org/10.20870/
Revue-SET.2025.48.9564](https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2025.48.9564)



Scotland hopes to save wild salmon by planting millions of trees next to rivers

River Dee initiative comes as rising water temperature from
climate heating threatens species' survival

The
Guardian

@severincarrell

Wed 2 Feb 2022 10.53 CET



Fisheries have planted 250,000 saplings along key tributaries of the River Dee and plan to plant a million by 2035. Photograph: Murdo MacLeod/The Guardian

Millions of trees are being planted beside Scotland's remotest rivers and streams to protect wild salmon from the worst effects of climate heating.

Fisheries scientists have found rivers and burns in the Highlands and uplands are already too warm in summer for wild Atlantic salmon as they head upstream to spawn, increasing the threat to the species' survival.

Fisheries on the River Dee in Aberdeenshire, one of the country's most famous salmon fishing rivers, have planted 250,000 saplings along key tributaries. They plan to plant a million in the Dee's catchment by 2035, including native rowan, aspen, Scots pine, birch, willow, hawthorn and juniper.

<https://www.riverwoods.org.uk/>



RIVERWOODS

[https://www.quae.com/produit/1952/9782
759241286/ripisylves-et-forets-alluviales](https://www.quae.com/produit/1952/9782759241286/ripisylves-et-forets-alluviales)