

Evolution des associations température-débit sous changement climatique et conséquences sur les processus migratoires des poissons

Anthony MAIRE, Hanieh SEYEDHASHEMI, Elorri AREVALO, Marion LEGRAND, Florentina MOATAR, Hilaire DROUINEAU



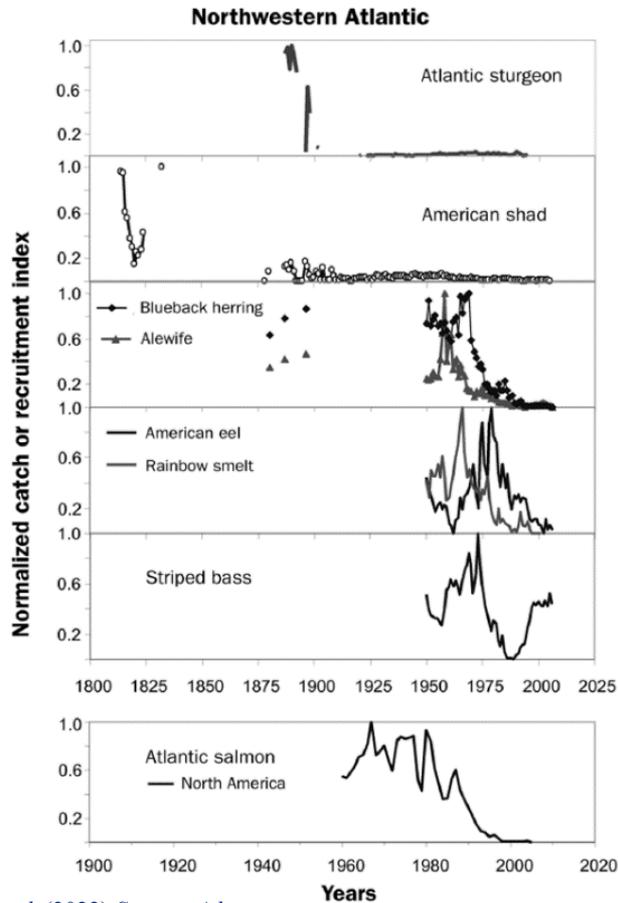
INRAE



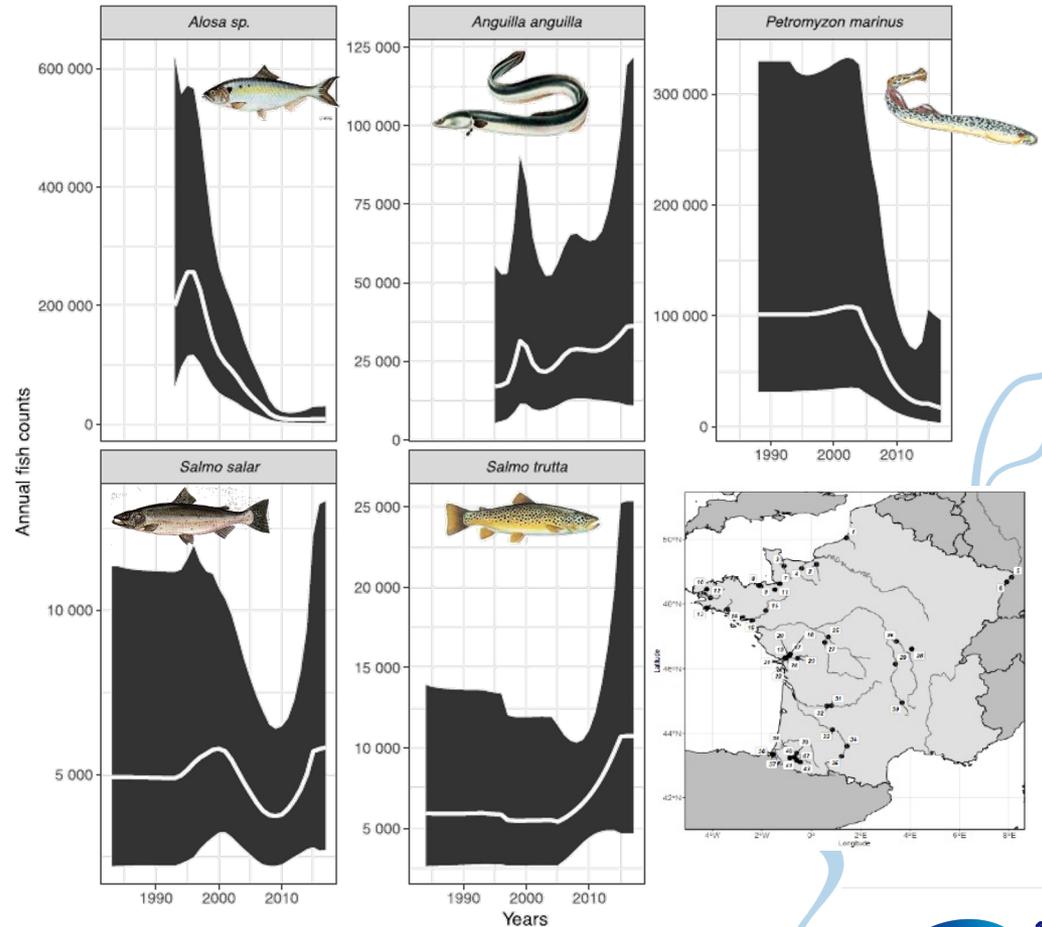
Journées
Poissons Migrateurs
en Rhône-Méditerranée
8^{ème} édition

Contexte

- Tendances d'évolution des populations de poissons diadromes contrastées selon les espèces et les régions



Waldman et al. (2022) *Science Advances*



Legrand et al. (2021) *KMAE*

Contexte

- Des pressions multiples qui se cumulent entre les stades et milieux de vie



Contexte

- Etapes clés de la migration déclenchées par l'environnement
→ température de l'eau, débit, photopériode

Dévalaison :

Mars-Juin

9°C < Température de l'eau

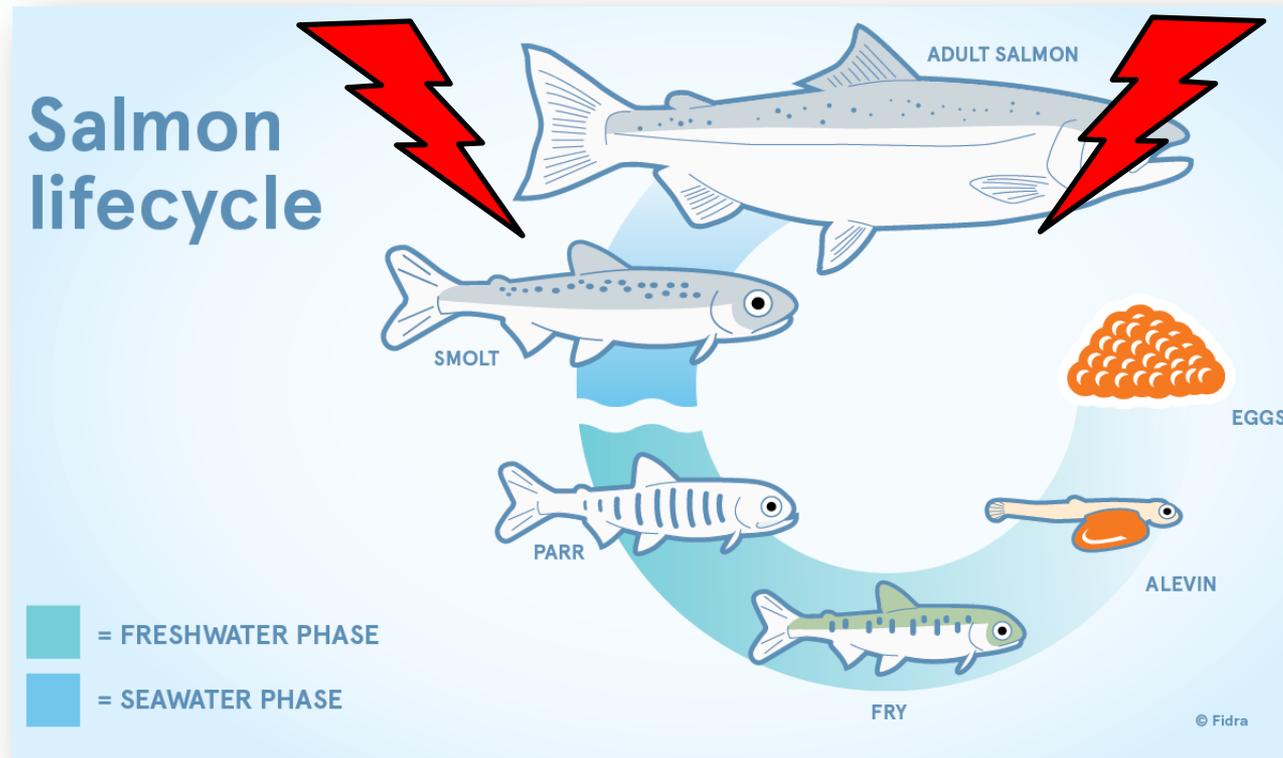
Débits intermédiaires

Montaison :

Février-Octobre

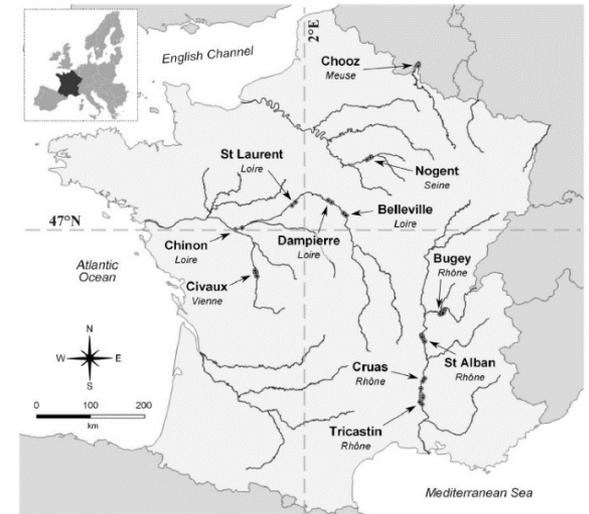
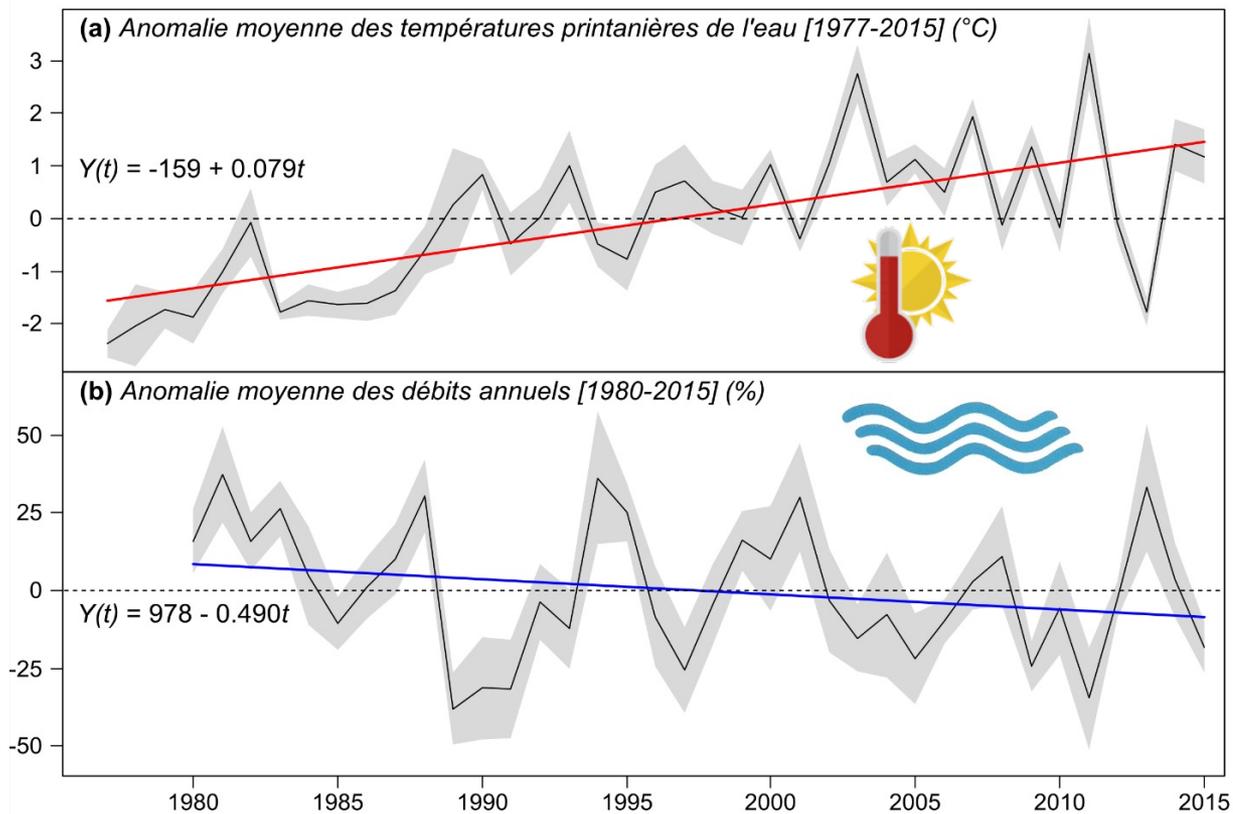
5°C < Température de l'eau < 25°C

Fluctuations de débit



Contexte

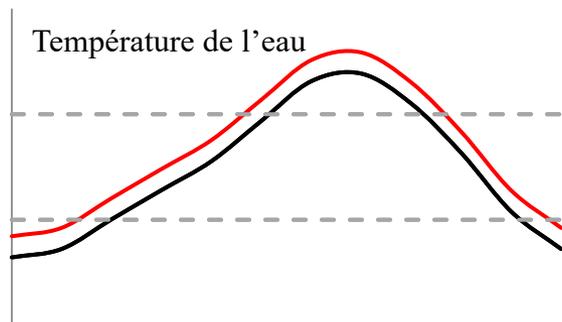
- Changements globaux → affectent certains de ces déclencheurs, potentiellement de manière différente et asynchrone



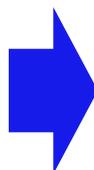
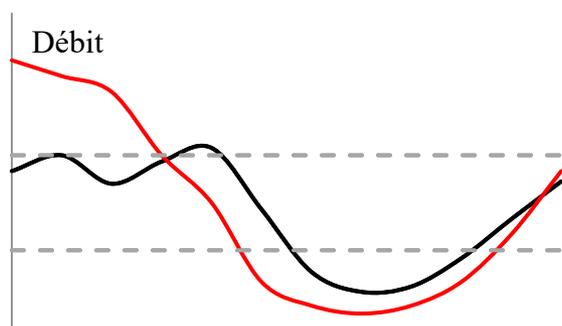
Maire et al. (2019) *Freshw. Biol.*

Contexte

- Changements globaux → affectent la fenêtre environnementale favorable aux poissons pour migrer



- Conditions actuelles
- Conditions attendues dans le futur
- - - Conditions optimales théoriques



Impacts possibles sur la capacité des espèces à réaliser leur cycle de vie, sur la dynamique des populations et au final sur leur persistance régionale voire globale



- Conditions thermiques optimales
- Conditions hydrologiques optimales
- Conditions jointes optimales

Questions scientifiques du projet

1. Comment détecter et quantifier des tendances temporelles jointes des rivières ont changé au cours des dernières décennies et quelles ont été les conséquences pour la migration des poissons diadromes ?
2. Comment les changements environnementaux passés, présents et futurs ont-ils affecté le bassin versant de la Loire pour la migration des poissons diadromes ?
3. Quelles sont les conséquences des potentiels effets de désynchronisation temporelle des rivières ont changé au cours des dernières décennies et quelles ont été les conséquences pour la migration des poissons diadromes ?

Projet de recherche centré sur les effets possibles des changements globaux sur les phases de migration des espèces en eau douce (rivières)



La méthode 'Choc'

Données bivariées long-terme

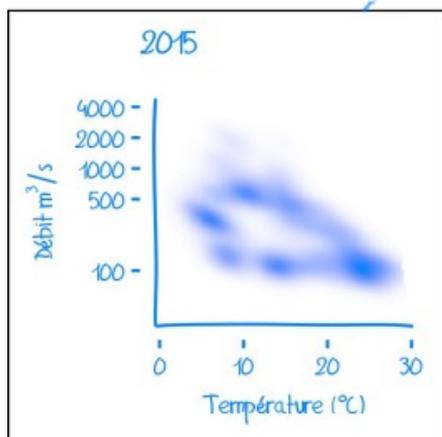
e.g. température de l'eau et débit journaliers sur la période 1980-2020

Choc method

*Estimation par noyau (densité de Kernel)
Test de tendance de Mann-Kendall*

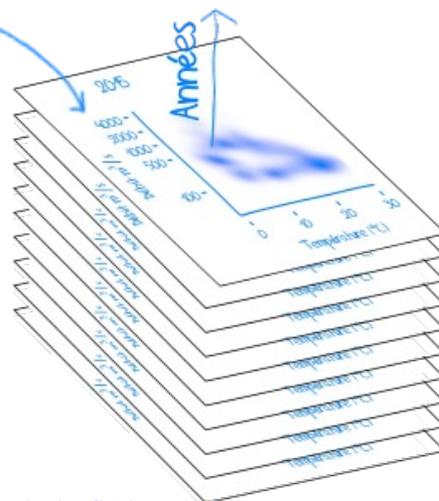
Tendances temporelles dans la fréquence d'occurrence des différentes associations

1) Carte de fréquence par année

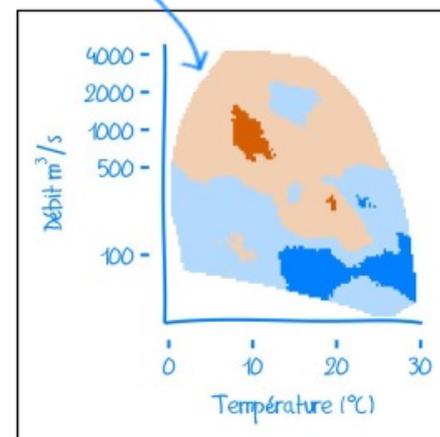


2) Comparaison des cartes

indicateur synthétique



3) Carte de synthèse des tendances



Associations qui tendent à devenir :

- moins fréquentes
- significativement moins fréquentes
- plus fréquentes
- significativement plus fréquentes

<https://www.association-francaise-halieuitique.fr/vulgarisation/vulgaafh2/>



Package du logiciel R : <https://github.com/Irstea/chocR>

Arevalo *et al.* (2020) *STOTEN*
Drouineau *et al.* (2021) *R package*

Résultats - post-doc Elorri Arevalo

PROCEEDINGS B

Does global change increase the risk of maladaptation of Atlantic salmon migration through joint modifications of river temperature and discharge?

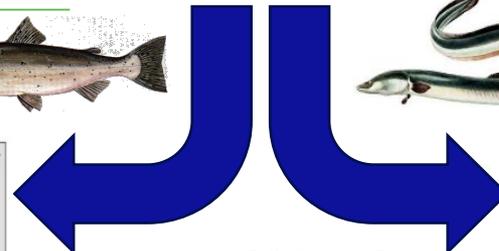
Elorri Arevalo¹, Anthony Maire², Stéphane Tétard³, Etienne Prévost⁴, Frédéric Lange⁴, Frédéric Marchand⁵, Quentin Josset^{6,7,8} and Hilaire Drouineau¹



scientific reports

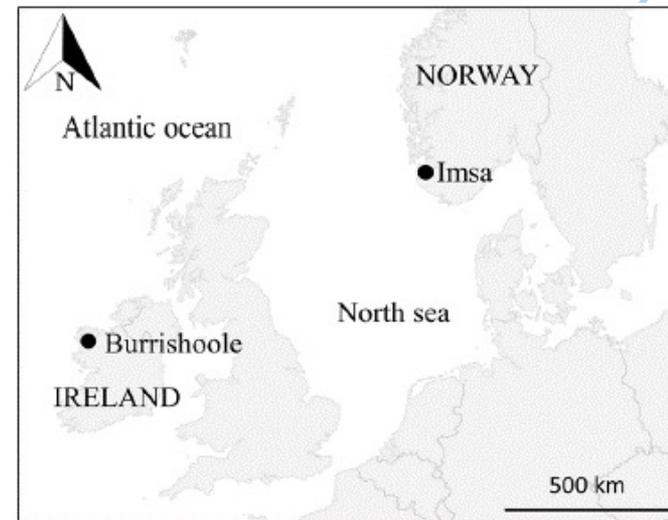
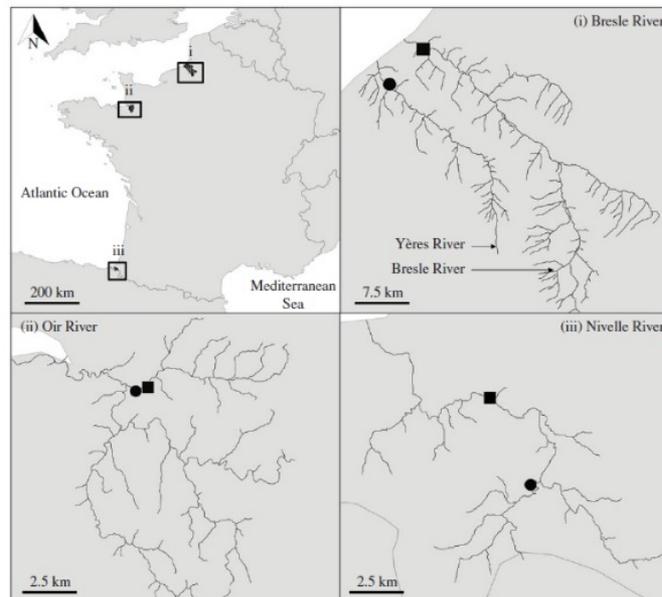
Joint temporal trends in river thermal and hydrological conditions can threaten the downstream migration of the critically endangered European eel

Elorri Arevalo^{1,2,3}, Hilaire Drouineau¹, Stéphane Tétard^{2,3}, Caroline M. F. Durif⁴, Ola H. Diserud⁵, W. Russell Poole⁶ & Anthony Maire³

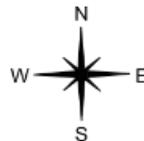
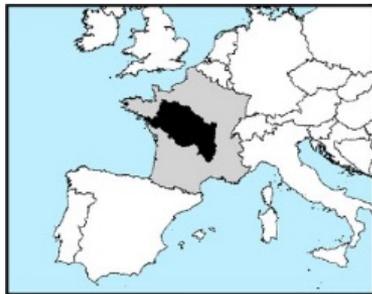
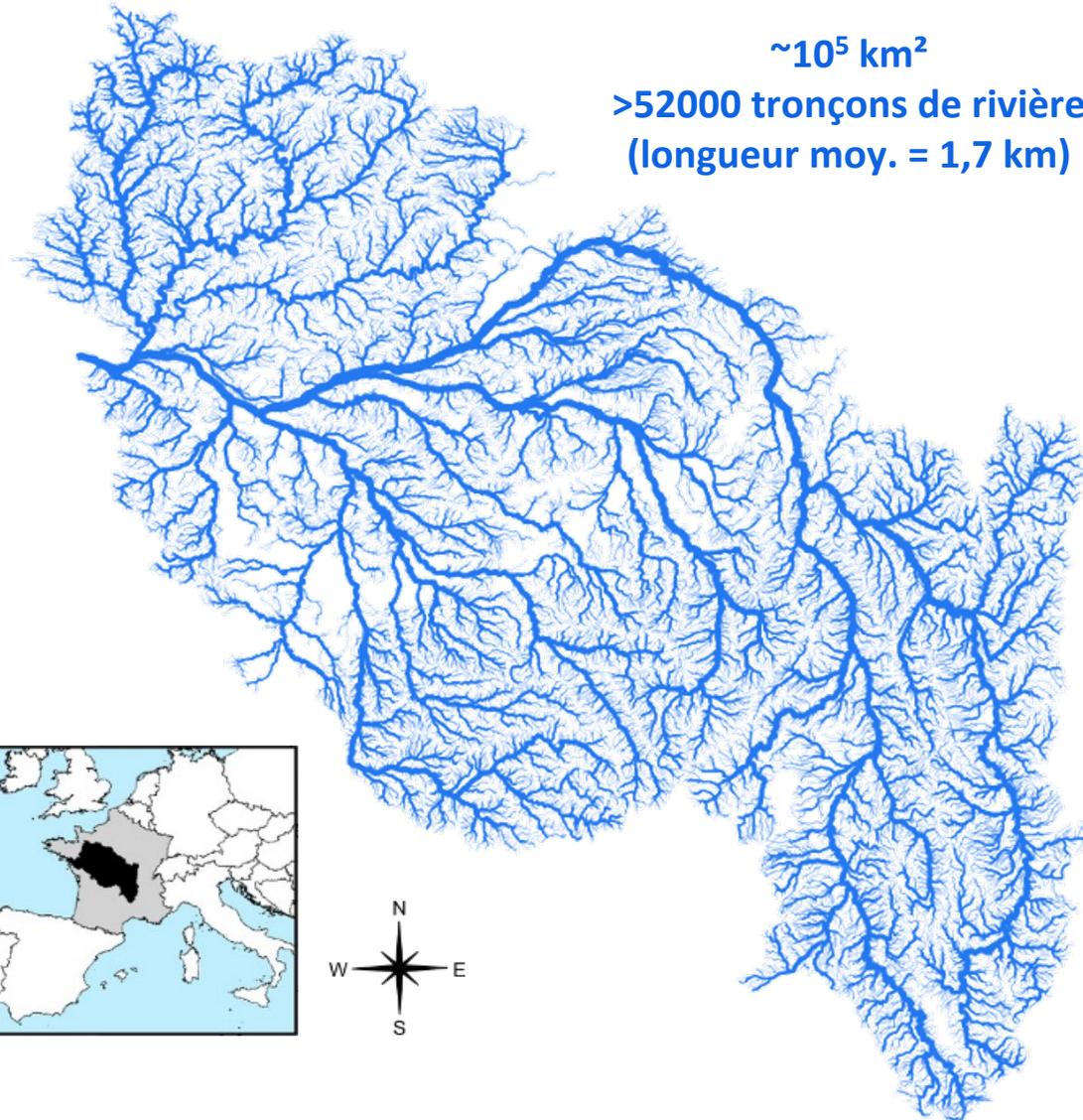


2 cas d'études

Arevalo *et al.* (2020) *STOTEN*
Arevalo *et al.* (2021a) *Sci. Rep.*
Arevalo *et al.* (2021b) *Proc. B*



Données - Bassin de la Loire



Données - Bassin de la Loire

Hydrology and
Earth System
Sciences



Regional, multi-decadal analysis on the Loire River basin reveals that stream temperature increases faster than air temperature

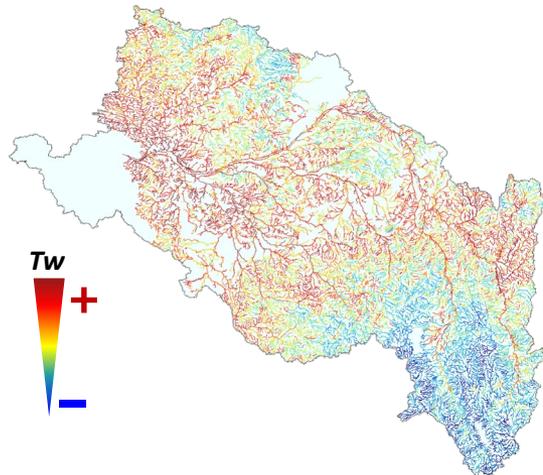
Hanieh Seyedhashemi^{1,2}, Jean-Philippe Vidal¹, Jacob S. Diamond¹, Dominique Thiéry³, Céline Monteil⁴, Frédéric Hendrickx⁴, Anthony Maire⁴, and Florentina Moatar¹

Open Access
Earth System
Science
Data
Discussions

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

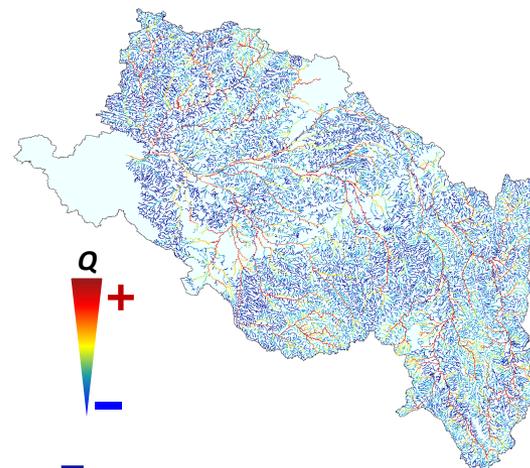
Hanieh Seyedhashemi^{1,2}, Florentina Moatar¹, Jean-Philippe Vidal¹, and Dominique Thiéry³

Données journalières de température de l'eau (T_w)
Modèle thermique à base physique T-NET



Seyedhashemi *et al.* (2022) *HESS*
Seyedhashemi *et al.* (2023) *ESSD*

Données journalières de débit (Q)
Modèle hydrologique semi-distribué EROS



Données passées reconstruites (1963-2019)
Données futures projetées (2020-2100)



Utilisation de la vitesse du courant (V)
dérivée du débit (Morel *et al.*, 2020)

Données - Comptage individuel (montaison)

Quatre stations de comptage à la montaison au niveau d'ouvrage de franchissement



Trois espèces de poissons diadromes :

Saumon atlantique
Salmo salar



Grande alose
Alosa alosa

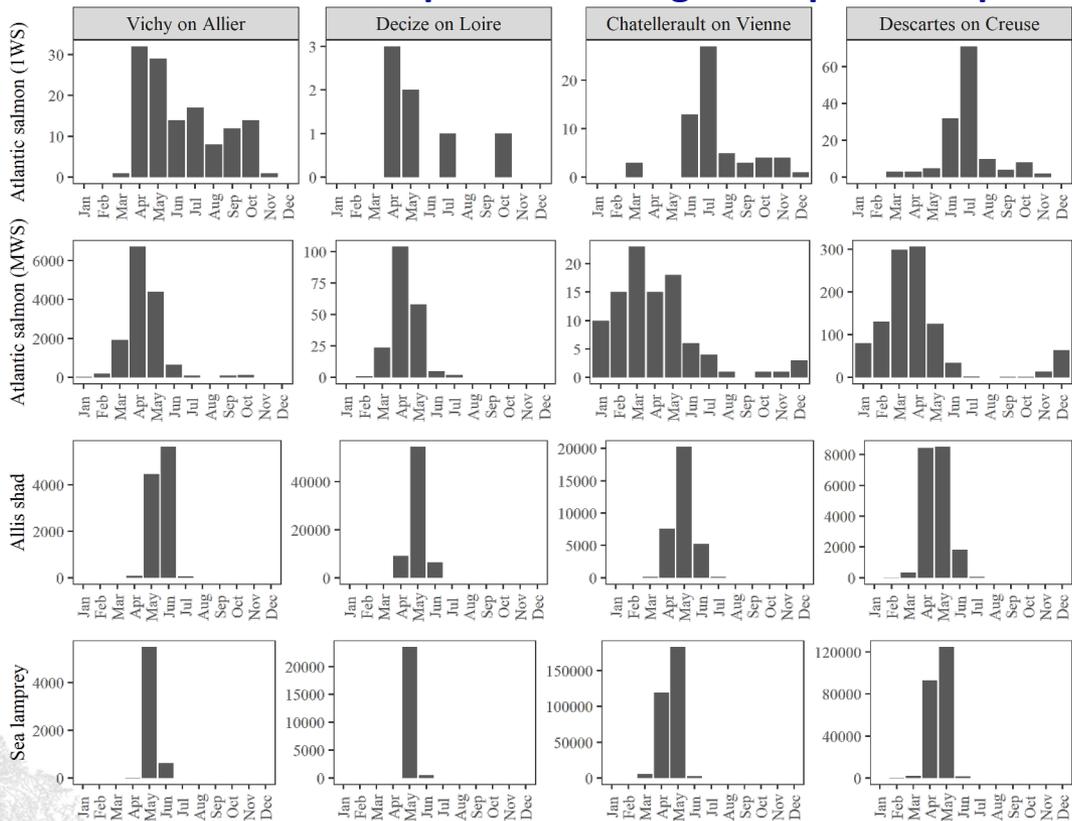


Lamproie marine
P. marinus



Données - Comptage individuel (montaison)

Identification de la période de migration pour chaque espèce/écotype



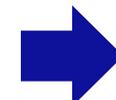
Juil.-Déc.



**1 hiver en mer (1WS)
castillon**



Fév.-Juin



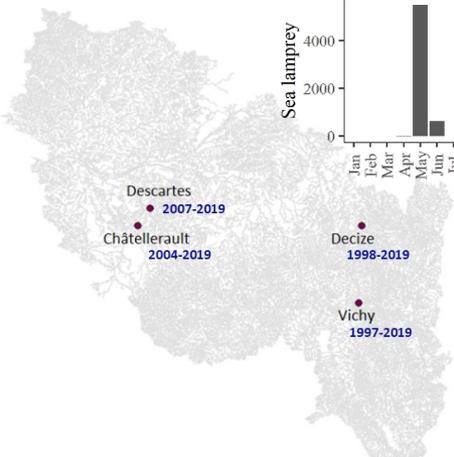
>1 hiver en mer (MWS)



Mars-Juin

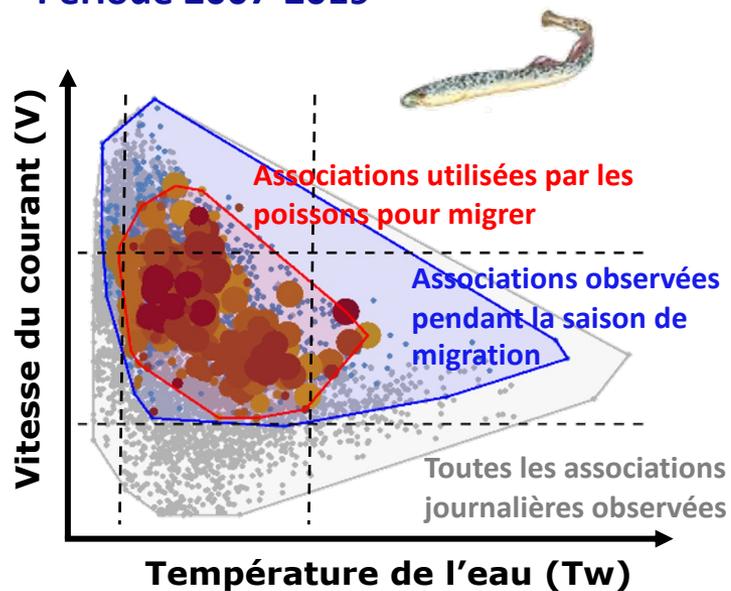


Mars-Juin



Données - Comptage individuel (montaison)

Données de Descartes sur la Creuse
Période 2007-2019



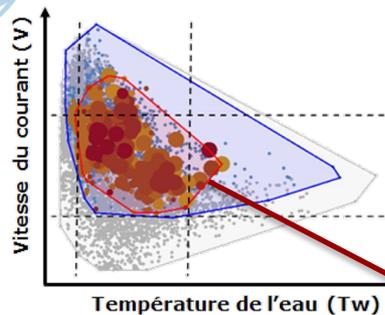
Descartes
• 2007-2019

Châtelleraulx
2004-2019

Decize
1998-2019

Vichy
1997-2019

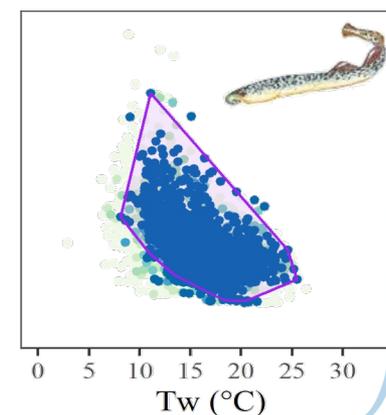
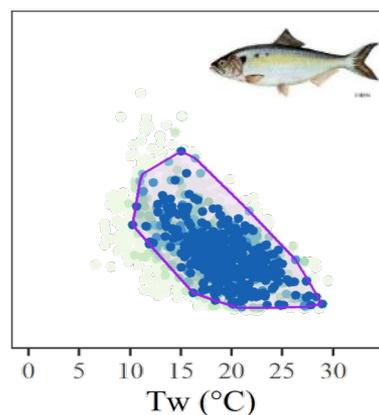
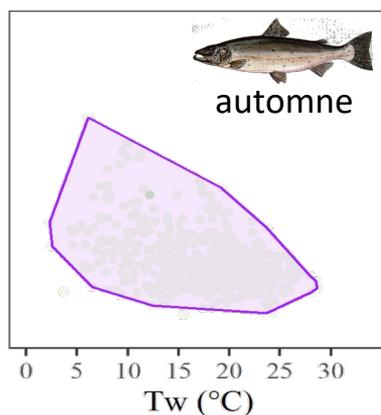
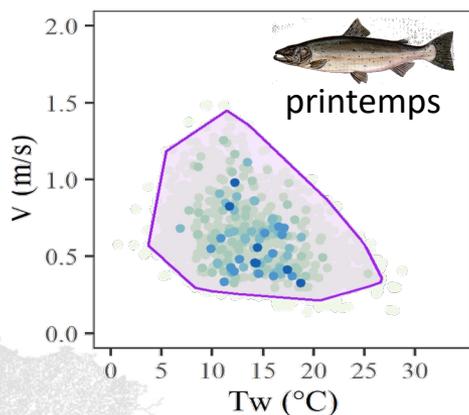
Données - Comptage individuel (montaison)



Daily Nb of passage

- <10
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- 40-50
- 50

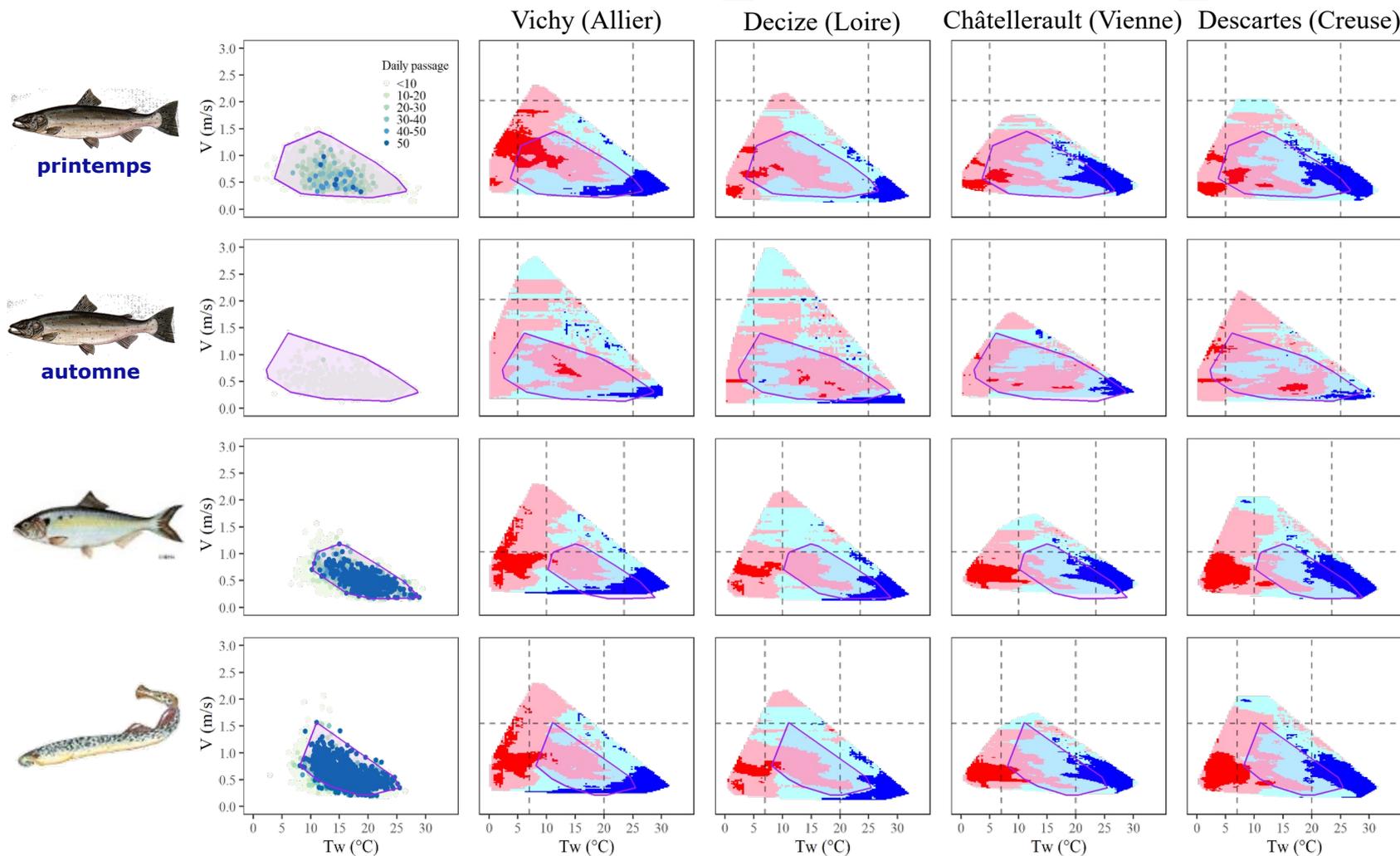
**“Conditions favorables/utilisables pour la migration”
= Polygone incluant 90% des jours avec au moins un individu migrant**



Résultats

➤ Evolution de la fréquence d'occurrence des associations température de l'eau-vitesse du courant (saison de migration)

 **Diminution signif.**  **Diminution non-signif.**  **Augmentation non-signif.**  **Augmentation signif.**



Résultats

- Tendance dominante (fréquence d'occurrence) parmi les associations utilisables (saison de migration)



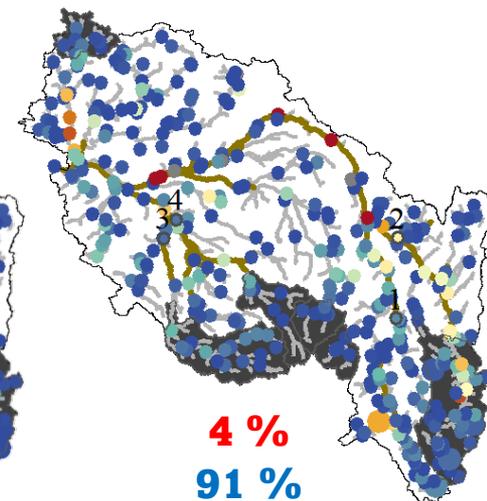
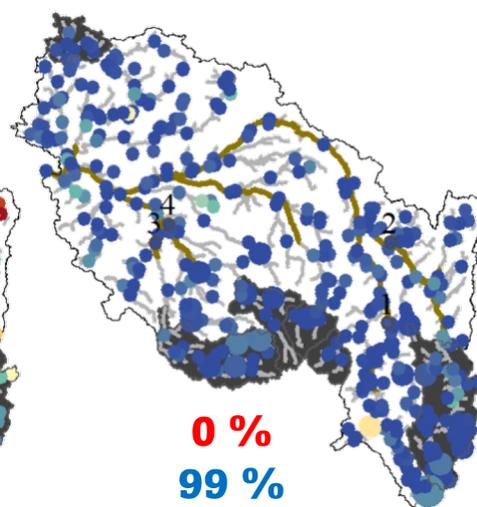
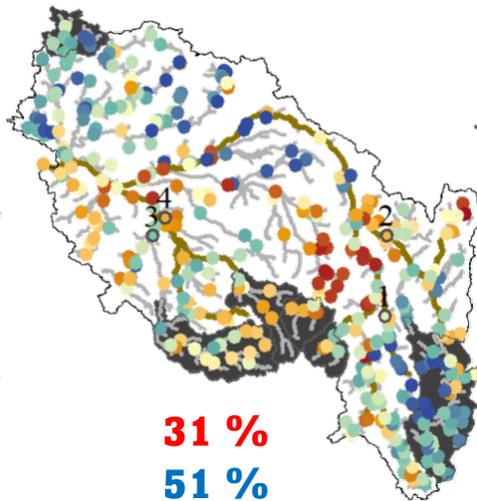
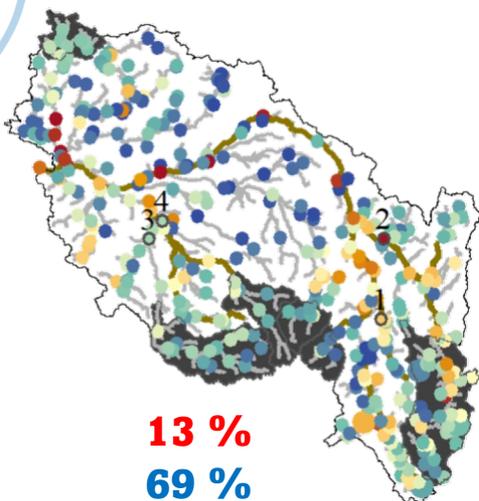
printemps



automne



ONEMA



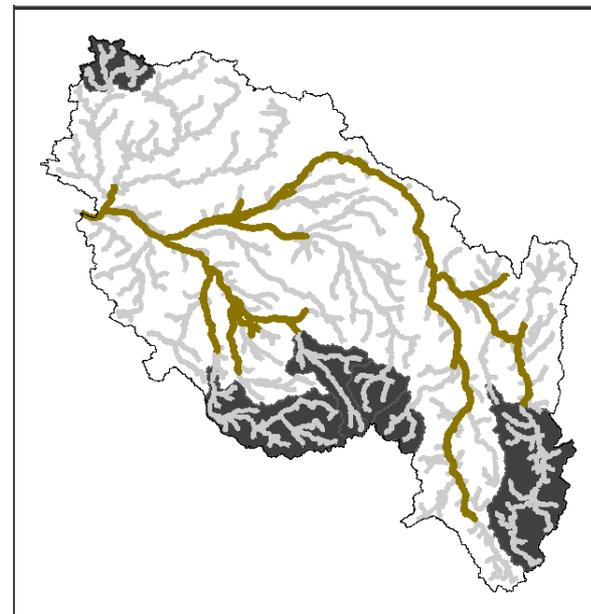
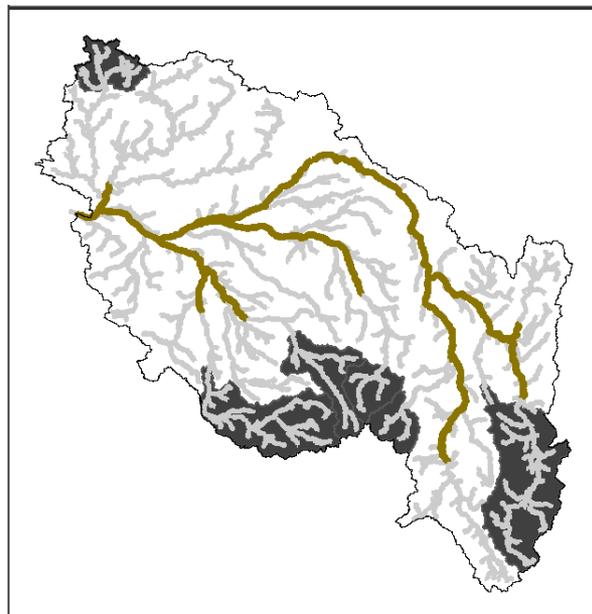
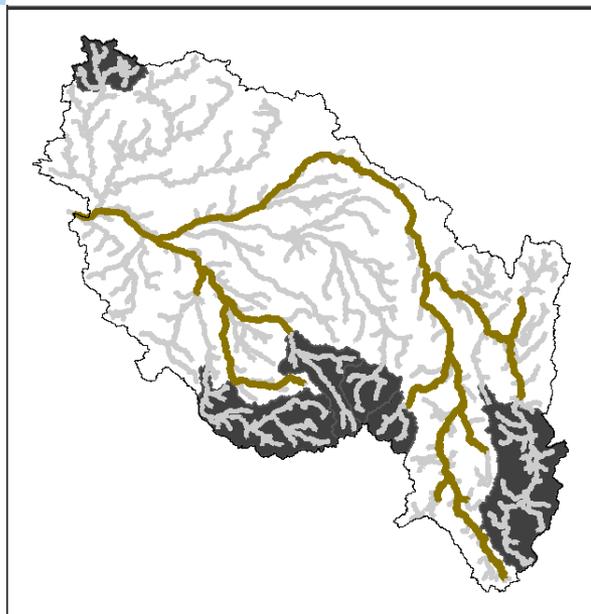
Diminution



Augmentation

Résultats

- **Tendance dominante (fréquence d'occurrence) parmi les associations utilisables (saison de migration)**



 **Axes de migration confirmés**

 **Zones inaccessibles**

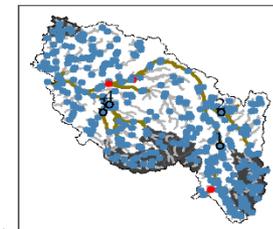
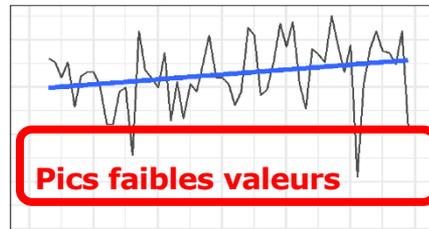
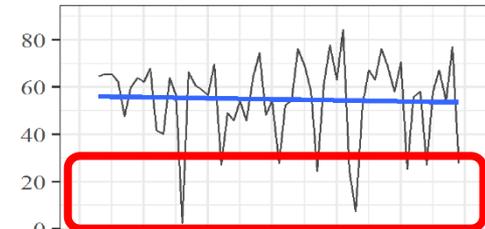
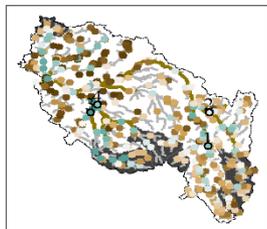
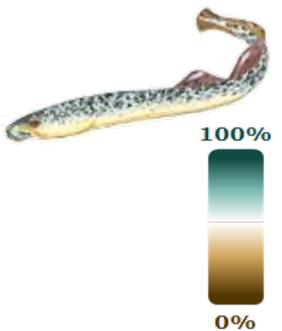
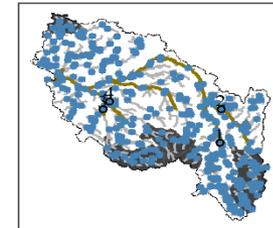
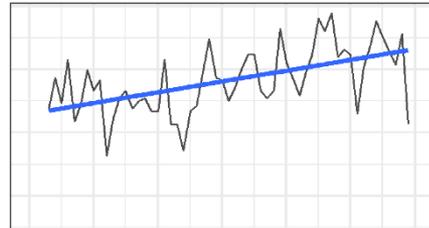
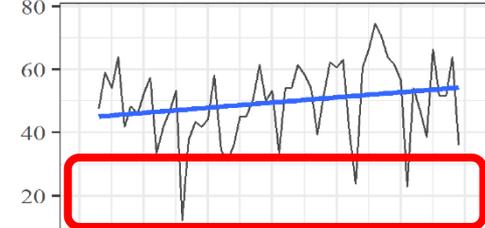
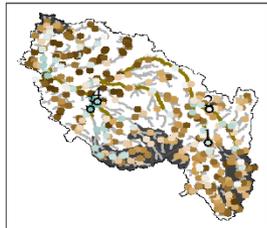
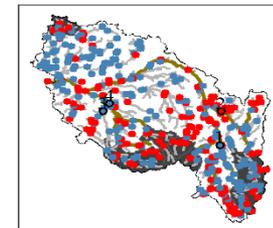
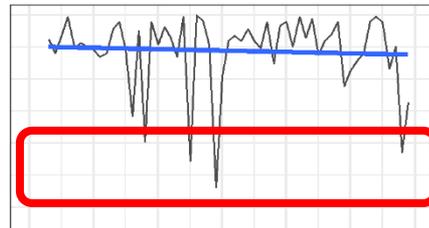
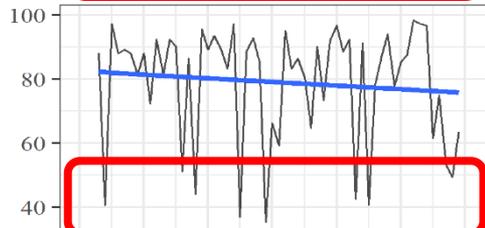
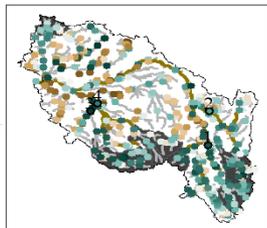
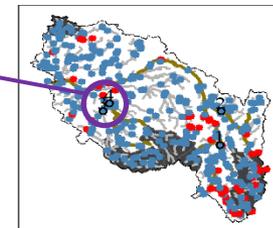
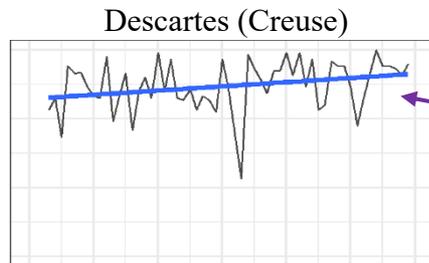
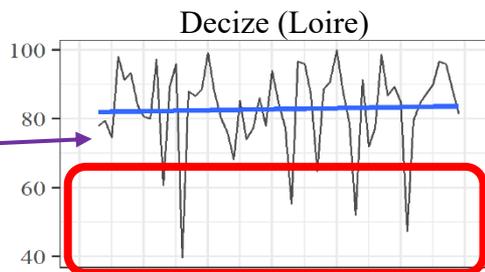
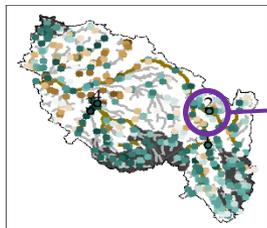
Résultats

➤ Pourcentage de jours avec des conditions utilisables durant la saison de migration

Moyenne sur la dernière décennie (2009-2019)

Evolution sur la période d'étude (1963-2019)

Tendance sur la période 1963-2019

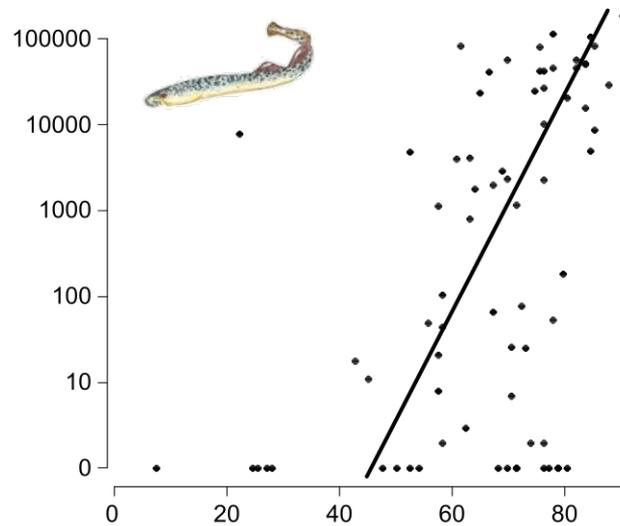
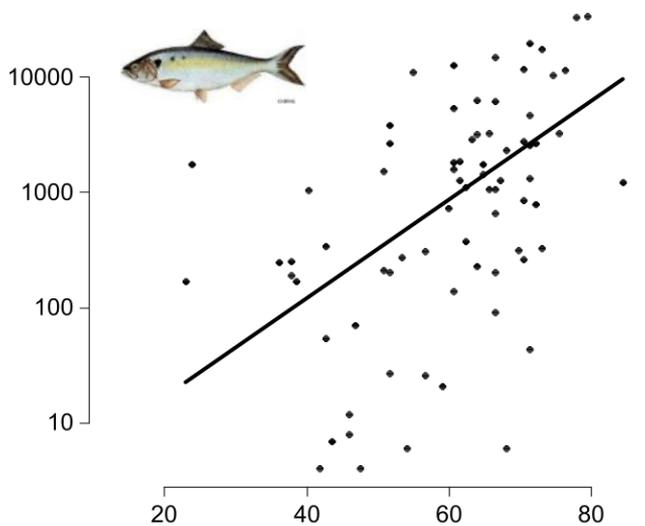
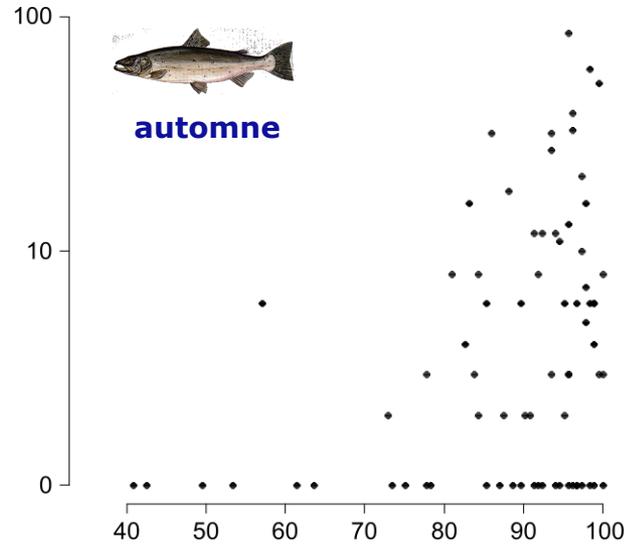
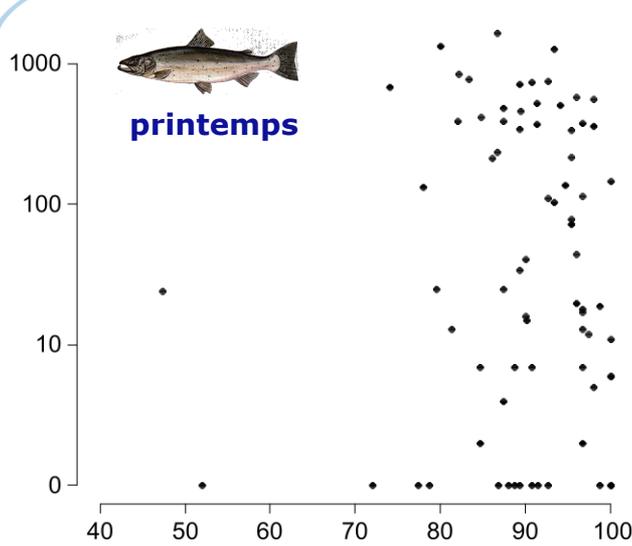


Augmentation
 Diminution

Résultats

➤ Lien entre nombre de migrants et % de jours favorables ?

Nombre annuel de migrants comptabilisés

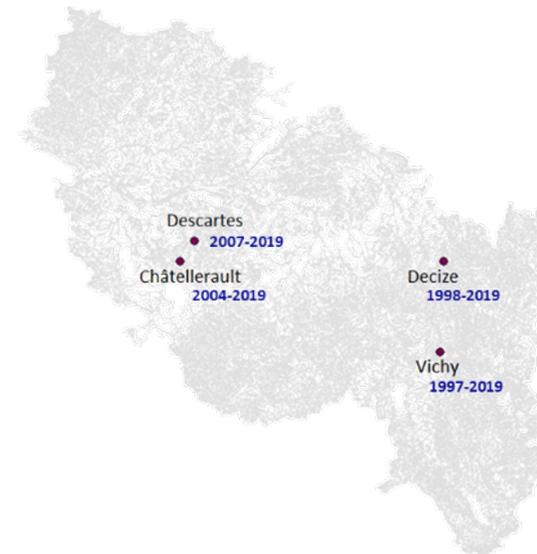


% de jours utilisables au cours de la saison de migration



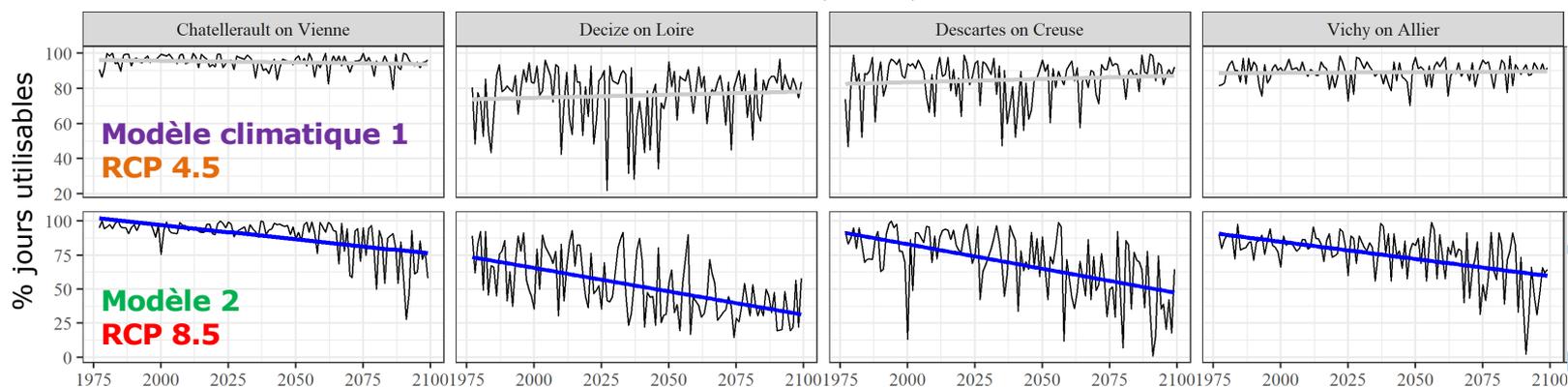
Valeurs annuelles pour les quatre stations de comptage considérées ensemble

1 point = 1 année à 1 station de comptage



Conclusion & Perspectives

- Effets des changements globaux sur les conditions thermiques et hydrologiques des rivières durant la saison de montaison
 - Grande alose et lamproie marine : ne semblent pas expliquer les déclinés observés
 - Saumon atlantique : tendances préoccupantes, en particulier pour les saumons d'automne (castillons), malgré des disparités spatiales sur le bassin
- Poursuite de l'étude : quantification et comparaison de la favorabilité passée, présente et future des affluents de la Loire pour la montaison des trois espèces
 - Utilisation de données journalières de température de l'eau et de vitesse projetées sous différents modèles climatiques et scénarios d'évolution des émissions jusqu'en 2100



automne

- Focus sur les changements de durée de la fenêtre temporelle propice à la montaison des espèces avec une approche spatialisée à l'échelle du bassin versant

Merci ! Pour plus d'informations / à venir prochainement :

Arevalo E., Lassalle G., Tétard S., Maire A., Sauquet E., Lambert P., Paumier A., Villeneuve B., Drouineau H. (2020) An innovative bivariate approach to detect joint temporal trends in environmental conditions: application to large French rivers and diadromous fish. *Science of The Total Environment*, 748, 141260.

Arevalo E., Drouineau H., Tétard S., Durif C., Diserud O.H., Poole R., Maire A. (2021) Joint temporal trends in river thermal and hydrological conditions can threaten the downstream migration of the critically endangered European eel. *Scientific Reports*, 11, 16927.

Arevalo E., Maire A., Tétard S., Prévost E., Lange F., Marchand F., Josset Q., Drouineau H. (2021) Does global change increase the risk of maladaptation of Atlantic salmon migration through joint modifications of river temperature and discharge? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 288, 20211882.

Drouineau H., Arevalo E., Lassalle G., Tétard S., Maire A. (2021) chocR package - Exploring the temporal Change of Occurrence of events in multivariate time series - version 1.0.0. <https://github.com/Irstea/chocR>

Syedhashemi H., Vidal J.-P., Diamond J.S., Thiéry D., Monteil C., Hendrickx F., Maire A., Moatar F. (2022) Regional, multi-decadal analysis reveals that stream temperature increases faster than air temperature. *Hydrology and Earth System Sciences*, 26, 2583–2603.

Syedhashemi H., Moatar F., Vidal J.-P., Thiéry D. (2023) Past and future discharge and stream temperature at high spatial resolution in a large European basin (Loire basin, France). *Earth System Science Data*, 15, 2827–2839.

Syedhashemi H., Drouineau H., Arevalo E., Legrand M., Moatar F. & Maire A. (soumis) Spatially Heterogeneous Joint Temporal Trends in River Temperature and Current Velocity on a Large Scale and Potential Effects on Diadromous Fish.

Contact : anthony.maire@edf.fr



ASSOCIATION MIGRATEURS RHÔNE-MÉDITERRANÉE

ZI Nord, rue André Chamson, 13200 Arles

contact@migrateursrhonemediterranee.org

Tél. : 04 90 93 39 32

www.migrateursrhonemediterranee.org