



**HAL**  
open science

# Cartographie thermique des rivières par infrarouge thermique aéroporté (IRT-a) : inventaire des habitats, diagnostic thermique et appui à la conservation

Baptiste Marteau, Arnaud Caudron

## ► To cite this version:

Baptiste Marteau, Arnaud Caudron. Cartographie thermique des rivières par infrarouge thermique aéroporté (IRT-a) : inventaire des habitats, diagnostic thermique et appui à la conservation. 10ème édition des Rencontres Migrateurs de Loire, LOGRAMI, Nov 2021, Saint-Pourçain sur Sioule, France. hal-04651421

**HAL Id: hal-04651421**

**<https://hal.science/hal-04651421v1>**

Submitted on 17 Jul 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Rencontres Migrateurs de Loire



## Cartographie thermique des rivières par infrarouge thermique aéroporté (IRT-a) : inventaire des habitats, diagnostic thermique et appui à la conservation

Baptiste Marteau<sup>1,2</sup>  
Arnaud Caudron<sup>1</sup>

1



2



**SCIMABIO** *Interface*  
science-management interface for biodiversity conservation



Cette action est cofinancée par l'Union Européenne. L'Europe s'engage dans le bassin de la Loire avec le Fond européen de développement régional.



Établissement public du ministère chargé du développement durable



- **Pourquoi cette collaboration ?**
- **Méthode**
- **Principe de fonctionnement de l'IRT-a**
- **Les atouts et limites de la méthode**
- **Illustrations : approche multi-scalaire**
- **Perspectives**

## ➤ Consortium scientifique autour de la cartographie thermique des cours d'eau : né d'un double constat

- **SCIMABIO Interface :**
  - Suivis « classiques » surtout temporels
  - Besoin d'outils de diagnostic plus « spatialement explicits »
- **Laboratoire EVS :**
  - Développement d'un outil pour la recherche « fondamentale »
  - Outil en fin de développement méthodologique
  - Potentiel de diagnostic à large échelle
- **Consortium :**
  - Porté par SCIMABIO Interface →

↳ **Projet ISTHME**  
*(Innovative Solution for the Thermal Mapping of the Environment)*



N. Bergeron



B. Marteau

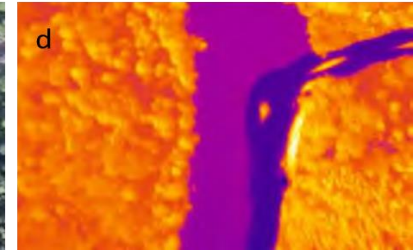


H. Piégay



S. Dugdale

➤ Méthode : cartographie des températures de surface

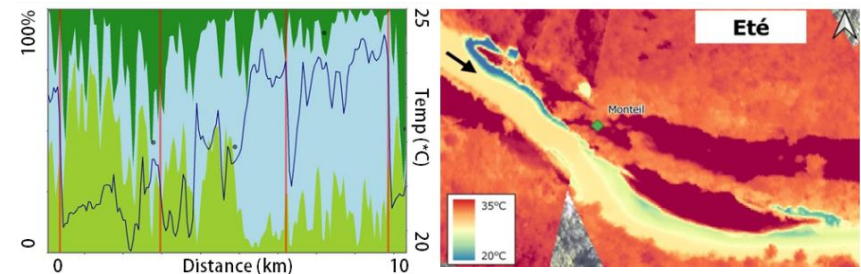


Dugdale et al. (2013), *RSoE136*

➤ Outil : infrarouge thermique aéroporté (IRT-a)

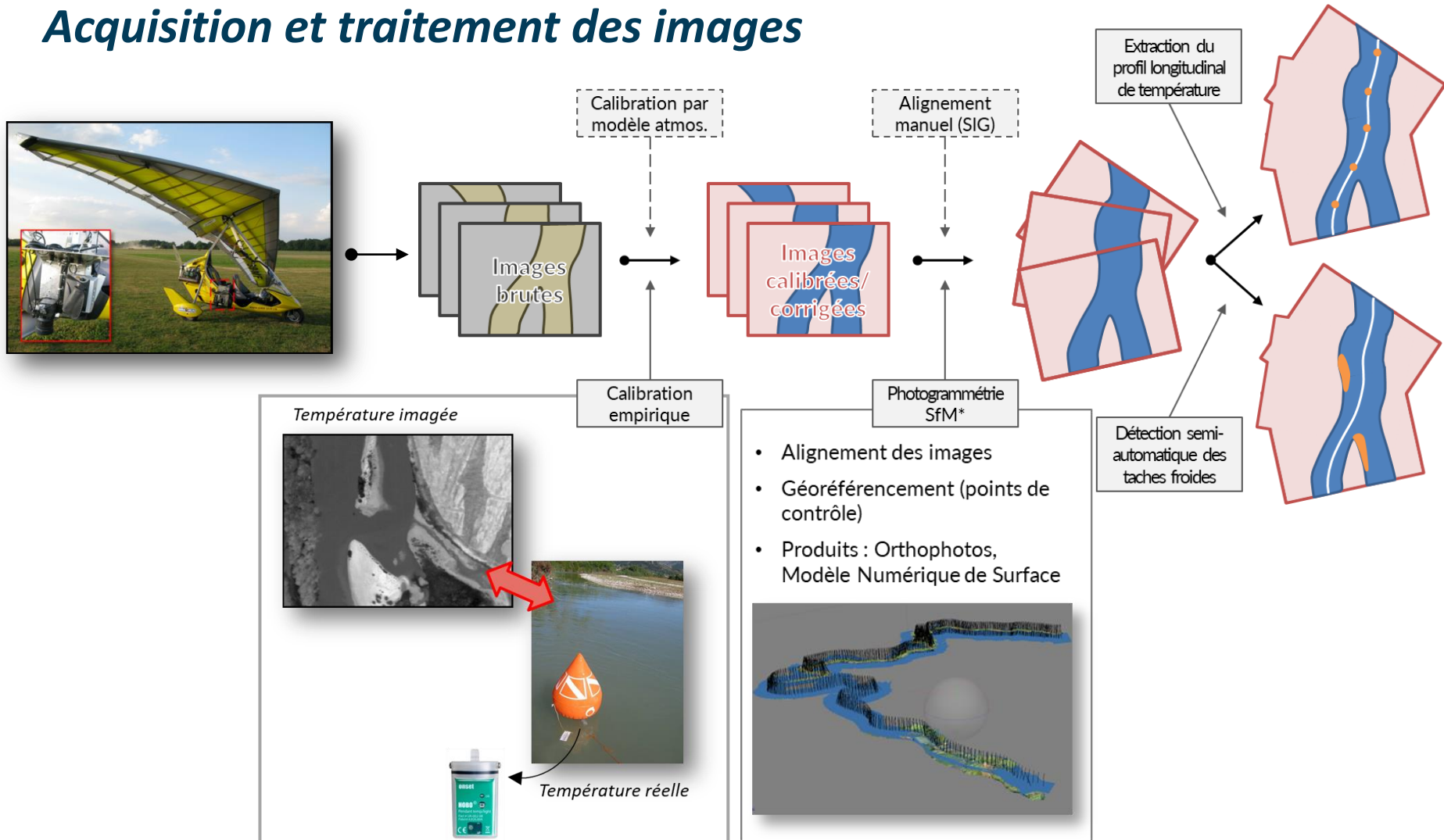


➤ Produits : profil longitudinal de température + distribution des habitats thermiques



# Principes de fonctionnement de l'IRT-a

## Acquisition et traitement des images



# Principes de fonctionnement de l'IRT-a

## Exemple de carte de température

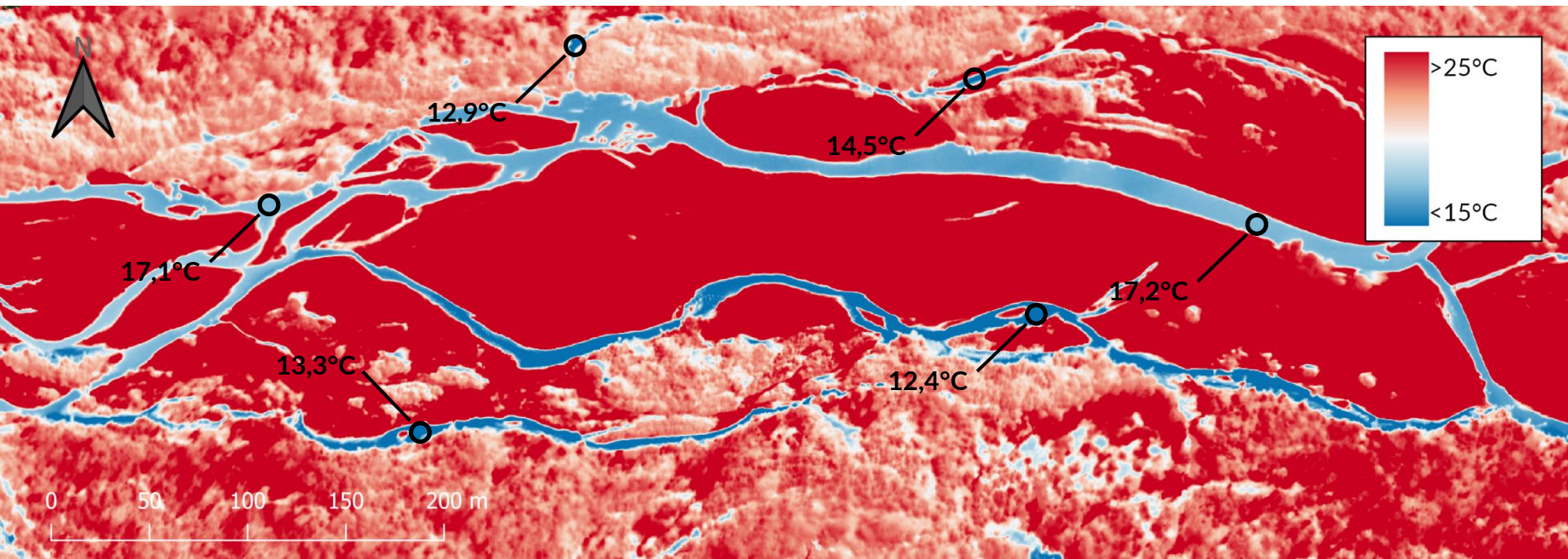
*Drac, juillet 2018*



# Principes de fonctionnement de l'IRT-a

## Exemple de carte de température

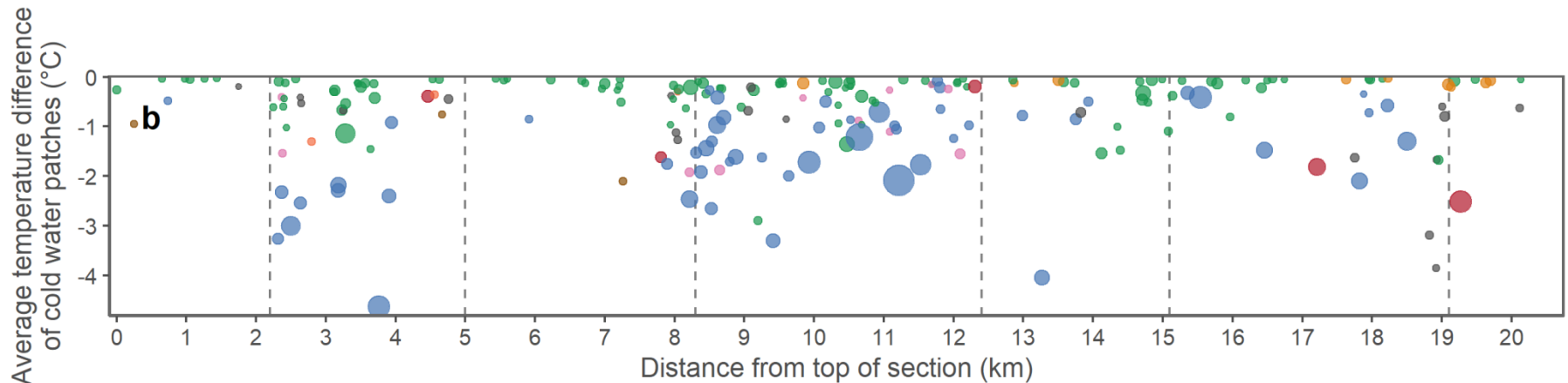
*Drac, juillet 2018*













# Les atouts de la méthode

- **Détection des habitats thermiques :**
- **Distribution spatiale**
  - **Caractéristiques de taille et de différentiel thermique**
  - **Classification possible suivant leur origine / positionnement au sein du chenal**



## Categories

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|  cold side-channel |  tributary plume |  hyporheic upwelling |  spring |
|  disconnected pool |  lateral seep    |  deep pool           |  alcove |

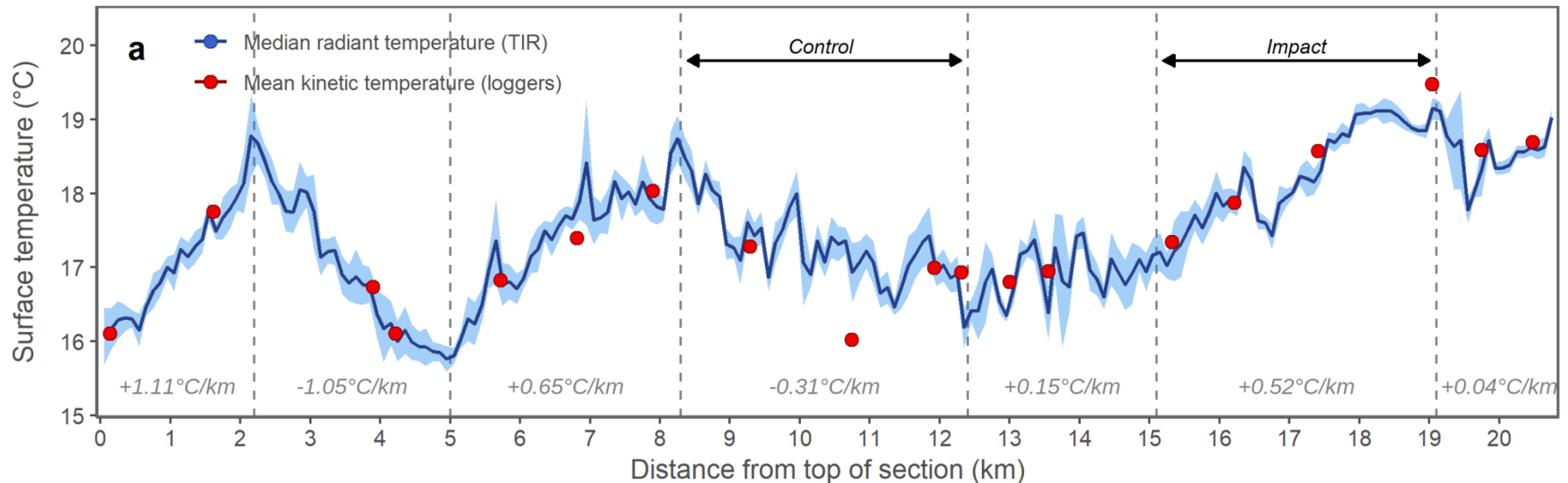
## Surface of patches (m<sup>2</sup>)

-  500    1000    2000

Marteau et al. (in review), *Hydrological Processes*

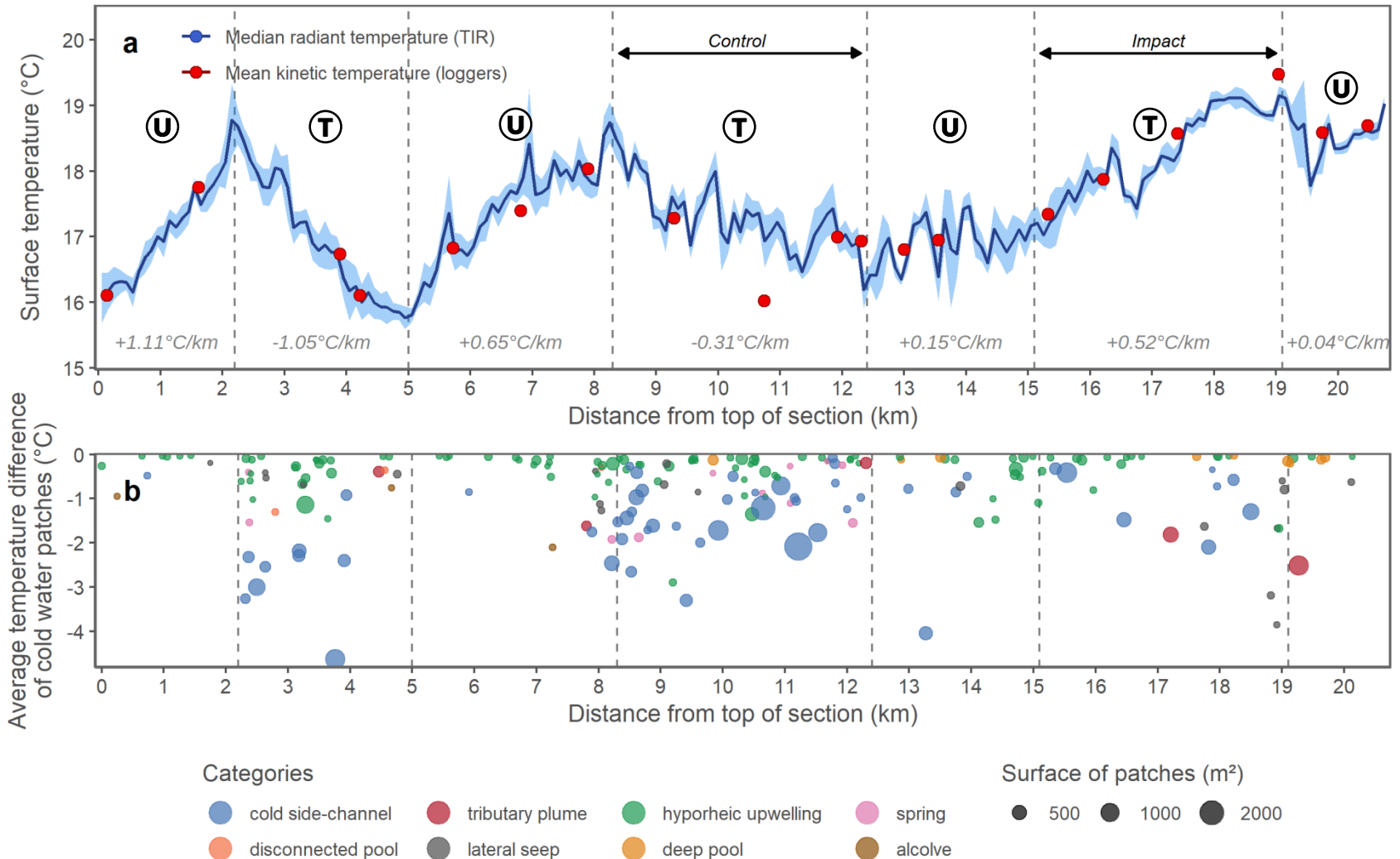
# Les atouts de la méthode

- **Caractérisation du fonctionnement thermique : analyse des gradients de température**
  - **Tronçons thermiquement homogènes**
  - **Lien avec les facteurs de contrôle géomorphologiques**



Marteau et al. (in review), *Hydrological Processes*

# Les atouts de la méthode



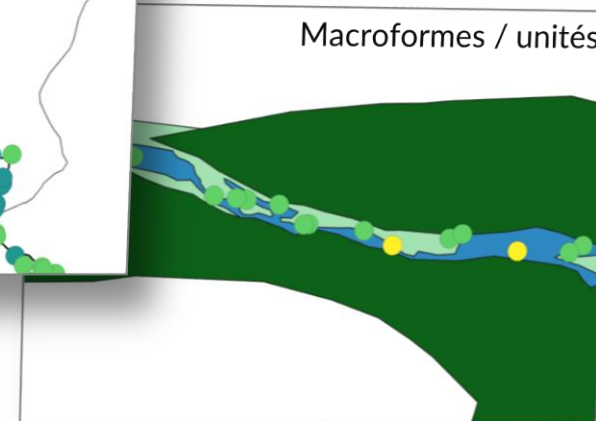
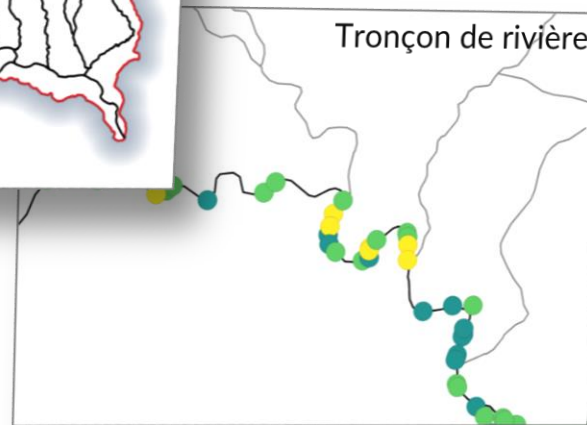
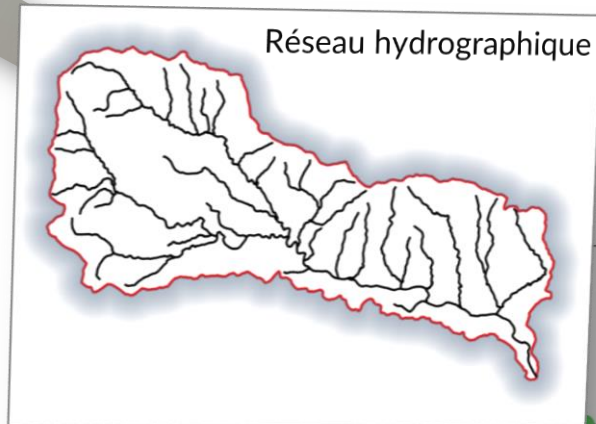
Marteau et al. (in review), *Hydrological Processes*

# Les limites de la méthode

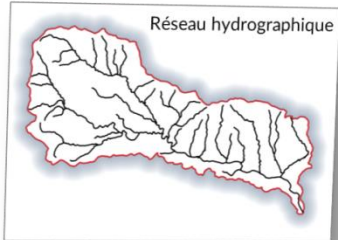
- **Limites propres à la télédétection :**
  - Visibilité du miroir
  - Conditions hydrologiques et météorologiques
  - Mesure instantanée
  - Mesure de surface
  
- **Limites propres à la méthode :**
  - Longueur max. 55-60 km linéaire / vol
  - Contraintes locales de vol (altitude min/max, zones interdites, autorisations)
  
- **Considérations techniques :**
  - Ne remplace pas le travail de terrain, mais outil complémentaire

## ➤ Approche spatiale multi-échelle :

- applicable à l'échelle du réseau hydrographique...
- ... qui fournit une information localisée

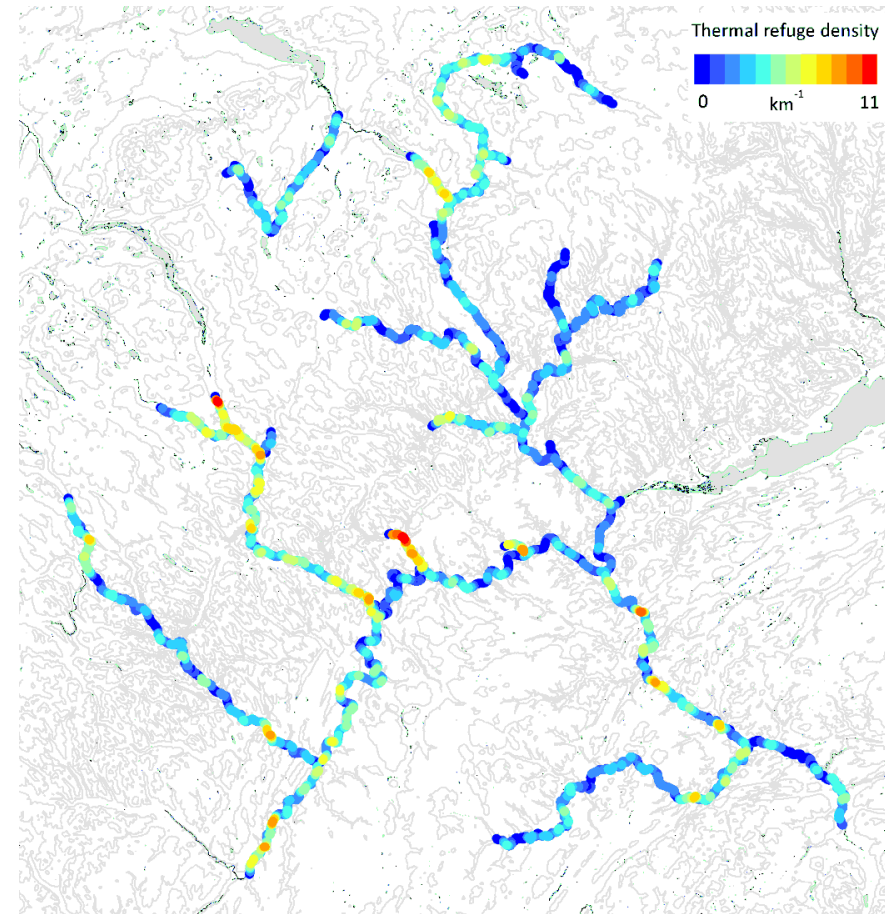
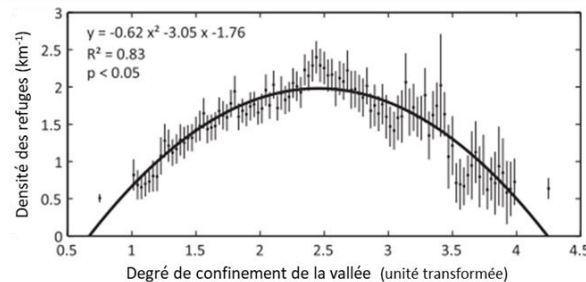
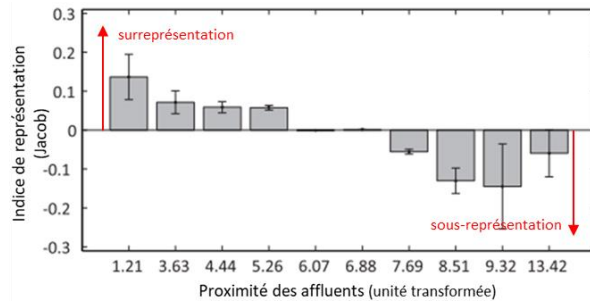


# Illustrations : approche multi-échelle



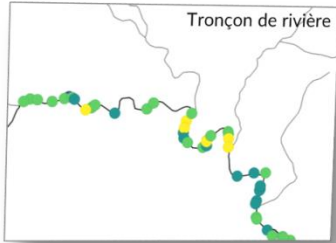
## Echelle du réseau hydrographique :

Quantifier la densité des refuges thermiques potentiels et les facteurs de contrôle



Dugdale et al. (2015). *Rem. Sens. Env.* 160: 43-55.

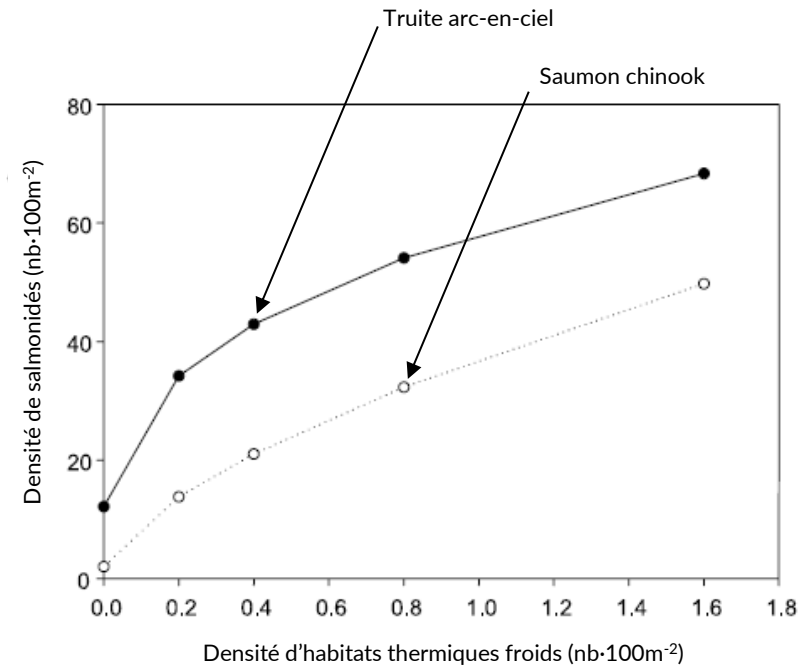
# Illustrations : approche multi-échelle



## Echelle du tronçon :

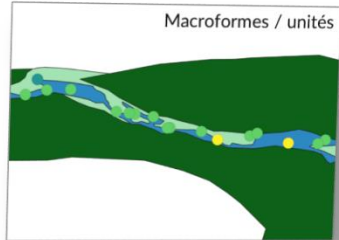
Approche indirecte...  
... voire directe ?

- Radiopistage d'individus pour suivre leurs déplacements
- Identification des zones de repos → lien avec la cartographie des habitats thermiques

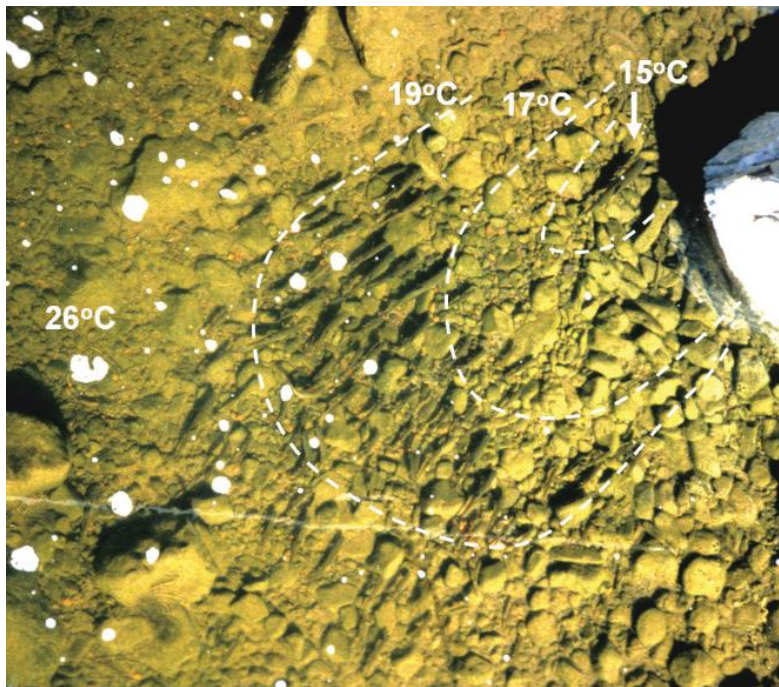


Ebersole et al. (2003). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60.

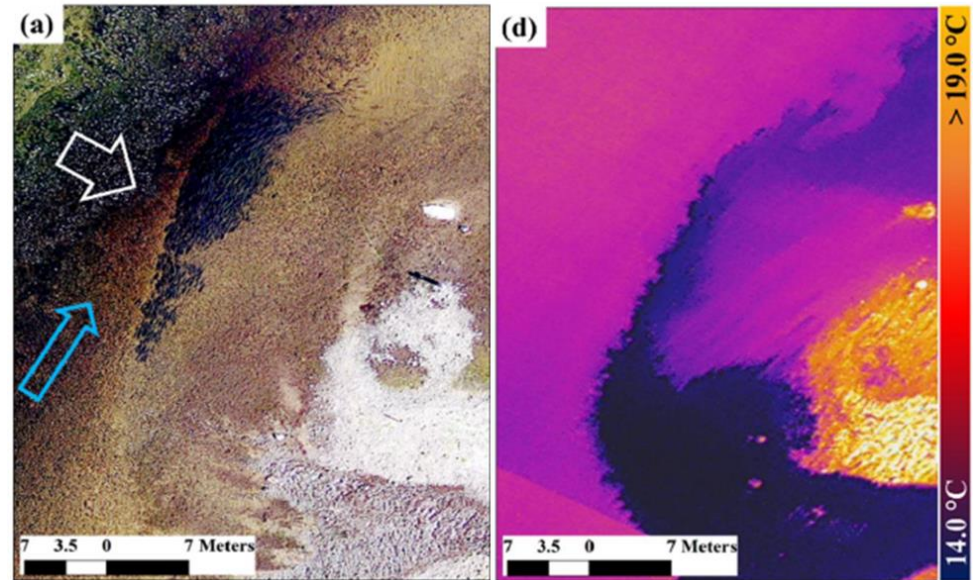
# Illustrations : approche multi-échelle



## Echelle des macroformes : Approche observationnelle...



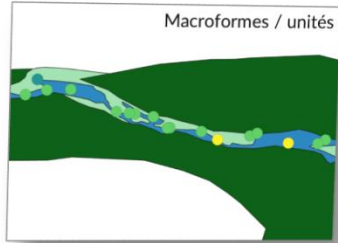
Ebersole et al. (2001), *Ecol. Freshw. Fish* 10 (1).



O'Sullivan et al. (2021), *bioRxiv preprint*



# Illustrations : approche multi-échelle

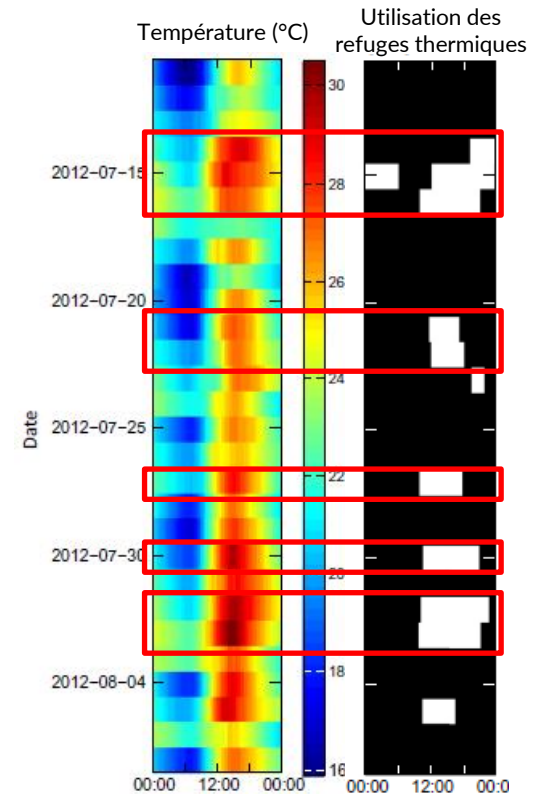
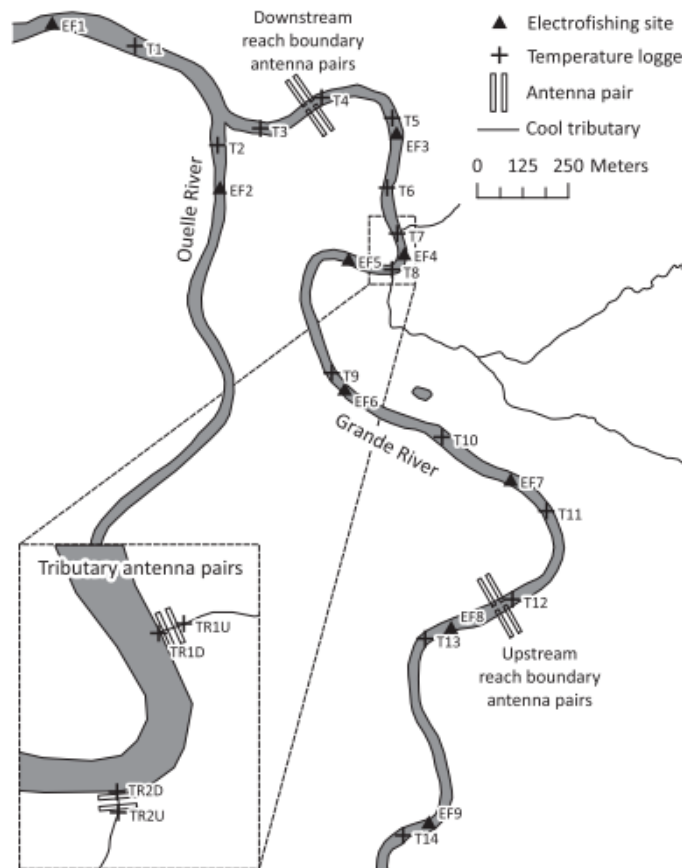


## Echelle des macroformes :

... ou quantitative

- Marquage RFID de tacons
- Antennes à l'entrée de refuges thermiques connus
- Passage en fonction des variations de température

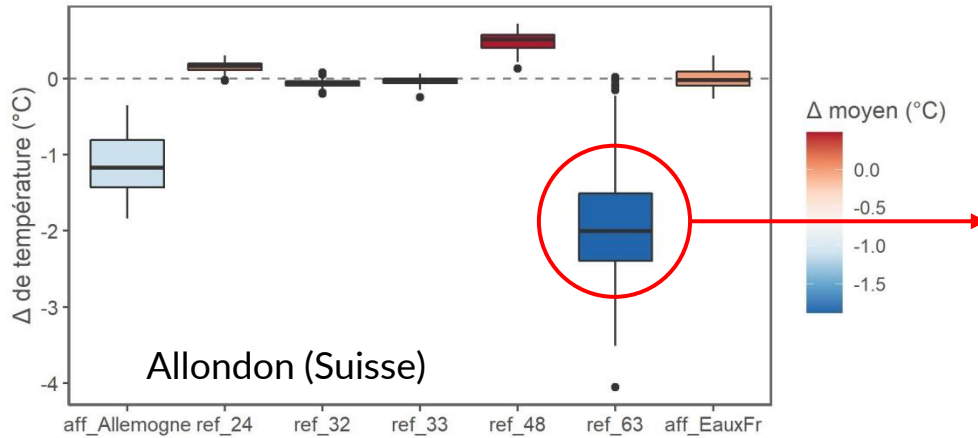
Canada, rivière Ouelle (Québec)  
Saumon atlantique (tacons)



Dugdale et al. (2016). *Ecol. Freshw. Fish* 25.

# Illustrations : approche multi-échelle

## Allondon, été 2021



Scimabio Interface (2021). *Rapport Canton Genève.*



**IRT-a → permet de répondre au besoin de changer d'échelle !**

## ➤ **Projet ISTHME (ADEME) :**

- **Outil IRT-a opérationnel dès 2022 → projets en cours**
  - Rivières Sauvages (Guiers, Chéran)
  - Bienne
  - Allondon (Suisse)
- **Couplage radiotélémetrie / RFID et habitats thermiques par IRT-a**
- **Caractérisation fine des refuges potentiels repérés (ex. Allondon)**

## ➤ **Travail du consortium :**

- **Partage des expériences / connaissances**
- **Mutualisation de la données**
- **Partage des avancées scientifiques**

Merci pour votre attention



# Références bibliographiques

Dugdale SJ, Bergeron NE, St-Hilaire A. 2013. Temporal variability of thermal refuges and water temperature patterns in an Atlantic salmon river. *Remote Sensing of Environment* 136 : 358–373. DOI: 10.1016/j.rse.2013.05.018

Dugdale SJ, Bergeron NE, St-Hilaire A. 2015. Spatial distribution of thermal refuges analysed in relation to riverscape hydromorphology using airborne thermal infrared imagery. *Remote Sensing of Environment* 160 : 43–55. DOI: 10.1016/j.rse.2014.12.021

Dugdale SJ, Franssen J, Corey E, Bergeron NE, Lapointe M, Cunjak RA. 2016. Main stem movement of Atlantic salmon parr in response to high river temperature. *Ecology of Freshwater Fish* 25 : 429–445. DOI: 10.1111/eff.12224

Ebersole JL, Liss WJ, Frissell CA. 2001. Relationship between stream temperature, thermal refugia and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* abundance in arid-land streams in the northwestern United States. *Ecology of Freshwater Fish* 10: 1–10. DOI: 10.1034/j.1600-0633.2001.100101.x

Ebersole JL, Liss WJ, Frissell CA. 2003. Thermal heterogeneity, stream channel morphology, and salmonid abundance in northeastern Oregon streams. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 60: 1266–1280. DOI: 10.1139/f03-107

Marteau B, Michel K, Piégay H. (in review). Can gravel augmentation restore thermal functions in gravel-bed rivers? A need for trajectory-based assessment. *Hydrological Processes*

O'Sullivan A, Linnansaari T, Leavitt J, Samways KM, Kurylyk BL, Curry RA. 2021. The salmon-peloton: hydraulic habitat shifts of adult Atlantic salmon (*Salmo salar*) due to behaviour thermoregulation. bioRxiv preprint

Scimabio Interface. 2021. Suivi thermique de l'Allondon : rapport d'état 2021. *Projet Cartographie et caractérisation des habitats thermiques de l'Allodon*. Rapport au Canton de Genève, 27pp.