

# RESTAURATION DES MILIEUX AQUATIQUES

Arras, 15-17 septembre 2025

# GARDONS LE CAP !

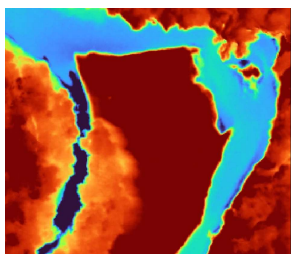
## **ATELIER:**

**Quels sont les *nouveaux outils de diagnostic* et de pilotage mobilisables par le technicien de rivières pour réaliser son "plan de gestion" ?**

### ATELIER:

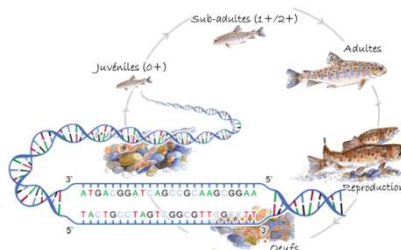
Quels sont les **nouveaux outils de diagnostic** et de pilotage mobilisables par le technicien de rivières pour réaliser son "plan de gestion" ?

Cartographie Thermique



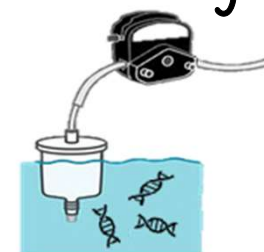
SCIMABIO-ENS-Univ Nottingham  
2022

Taille efficace



2017

ADNe et Écologie fonct.



LPA INRAE CARRTEL-SCIMABIO  
Inn'eau'vatool 2023

## Infra-Rouge Thermique aéroportée → IRTa

Consortium scientifique depuis 2021 pour le développement opérationnel de cette technologie:



The University of  
Nottingham

*Arnaud Caudron (SCIMABIO Interface)*

*Baptiste Marteau (CNRS, EVS Lyon)*

*Hervé Piegay (ENS Lyon)*

*Stephen Dugdale (Univ. Nottingham)*

### 2022-2025: 13 projets ≈ 800 km de rivières

- Allondon (CH)
- Bienne
- Guiers/Guiers Vif/Guiers Mort
- Doubs
- Cusancin
- Dessoubre
- Loue
- Drac
- Allier
- Ain
- Basse Durance
- Bas Verdon
- Nivelle

## Méthodes

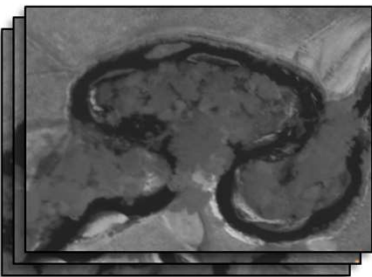
### Acquisition des images et chaîne de traitement

(Pixel = 30cm - Précision: 0,3°C)

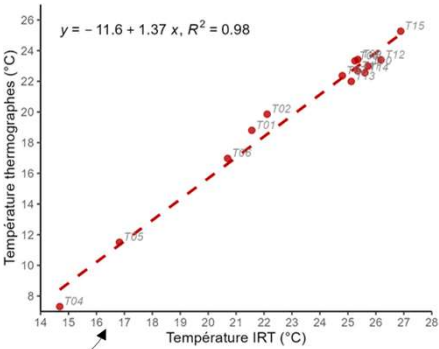
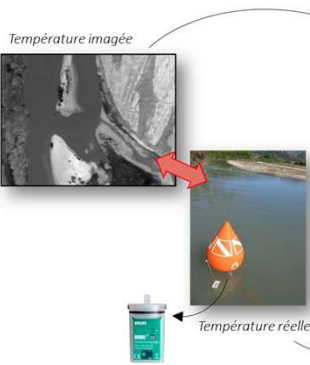
#### Acquisition des images



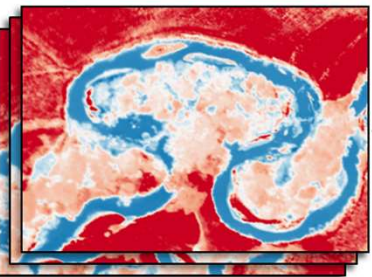
#### Images thermiques



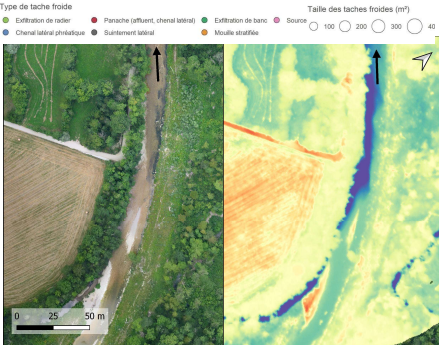
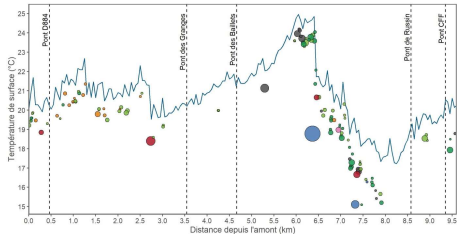
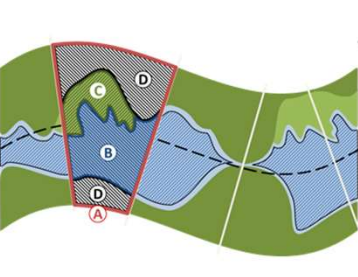
#### Images visibles



#### Calibration



#### Classification

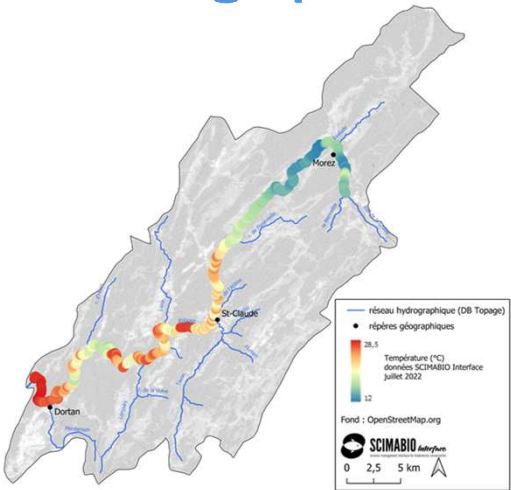
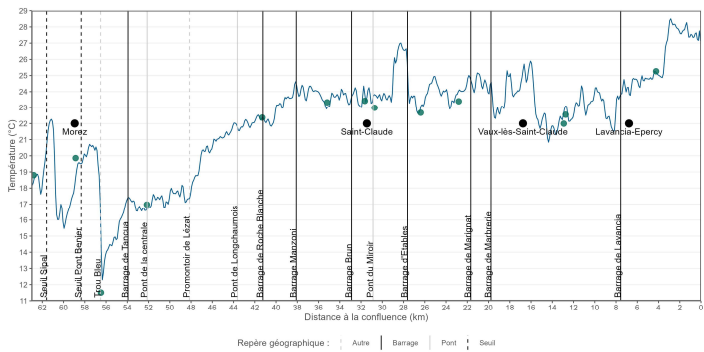


### Interprétation des livrables

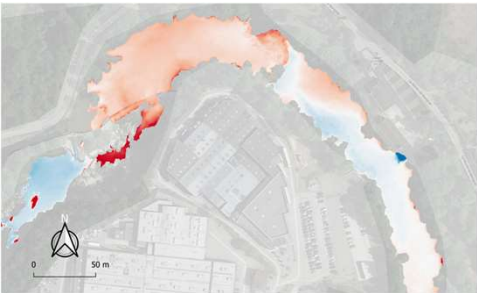


## A quoi peut servir la cartographie IRT:

### ● Profil thermique longitudinal (amont-aval)



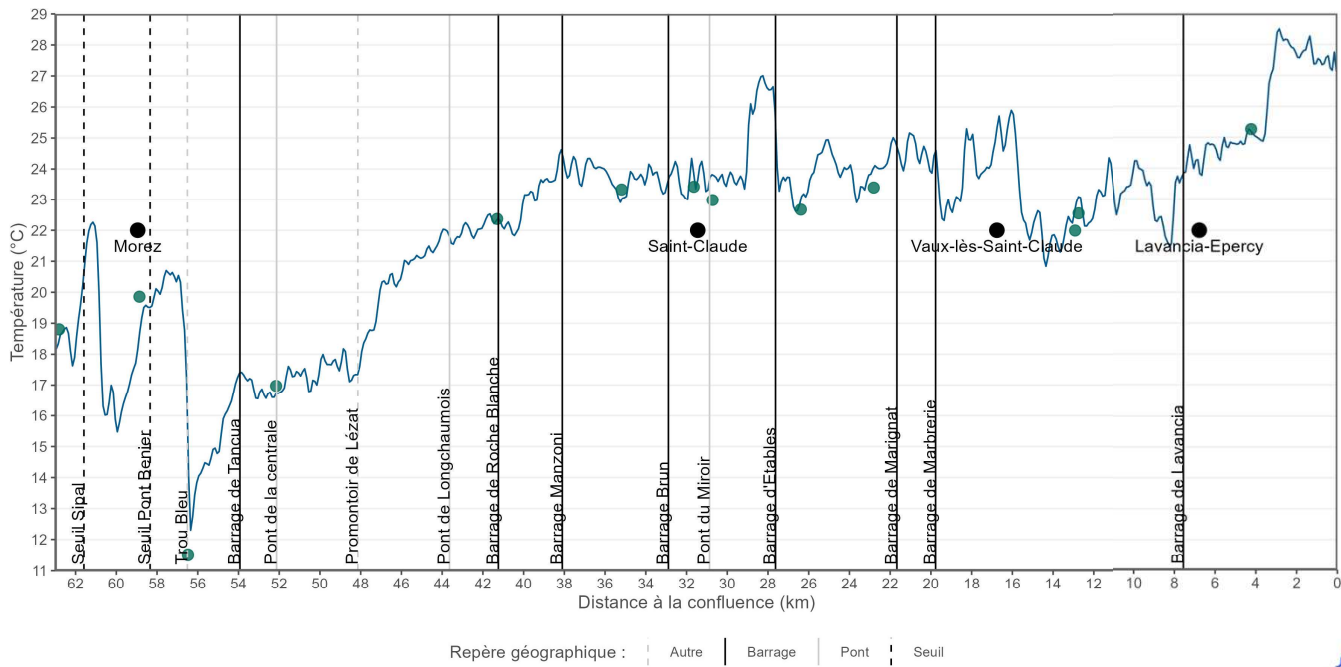
### ● Cartographies des mosaïques thermiques



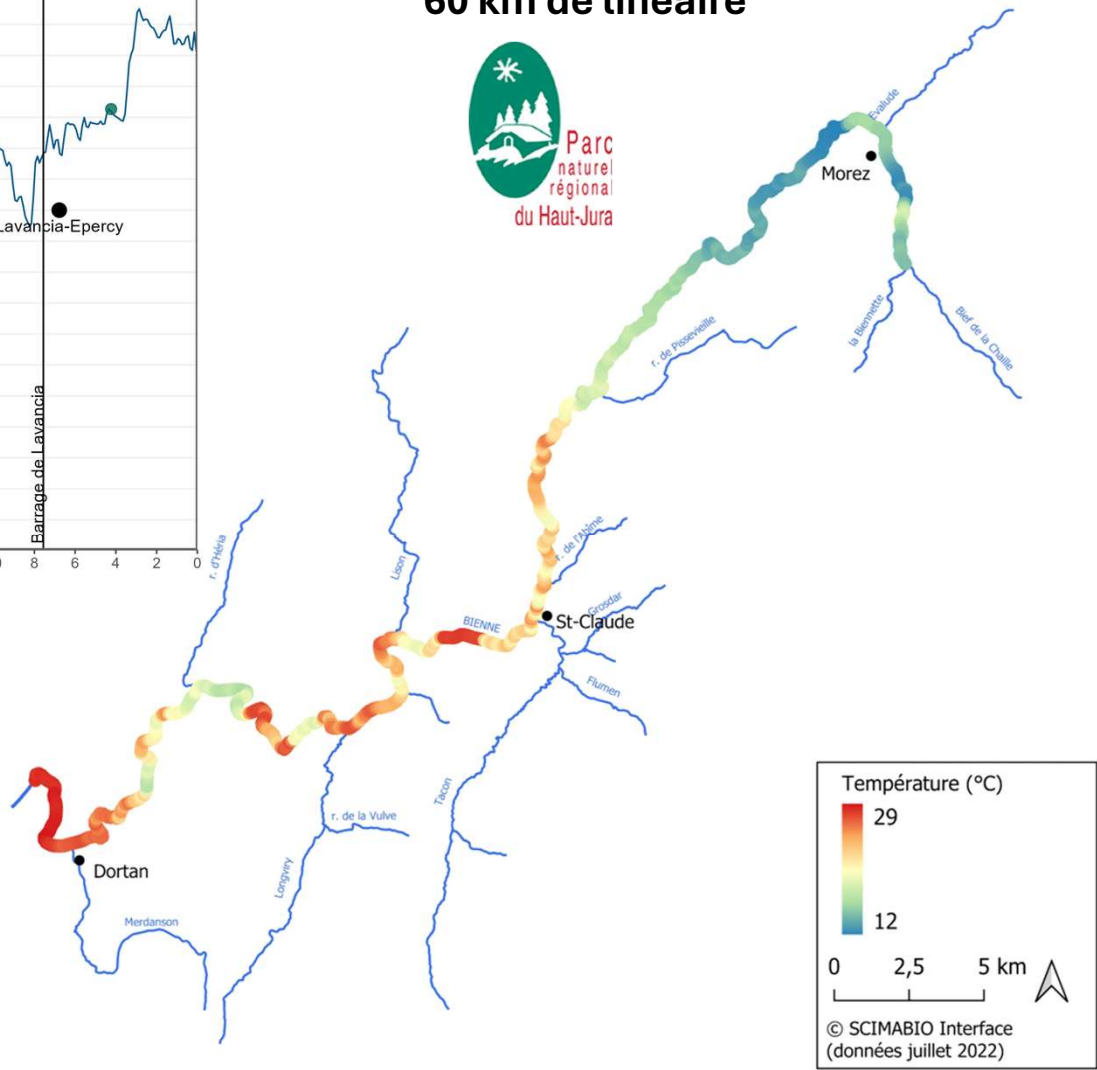
## A quoi peut servir la cartographie IRT:

- ➡ Diagnostic du fonctionnement hydromorphologique : localisation et intensité des **échanges nappe-rivière**
- ➡ Localisation, causes et effets des **zones d'échauffement** et anomalies thermiques chaudes
- ➡ Localisation des **apports majeurs d'eau froide**
- ➡ Répartition des **habitats thermiques** (espèce cible) : quantifier (m<sup>2</sup>) et localiser les habitats favorables/défavorables
- ➡ Localisation des **refuges thermiques** et refuges **climatiques**
- ➡ Suivi **avant/après travaux de restauration** hydromorpho ou sédimentaire
  - Avant = point 0 mais aussi pour mieux choisir les tronçons les plus favorables aux interventions
  - Après = évolution des échanges nappe/rivière
- ➡ Diagnostic **ombrage ripisylve** = Plan de reboisement des berges (adaptation aux changements climatiques)

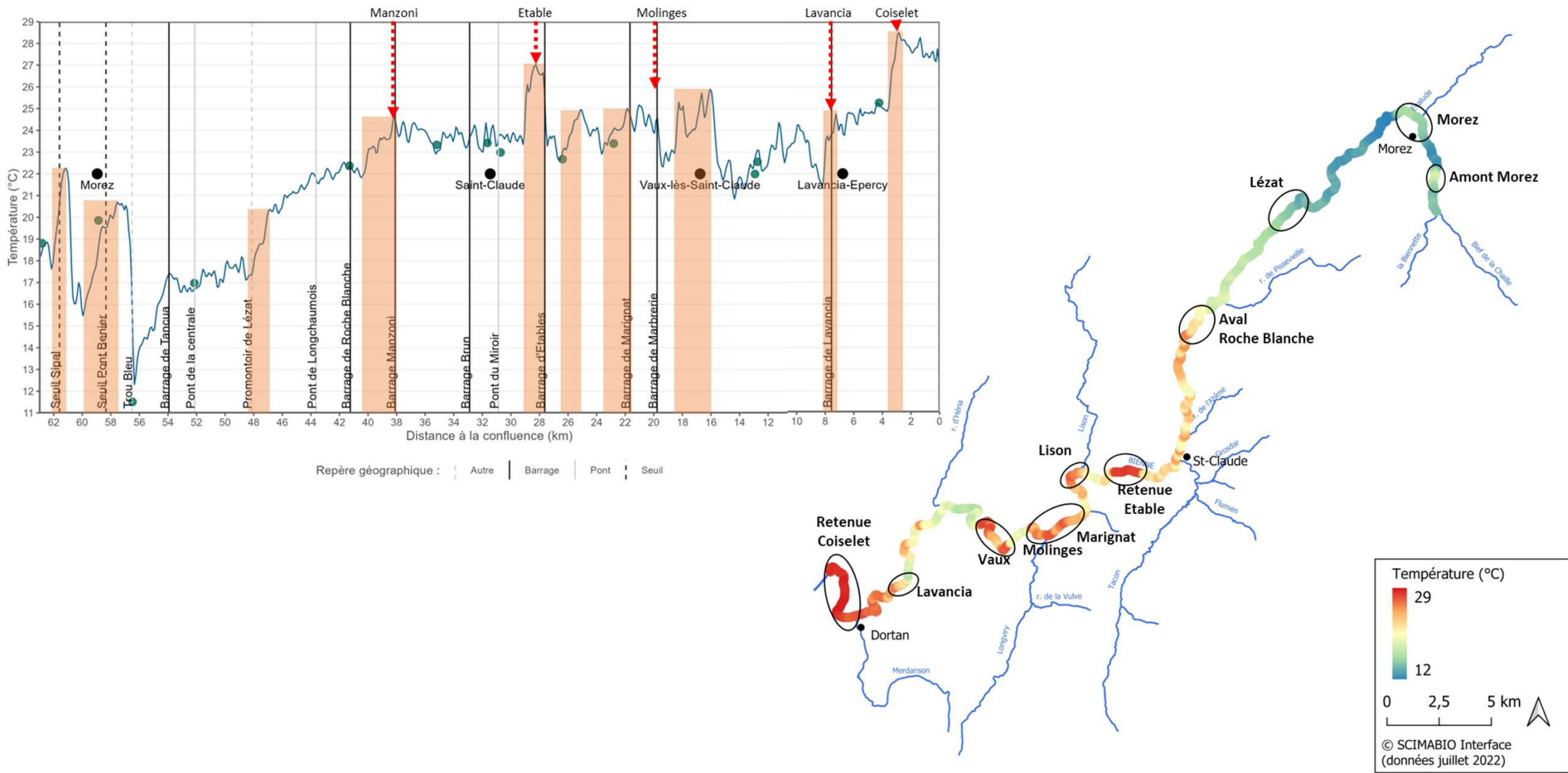
## Cartographie profil thermique:



## Exemple Bienne 2022 60 km de linéaire

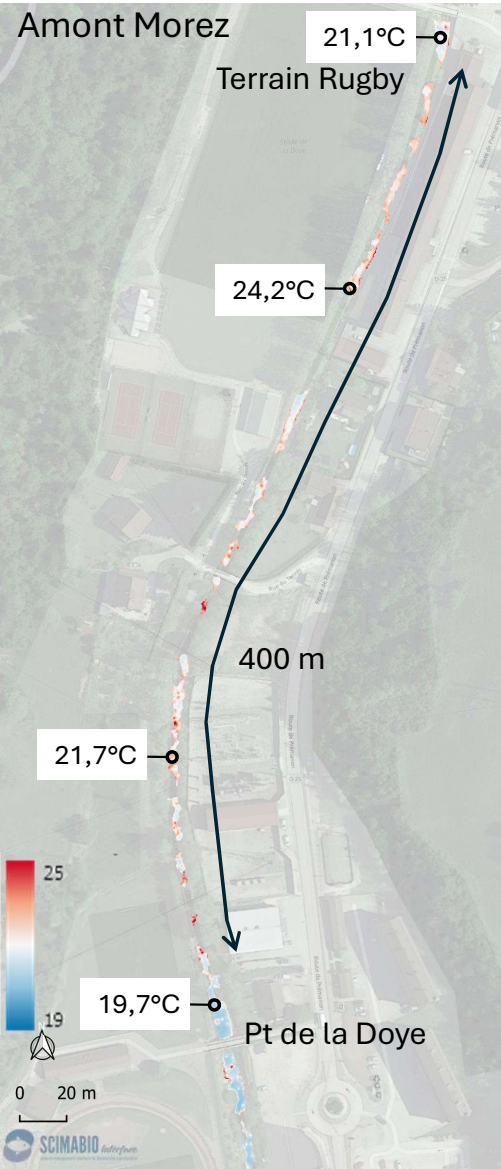


## Cartographie profil thermique: les échauffements et points chauds

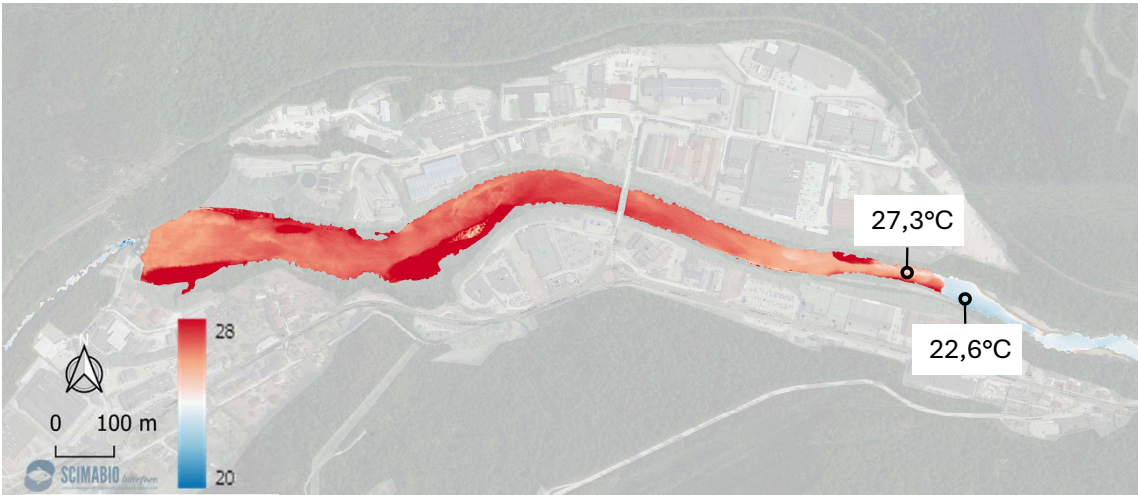




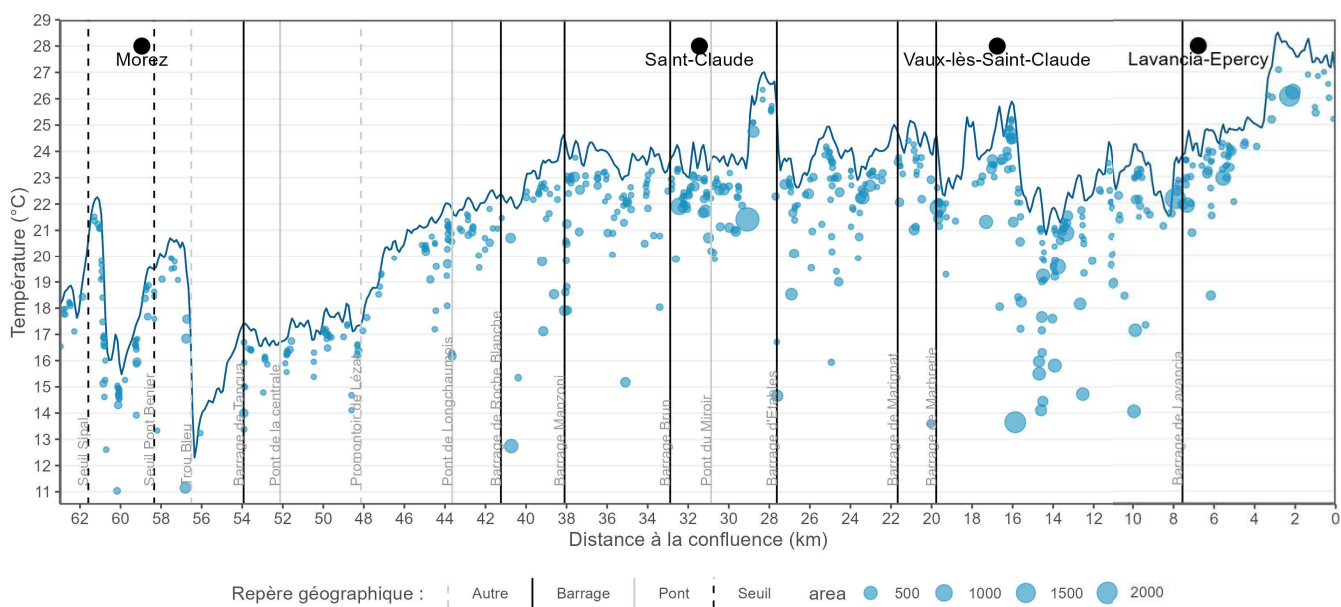
## Cartographie profil thermique: les échauffements et points chauds



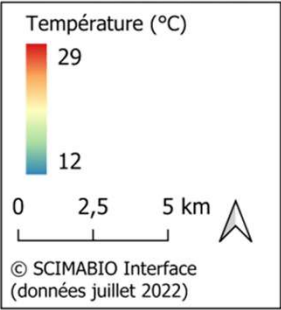
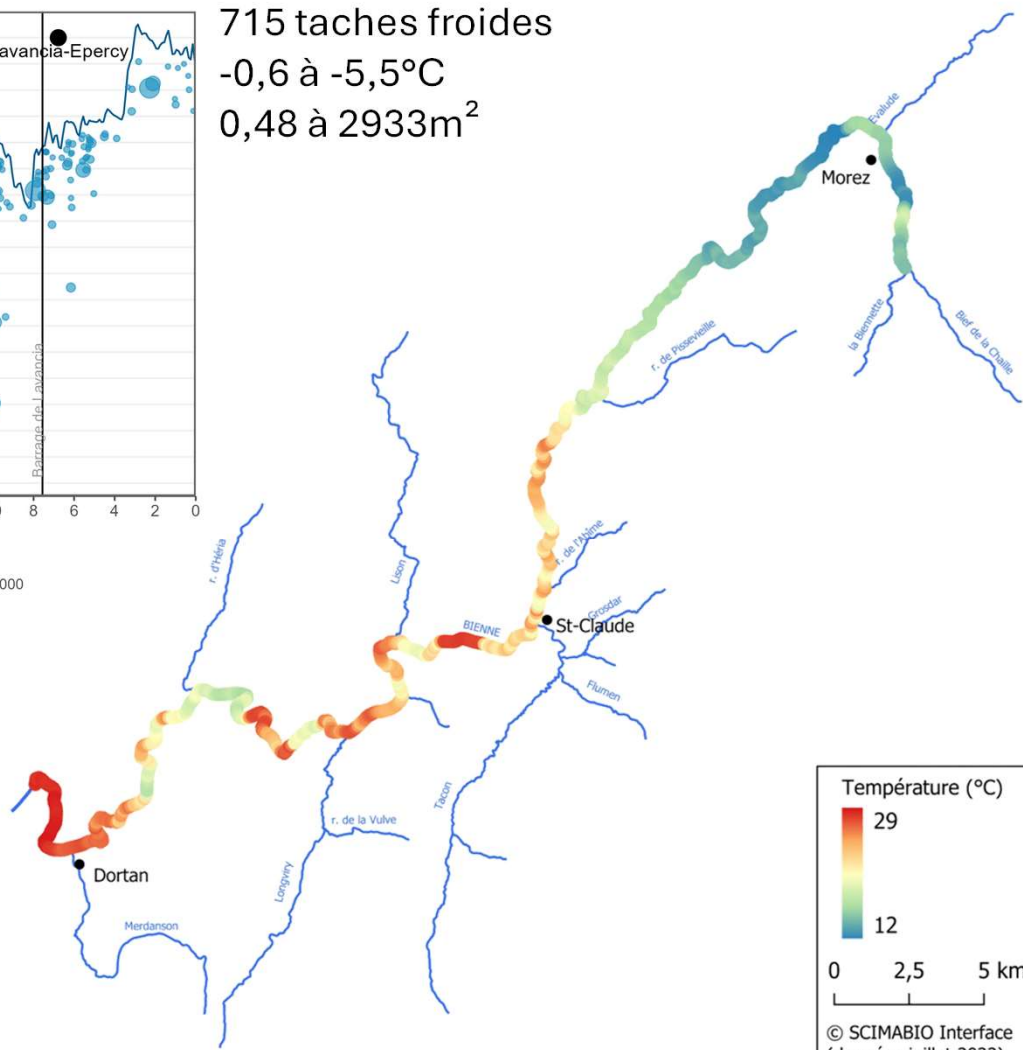
Barrage d'Etable



## Cartographie profil thermique: les taches froides et refroidissements



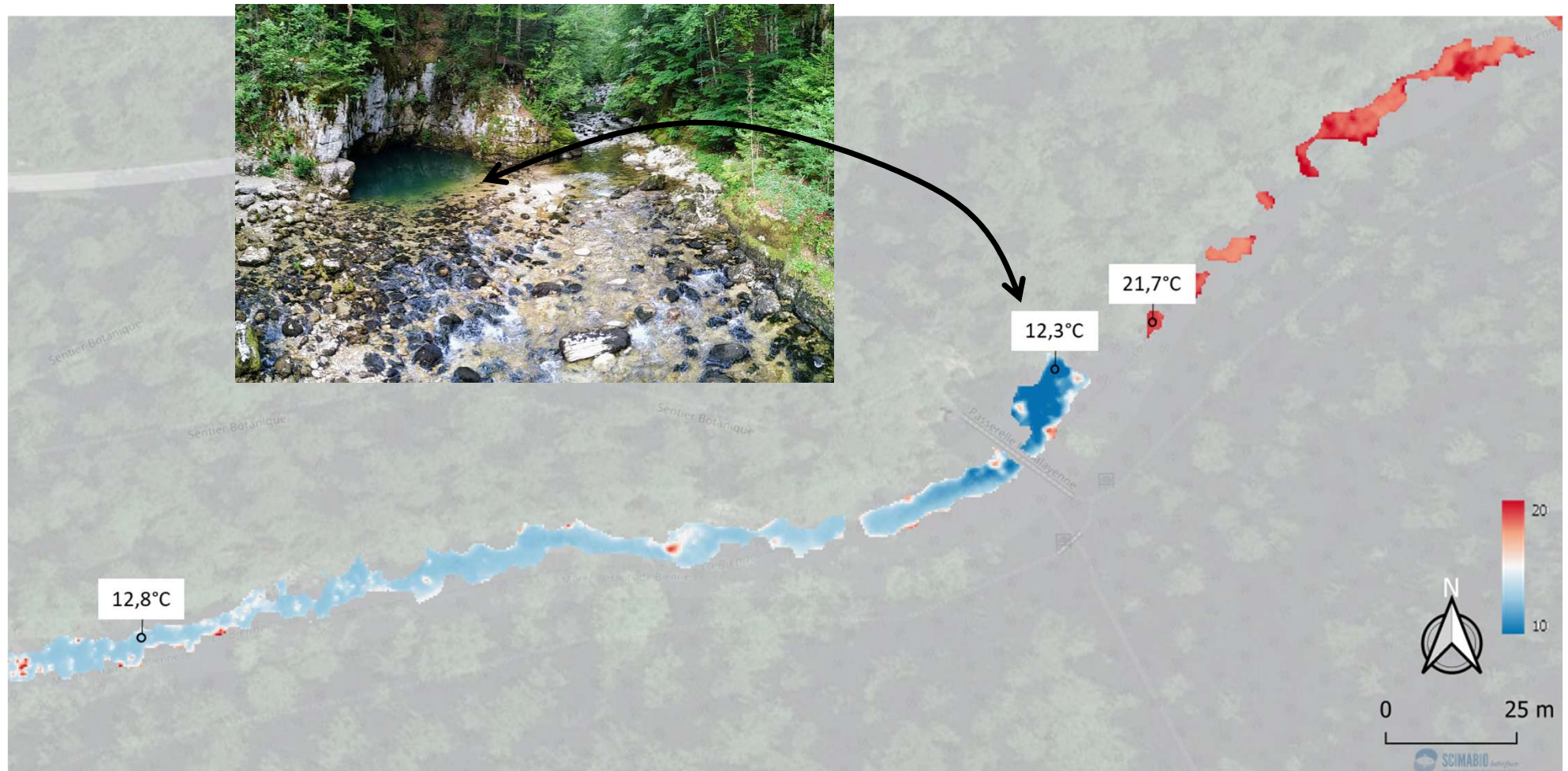
715 taches froides  
-0,6 à -5,5°C  
0,48 à 2933m<sup>2</sup>





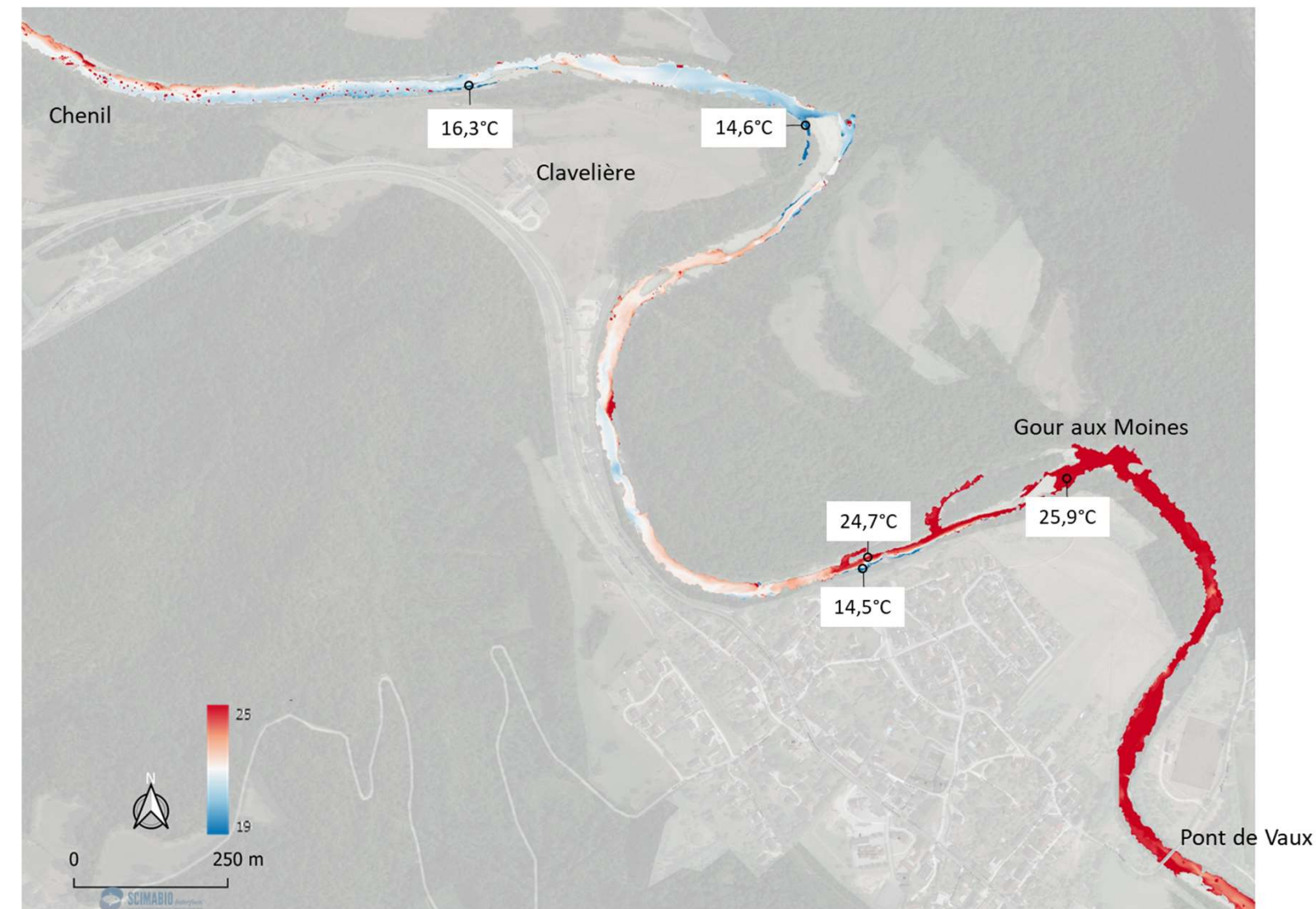


### Cartographie profil thermique: les taches froides et refroidissements

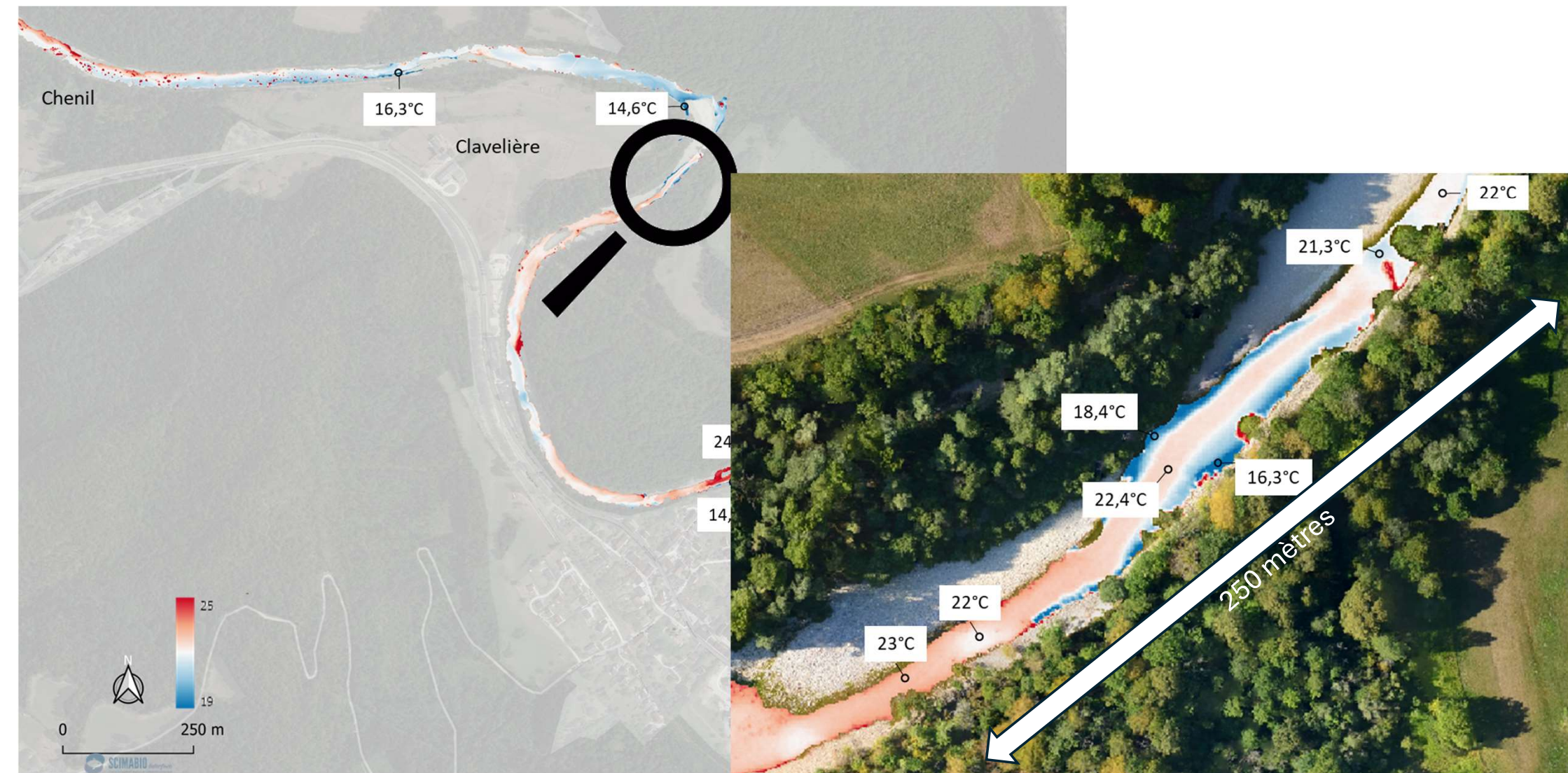




## Cartographie profil thermique: les taches froides et refroidissements

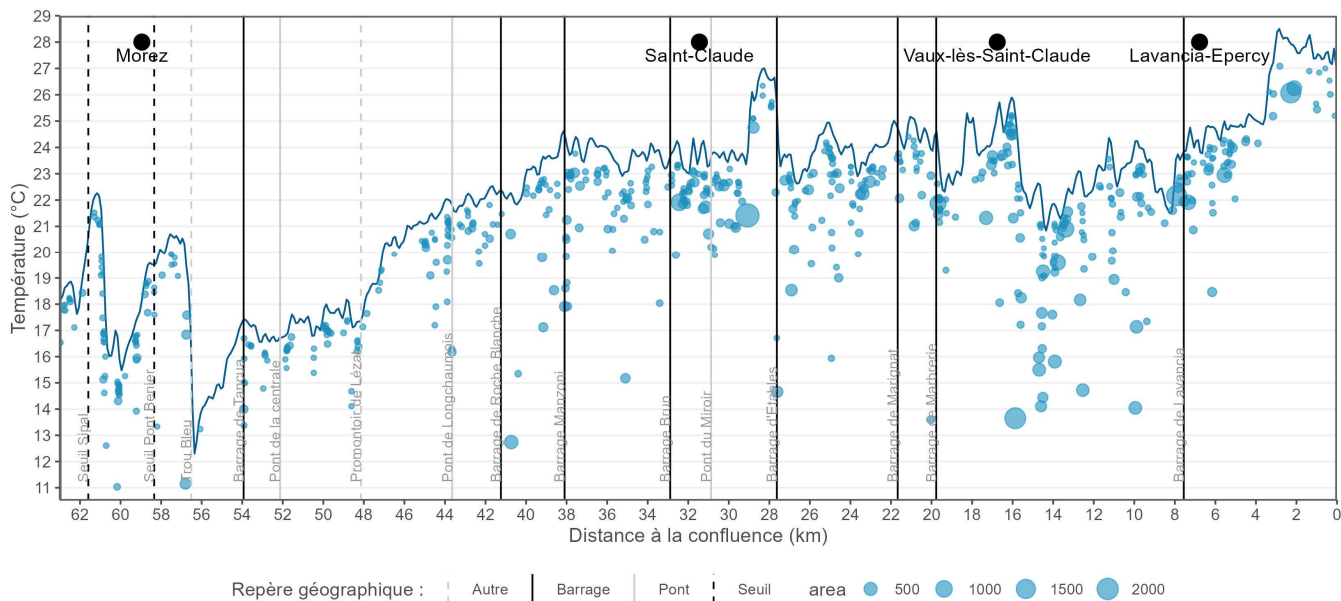


## Cartographie profil thermique: les taches froides et refroidissements

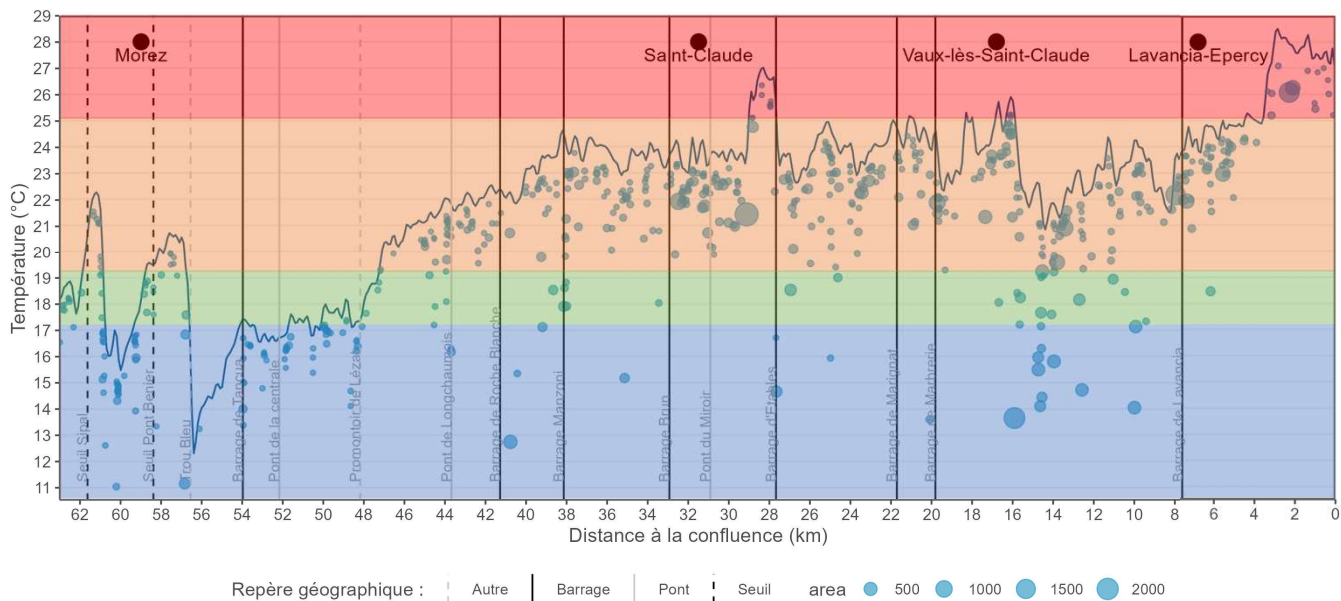




## Cartographie profil thermique: habitats thermiques salmonidés et refuges



## Cartographie profil thermique: habitats thermiques salmonidés et refuges

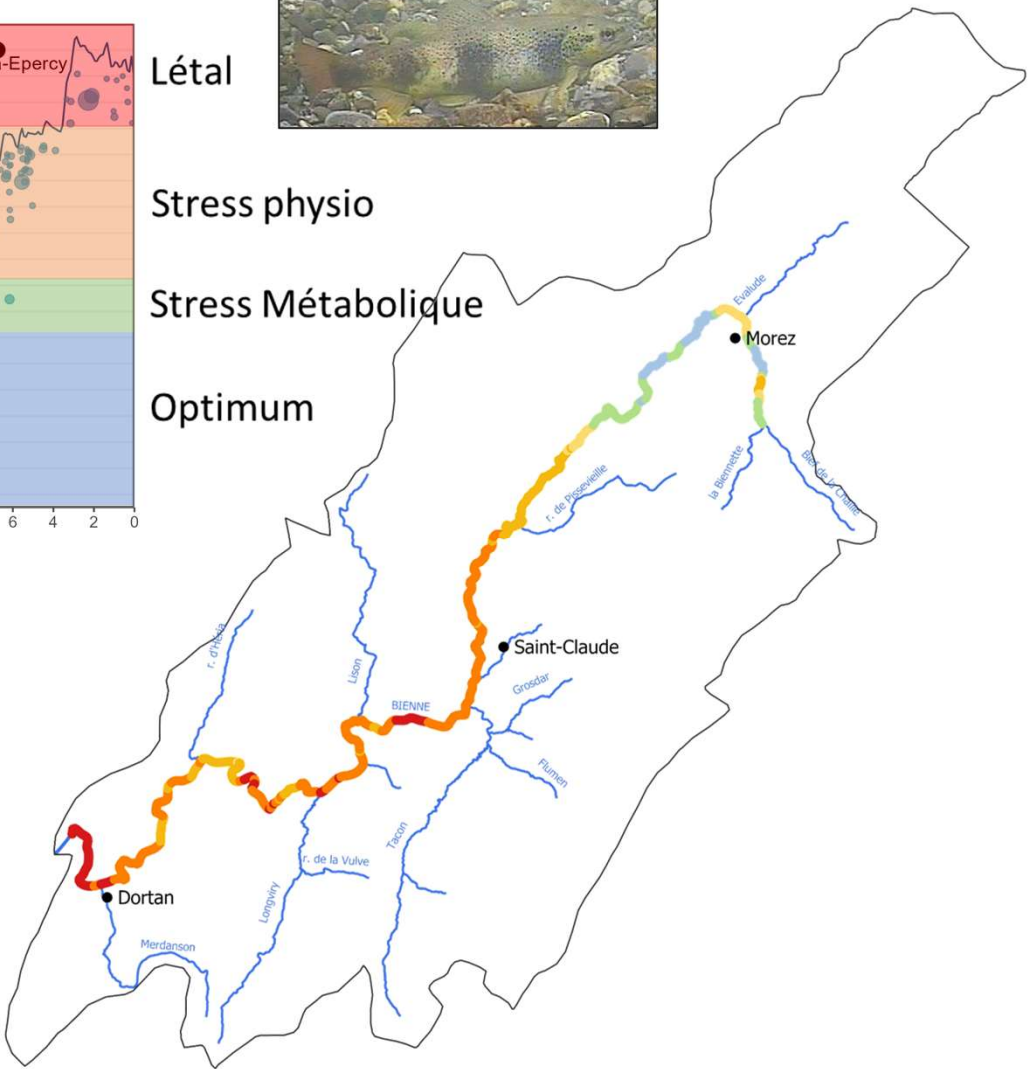


Létal

Stress physio

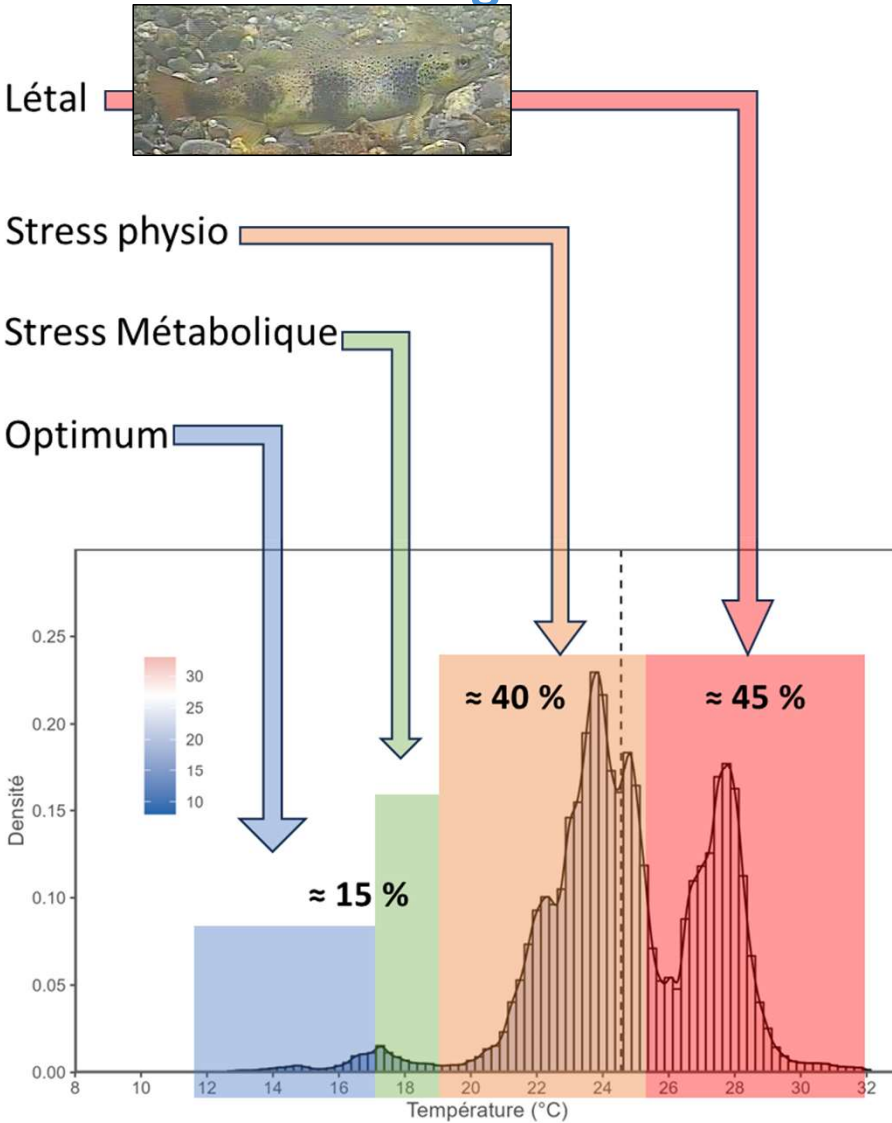
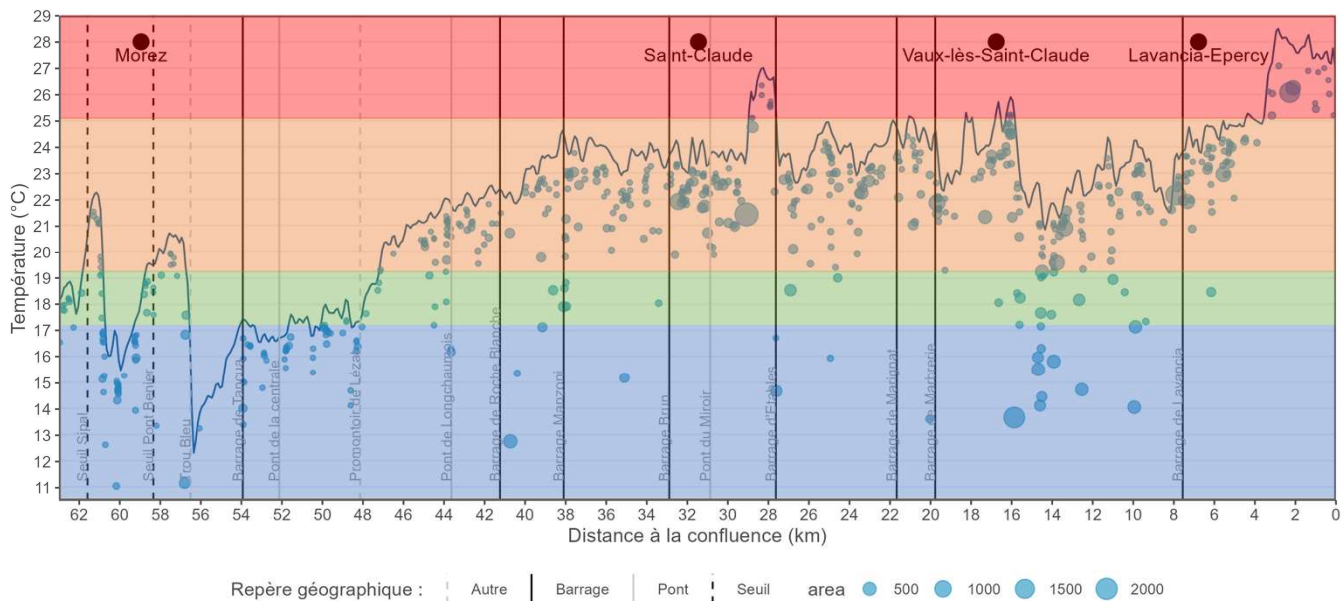
Stress Métabolique

Optimum

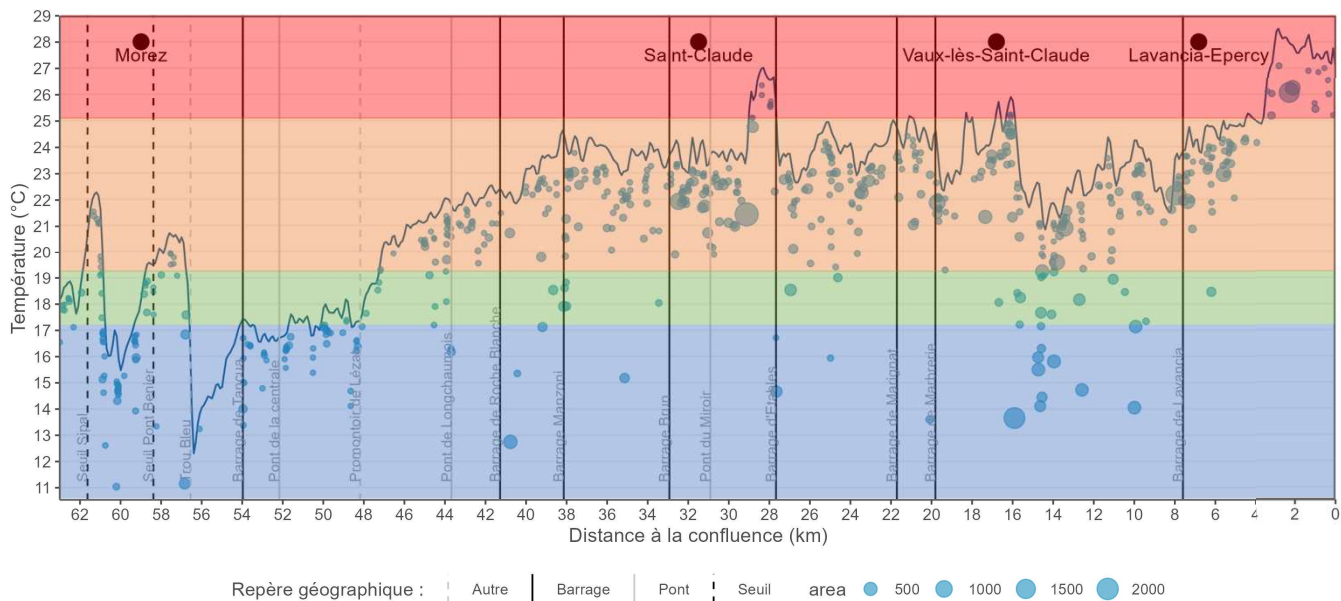




## Cartographie profil thermique: habitats thermiques salmonidés et refuges



## Cartographie profil thermique: habitats thermiques salmonidés et refuges

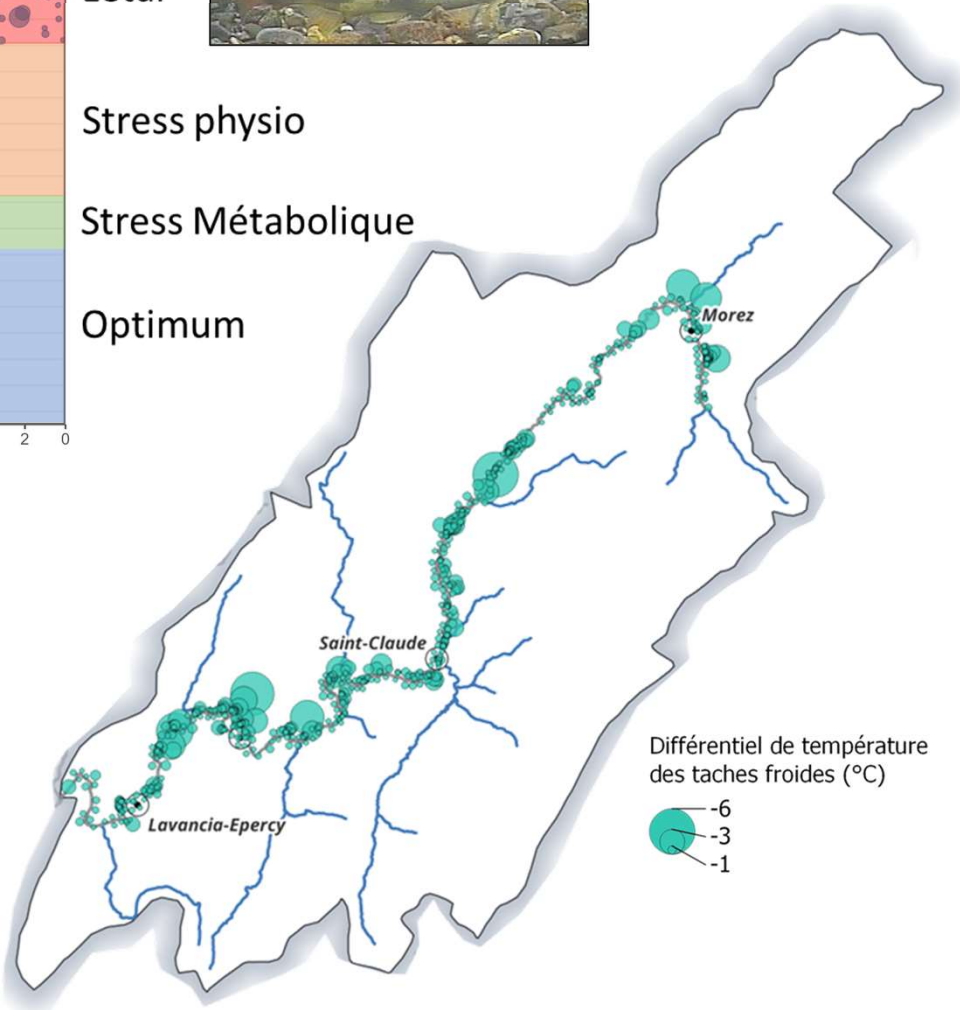


Létal

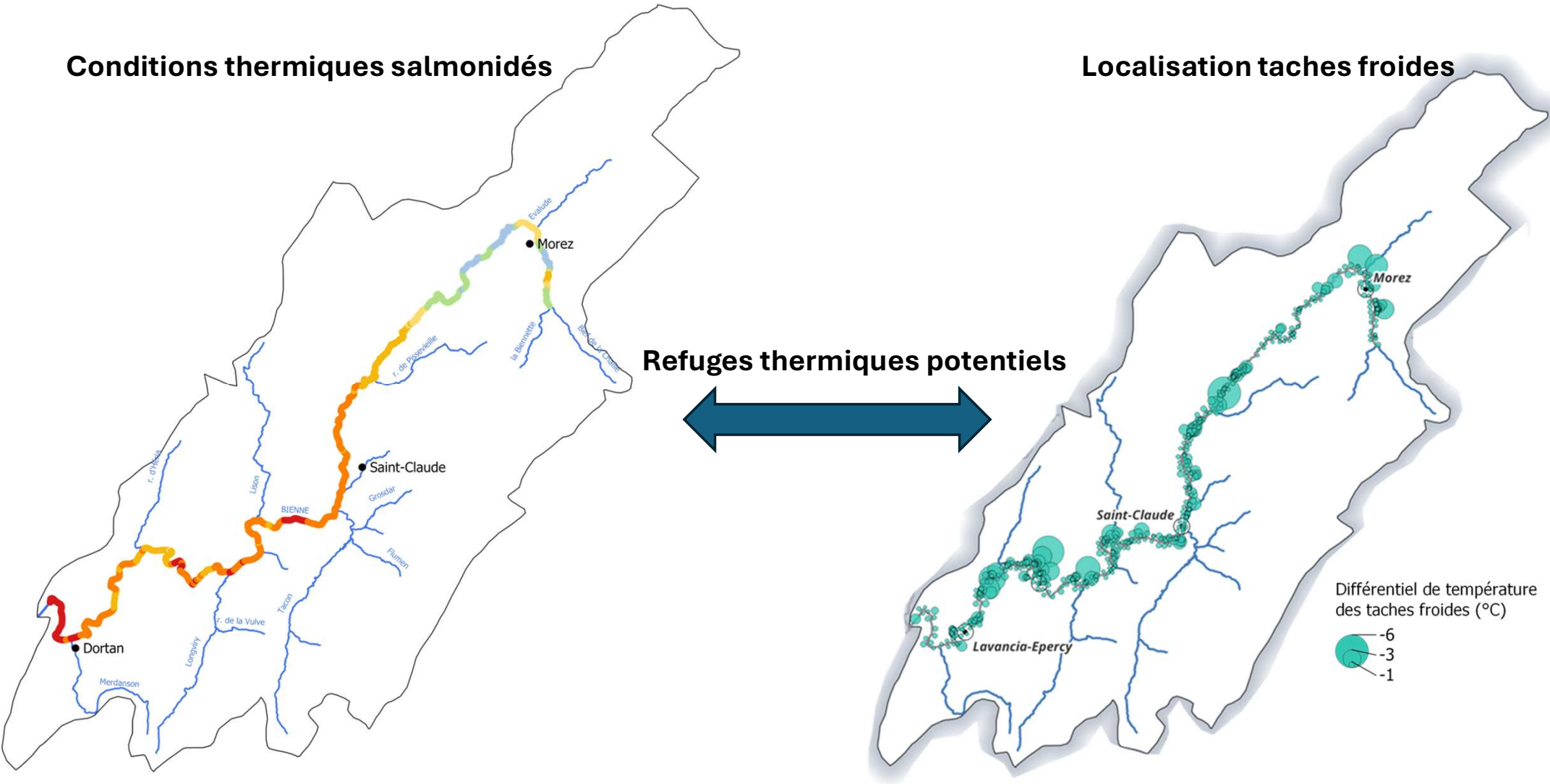
Stress physio

Stress Métabolique

Optimum

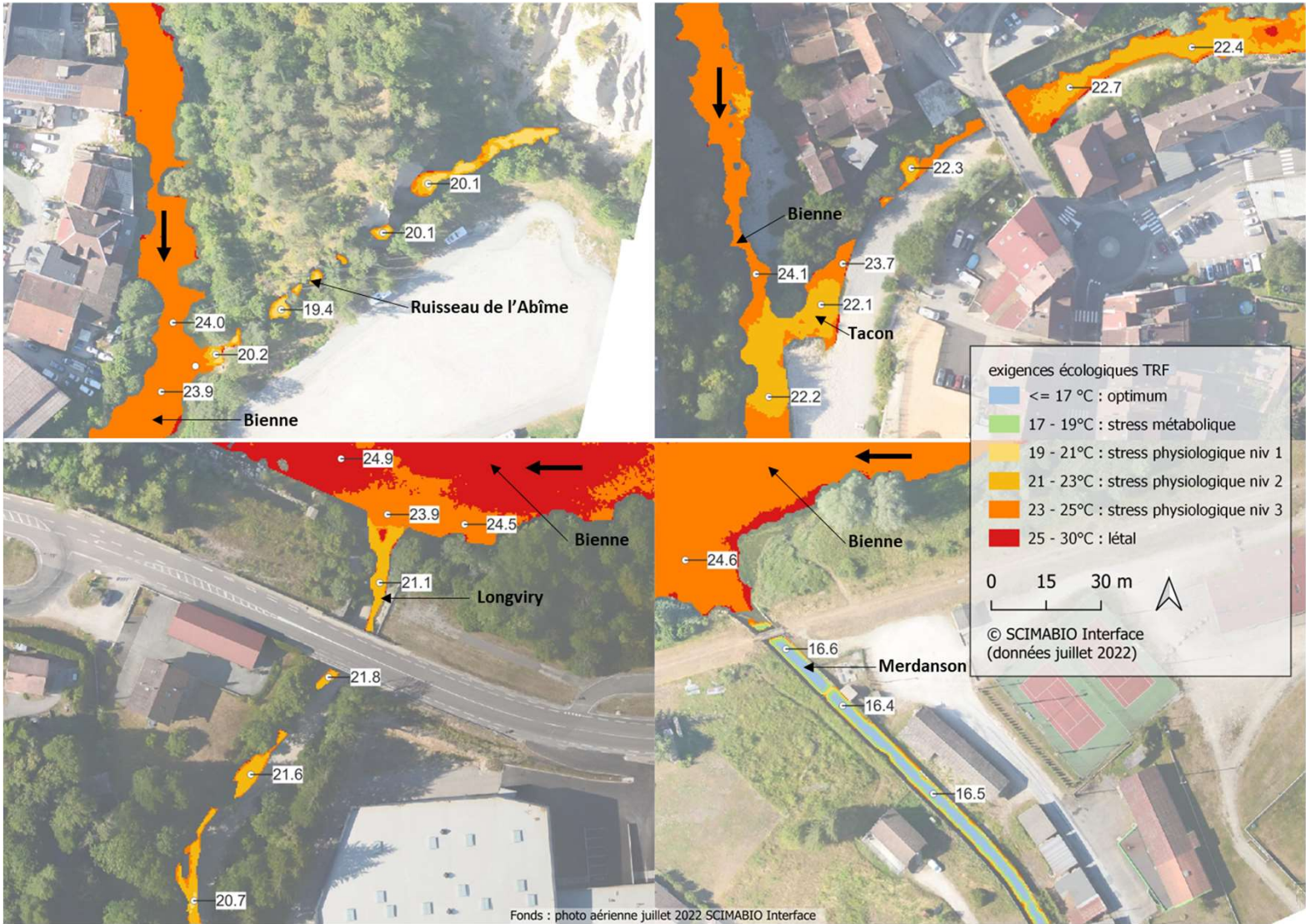


## Cartographie profil thermique: habitats thermiques salmonidés et refuges





## Cartographie profil thermique: habitats thermiques salmonidés et refuges

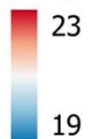




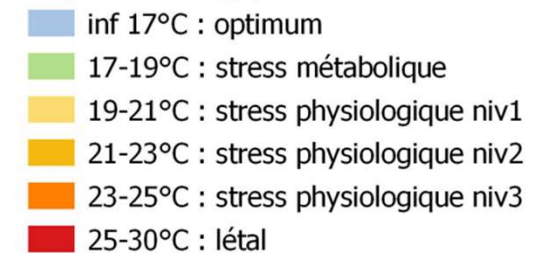
## Cartographie profil thermique: habitats thermiques salmonidés et refuges



Température (°C)



Exigences écologiques de la truite commune (°C)



## Point de vue du gestionnaire



### Les résultats utiles pour:

- ➊ Définir les secteurs prioritaires de **restauration hydromorphologique** → favoriser échanges nappes-rivières
- ➋ Protéger les 4 apports majeurs d'eau froide → ne pas les considérer comme **ressources en eau** potentielles
- ➌ Protéger les **refuges thermiques** identifiés → habitats indispensables au cycle de vie (L432-3 arrêté « frayère »)
- ➍ Travailler sur la **continuité écologique** → assurer l'accès aux refuges thermiques
- ➎ Limiter les effets des barrages et retenues → suppression, mise en transparence hydraulique l'été,...

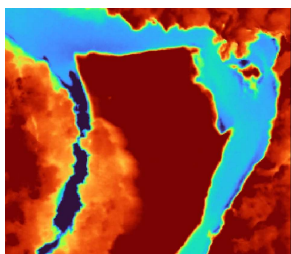
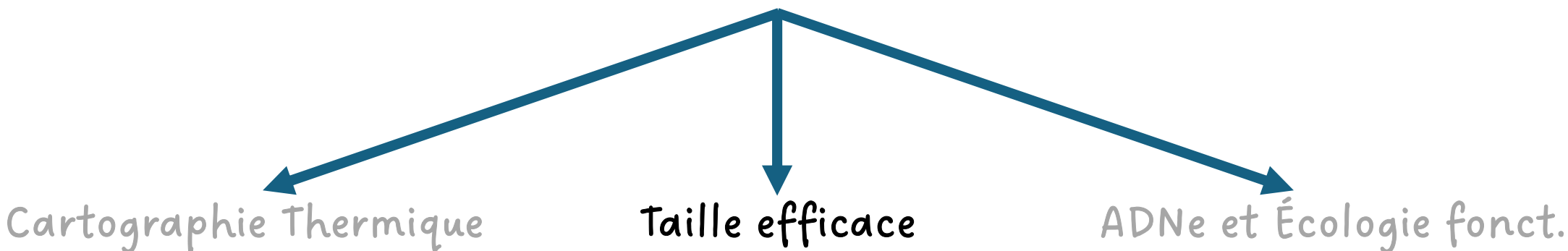


**Nouvelle charte du Parc (2026-2041)**

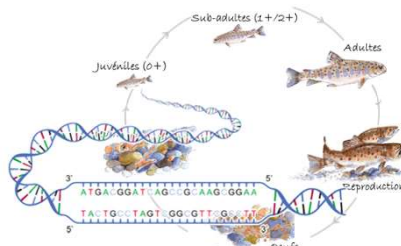
Arras, 15-17 septembre 2025

## ATELIER:

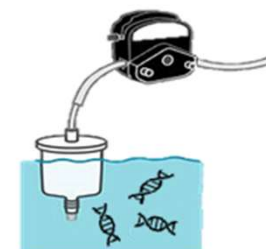
**Quels sont les *nouveaux outils de diagnostic* et de pilotage mobilisables par le technicien de rivières pour réaliser son "plan de gestion" ?**



SCIMABIO-ENS-Univ Nottingham  
2022



# 2017

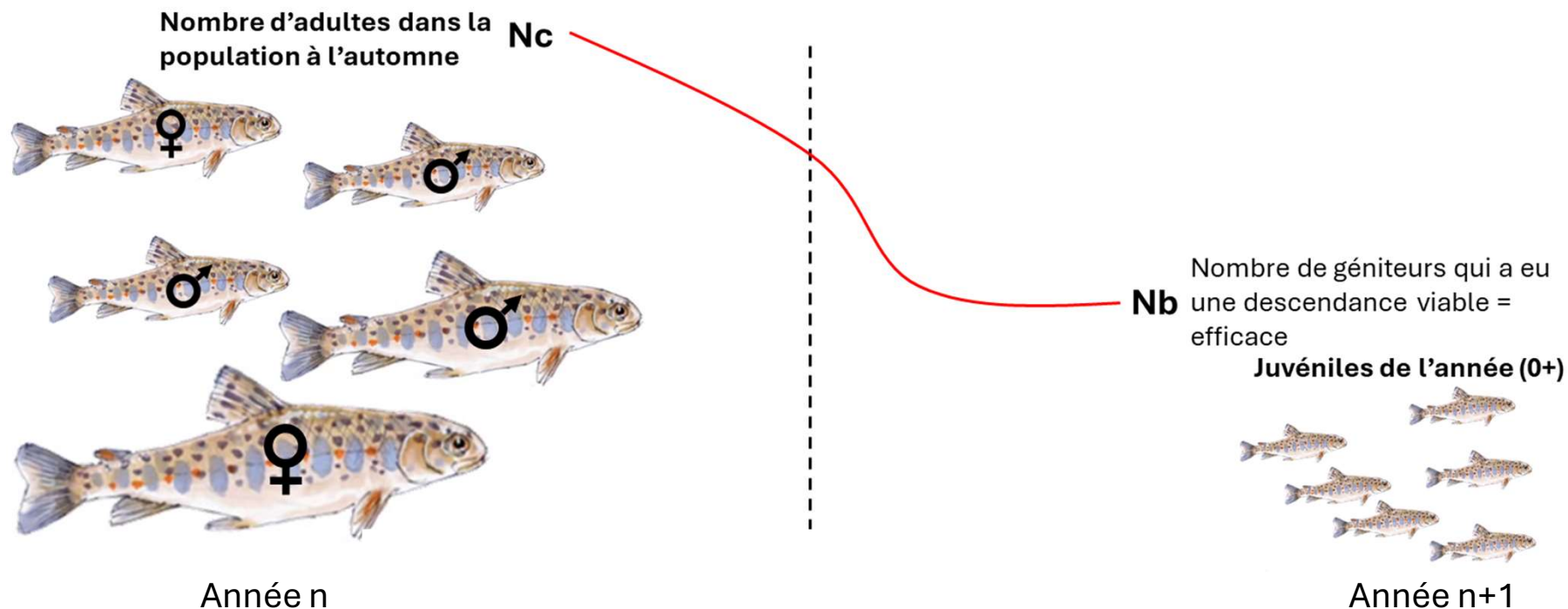


LPA INRAE CARRTEL-SCIMABIO  
Inn'eau'vatoool 2023



## Définition et méthodes

**Tailles efficaces** = Nb de reproducteurs à l'origine d'une population  
= abondance des géniteurs efficaces dans la population



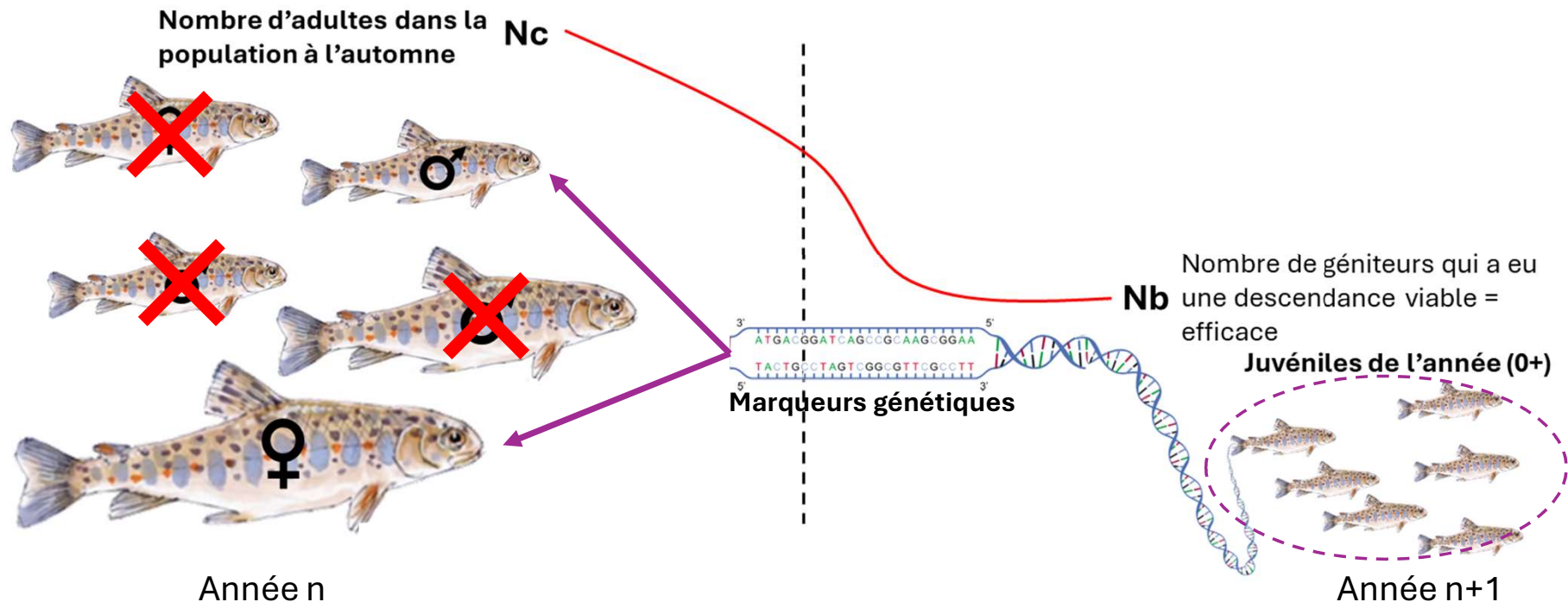
Géniteurs potentiels  $\neq$  géniteurs efficaces

Rapport :  $N_b/N_c$



## Définition et méthodes

**Tailles efficaces** = Nb de reproducteurs à l'origine d'une population  
= abondance des géniteurs efficaces dans la population



Géniteurs potentiels  $\neq$  géniteurs efficaces

Rapport :  $N_b/N_c$

## Définition et méthodes

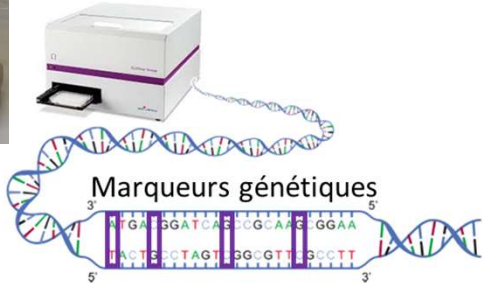
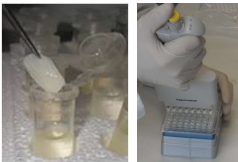
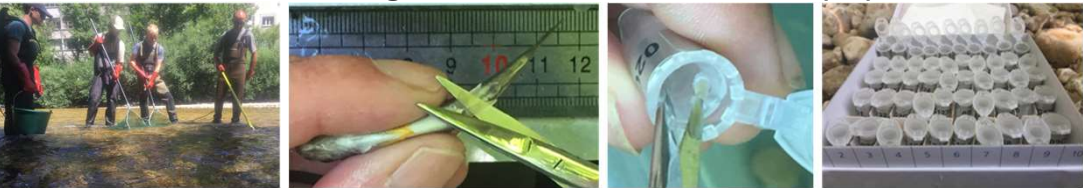
**Tailles efficaces** = Nb de reproducteurs à l'origine d'une population  
= abondance des géniteurs efficaces dans la population

**Indicateur de viabilité** des populations :

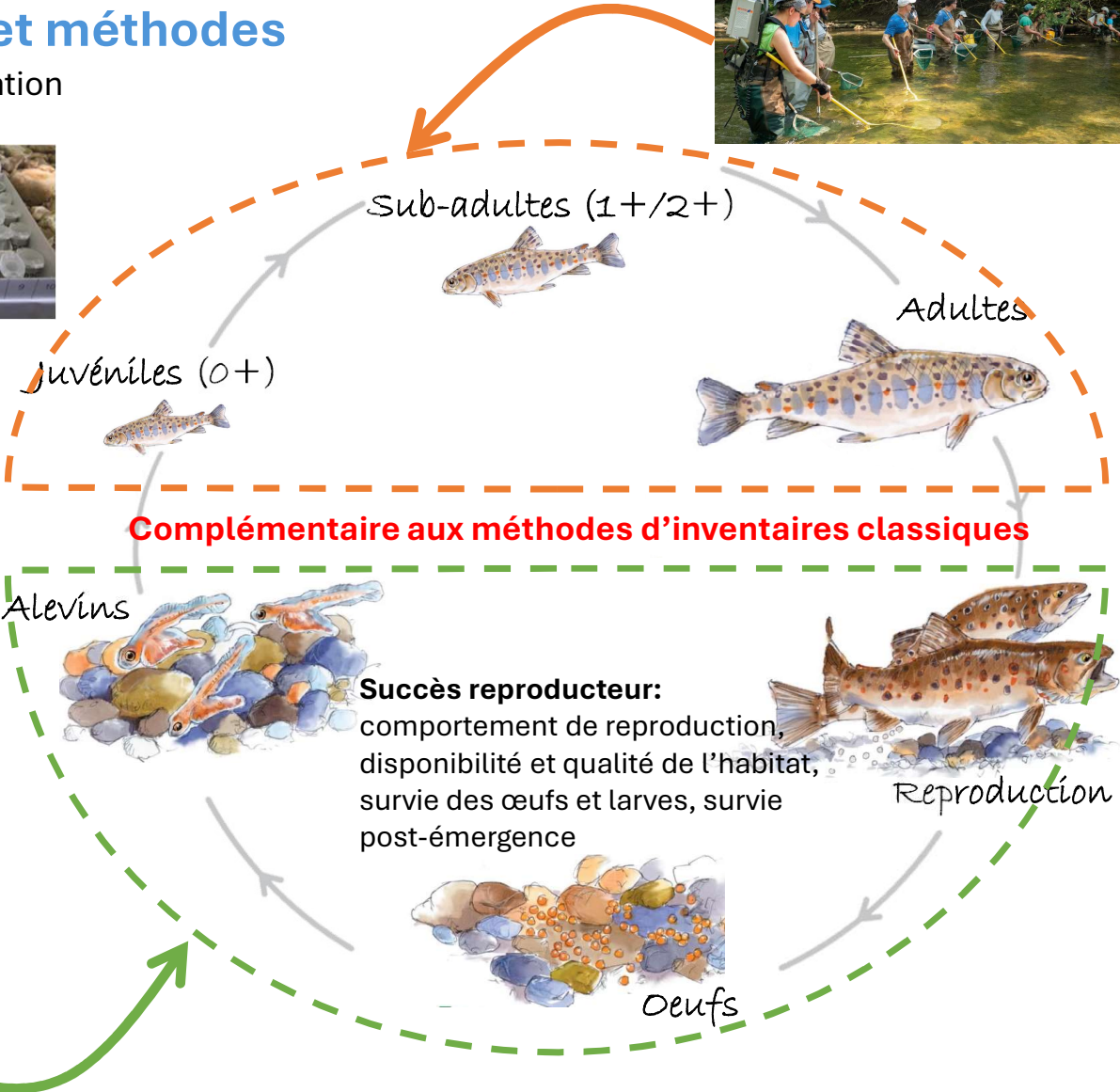
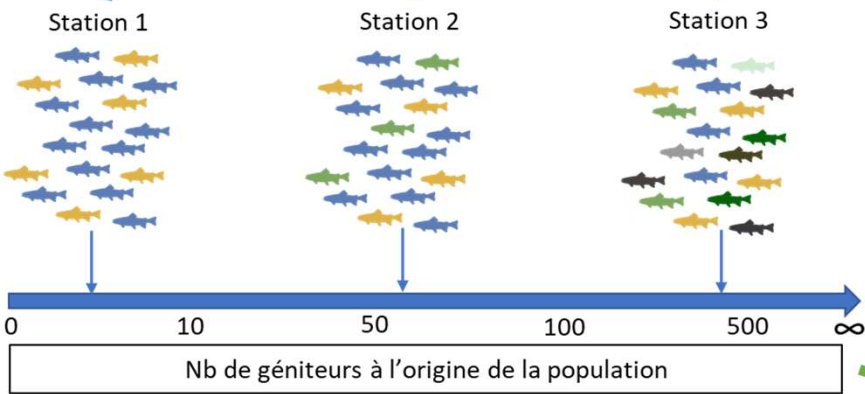
- **capacité de résilience des populations** (Frankham 2005, Oserov et al. 2014)
- **indice précoce de perturbation** (Oserov et al. 2014)

## Définition et méthodes

**Tailles efficaces** = Nb de reproducteurs à l'origine d'une population  
= abondance des géniteurs efficaces dans la population



Reconstitution des fratries



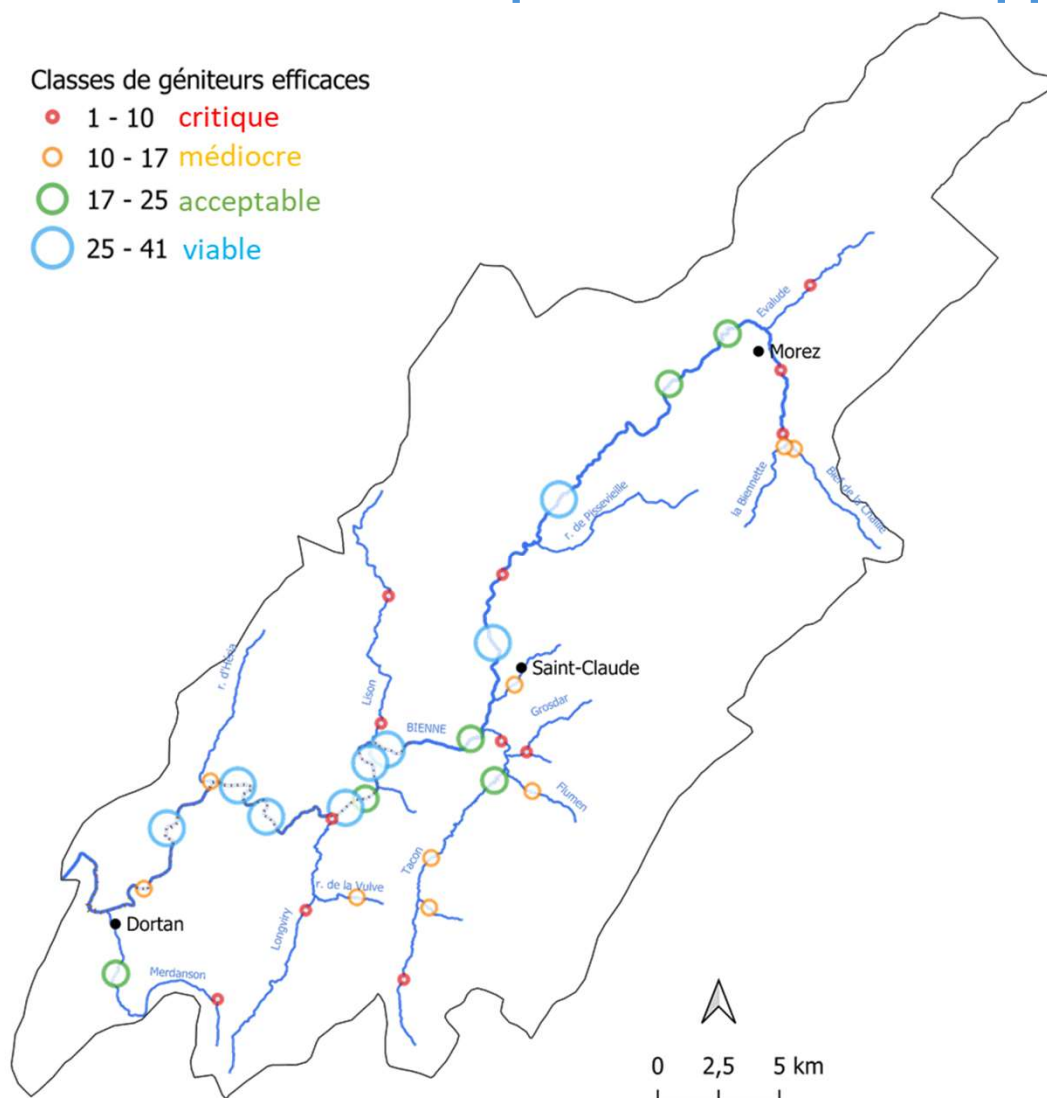




## Exemples de résultats : approche spatiale sur la Bienne

Classes de géniteurs efficaces

- 1 - 10 critique
- 10 - 17 médiocre
- 17 - 25 acceptable
- 25 - 41 viable



agence  
de l'eau  
RHÔNE MÉDITERRANÉE  
CORSE



RÉGION  
BOURGOGNE  
FRANCHE  
COMTE



**35 stations (16 cours principal + 19 affluents)**  
**16 à 80 individus par stations**  
**Total : 1630 0+ analysés**

6 à 41 géniteurs efficaces par stations

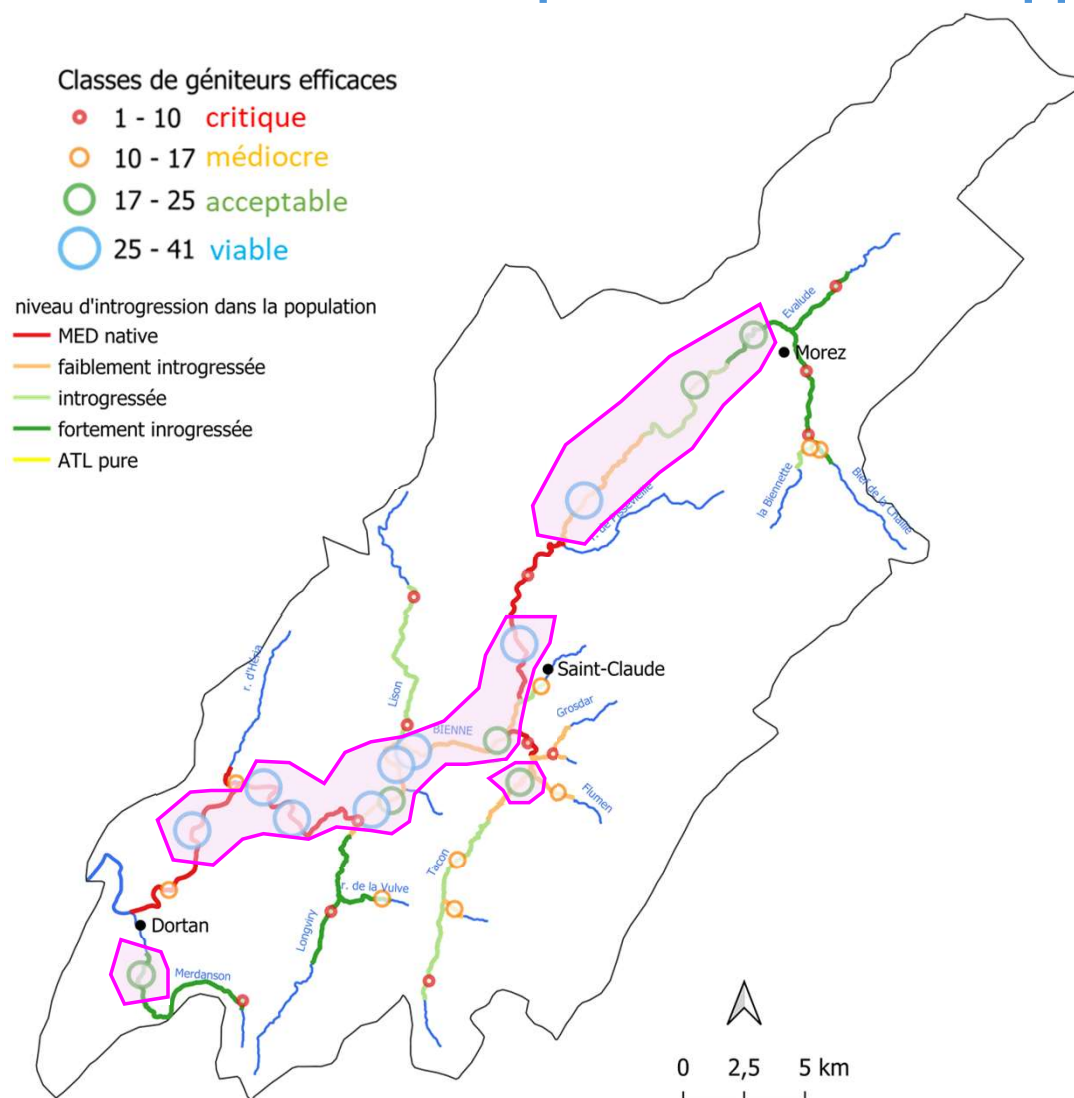
[6-15]→Populations peu viables sur  
l'amont du cours principal et les  
affluents

[19-41]→Populations plus viables sur la  
majorité du cours principal et certains  
affluents en connexion





## Exemples de résultats : approche spatiale sur la Bienne



agence  
de l'eau  
RHÔNE MÉDITERRANÉE  
CORSE



RÉGION  
BOURGOGNE  
FRANCHE  
COMTÉ



**35 stations (16 cours principal + 19 affluents)**  
**16 à 80 individus par stations**  
**Total : 1630 0+ analysés**

6 à 41 géniteurs efficaces par stations

[6-15]→Populations peu viables sur  
l'amont du cours principal et les  
affluents

[19-41]→Populations plus viables sur la  
majorité du cours principal et certains  
affluents en connexion

**Indicateur de viabilité** = capacité de résilience des populations

### Point de vue du gestionnaire



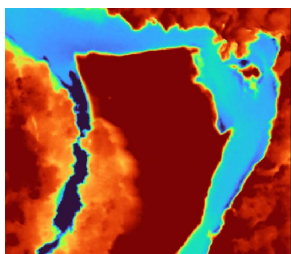
#### Les résultats utiles pour:

- ➊ Définir les **actions de conservation** sur les secteurs à **forte viabilité** → continuité, refuge thermique,...
- ➋ Définir les **actions de restauration** sur les secteurs à **faible viabilité** → connectivité des affluents, habitats,...
- ➌ Prendre conscience de l'importance de la population de truite native → garantit la **résilience de la population**

### ATELIER:

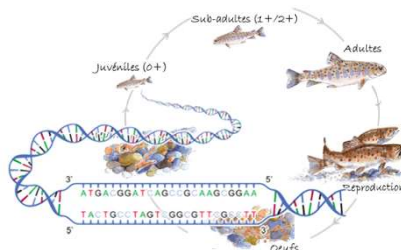
Quels sont les **nouveaux outils de diagnostic** et de pilotage mobilisables par le technicien de rivières pour réaliser son "plan de gestion" ?

Cartographie Thermique



SCIMABIO-ENS-Univ Nottingham  
2022

Taille efficace



2017

ADNe et Écologie fonct.



LPA INRAE CARRTEL-SCIMABIO  
Inn'eau'vatool 2023



Développement d'indicateurs de fonctionnalité

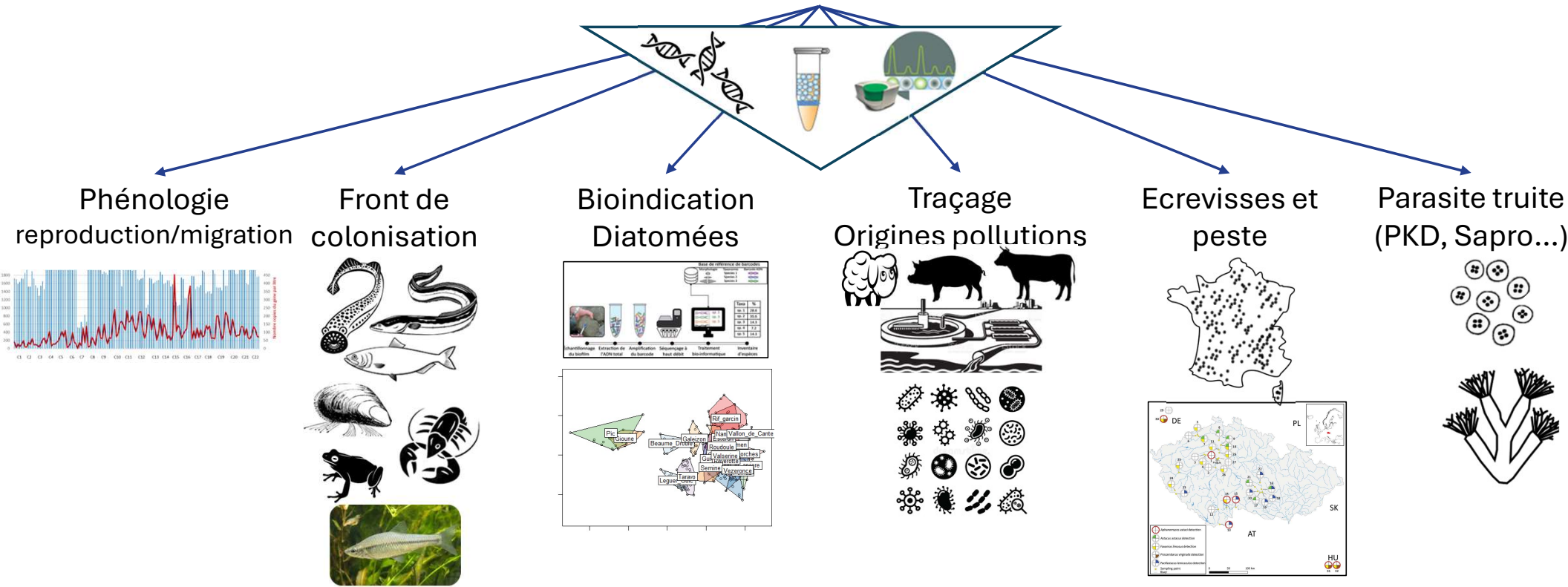
**INRAE**  
Laboratoire  
commun  
Thonon les bains

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

 Dr Valentin  
VASSELON

**FISH**  
PASS  
SCIENCE ET INGÉNIERIE DES MILIEUX AQUATIQUES

 Dr Eloïse  
DUVAL



Développement d'indicateurs de fonctionnalité

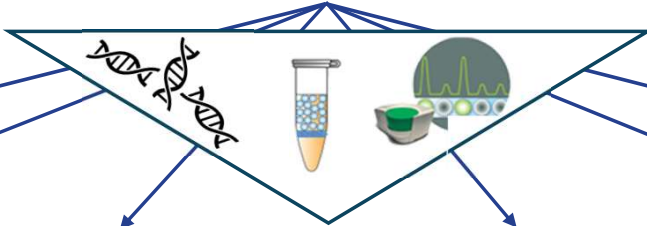
**INRAE**  
Laboratoire  
commun  
Thonon les bains

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

Dr Valentin  
VASSELON

**FISH  
PASS**  
SCIENCE ET INGÉNIERIE DES MILIEUX AQUATIQUES

Dr Eloïse  
DUVAL



**Phénologie  
reproduction/migration**

**Front de  
colonisation**

**Bioindication  
Diatomées**

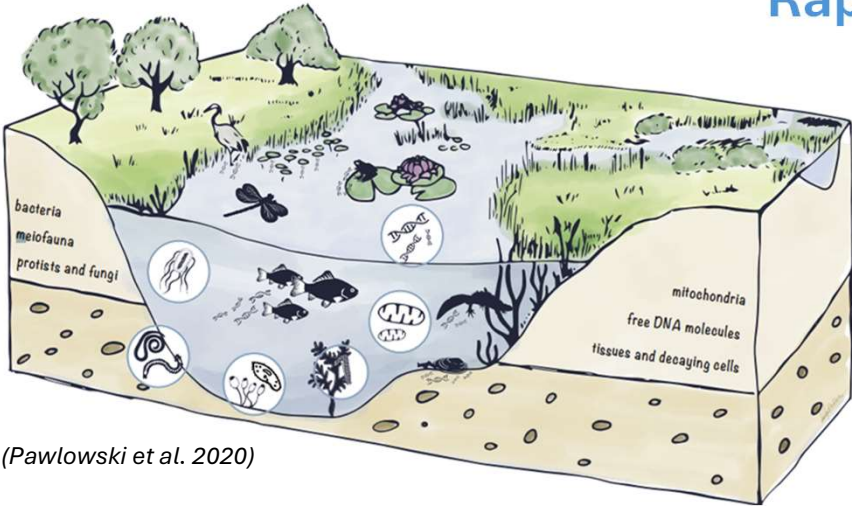
**Traçage  
Origines pollutions**

**Ecrevisses et  
peste**

**Parasite truite  
(PKD, Sapro...)**

# ADNe et écologie fonctionnelle

## Rappel méthode

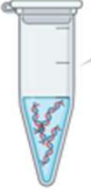


Prélèvement  
d'eau



Filtration sur  
le terrain

Extraction ADN total



Séquençage



Métabarcoding  
(Diversité)

Métagénomique  
(Fonctionnalité)

Quantification  
directe



Suivi spécifique

(qPCR, ddPCR)

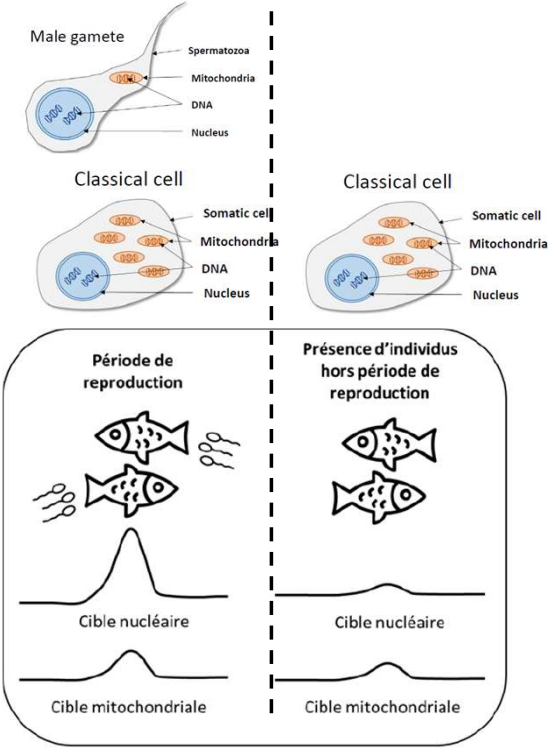
Meilleure LOD, LOQ

Quantification absolue

# ADNe et écologie fonctionnelle

## Phénologie reproduction / migration

se base sur l'évolution au cours du temps de la quantité d'ADN nucléaire et d'ADN mitochondrial dans le milieu



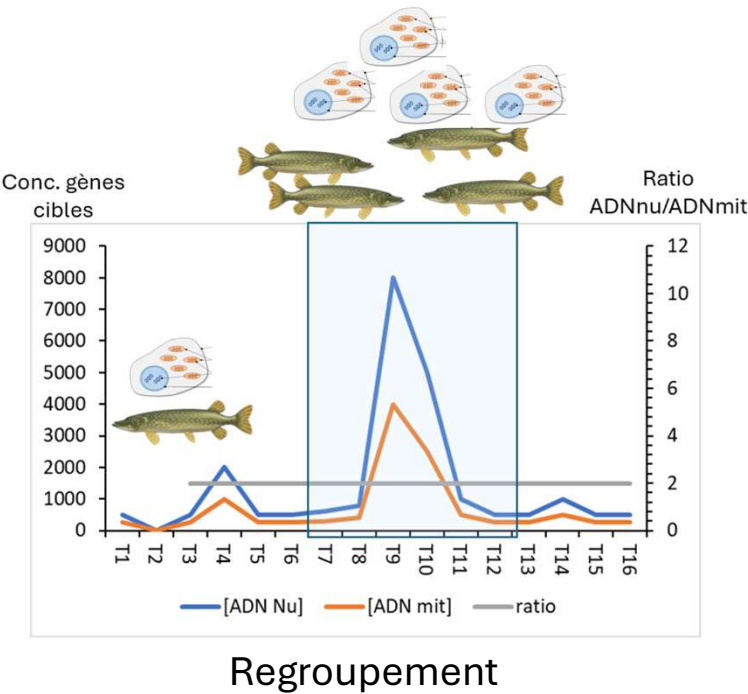
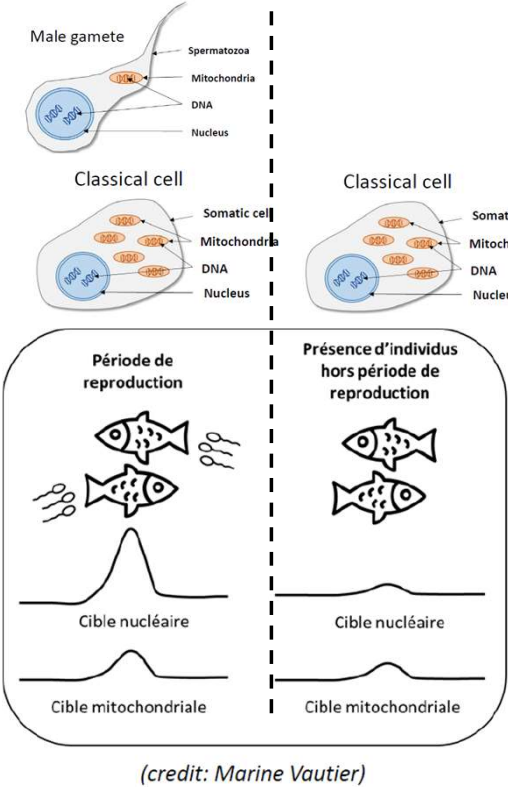
(credit: Marine Vautier)



# ADNe et écologie fonctionnelle

## Phénologie reproduction / migration

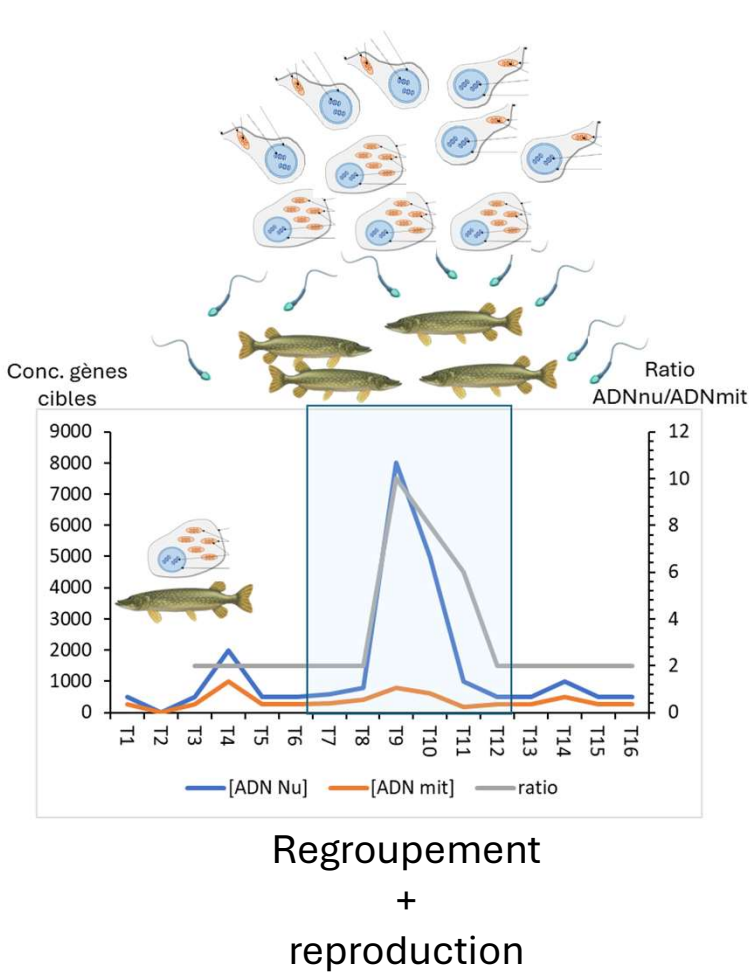
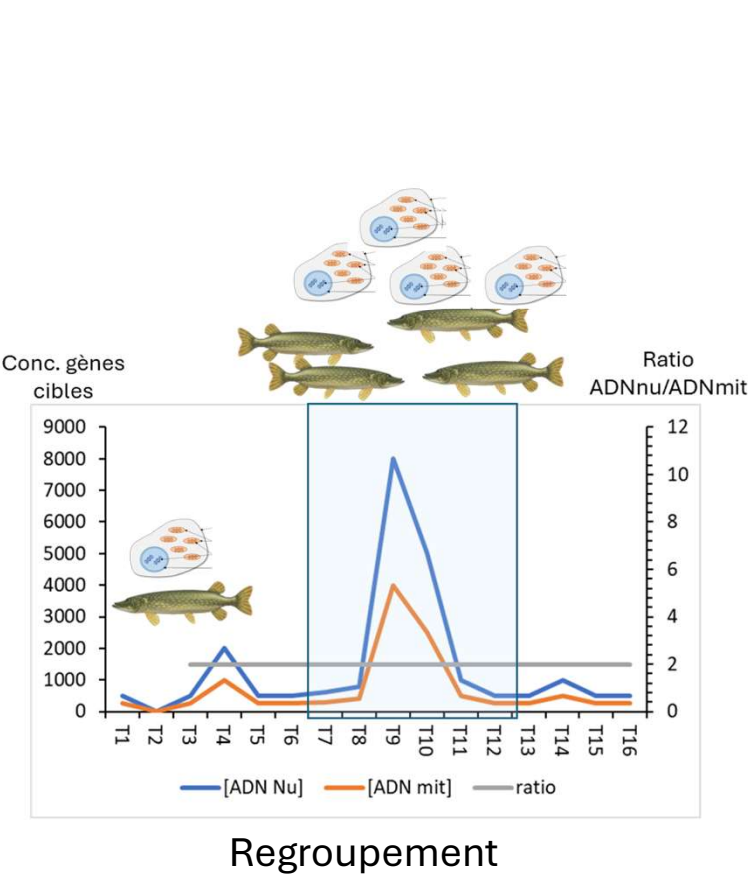
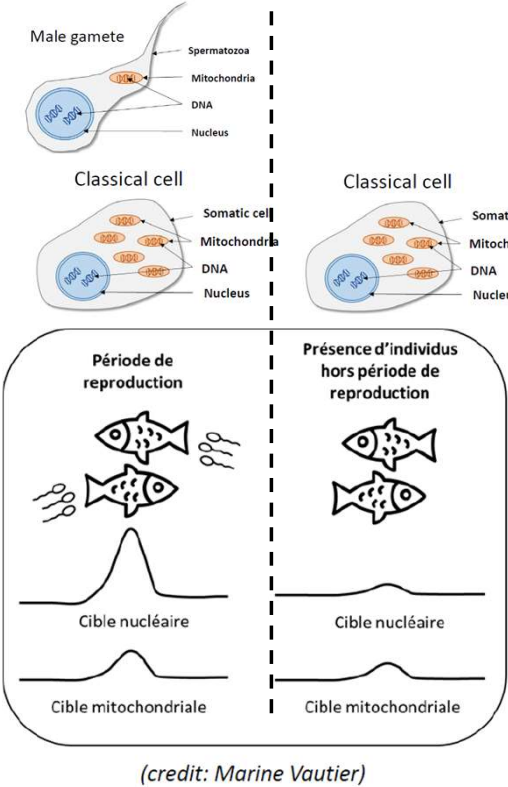
se base sur l'évolution au cours du temps de la quantité d'ADN nucléaire et d'ADN mitochondrial dans le milieu



# ADNe et écologie fonctionnelle

## Phénologie reproduction / migration

se base sur l'évolution au cours du temps de la quantité d'ADN nucléaire et d'ADN mitochondrial dans le milieu



Phénologie reproduction / migration

Exemple : Identification des zones de frai du brochet et de la période de reproduction  
contexte de forte anthropisation et d’habitat dégradé

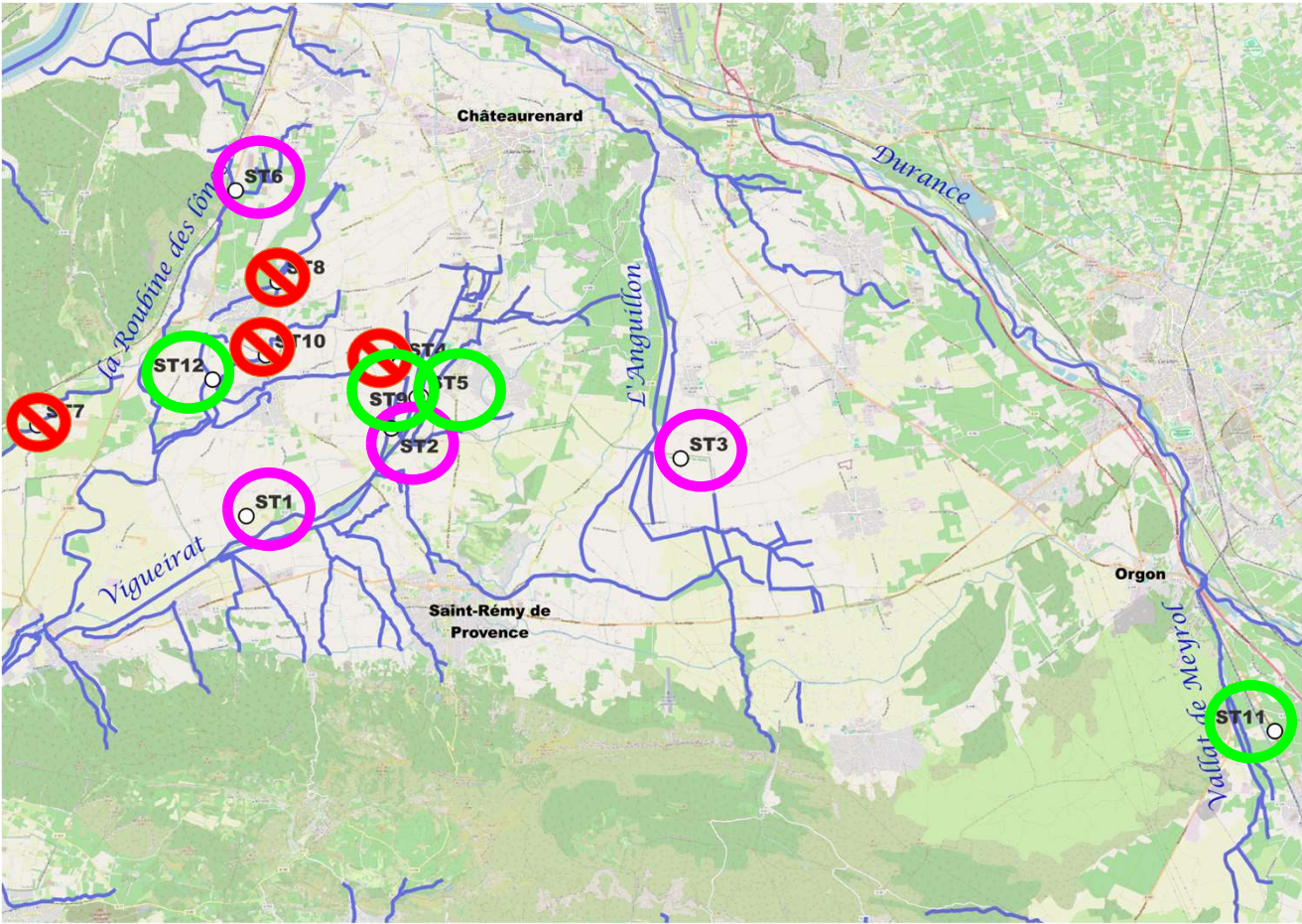


4 sites sans intérêt

4 sites en suivi continu :  
1 prélèvement/semaine

4 sites en suivi ponctuel:  
1 prélèvement/mois

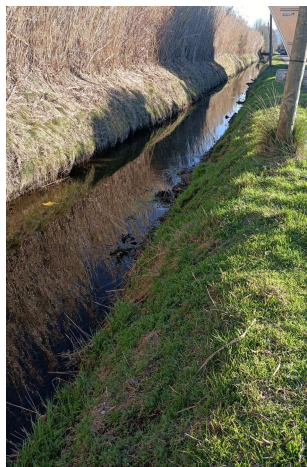
3 mois:  
mi-janvier/mi avril





# ADNe et écologie fonctionnelle

## Phénologie reproduction / migration



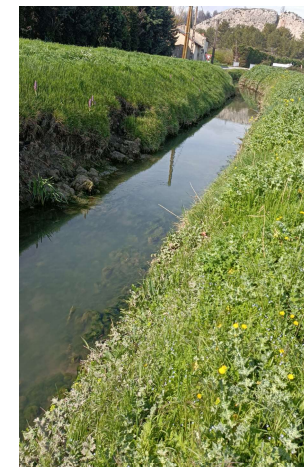
Site 3



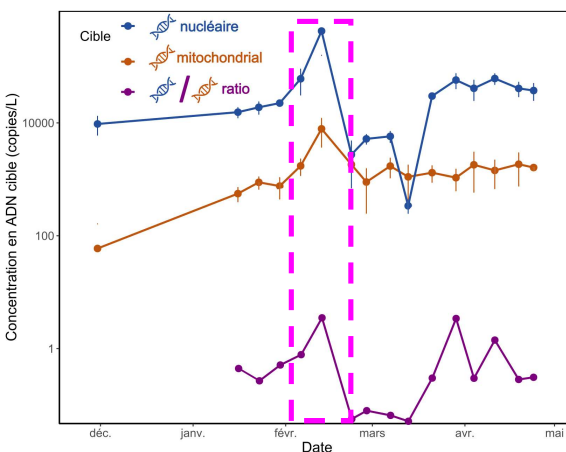
Site 1



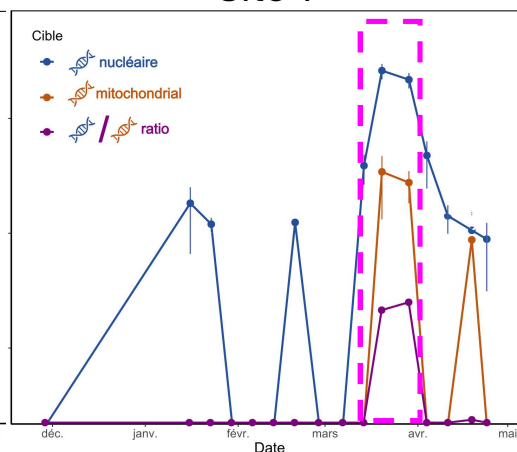
Site 2



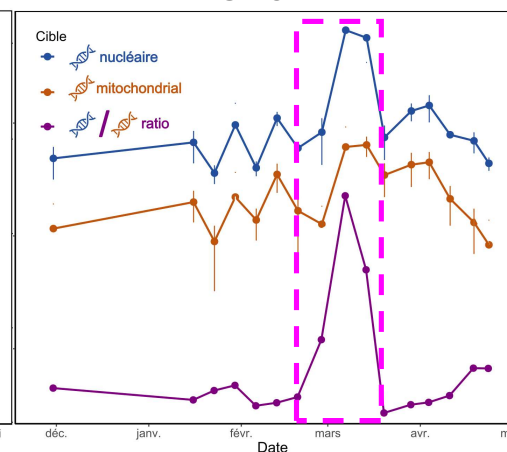
Site 6



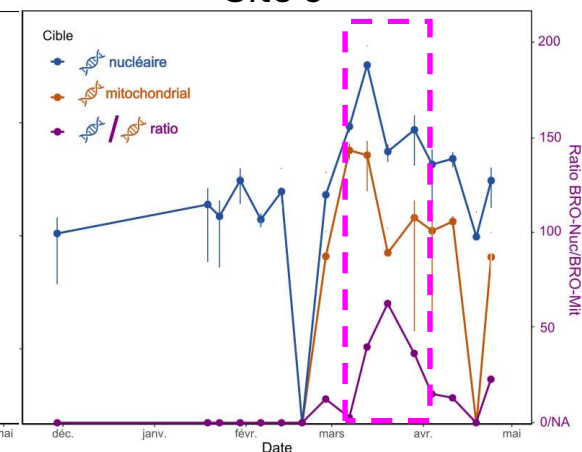
Bro sédentaire + repro



Bro de passage + repro



Bro sédentaire + repro



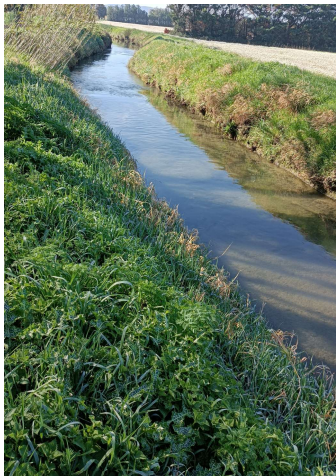
Bro sédentaire + repro

**Suivi continu: Présence de brochets sédentaire ou de passage sur les 4 sites + activités de reproduction**



# ADNe et écologie fonctionnelle

## Phénologie reproduction / migration



Site 5



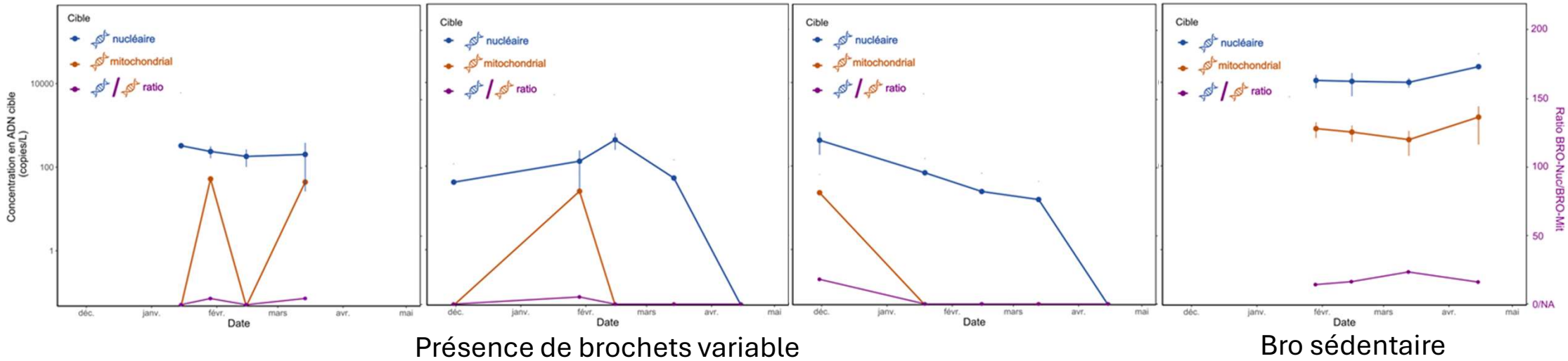
Site 9



Site 11



Site 12



**Suivi ponctuel: Présence de brochets mais pas d'activités de reproduction (fréquence de prélèvement insuffisante)**

### Point de vue du gestionnaire



#### Les résultats utiles pour:

- ➡ Montrer la présence de brochets sédentaires dans certains fossés
- ➡ Mettre en évidence que les fossés de drainages représentent des habitats de reproductions: protection ?
- ➡ Localiser les actions de restauration: continuité, habitat