

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*" ?

RESTAURATION DES MILIEUX AQUATIQUES

Arras, 15-17 septembre 2025

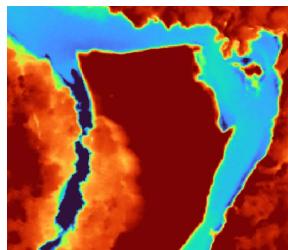


GARDONS LE CAP !

ATELIER:

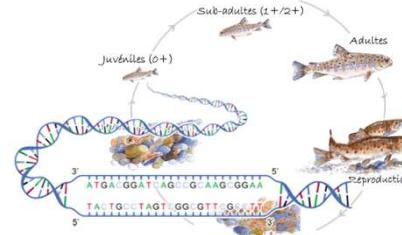
Quels sont les *nouveaux outils de diagnostic* et de pilotage mobilisables par le technicien de rivières pour réaliser son "plan de gestion" ?

Cartographie Thermique



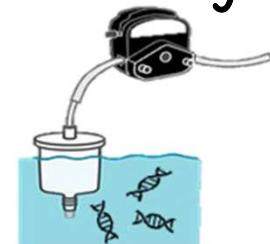
SCIMABIO-ENS-Univ Nottingham
2022

Taille efficace



2017

ADNe et Écologie fonct.



LPA INRAE CARRTEL-SCIMABIO
Inn'eau'vatoool 2023

La Cartographie Thermique des cours d'eau par IRTa

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)
- Bièvre
- Guiers/Guiers Vif/Guiers Mort
- Doubs
- Cusancin
- Dessoubre
- Loue
- Drac
- Allier
- Ain
- Basse Durance
- Bas Verdon
- Nivelle

La Cartographie Thermique des cours d'eau par IRTa

Méthodes

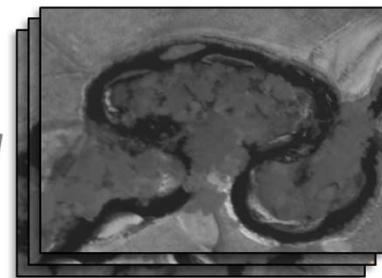
Acquisition des images et chaîne de traitement

(Pixel = 30cm - Précision: 0,3°C)

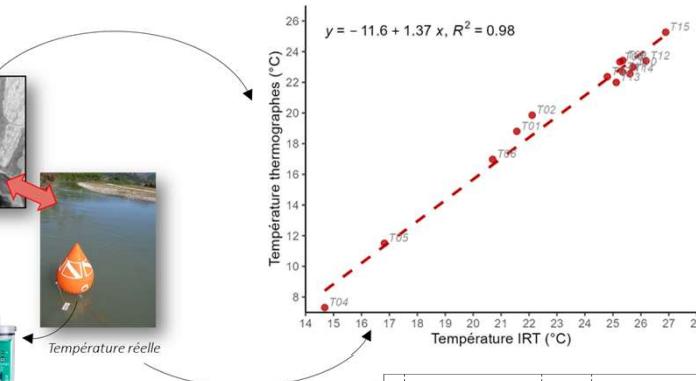
Acquisition des images



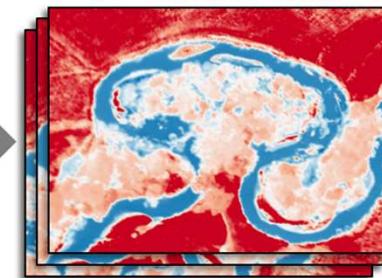
Images thermiques



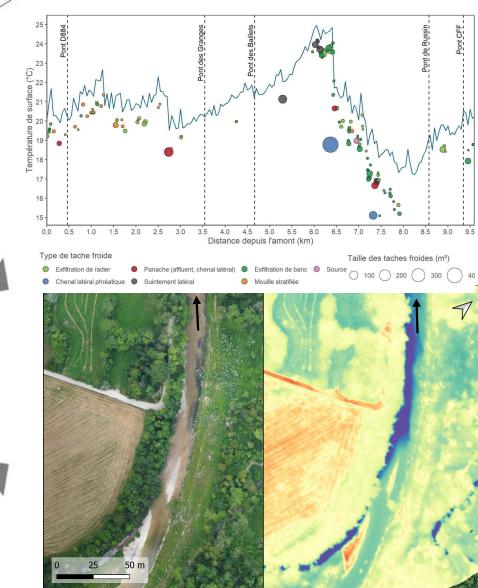
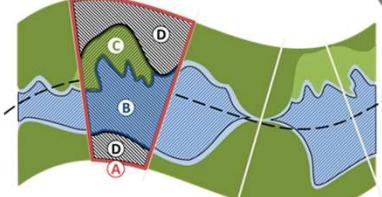
Images visibles



Calibration



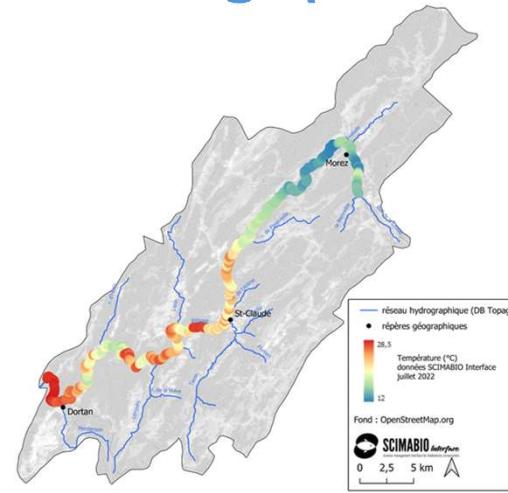
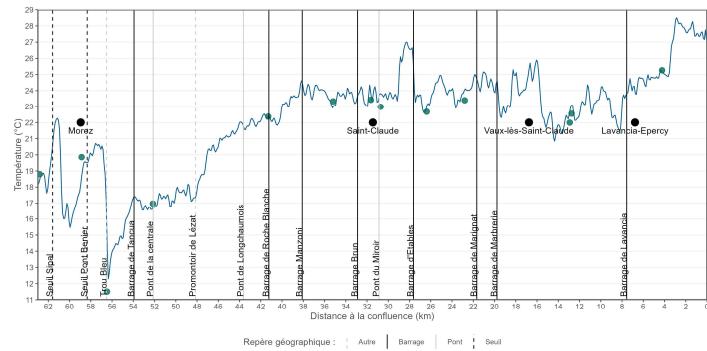
Classification



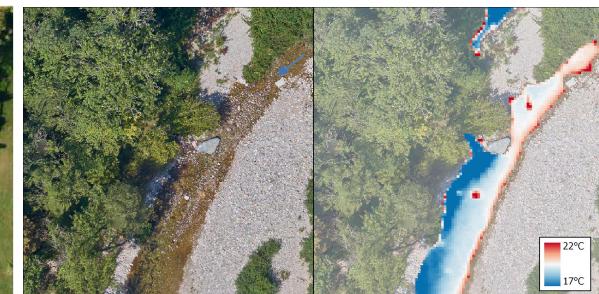
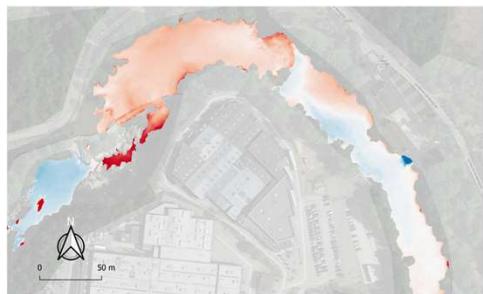
Interprétation des livrables

A quoi peut servir la cartographie IRT:

- ➊ Profil thermique longitudinal (amont-aval)



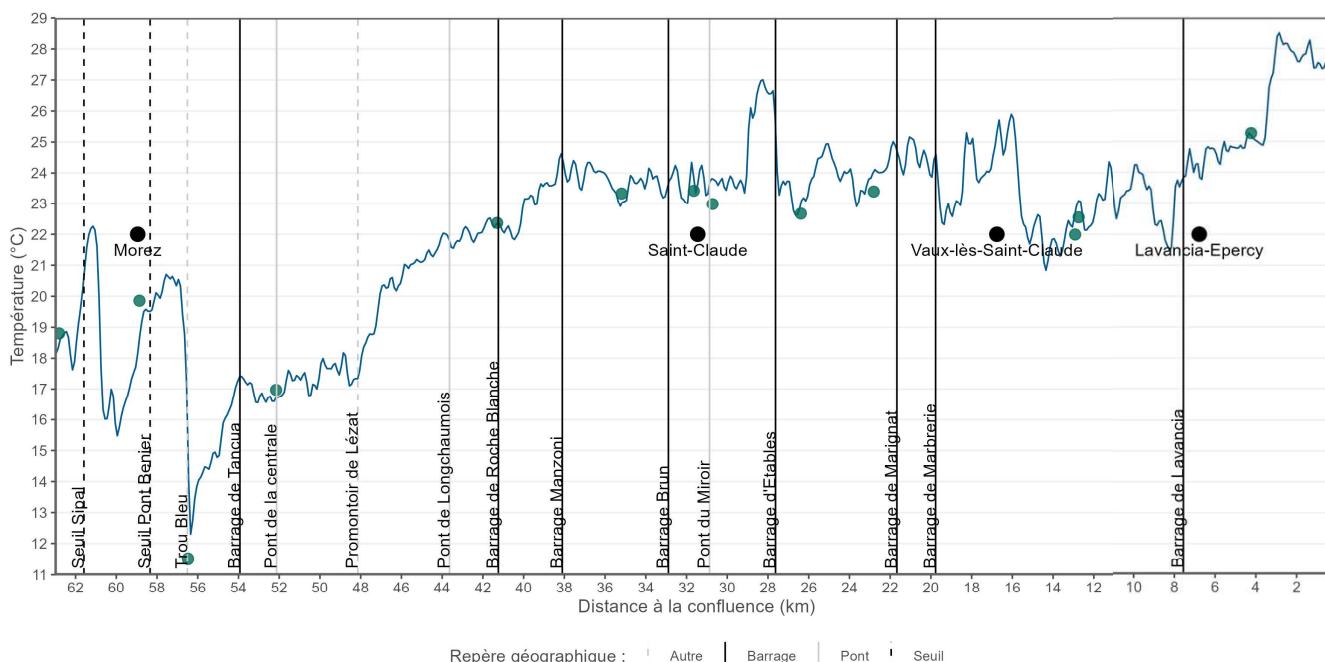
- ➋ Cartographies des mosaïques thermiques



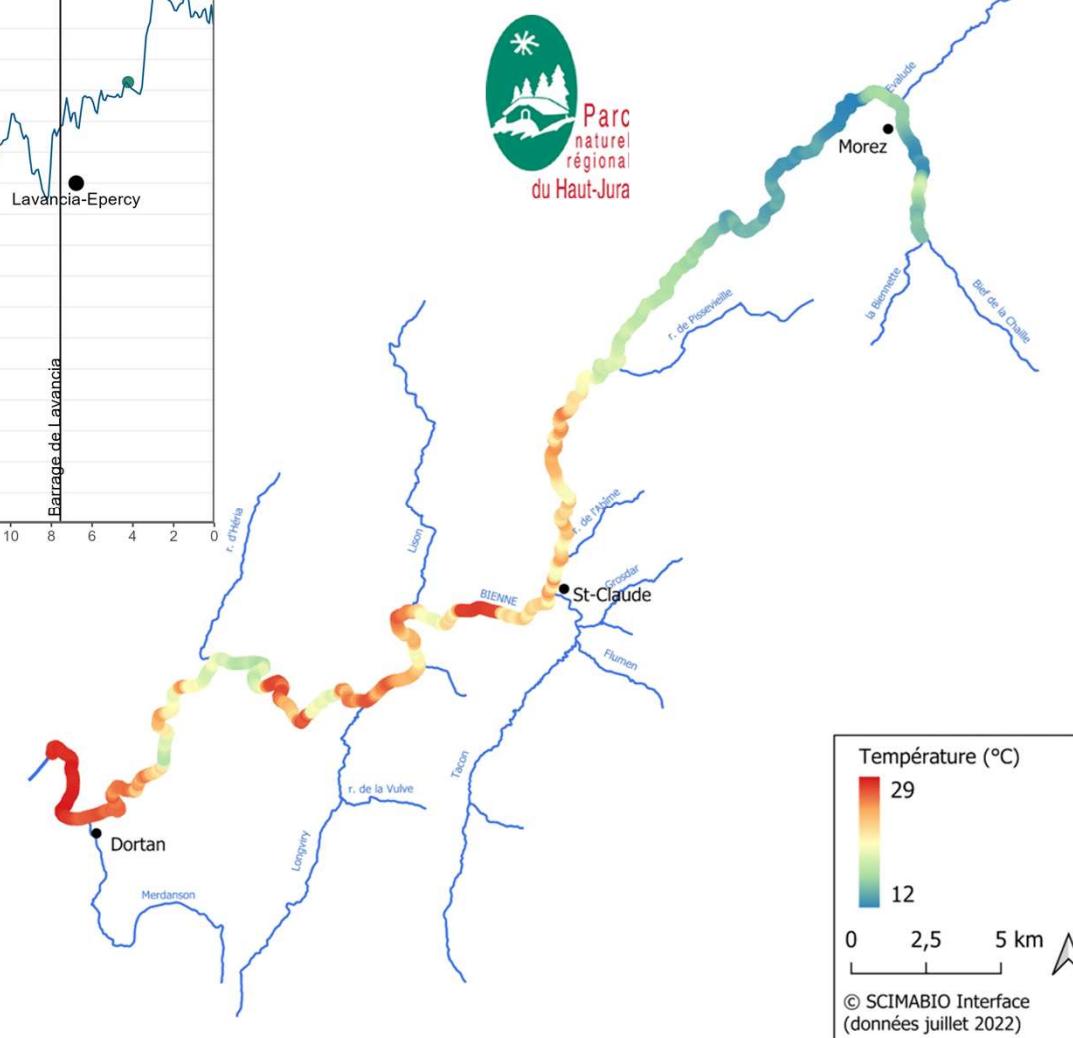
A quoi peut servir la cartographie IRT:

- ⦿ 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^2) 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)

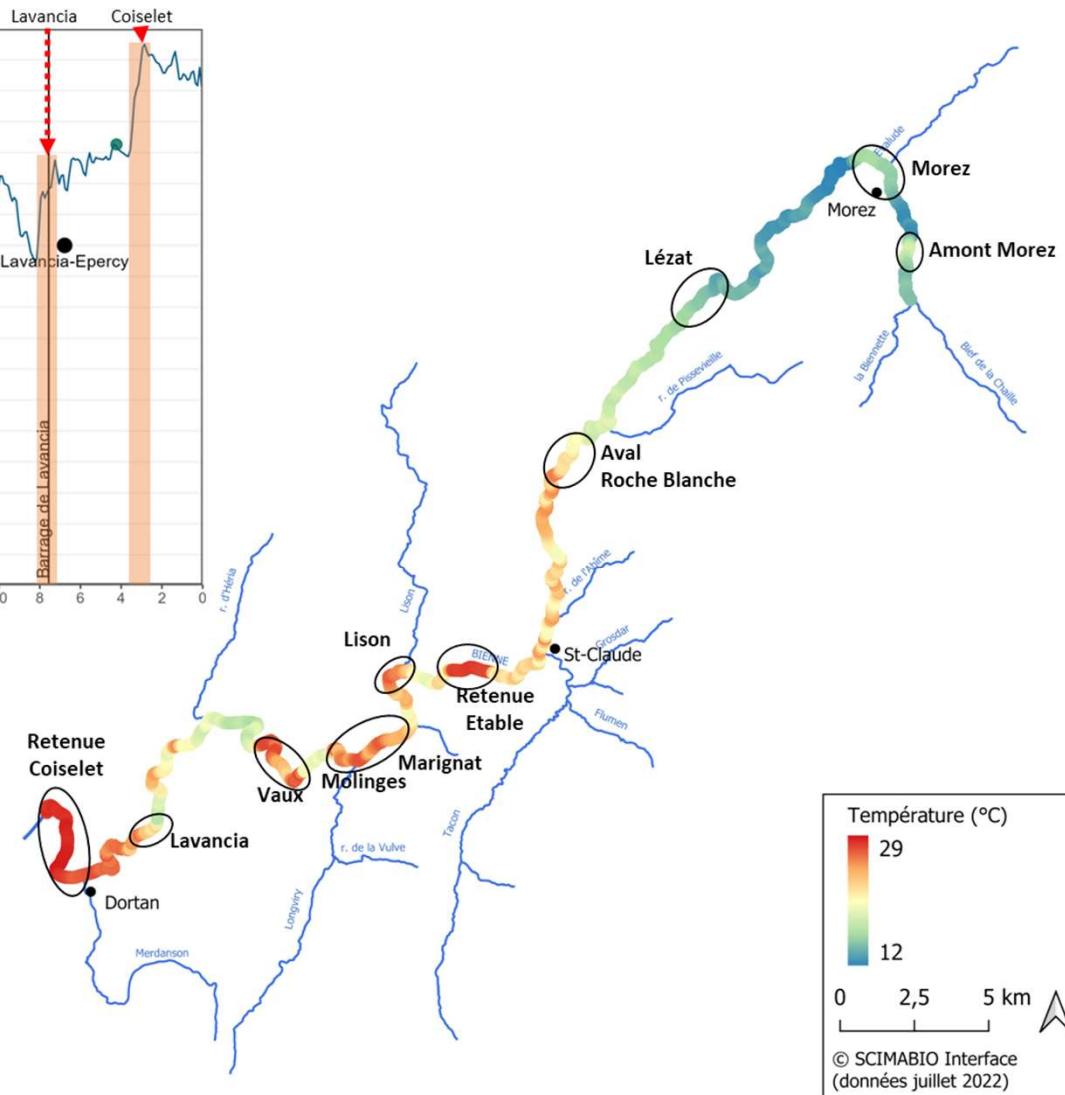
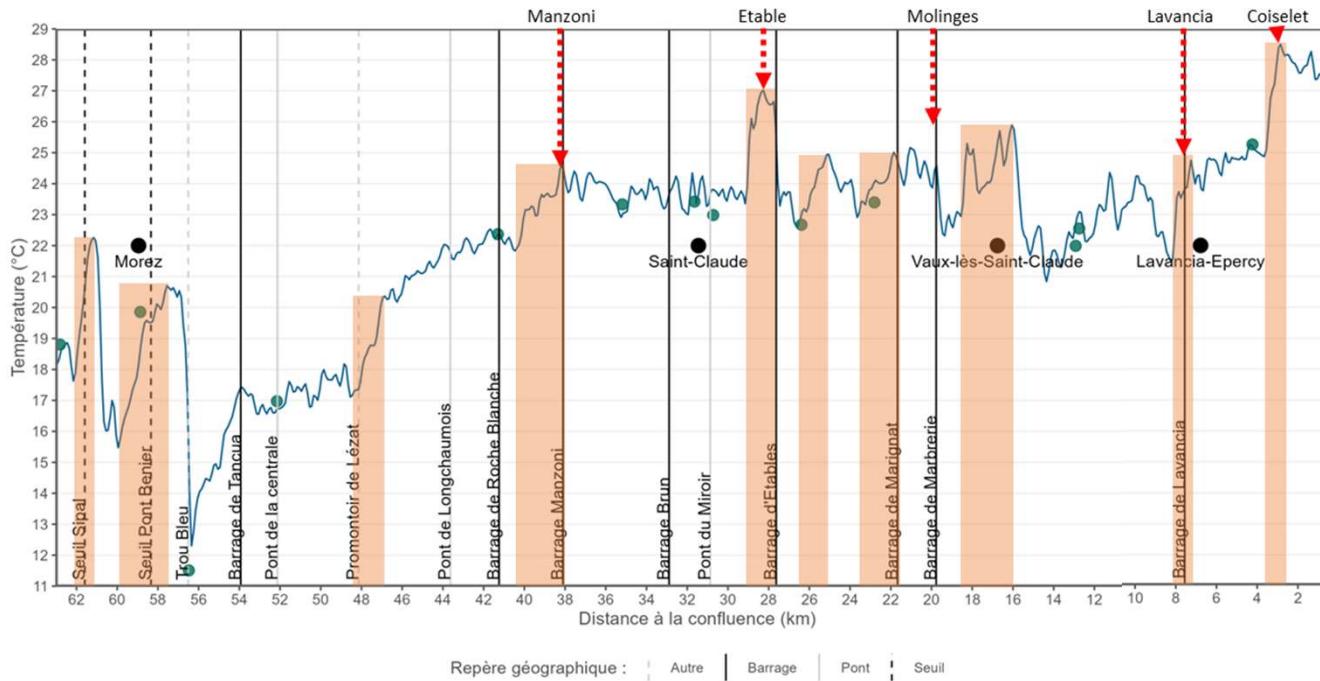
Cartographie profil thermique:



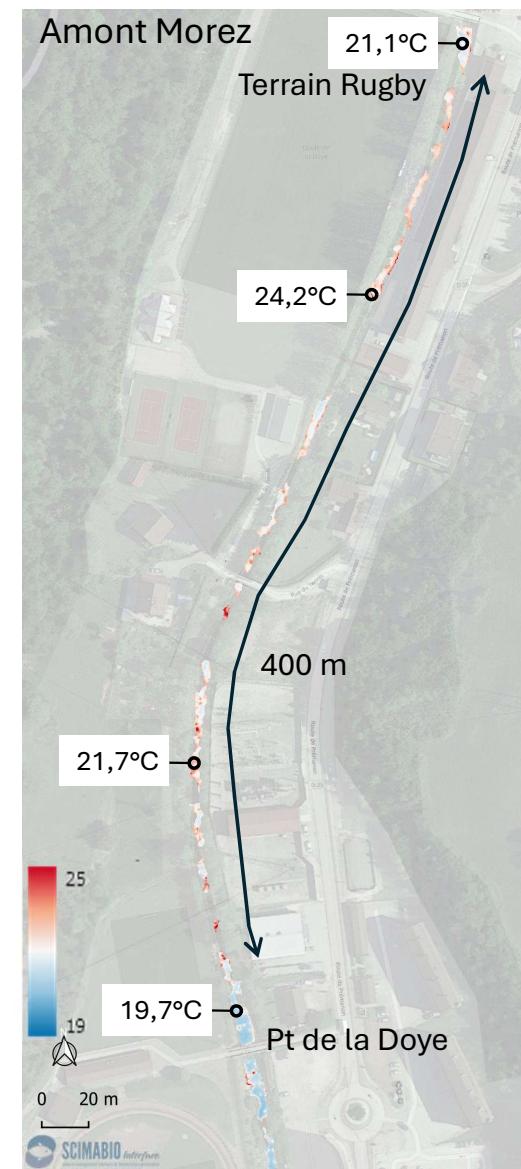
**Exemple Bienne 2022
60 km de linéaire**



Cartographie profil thermique: les échauffements et points chauds

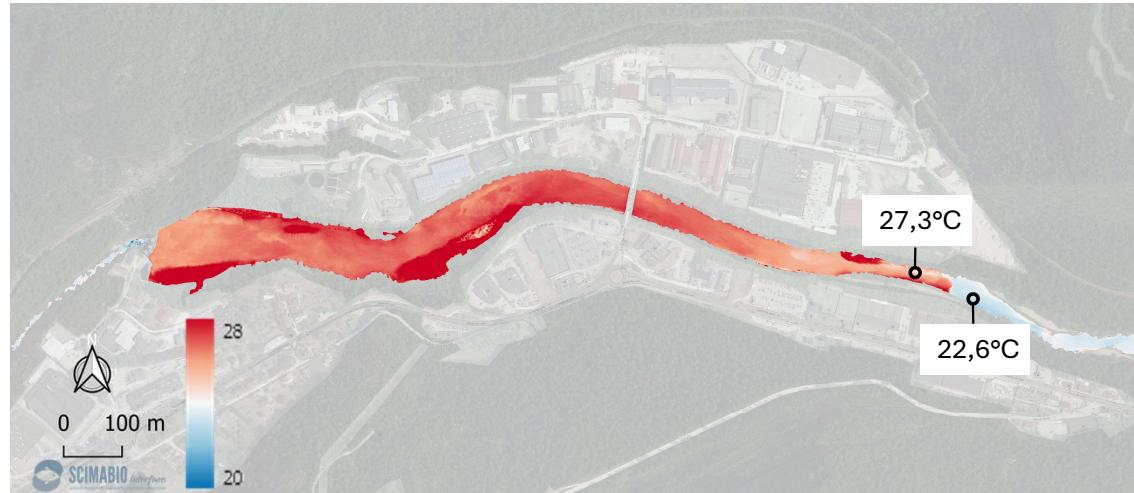


La Cartographie Thermique des cours d'eau par IRTa

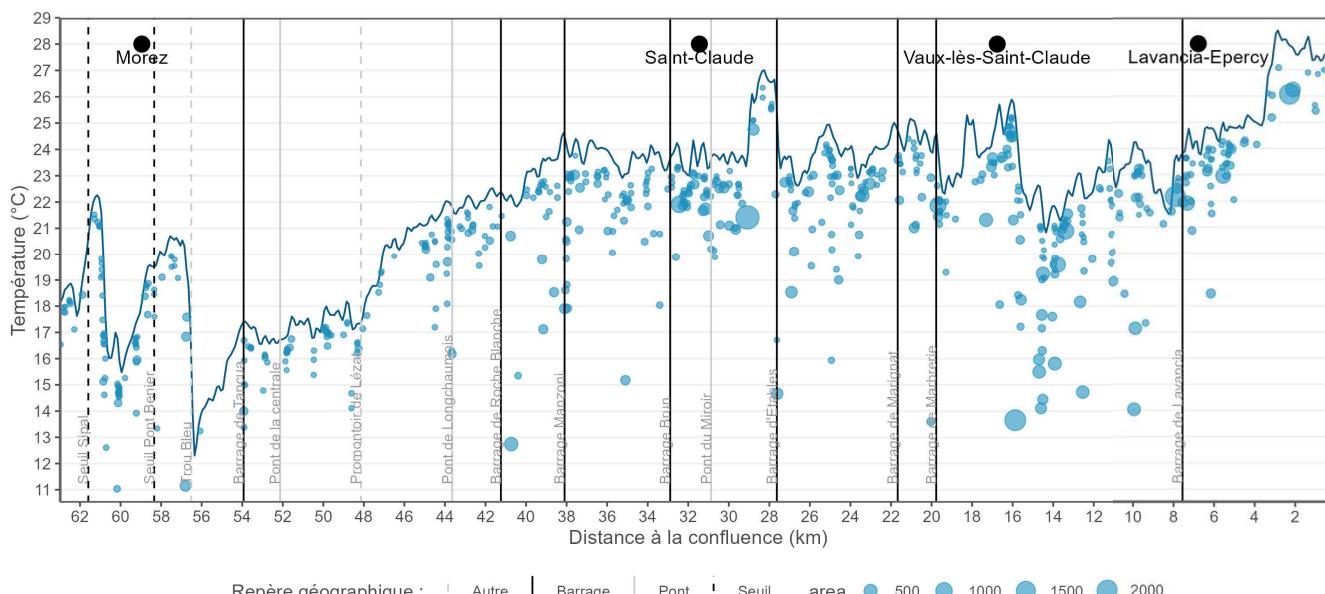


Cartographie profil thermique: les échauffements et points chauds

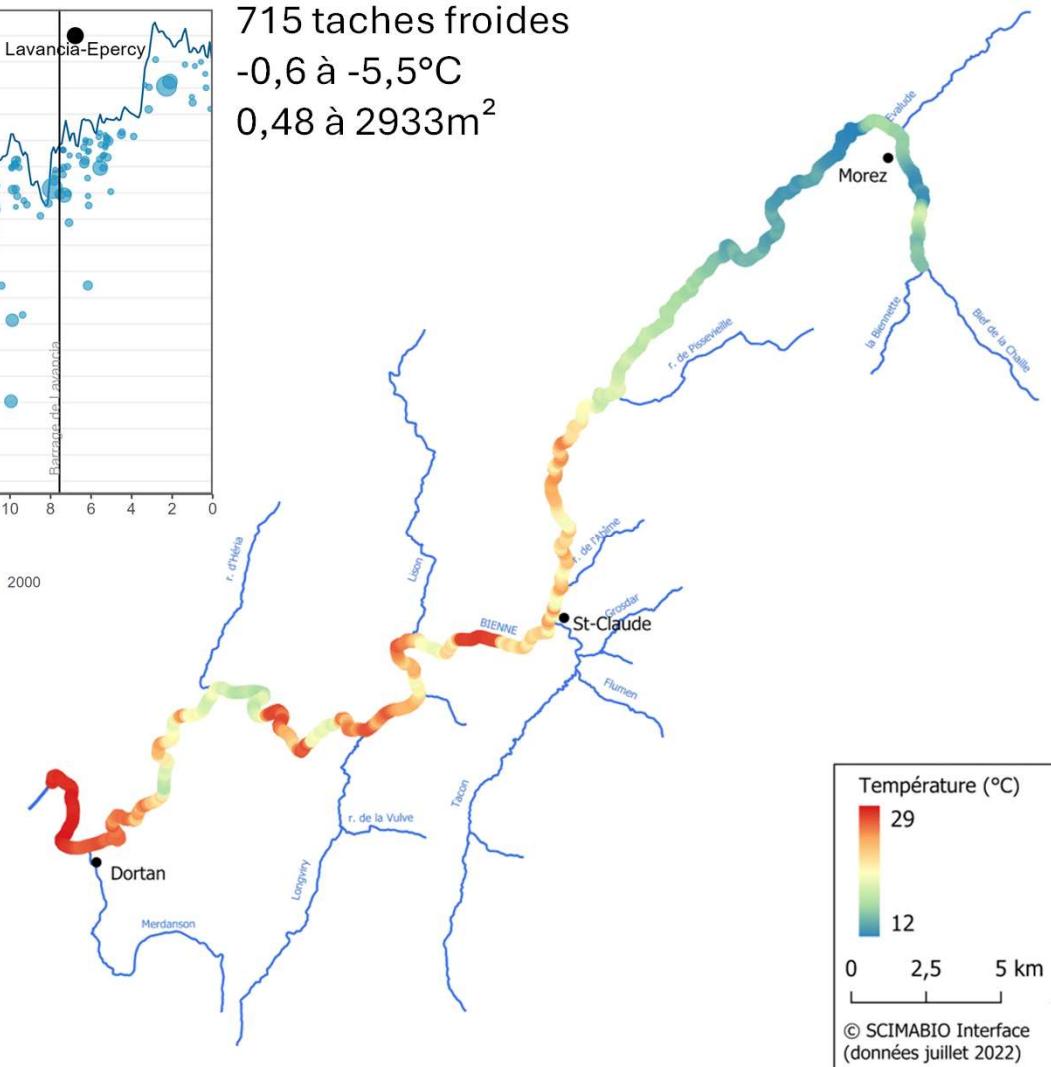
Barrage d'Etable



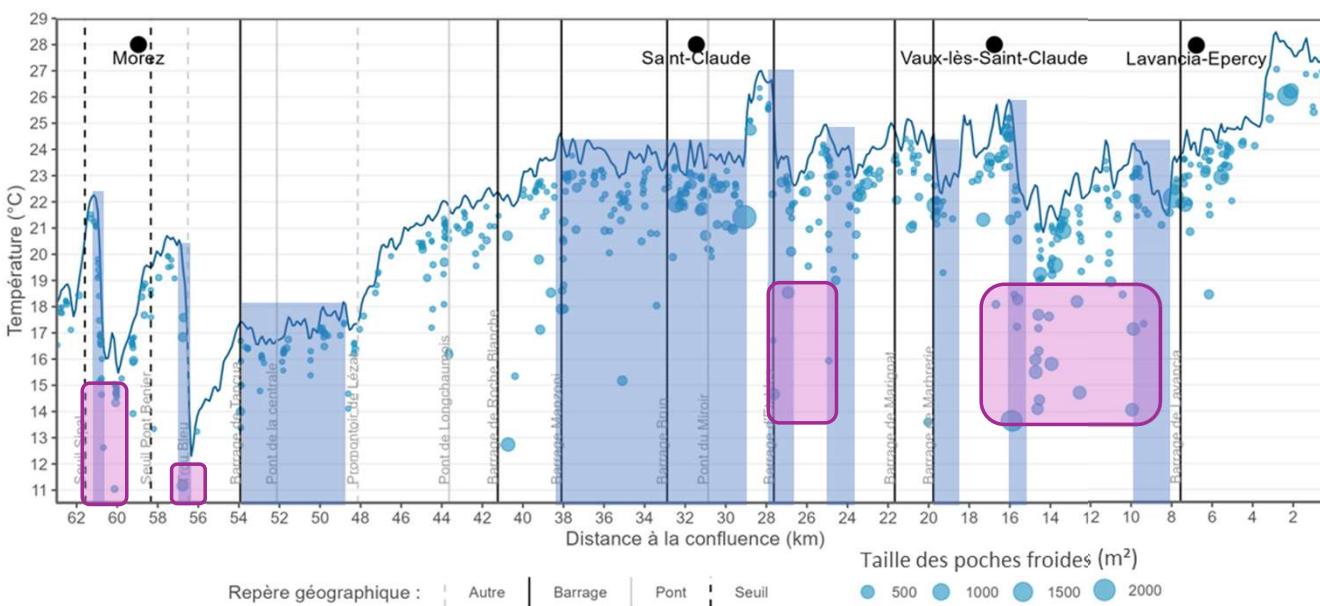
Cartographie profil thermique: les taches froides et refroidissements



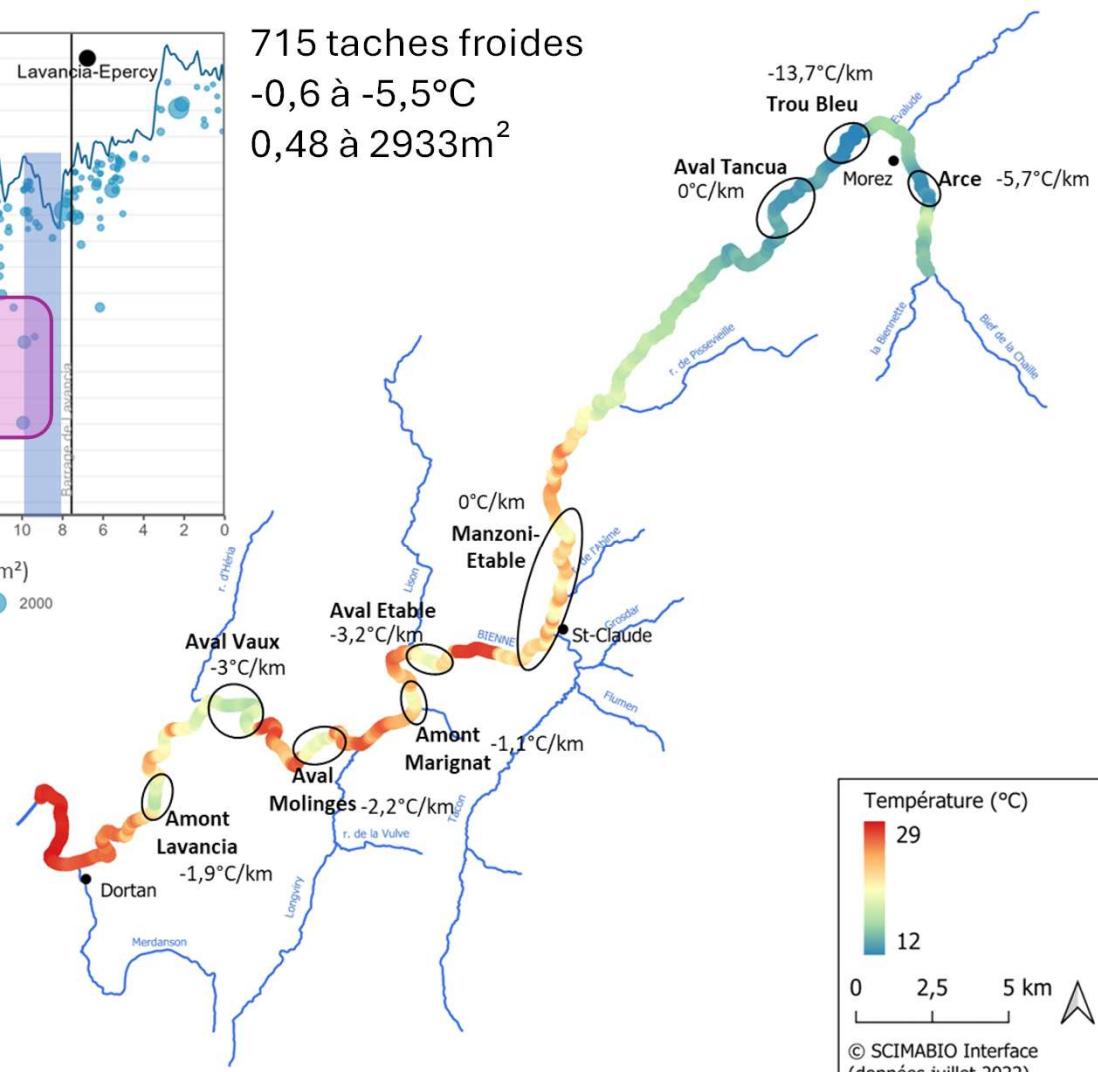
715 taches froides
-0,6 à -5,5°C
0,48 à 2933m²



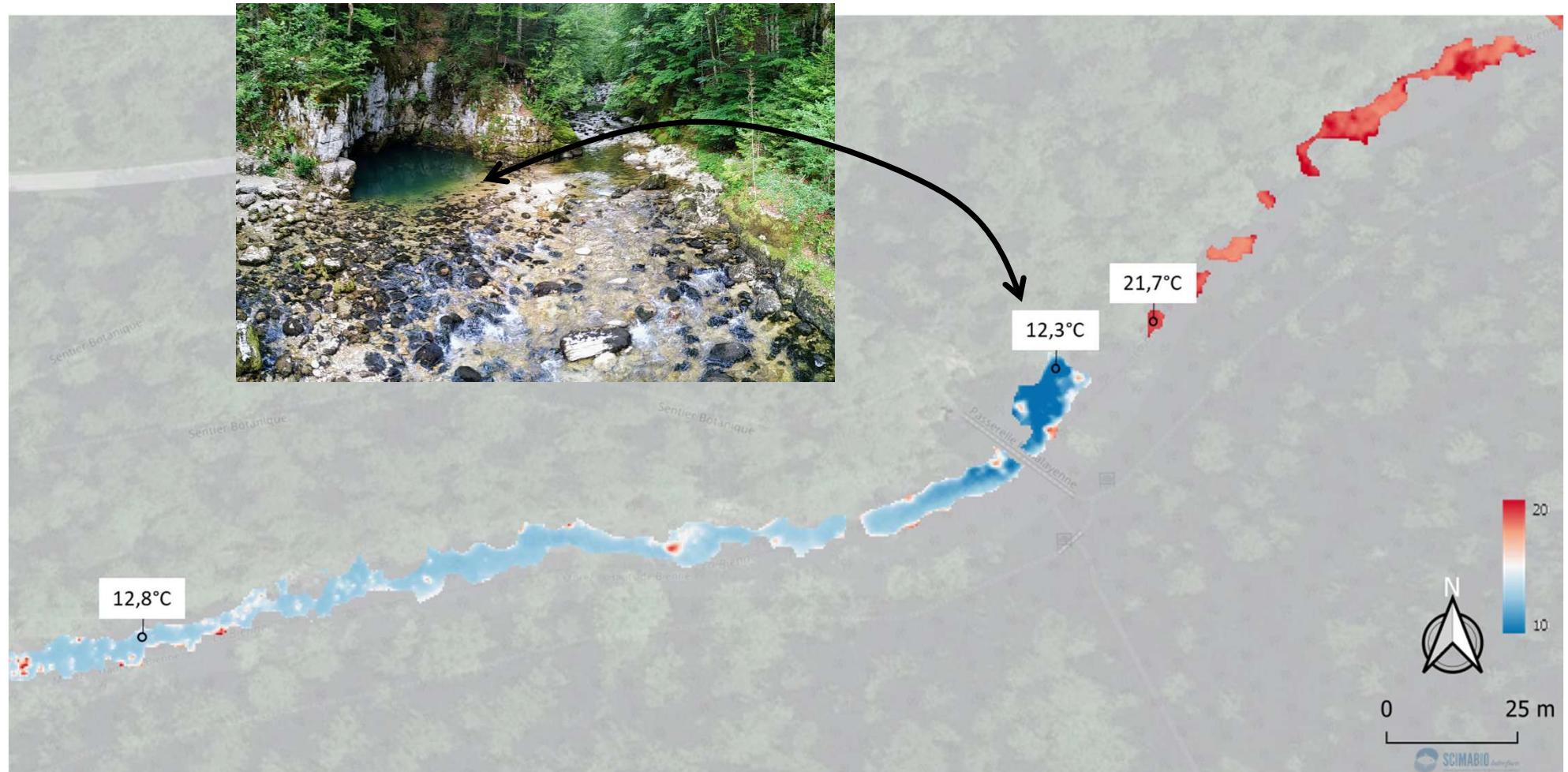
Cartographie profil thermique: les taches froides et refroidissements



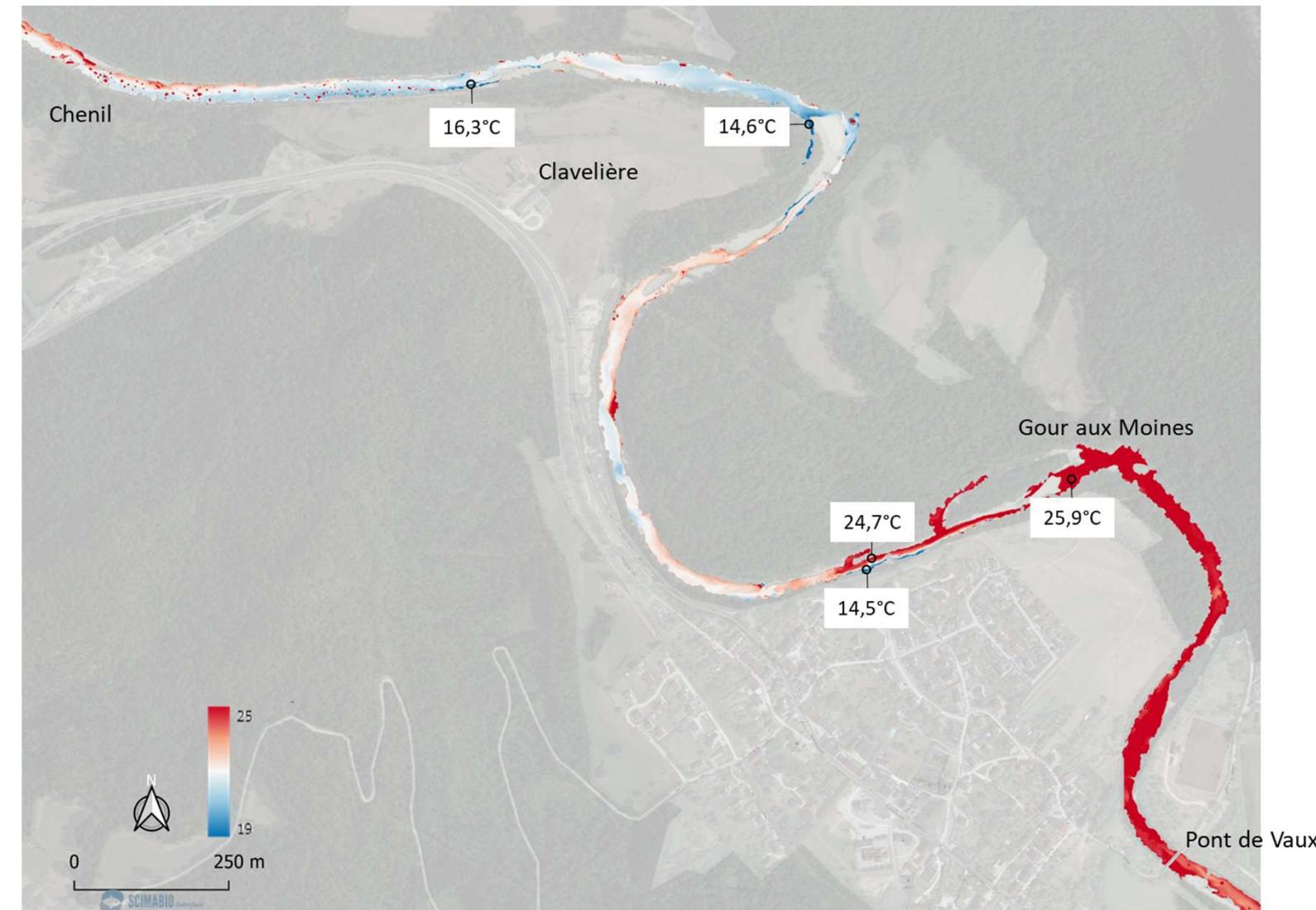
715 taches froides
-0,6 à -5,5°C
0,48 à 2933m²



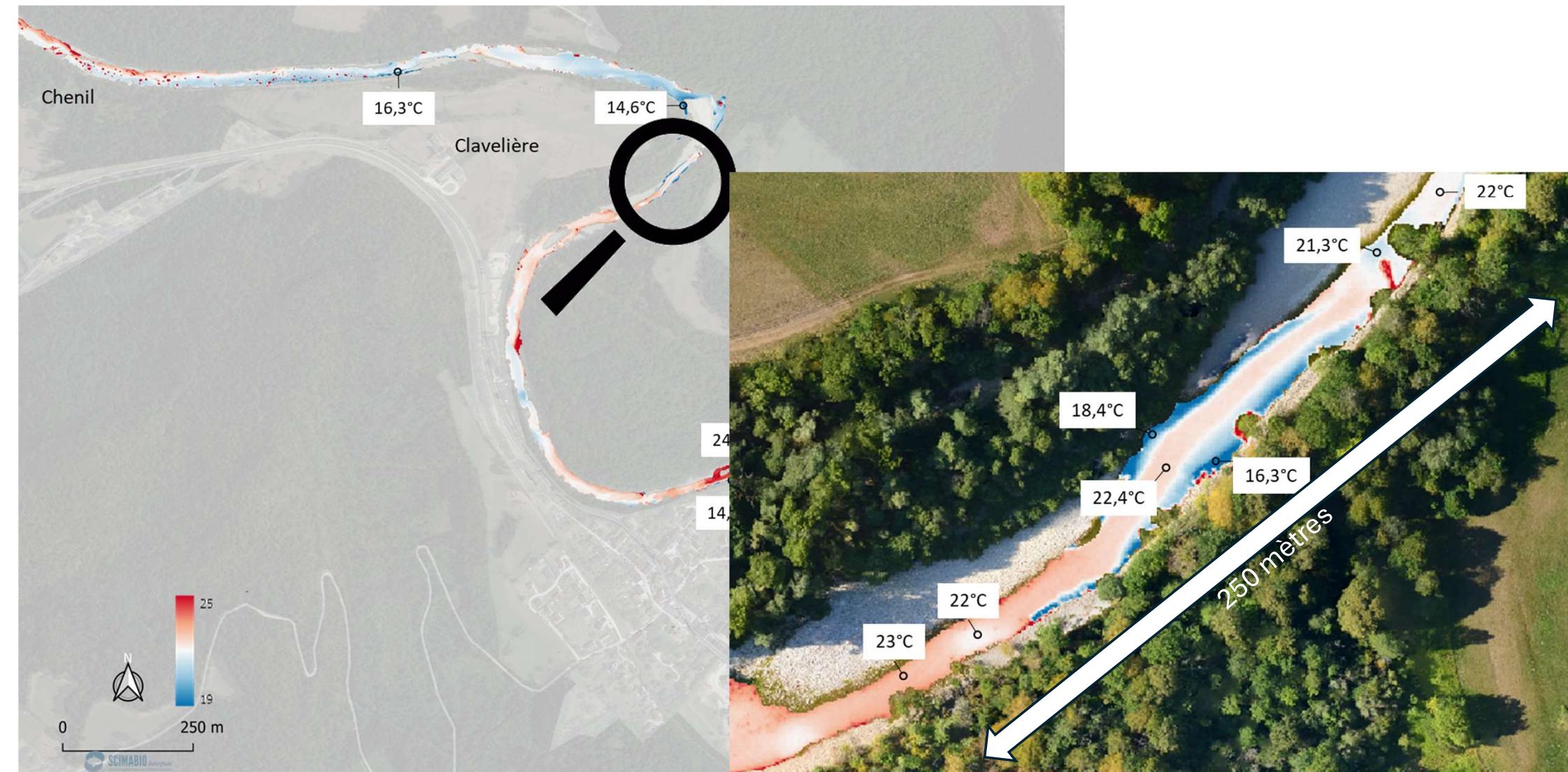
Cartographie profil thermique: les taches froides et refroidissements



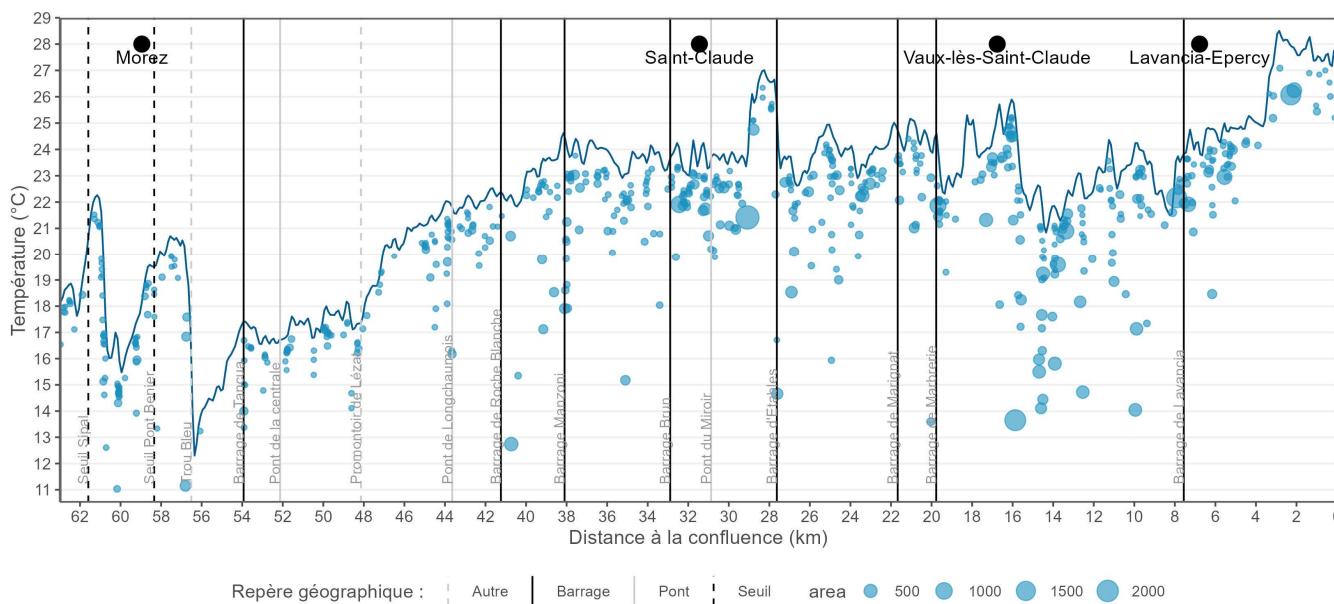
Cartographie profil thermique: les taches froides et refroidissements



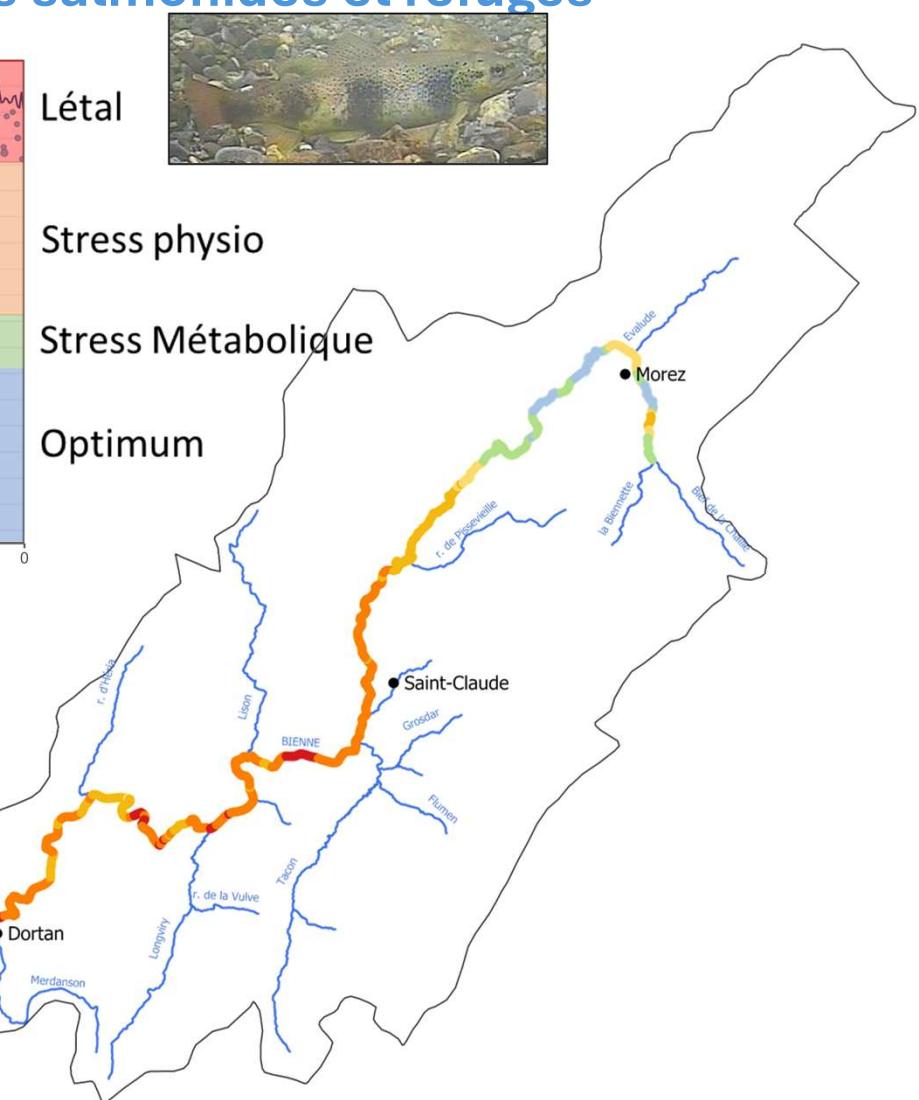
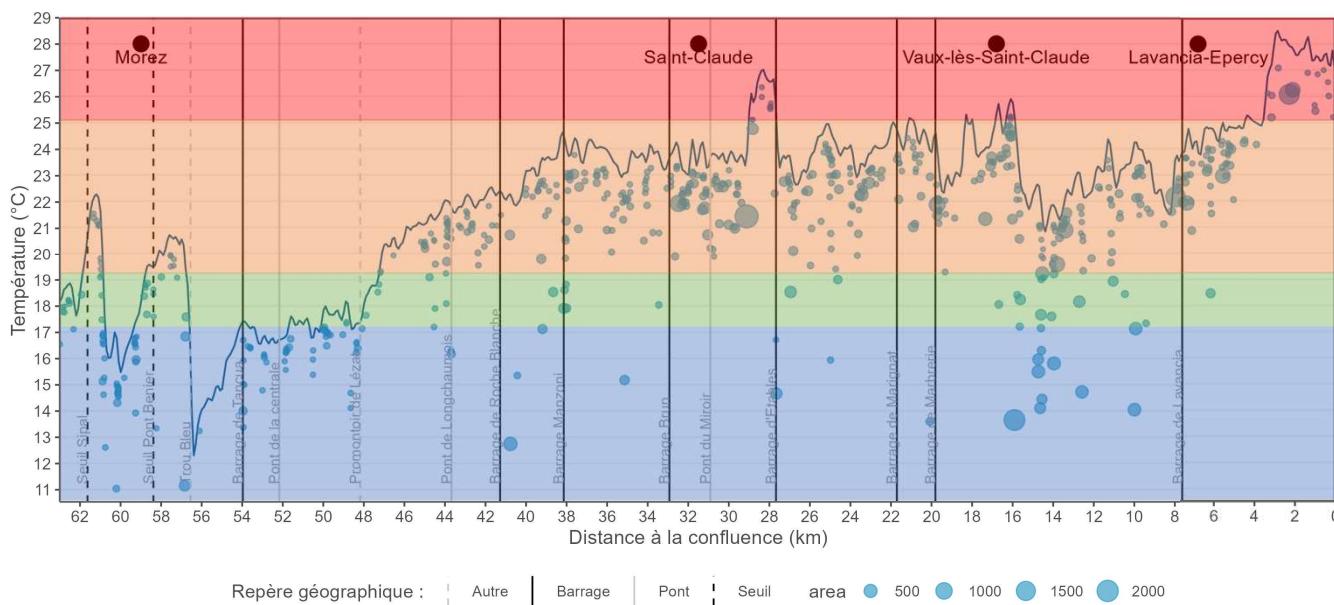
Cartographie profil thermique: les taches froides et refroidissements



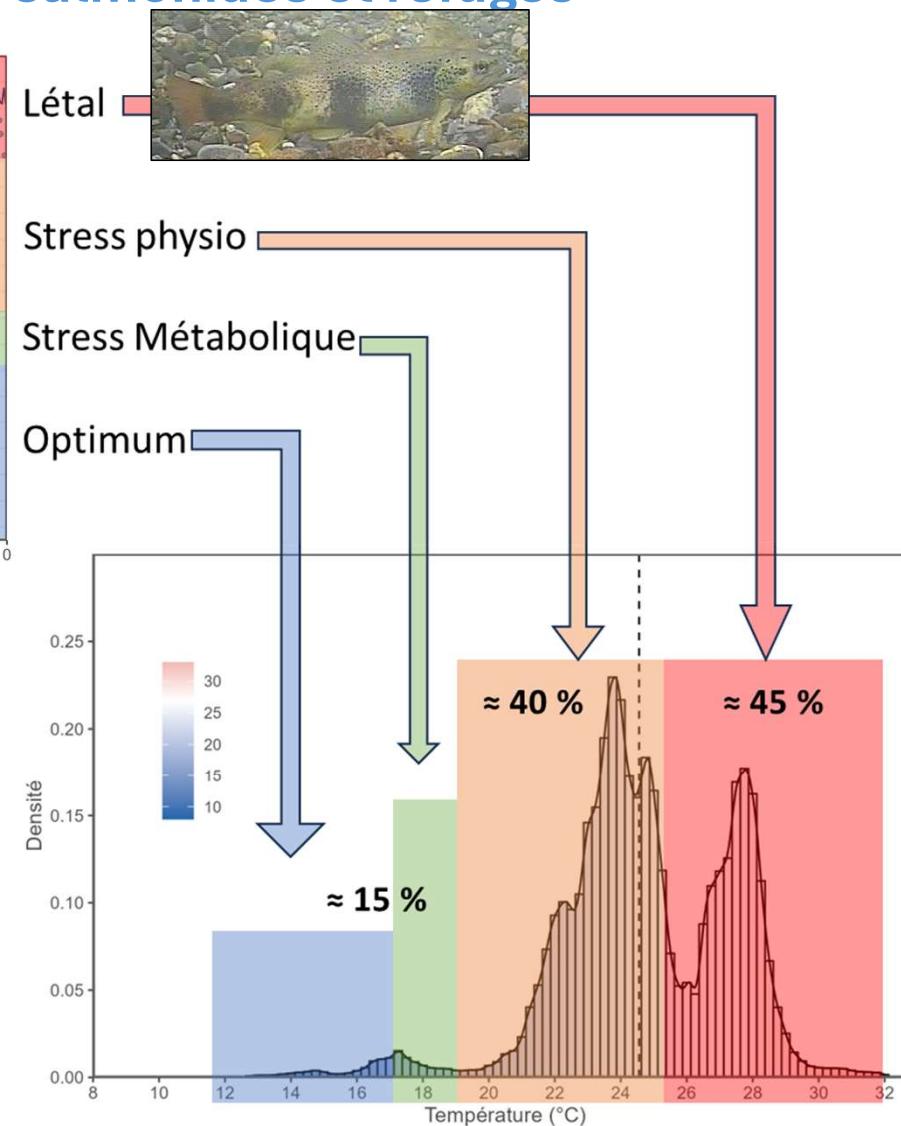
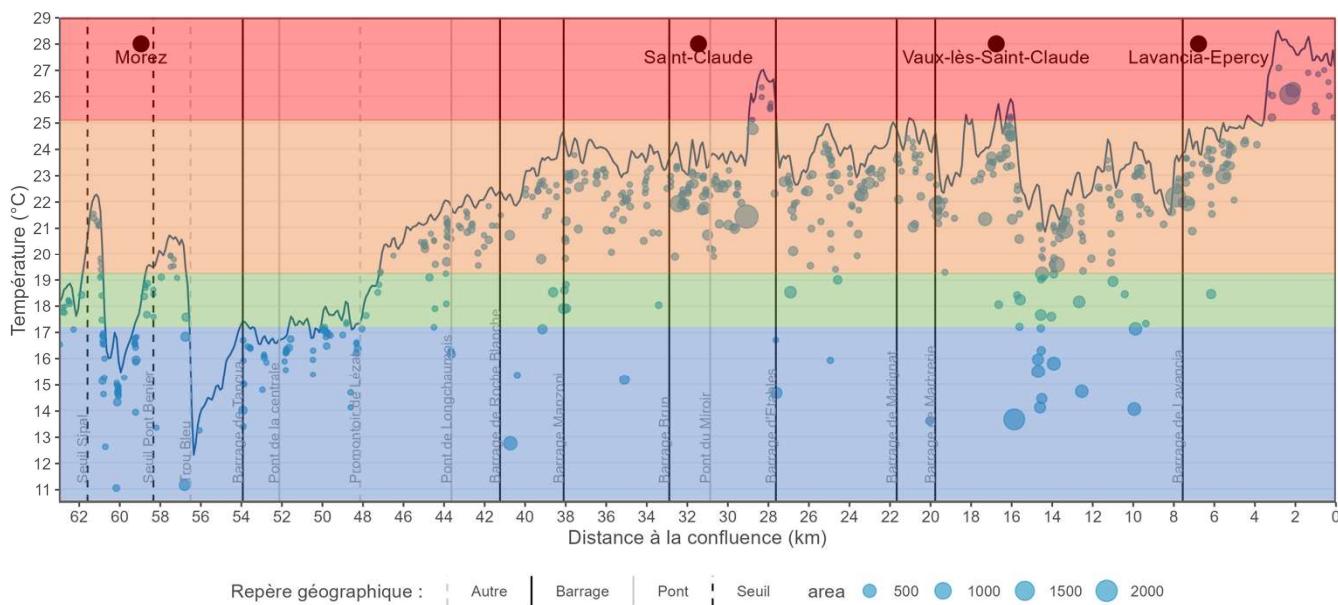
Cartographie profil thermique: habitats thermiques salmonidés et refuges



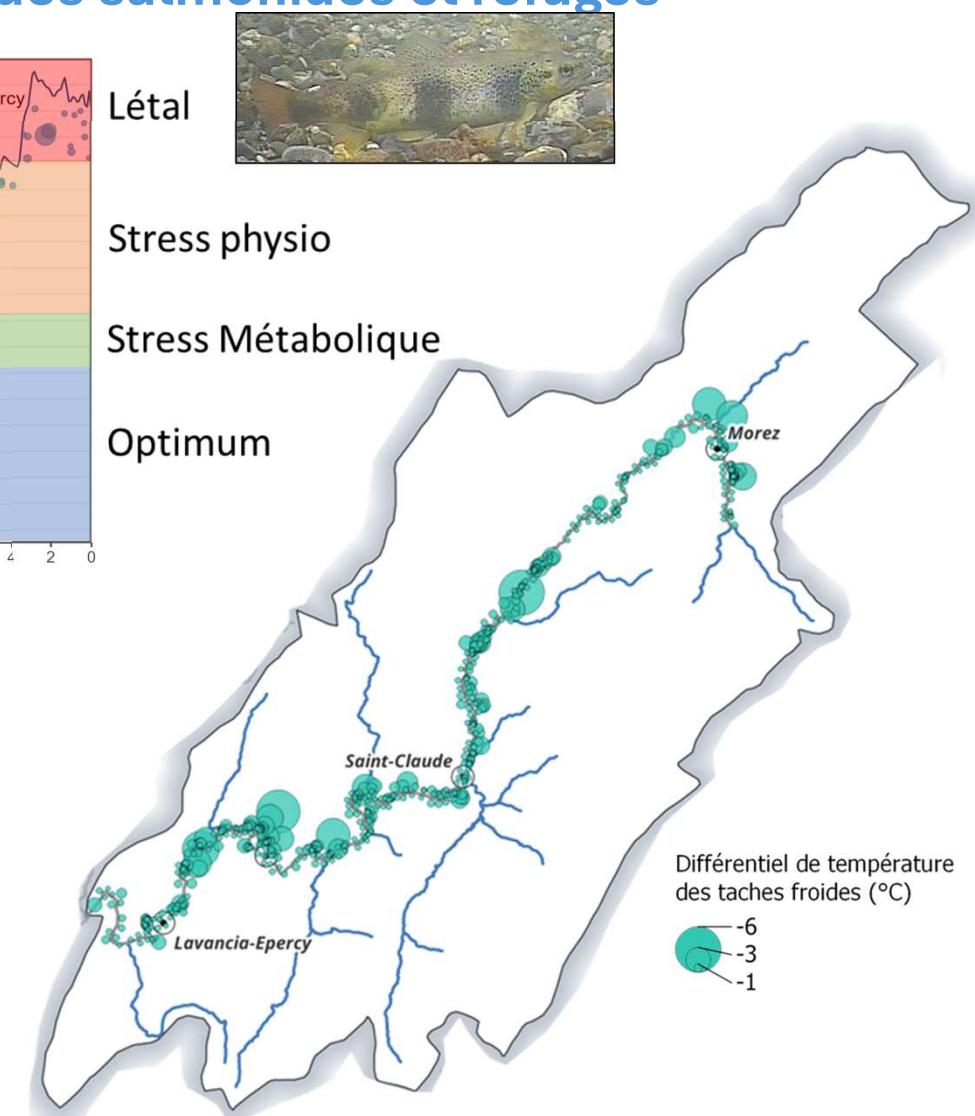
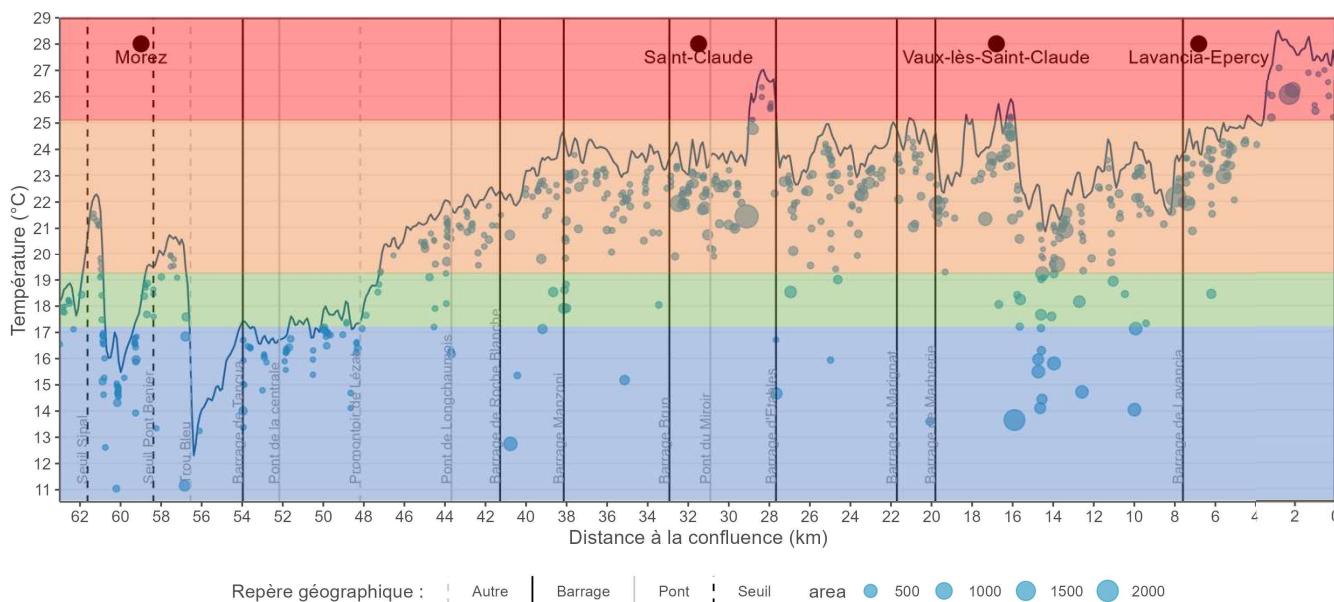
Cartographie profil thermique: habitats thermiques salmonidés et refuges



Cartographie profil thermique: habitats thermiques salmonidés et refuges

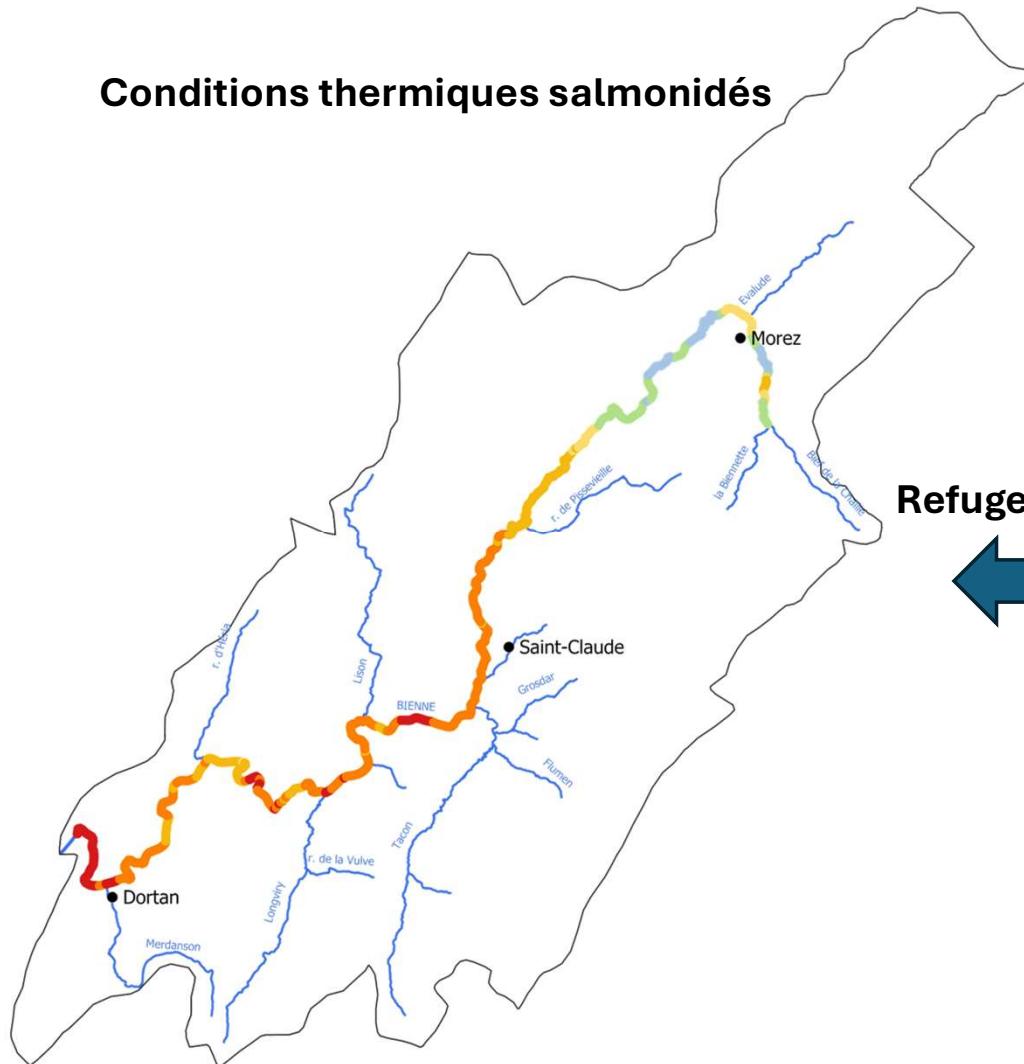


Cartographie profil thermique: habitats thermiques salmonidés et refuges



Cartographie profil thermique: habitats thermiques salmonidés et refuges

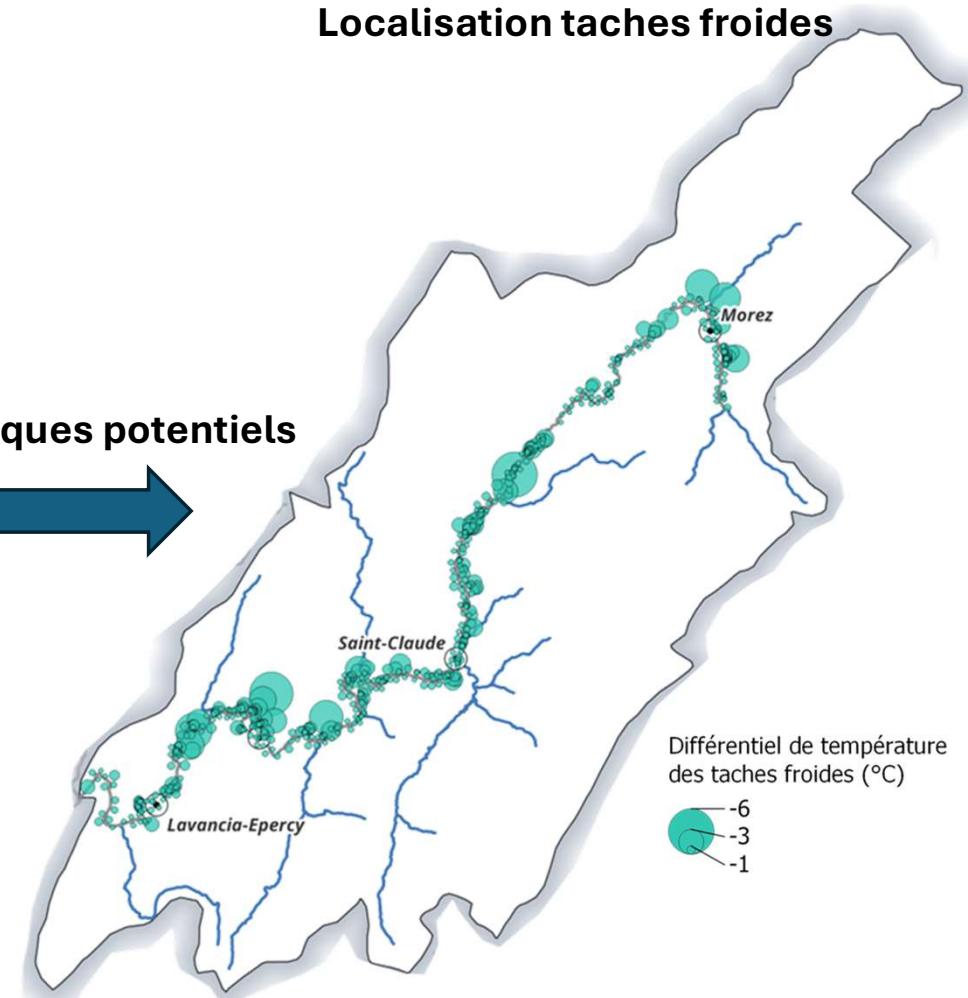
Conditions thermiques salmonidés



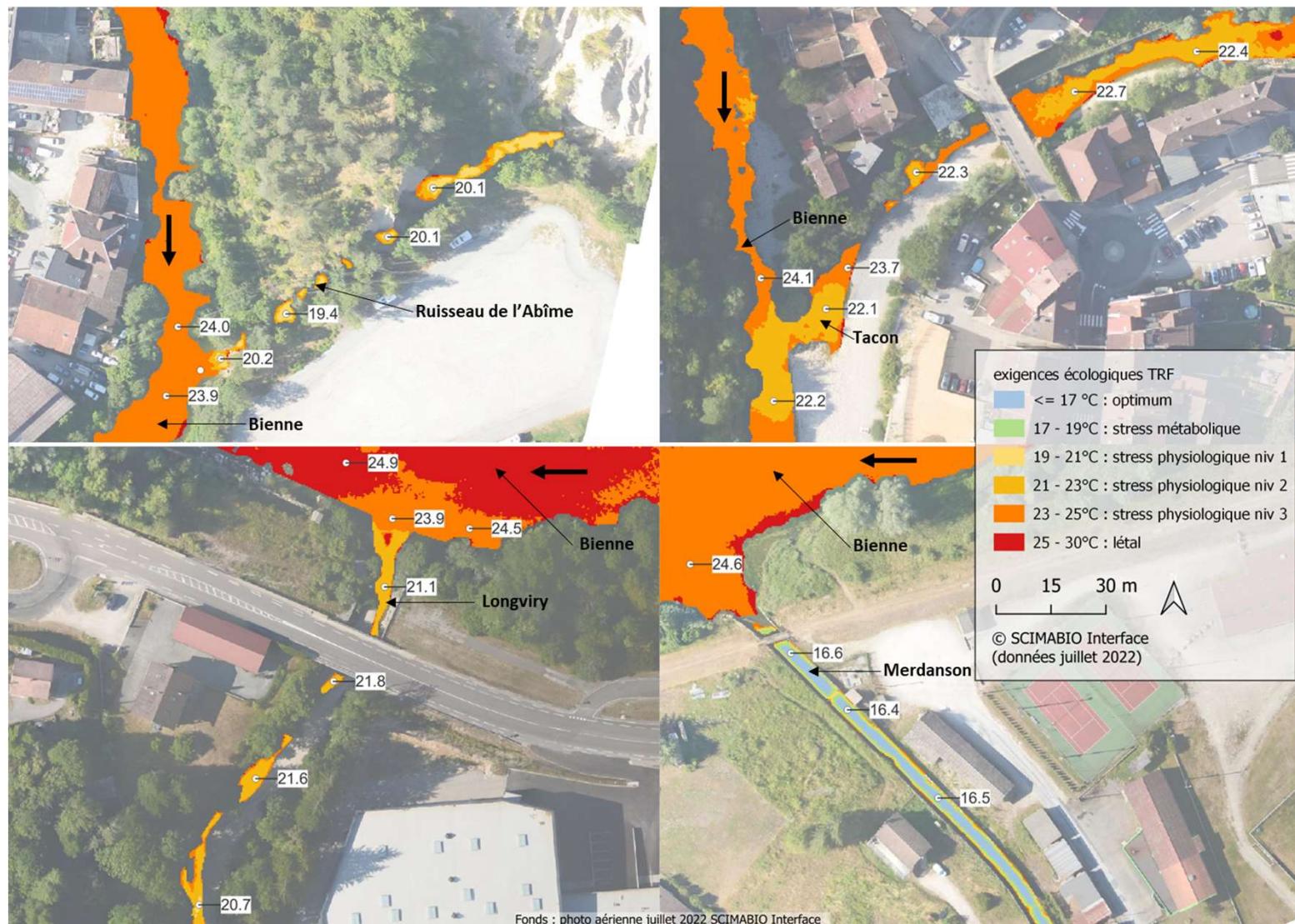
Refuges thermiques potentiels



Localisation taches froides



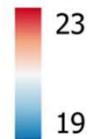
Cartographie profil thermique: habitats thermiques salmonidés et refuges



Cartographie profil thermique: habitats thermiques salmonidés et refuges



Température (°C)



Exigences écologiques de la truite commune (°C)

- [Blue square] inf 17°C : optimum
- [Light green square] 17-19°C : stress métabolique
- [Yellow square] 19-21°C : stress physiologique niv1
- [Orange square] 21-23°C : stress physiologique niv2
- [Dark orange square] 23-25°C : stress physiologique niv3
- [Red square] 25-30°C : létal

Point de vue du gestionnaire



Les résultats utiles pour:

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



Nouvelle charte du Parc (2026-2041)

RESTAURATION DES MILIEUX AQUATIQUES

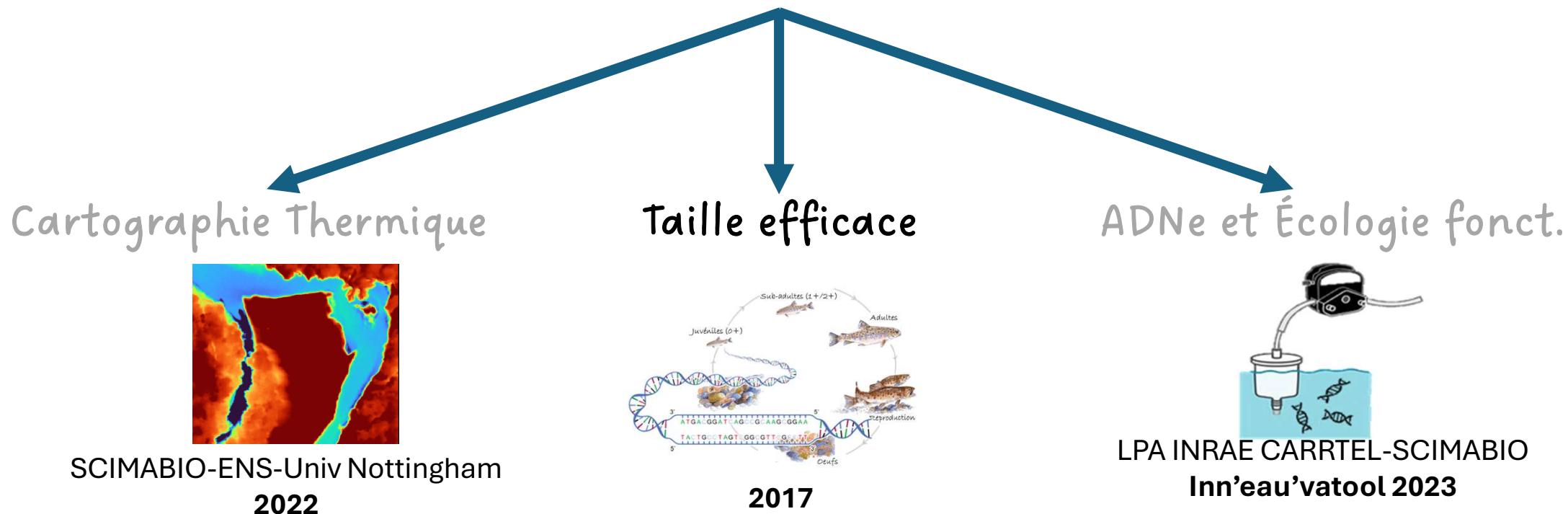
Arras, 15-17 septembre 2025



GARDONS LE CAP !

ATELIER:

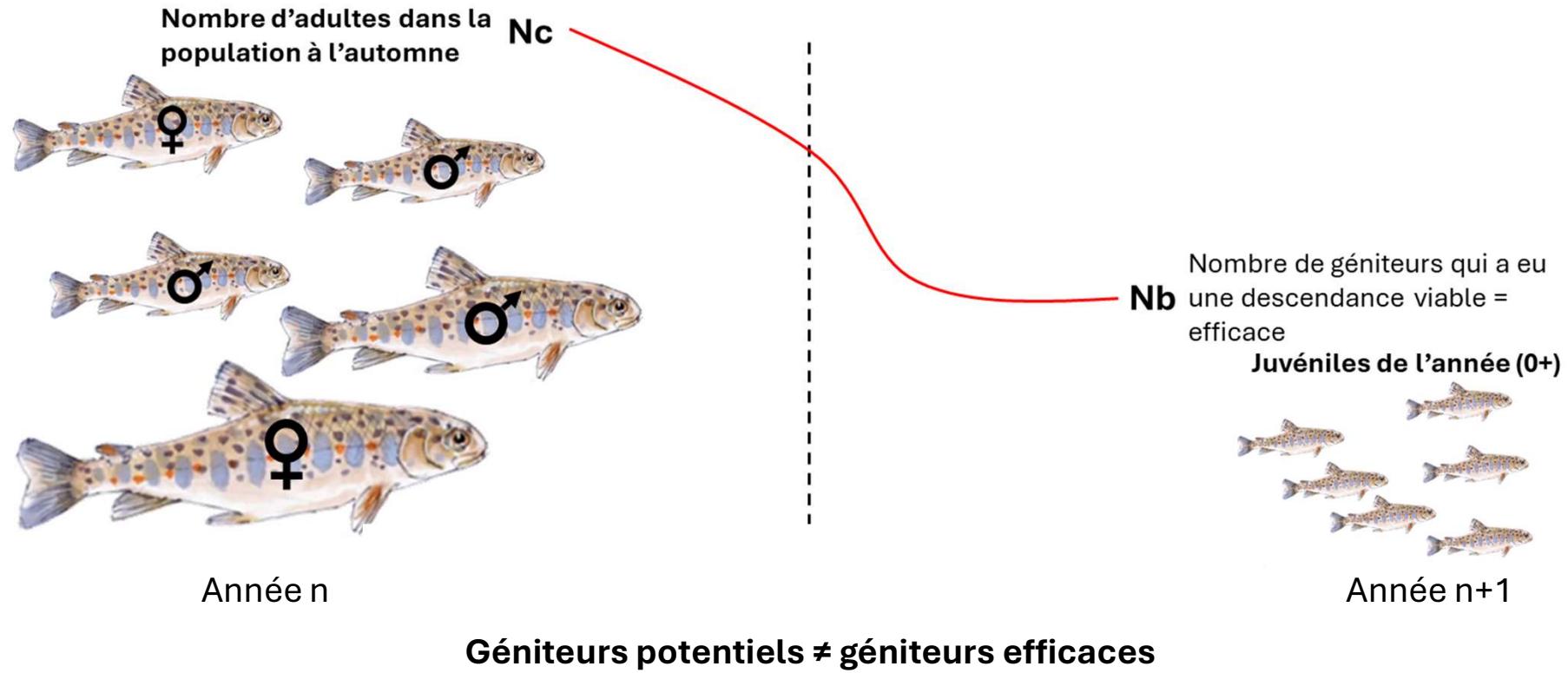
Quels sont les *nouveaux outils de diagnostic* et de pilotage mobilisables par le technicien de rivières pour réaliser son "plan de gestion" ?



Taille efficace et géniteurs efficaces par bio. Mol.

Définition et méthodes

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

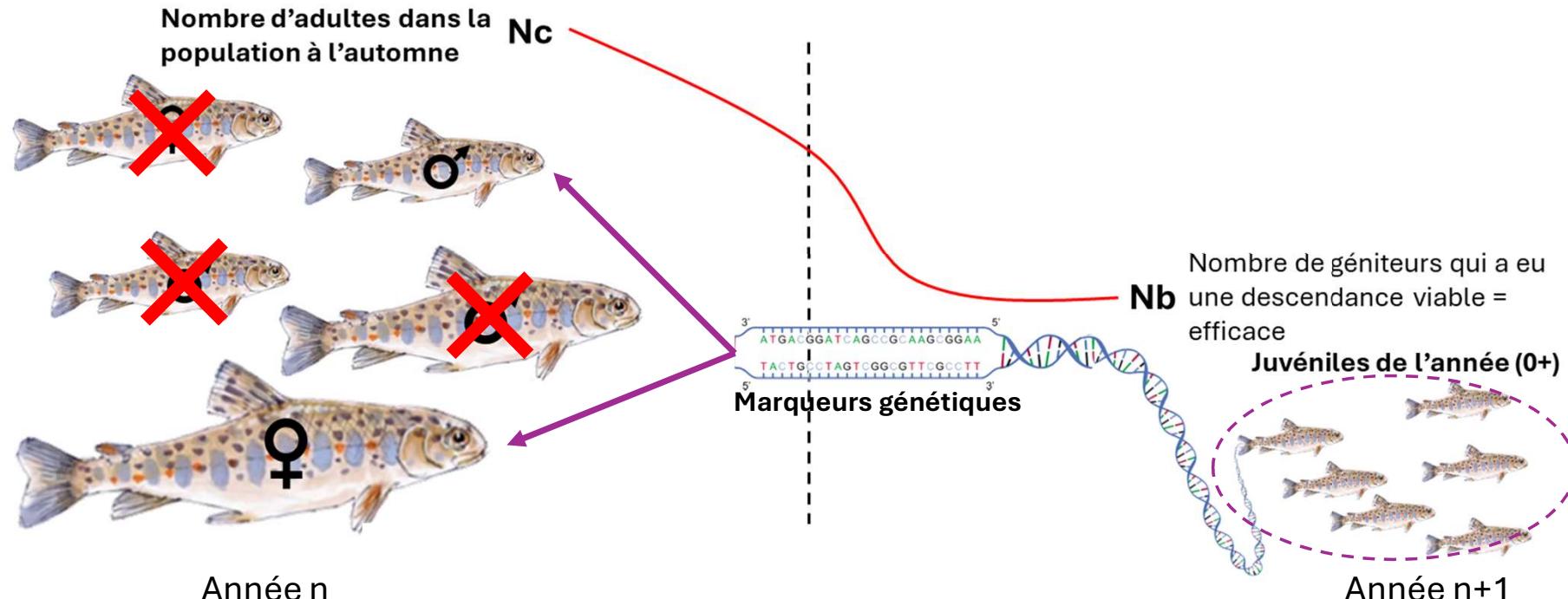


Rapport : Nb/Nc

Taille efficace et géniteurs efficaces par bio. Mol.

Définition et méthodes

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



Géniteurs potentiels ≠ géniteurs efficaces

Rapport : Nb/Nc

Taille efficace et géniteurs efficaces par bio. Mol.

Définition et méthodes

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

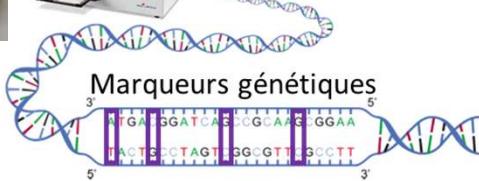
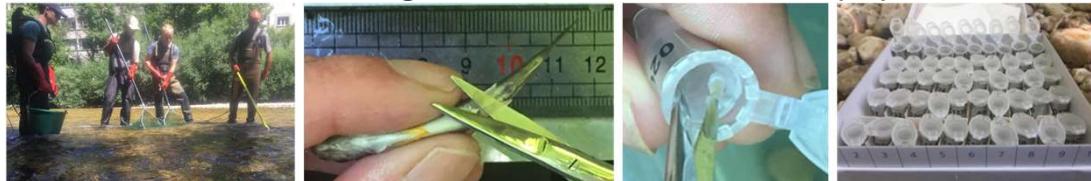
Indicateur de viabilité des populations :

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

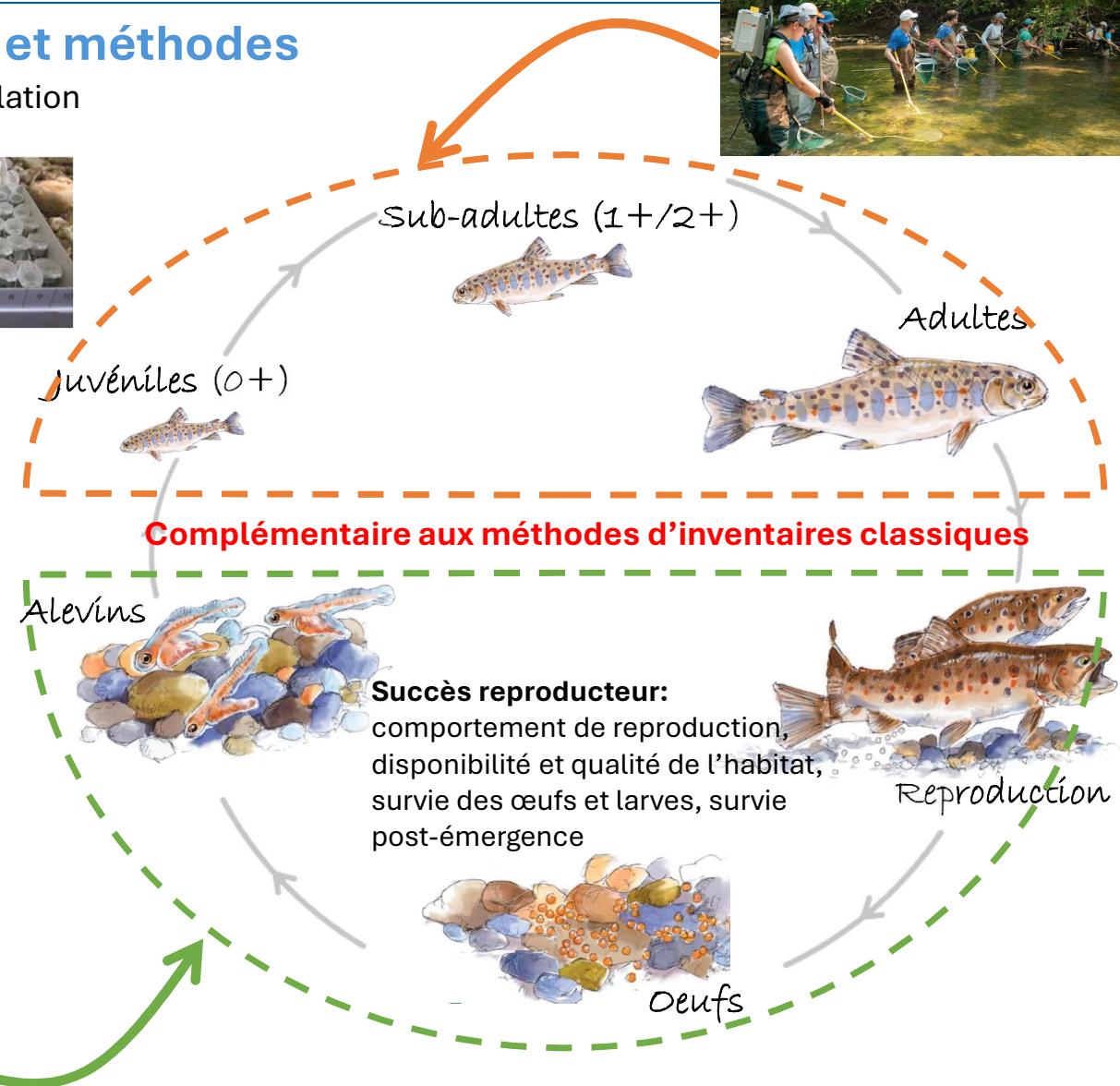
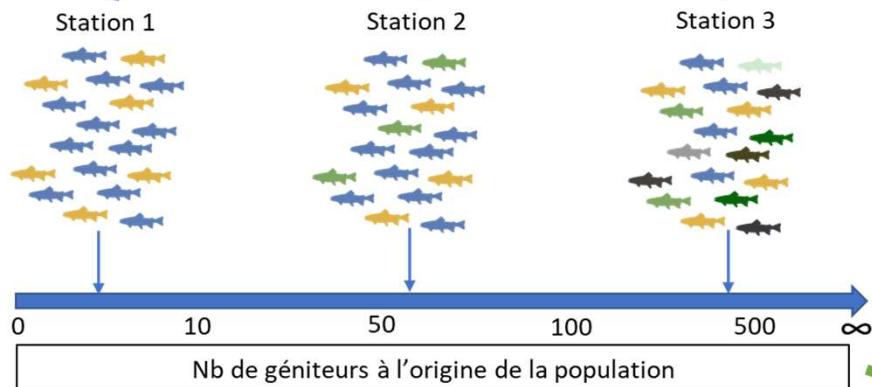
Taille efficace et géniteurs efficaces par bio. Mol.

Définition et méthodes

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

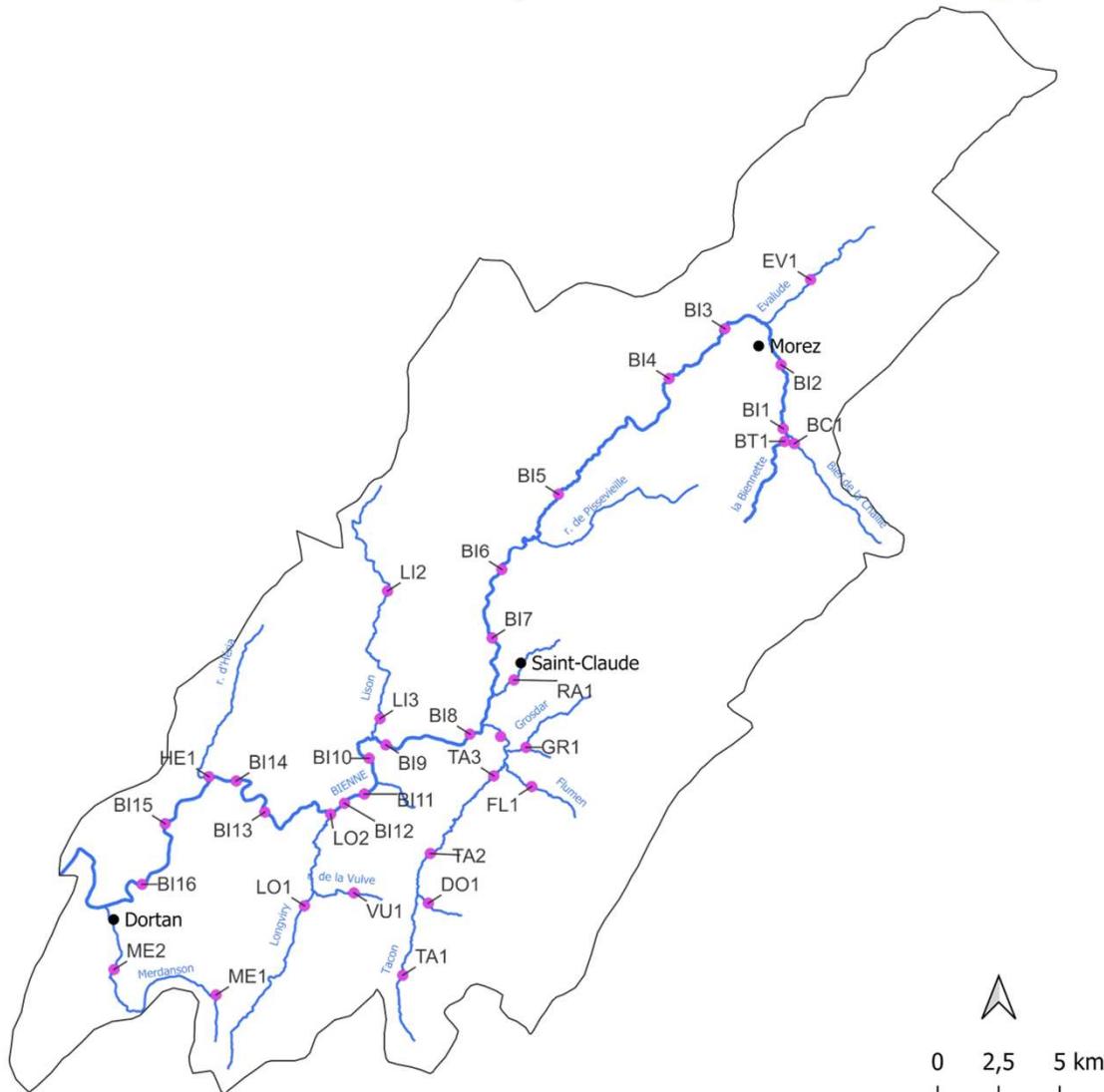


Reconstitution des fratries



Taille efficace et géniteurs efficaces par bio. Mol.

Exemples de résultats : approche spatiale sur la Bièvre

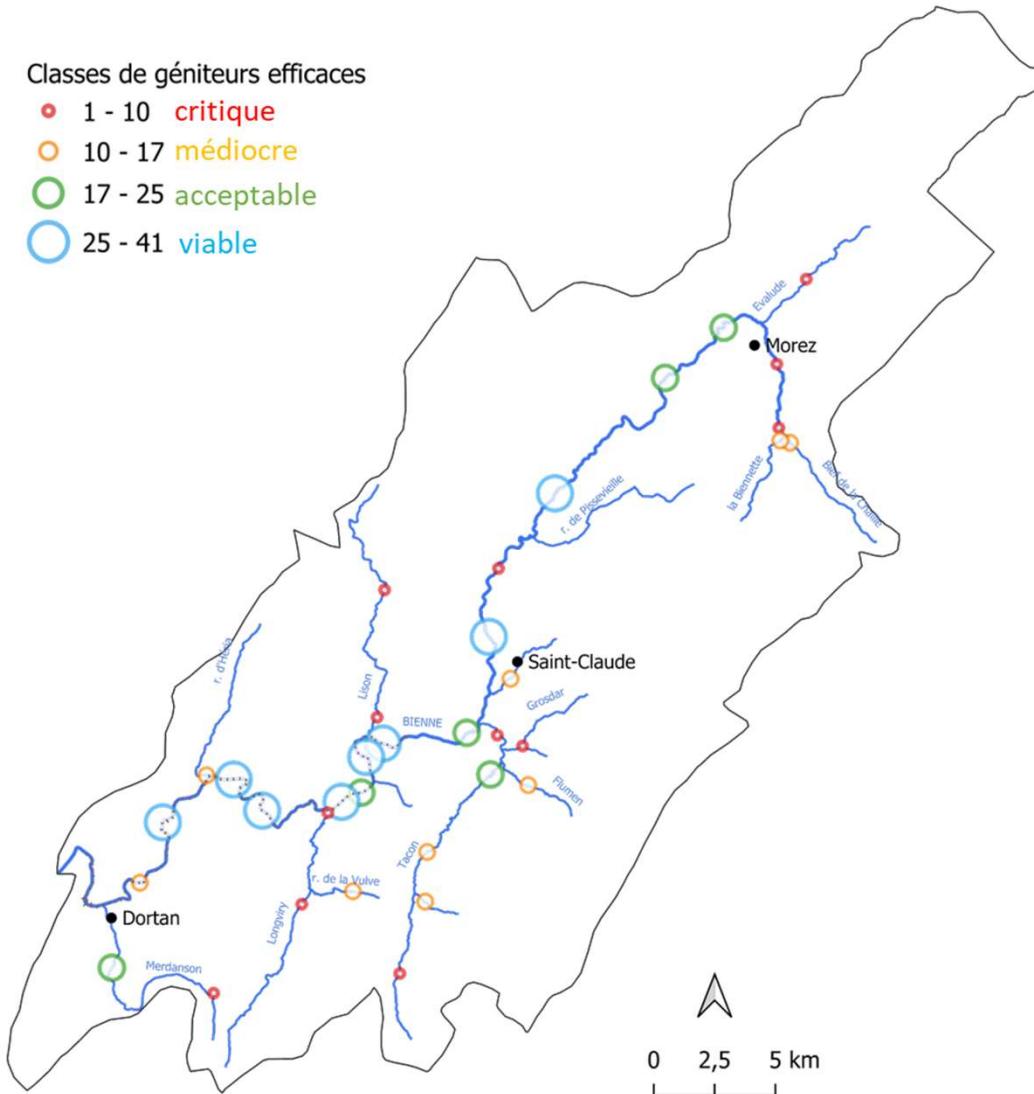


35 stations (16 cours principal + 19 affluents)
16 à 80 individus par stations
Total : 1630 0+ analysés



Taille efficace et géniteurs efficaces par bio. Mol.

Exemples de résultats : approche spatiale sur la Bièvre



agence
de l'eau
RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE



Parc naturel régional du Haut-Jura 2020

RÉGION BOURGOGNE FRANCHE COMTÉ



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

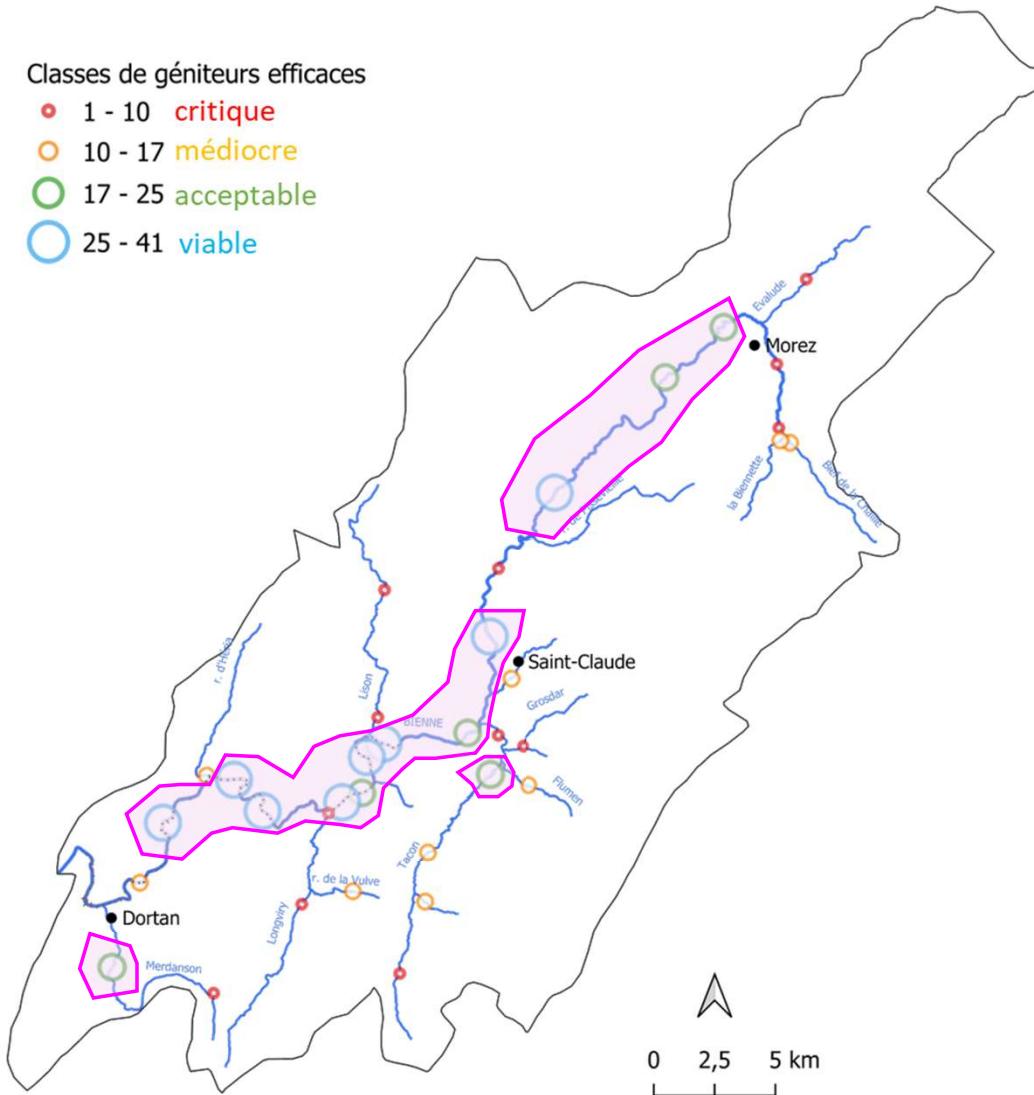
6 à 41 géniteurs efficaces par stations

[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

Taille efficace et géniteurs efficaces par bio. Mol.

Exemples de résultats : approche spatiale sur la Bièvre



agence
de l'eau
RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE



Parc naturel régional du Haut-Jura 2020

RÉGION BOURGOGNE FRANCHE COMTÉ



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

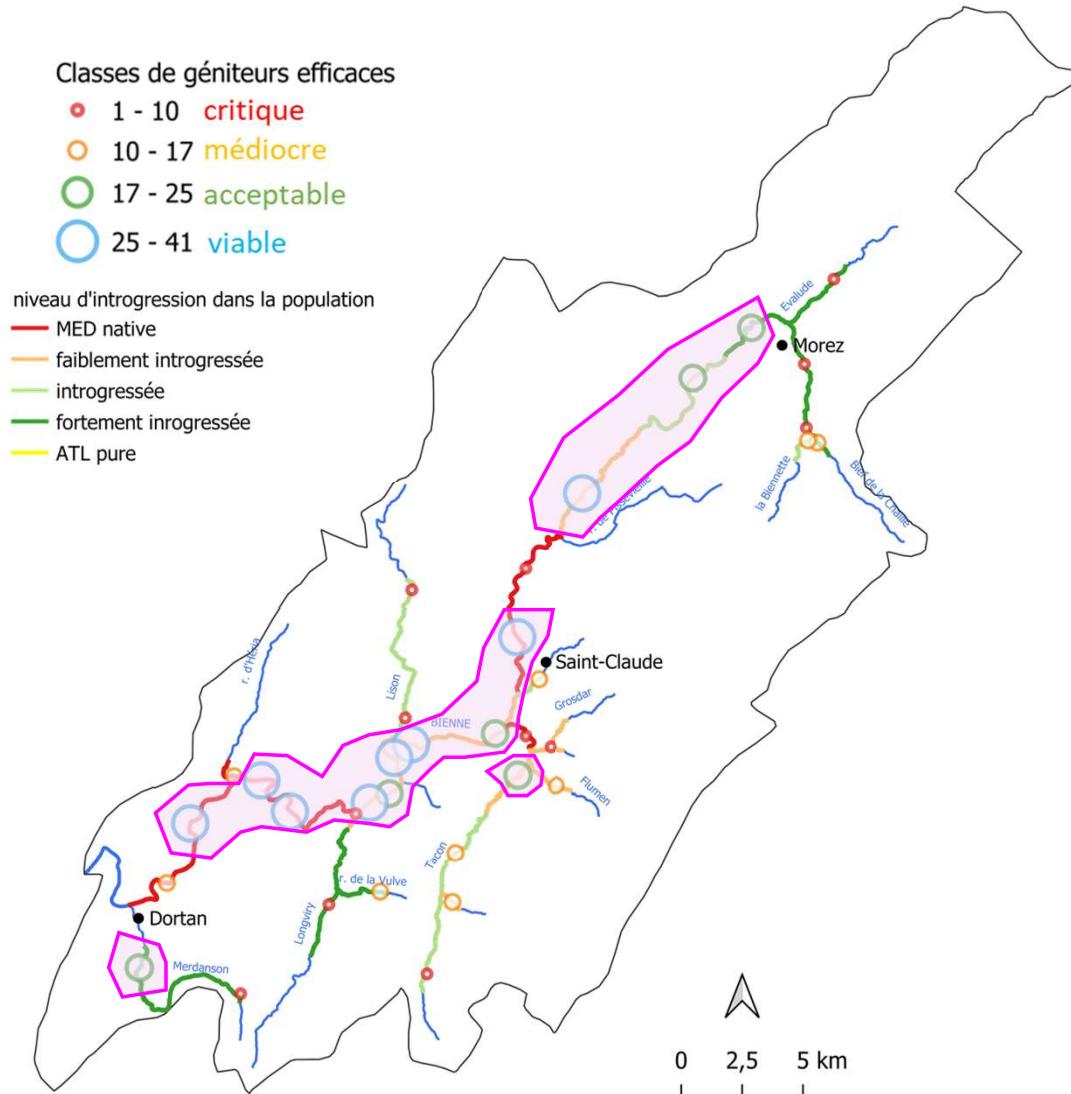
6 à 41 géniteurs efficaces par stations

[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

Taille efficace et géniteurs efficaces par bio. Mol.

Exemples de résultats : approche spatiale sur la Bièvre



agence
de l'eau
RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE



Parc naturel régional du Haut-Jura 2020

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:

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

RESTAURATION DES MILIEUX AQUATIQUES

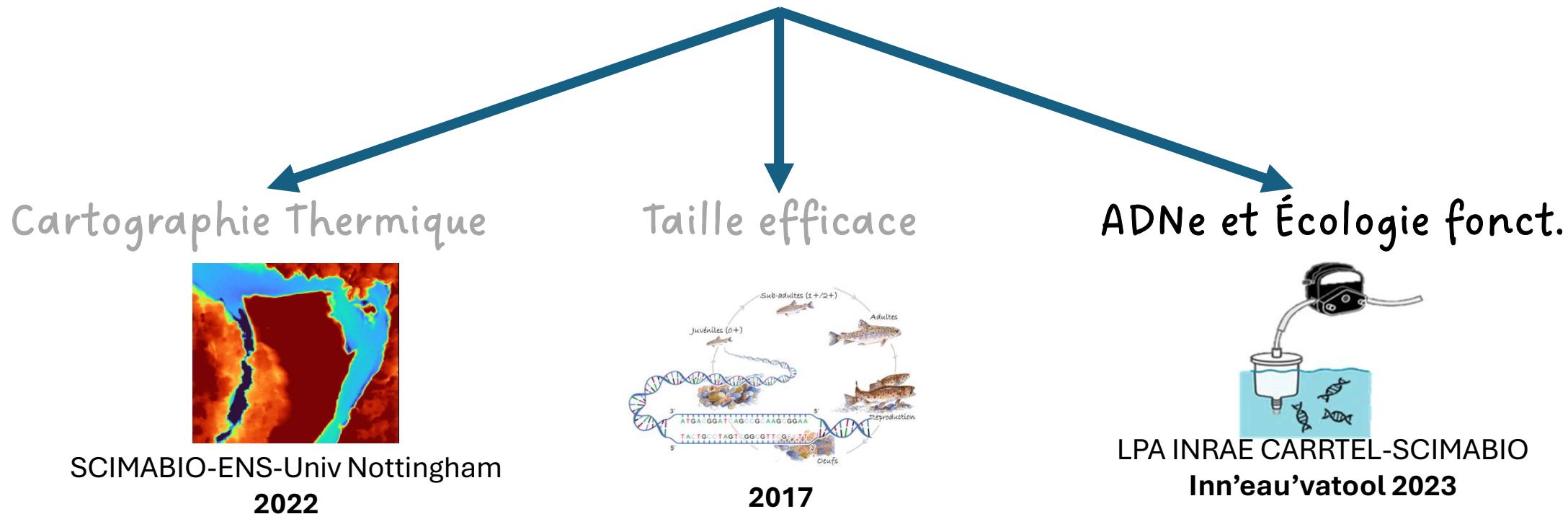
Arras, 15-17 septembre 2025



GARDONS LE CAP !

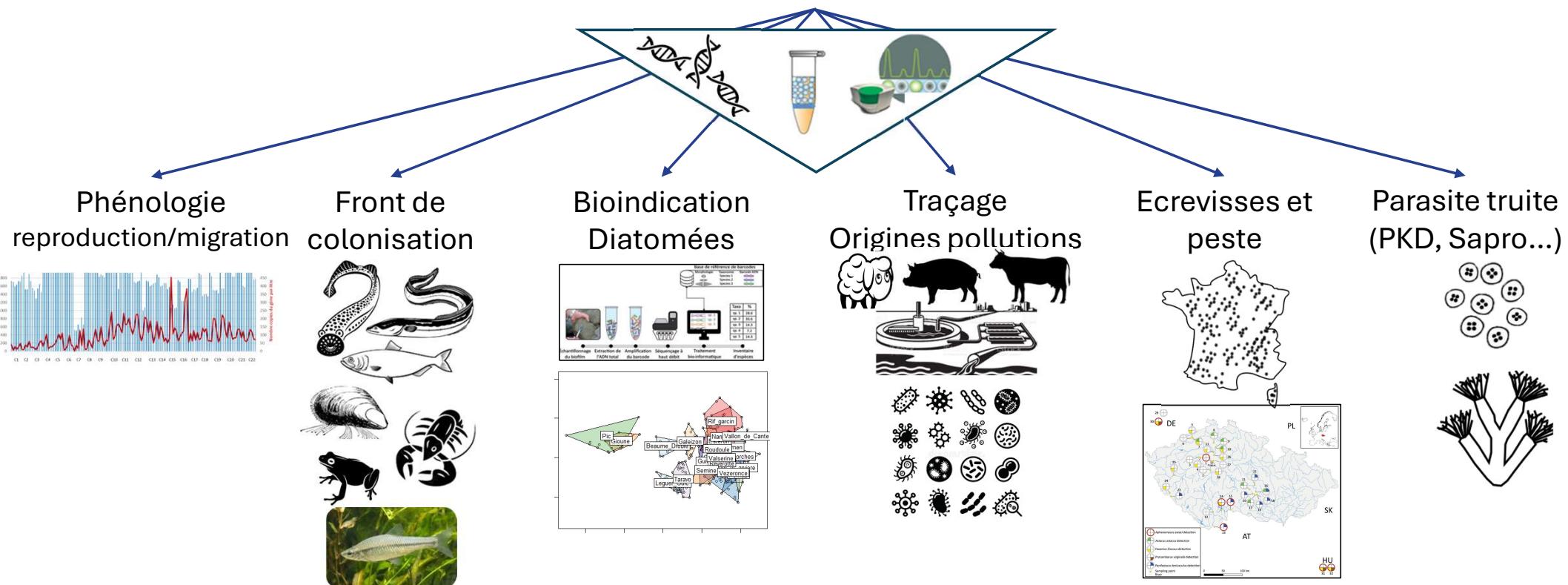
ATELIER:

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



ADNe et écologie fonctionnelle

Développement d'indicateurs de fonctionnalité



ADNe et écologie fonctionnelle

Développement d'indicateurs de fonctionnalité



SCIMABIO *Interface*

science-management interface for biodiversity conservation



Dr Valentin
VASSELON

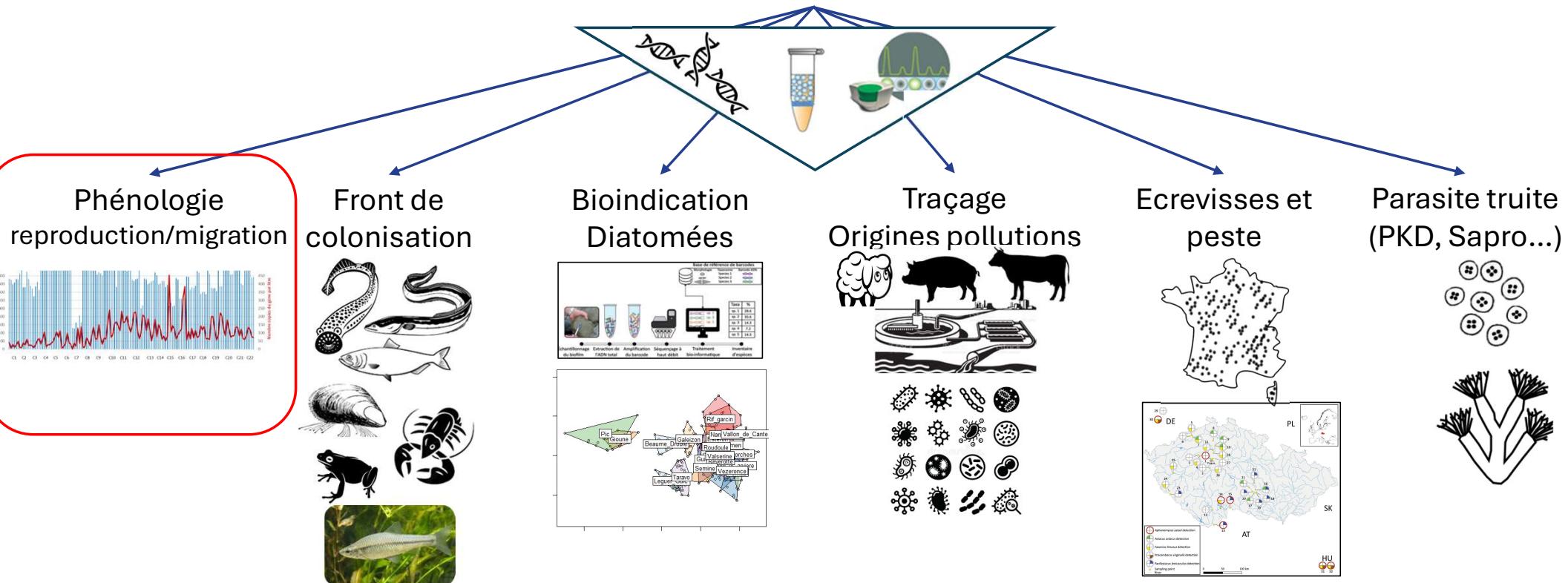


**FISH
PASS**

SCIENCE ET INGÉNIERIE DES MILIEUX AQUATIQUES

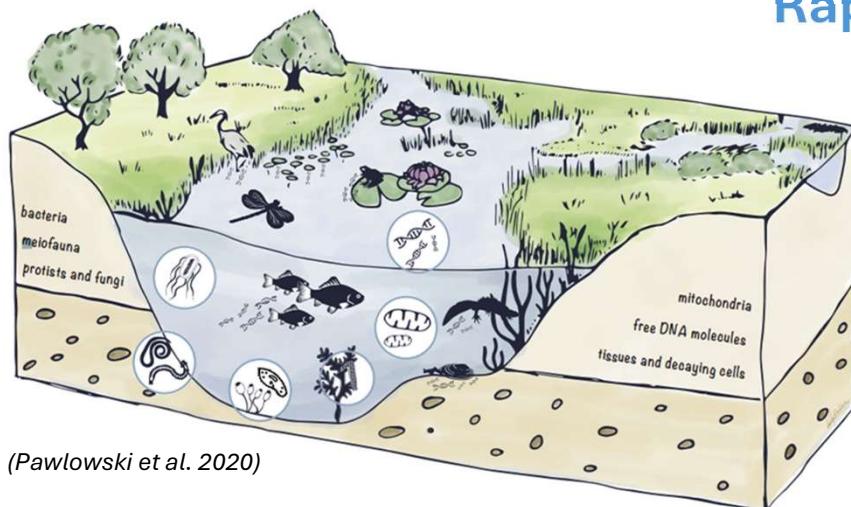


Dr Eloïse
DUVAL



ADNe et écologie fonctionnelle

Rappel méthode



Prélèvement d'eau



Filtration sur le terrain

Extraction ADN total



Séquençage



Métabarcoding (Diversité)

Métagénomique (Fonctionnalité)

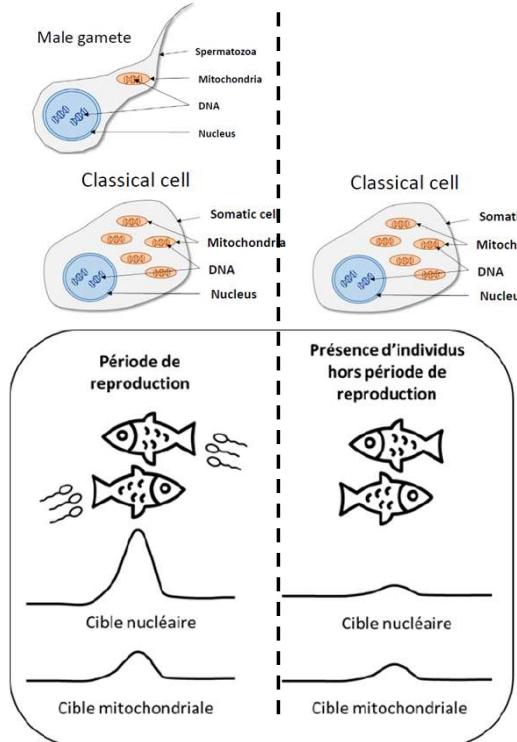
Quantification directe



Suivi spécifique
(qPCR, ddPCR)
Meilleure LOD, LOQ
Quantification absolue

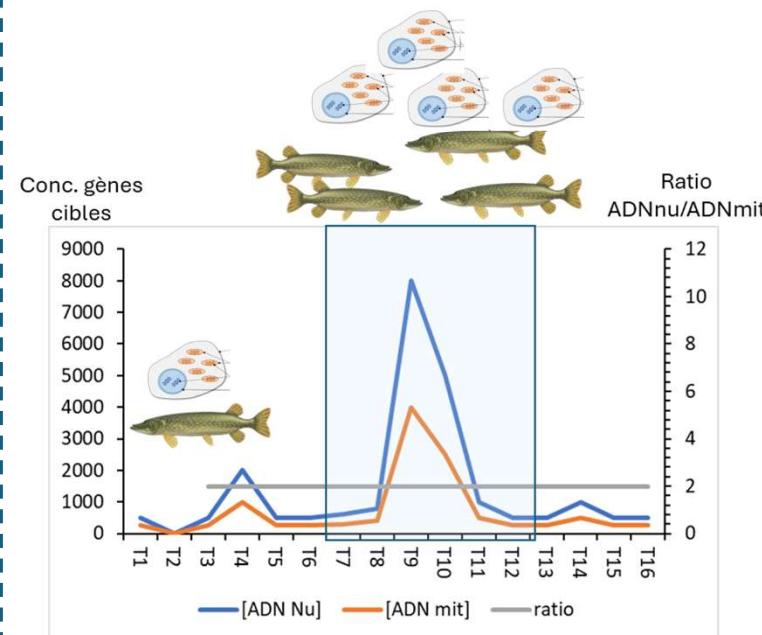
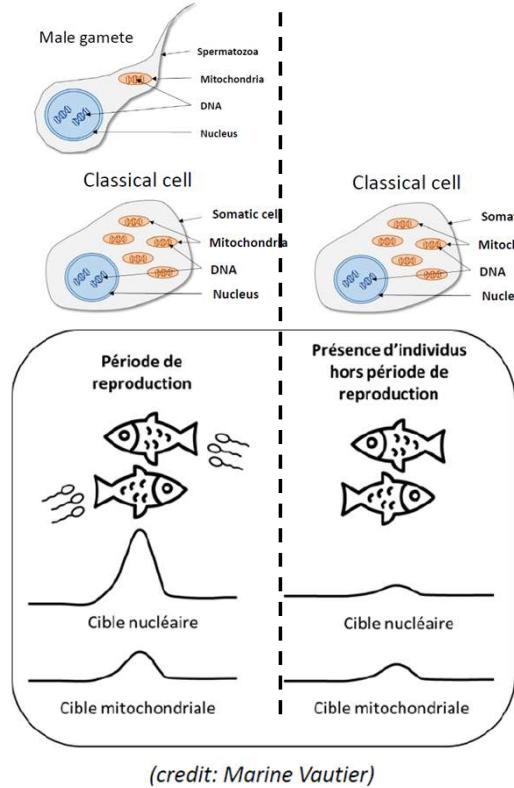
ADNe et écologie fonctionnelle Phénologie reproduction / migration

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



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

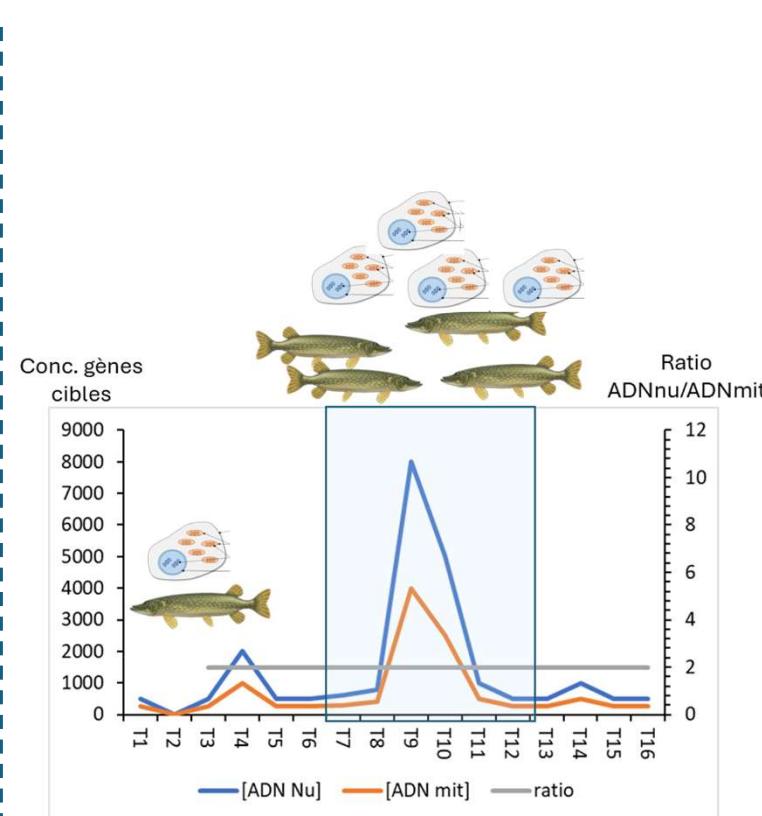
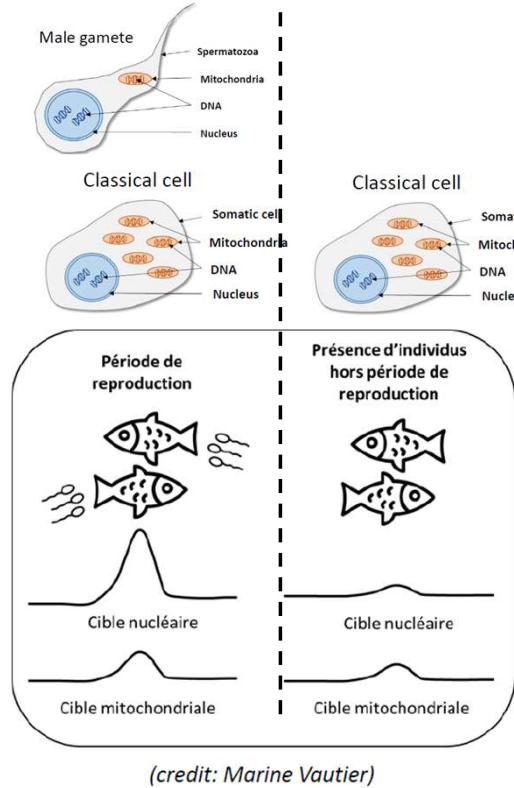


Regroupement

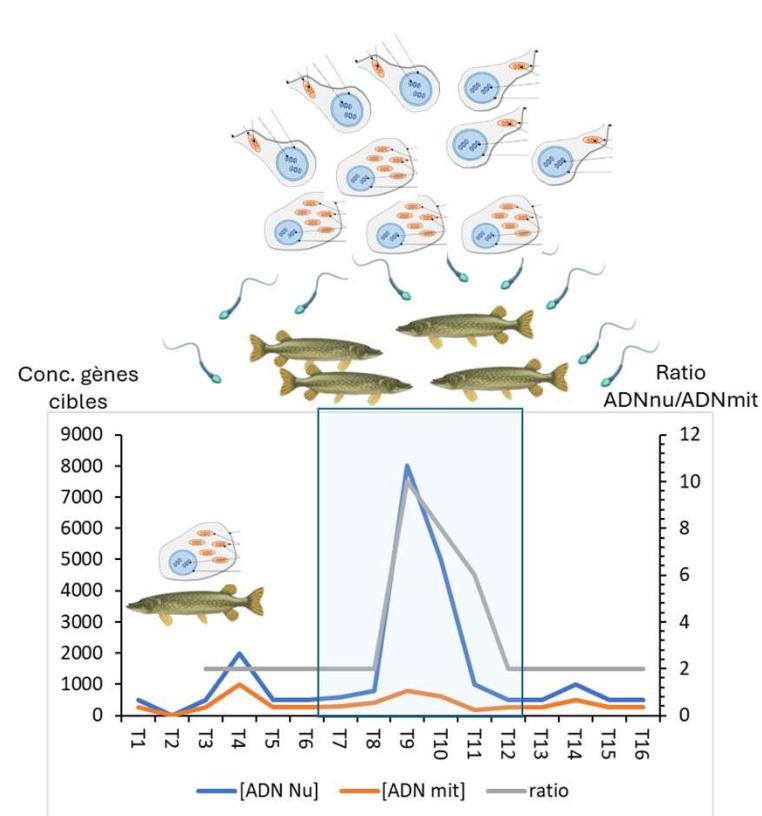
ADNe et écologie fonctionnelle

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



Regroupement



Regroupement
+
reproduction

ADNe et écologie fonctionnelle

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**

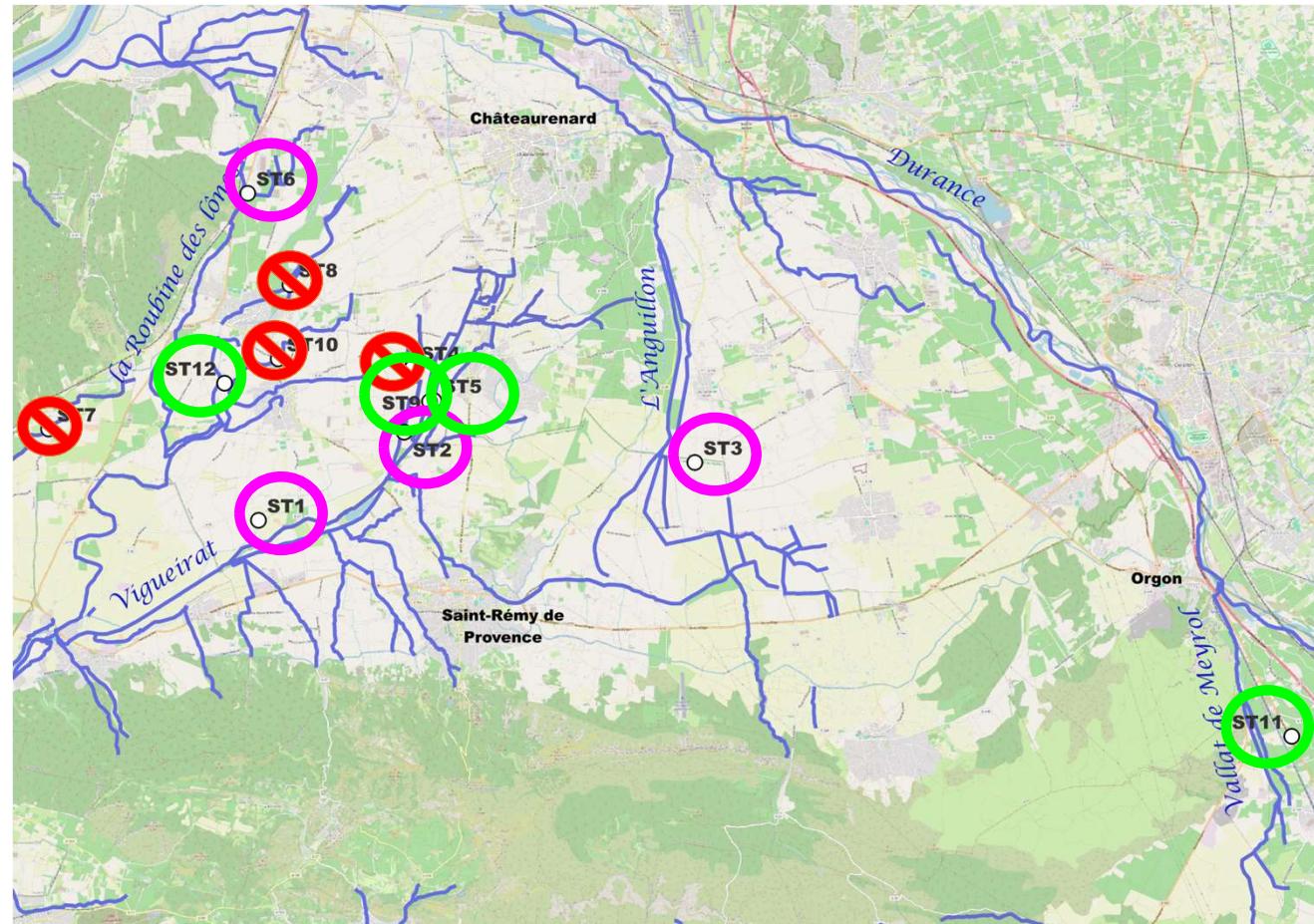


4 sites sans intérêt

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



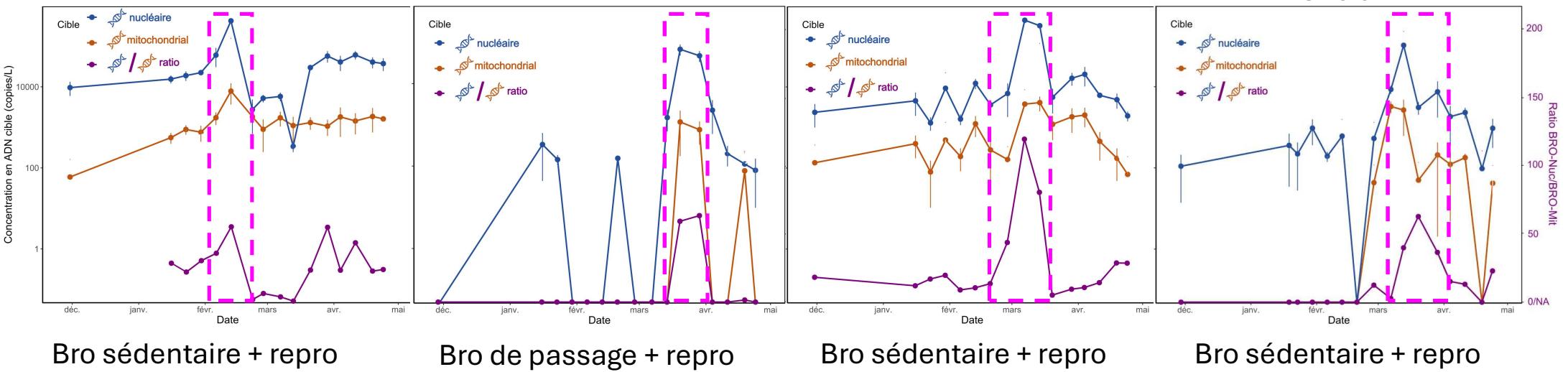
Site 1



Site 2



Site 6



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



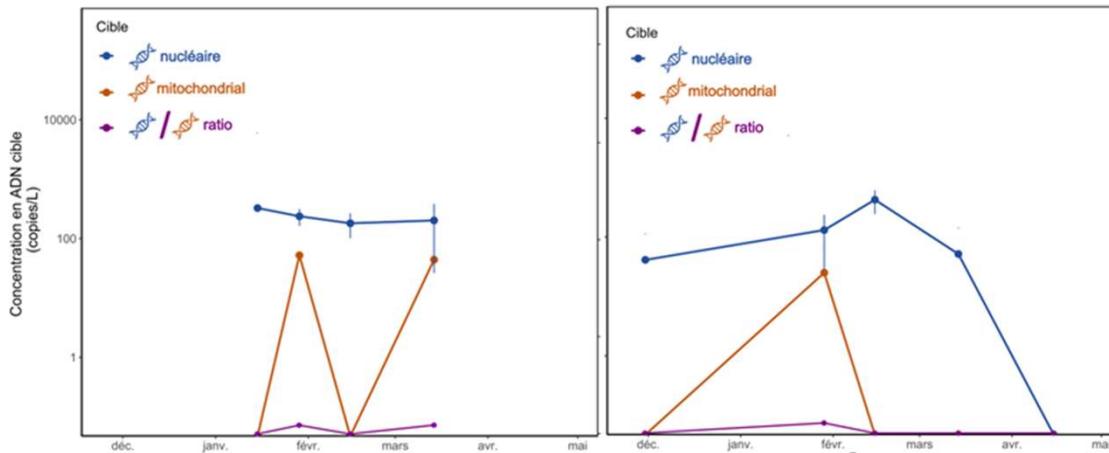
Site 9



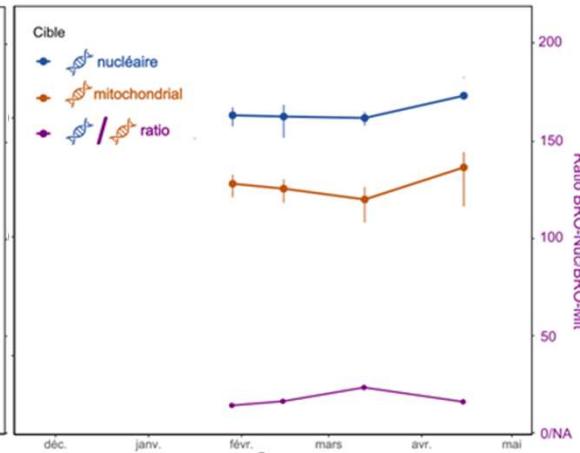
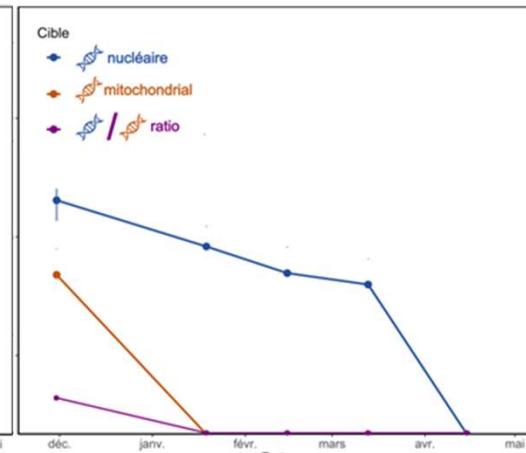
Site 11



Site 12



Présence de brochets variable



Bro sédentaire

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