

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/381740652>

Effets des canicules sur la communauté de poissons au sein de l'estuaire de la Gironde

Presentation · June 2024

CITATIONS

0

READS

44

5 authors, including:



Benjamin Bellier

French National Institute for Agriculture, Food, and Environment (INRAE)

3 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Maud Pierre

French National Institute for Agriculture, Food, and Environment (INRAE)

18 PUBLICATIONS 167 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Effets des canicules sur la communauté de poissons au sein de l'estuaire de la Gironde

¹Bellier, B., ¹Pierre, M., ²Maire, A., ¹Villeneuve, B., ¹Lobry, J.

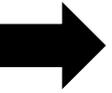
¹ INRAE Nouvelle-Aquitaine Bordeaux Centre, UR EABX, 33612 Cestas Cédex, Nouvelle-Aquitaine, France

² EDF R&D, Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement, 78401 Chatou Cédex, Île-de-France, France

*Colloque scientifique - Association Française d'Halieutique (AFH)
Du 26 au 28 Juin 2024 à Sète (Occitanie, France)*



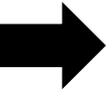
1. *Changement climatique & canicules marines*



**CHANGEMENT
CLIMATIQUE**



1. *Changement climatique & canicules marines*

 **CHANGEMENT CLIMATIQUE**  **↑ d'évènements extrêmes** [1]



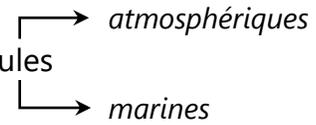
1. Changement climatique & canicules marines

CHANGEMENT
CLIMATIQUE



↑ **d'évènements extrêmes** [1]

Sécheresses, Inondations, Cyclones, ..., Canicules





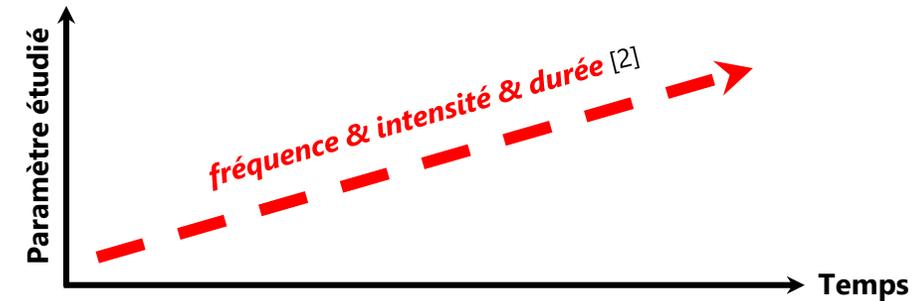
1. Changement climatique & canicules marines

CHANGEMENT
CLIMATIQUE

↑ **d'évènements extrêmes** [1]
Sécheresses, Inondations, Cyclones, ..., **Canicules**

atmosphériques

marines



1. Changement climatique & canicules marines

CHANGEMENT CLIMATIQUE

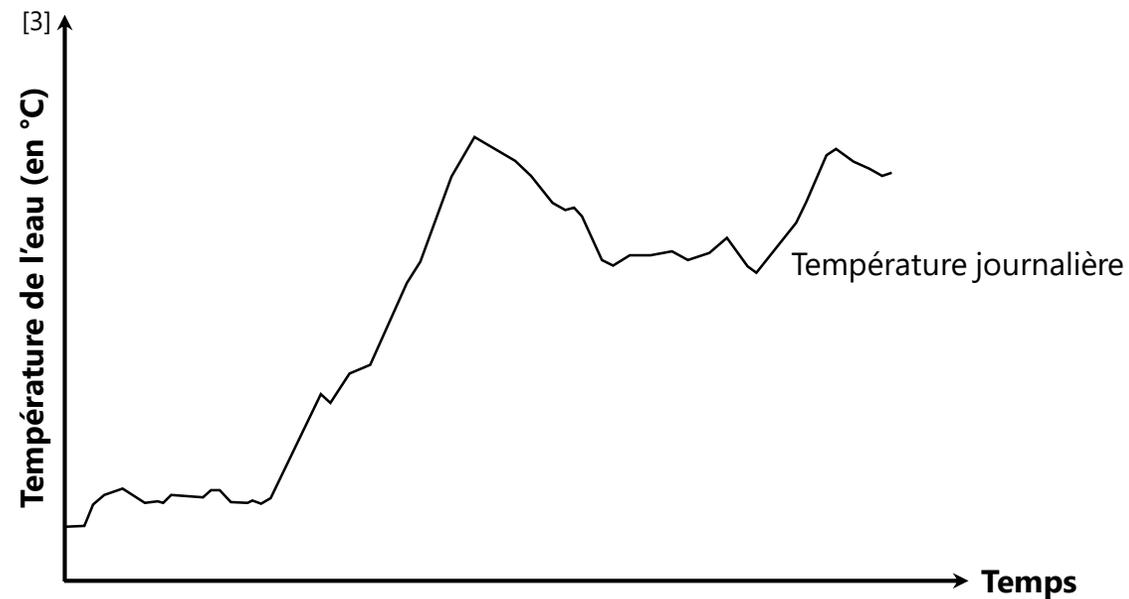
↑ **d'évènements extrêmes** [1]
Sécheresses, Inondations, Cyclones, ..., **Canicules**

atmosphériques

marines



2. Canicules marines - Définition



1. Changement climatique & canicules marines

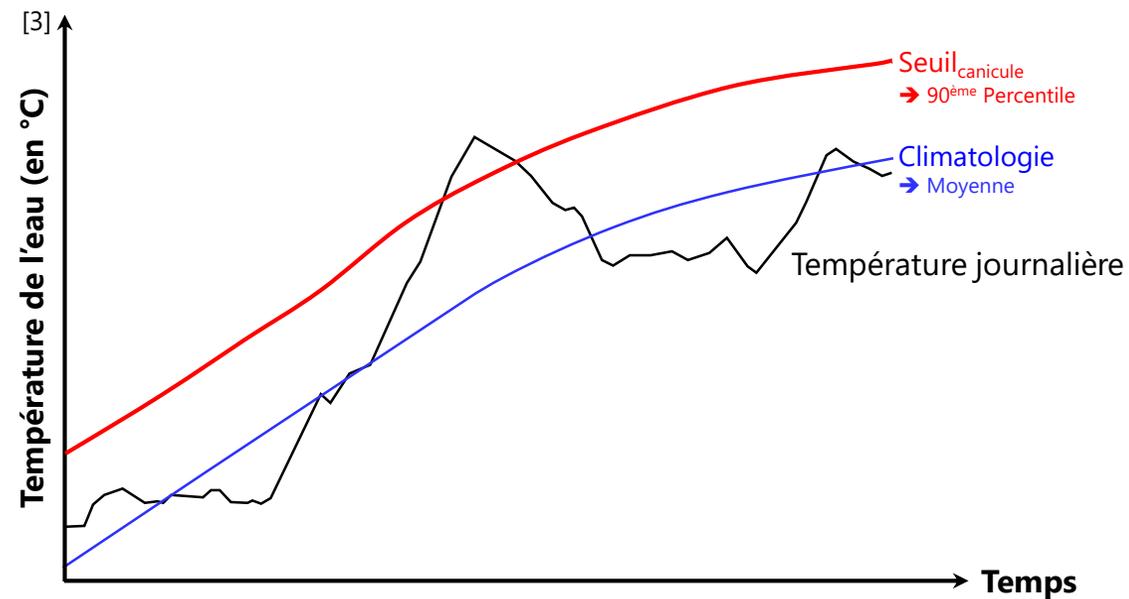
CHANGEMENT CLIMATIQUE

↑ d'évènements extrêmes [1]
Sécheresses, Inondations, Cyclones, ..., Canicules

atmosphériques
marines



2. Canicules marines - Définition



[1] Clarke et al., 2022 ; [2] Oliver et al., 2018 ; [3] Hobday et al., 2016

1. Changement climatique & canicules marines

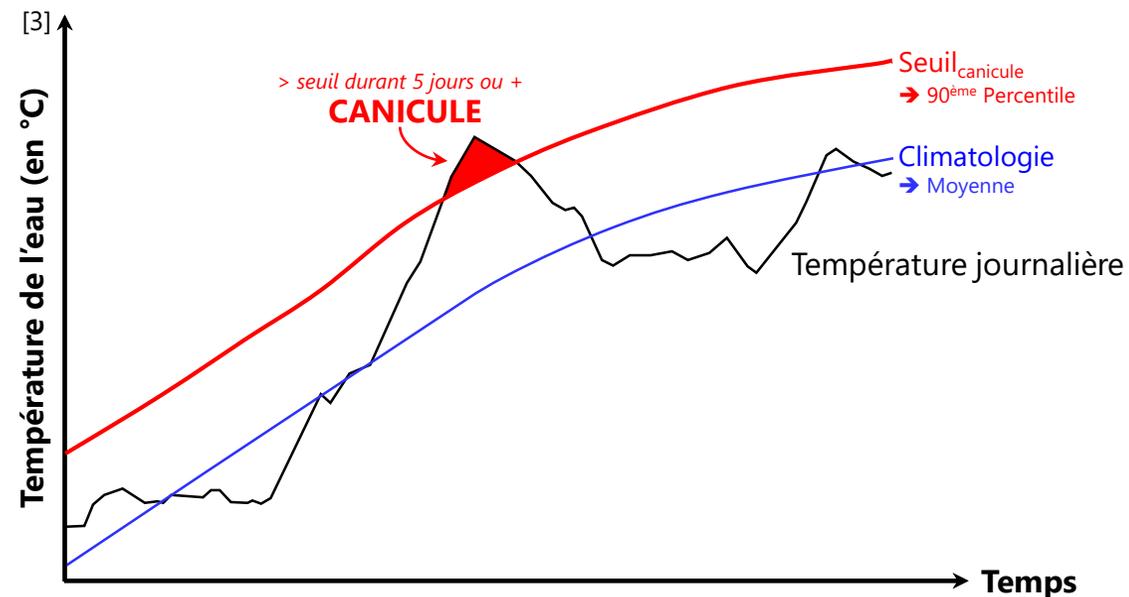
CHANGEMENT CLIMATIQUE

↑ d'évènements extrêmes [1]
Sécheresses, Inondations, Cyclones, ..., Canicules



2. Canicules marines - Définition

"Phénomène durant **cinq jours ou plus**, avec des **températures supérieures au 90^{ème} percentile** sur la base d'une période de référence historique de 30 ans."



[1] Clarke et al., 2022 ; [2] Oliver et al., 2018 ; [3] Hobday et al., 2016

1. Changement climatique & canicules marines

CHANGEMENT CLIMATIQUE

↑ **d'évènements extrêmes** [1]
Sécheresses, Inondations, Cyclones, ..., **Canicules**

atmosphériques

marines

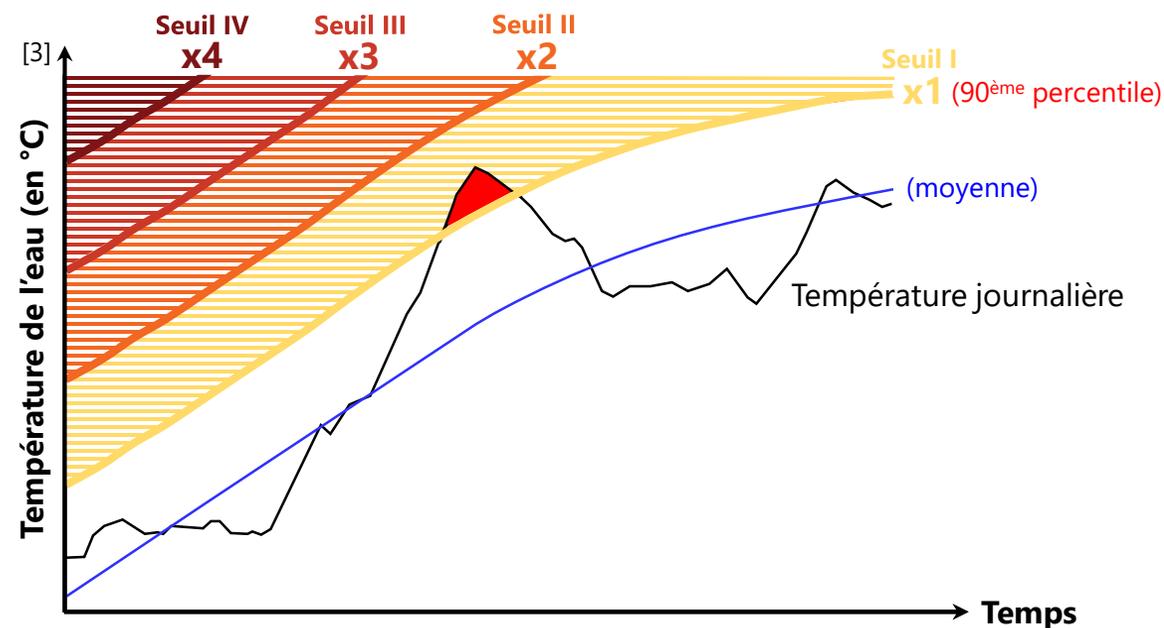
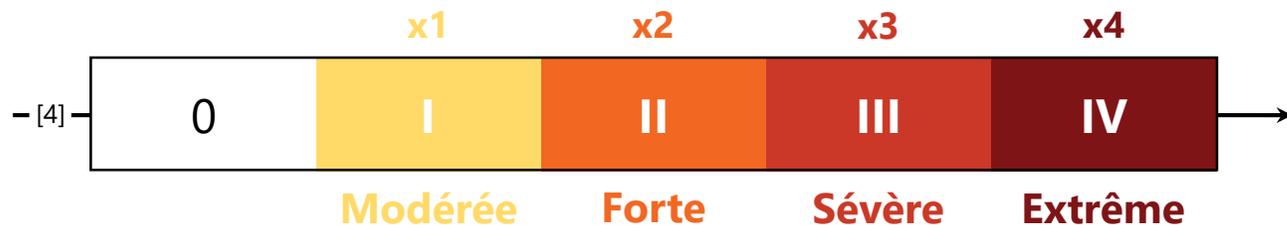


2. Canicules marines - Définition

"Phénomène durant **cinq jours ou plus**, avec des **températures supérieures au 90^{ème} percentile** sur la base d'une période de référence historique de 30 ans."

Échelle d'intensité :

Multiples de la **différence** entre le **90^{ème} percentile climato.** et la **moyenne climato.**



[1] Clarke et al., 2022 ; [2] Oliver et al., 2018 ; [3] Hobday et al., 2016 ; [4] Hobday et al., 2018

3. *Canicules marines & canicules estuariennes*

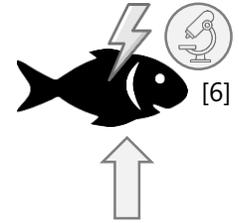
Recherche dans le domaine des « marine heatwaves » :

“Oceanic & Coastal heatwaves”  **“Estuarine heatwaves”** [5]

3. Canicules marines & canicules estuariennes

Recherche dans le domaine des « marine heatwaves » :

“Oceanic & Coastal heatwaves”  “Estuarine heatwaves” [5]  *Encore moins de connaissances sur leurs effets écologiques*

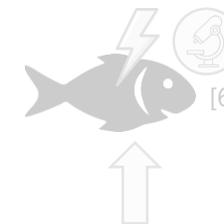


[6]

3. Canicules marines & canicules estuariennes

Recherche dans le domaine des « marine heatwaves » :

“Oceanic & Coastal heatwaves”  “Estuarine heatwaves” [5]  *Encore moins de connaissances sur leurs effets écologiques*



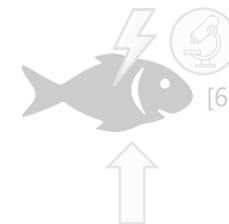
4. L'état ichthyologique de l'estuaire de la Gironde



3. Canicules marines & canicules estuariennes

Recherche dans le domaine des « marine heatwaves » :

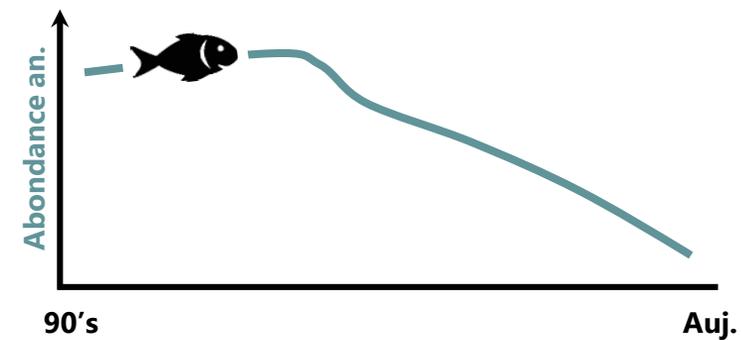
“Oceanic & Coastal heatwaves” \gg “Estuarine heatwaves” [5] \Rightarrow *Encore moins de connaissances sur leurs effets écologiques*



4. L'état ichthyologique de l'estuaire de la Gironde



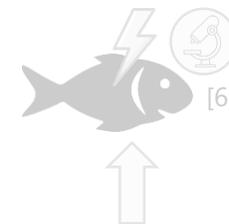
- \downarrow **Abondance** de la communauté de poissons



3. Canicules marines & canicules estuariennes

Recherche dans le domaine des « marine heatwaves » :

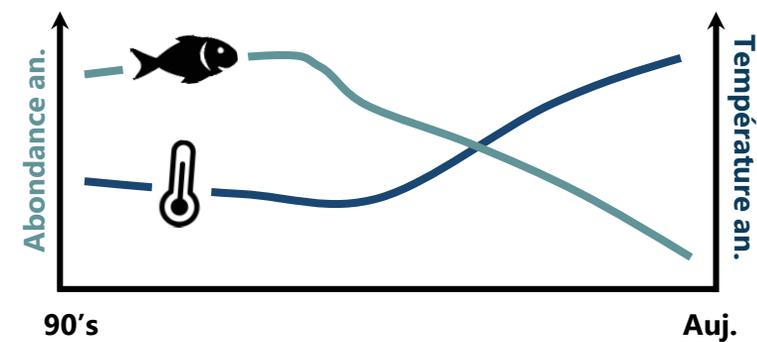
“Oceanic & Coastal heatwaves” \gg “Estuarine heatwaves” [5] \Rightarrow *Encore moins de connaissances sur leurs effets écologiques*



4. L'état ichthyologique de l'estuaire de la Gironde



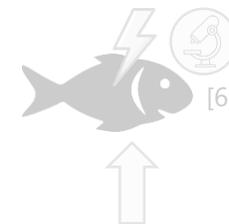
- \downarrow **Abondance** de la communauté de poissons
- \uparrow **Température** de l'eau



3. Canicules marines & canicules estuariennes

Recherche dans le domaine des « marine heatwaves » :

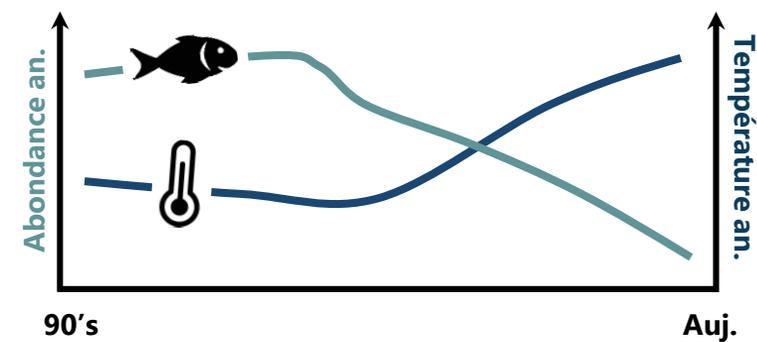
“Oceanic & Coastal heatwaves” \gg “Estuarine heatwaves” [5] \Rightarrow *Encore moins de connaissances sur leurs effets écologiques*



4. L'état ichthyologique de l'estuaire de la Gironde



- \downarrow **Abondance** de la communauté de poissons
- \uparrow **Température** de l'eau



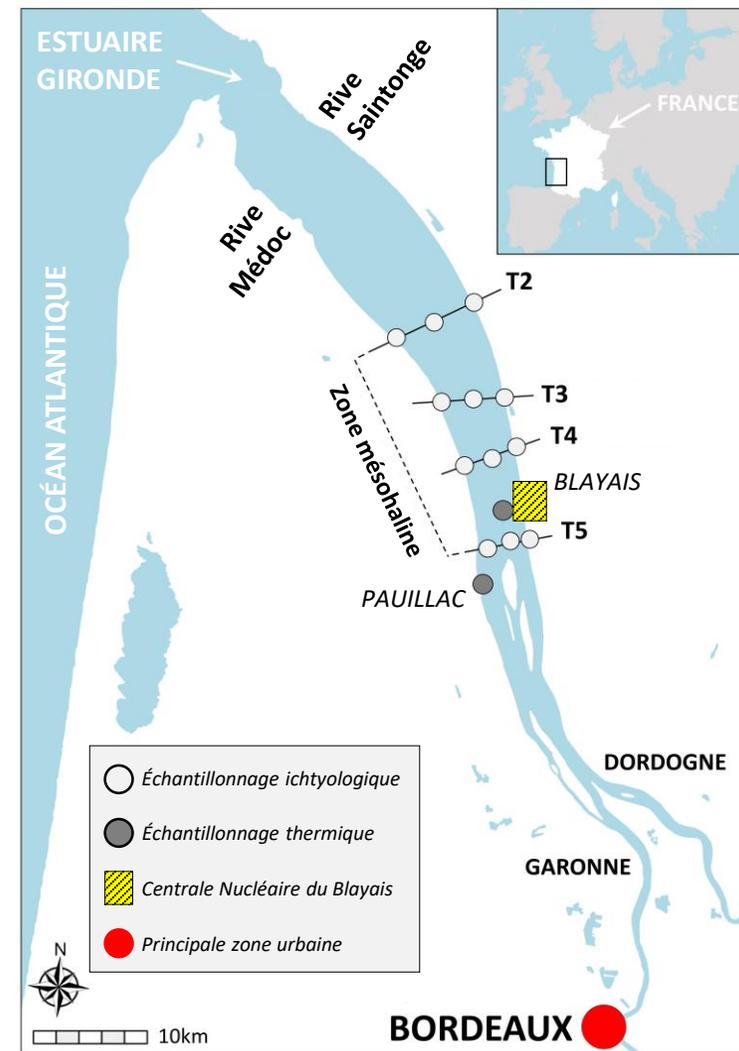
Les canicules estuariennes au sein de l'estuaire de la Gironde ont-elles affecté la communauté de poissons depuis 3 décennies ?

1. Zone d'étude & échantillonnage ichtyologique



Échantillonnage « TRANSECT » [7]

(récupération des données mensuelles ○ sur la période : 1993-2023)



1. Zone d'étude & échantillonnage ichtyologique



Échantillonnage « TRANSECT » [7]

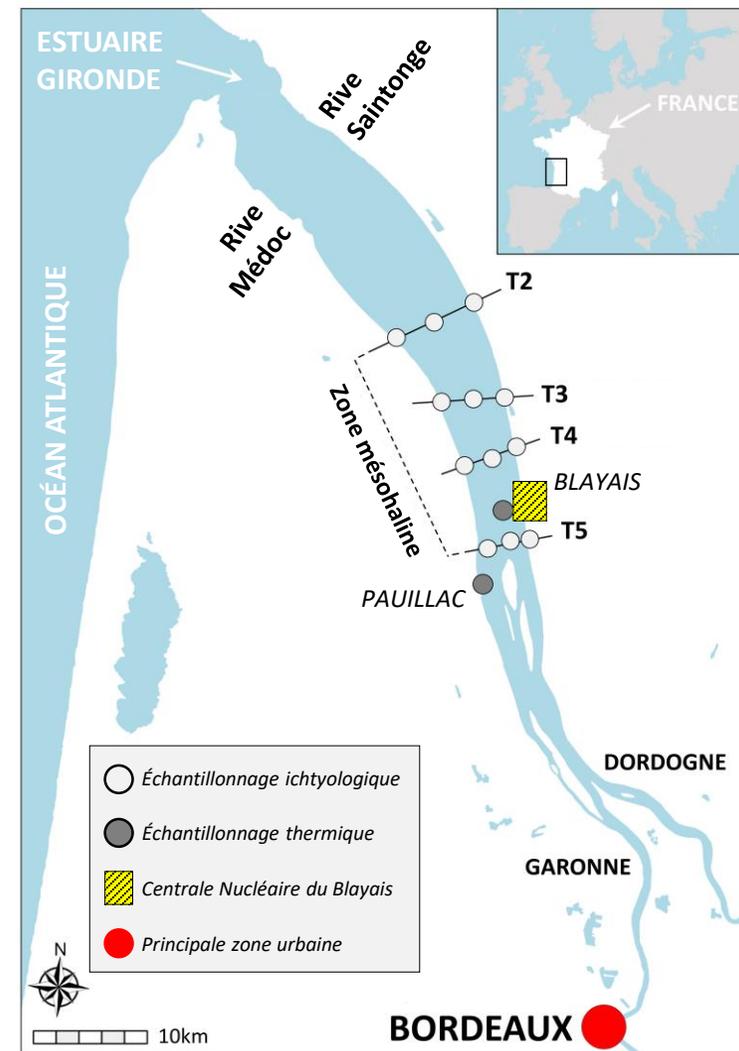
(récupération des données mensuelles ○ sur la période : 1993-2023)



Richesse spécifique
Nombre esp. / 1000 m³

Abondance
Nombre indiv. / 1000 m³

Présence
Oui / Non

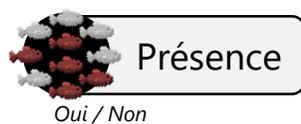
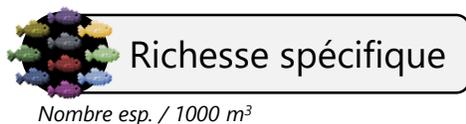


1. Zone d'étude & échantillonnage ichtyologique



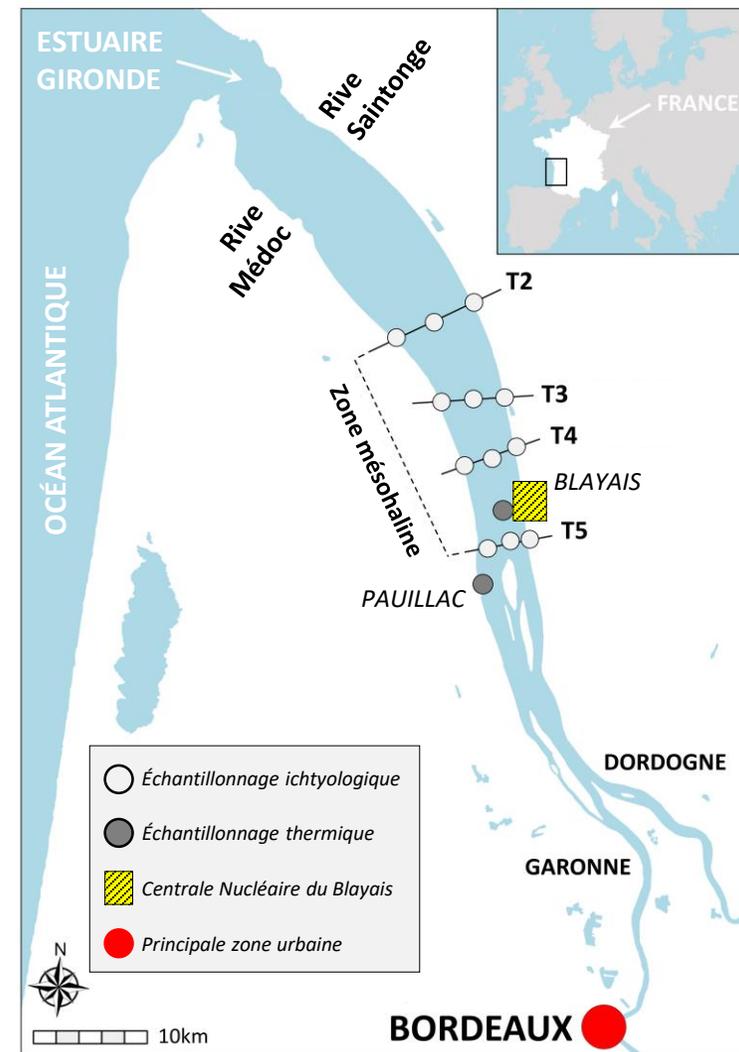
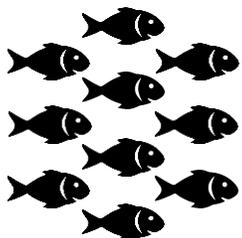
Échantillonnage « TRANSECT » [7]

(récupération des données mensuelles ○ sur la période : 1993-2023)



➔ **Quatre manières de regrouper les espèces :**

Communauté de poissons

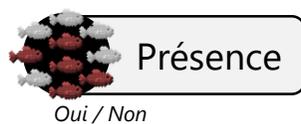
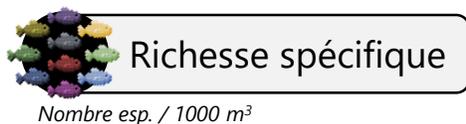


1. Zone d'étude & échantillonnage ichtyologique



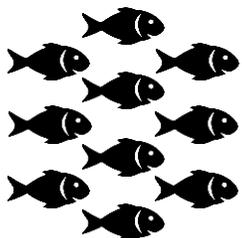
Échantillonnage « TRANSECT » [7]

(récupération des données mensuelles ○ sur la période : 1993-2023)

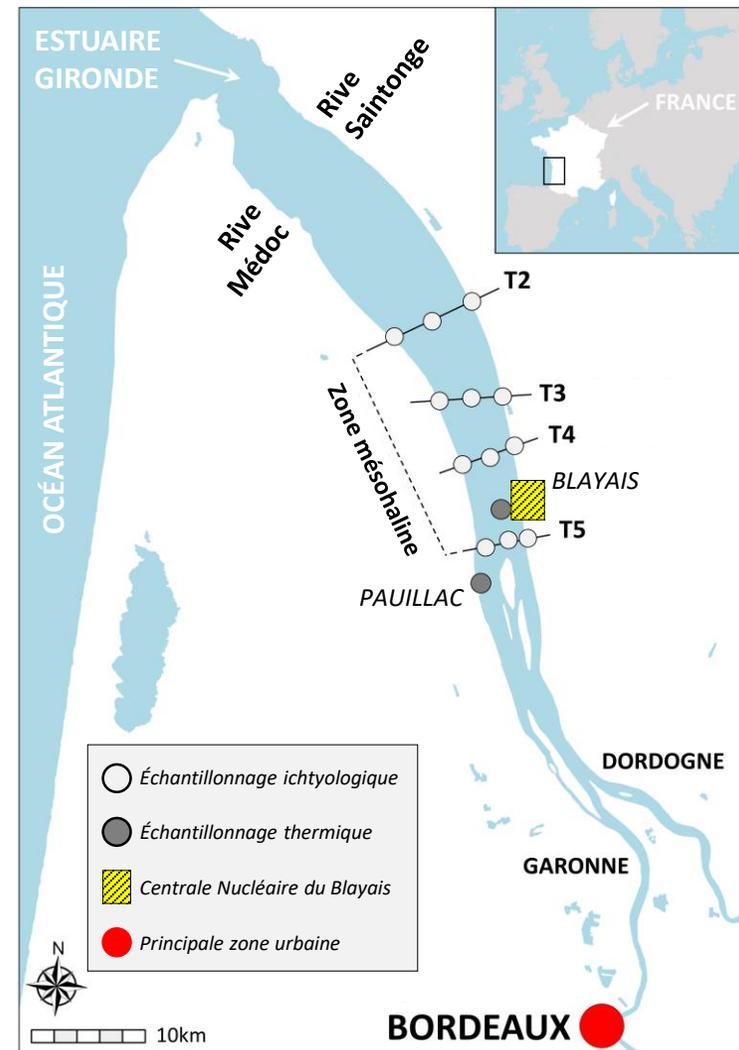
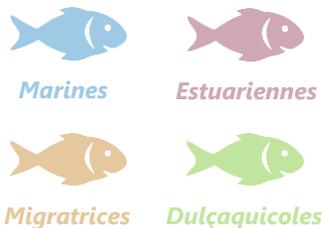


Quatre manières de regrouper les espèces :

Communauté de poissons



Guildes écologiques [8]



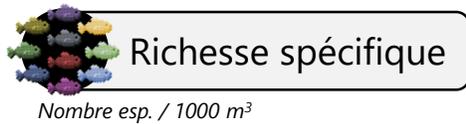
[7] INRAE Centre Nouvelle-Aquitaine, 2024 ; [8] Lobry et al., 2003

1. Zone d'étude & échantillonnage ichthyologique



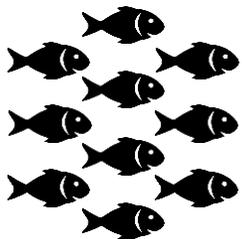
Échantillonnage « TRANSECT » [7]

(récupération des données mensuelles ○ sur la période : 1993-2023)

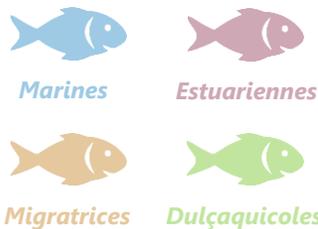


Quatre manières de regrouper les espèces :

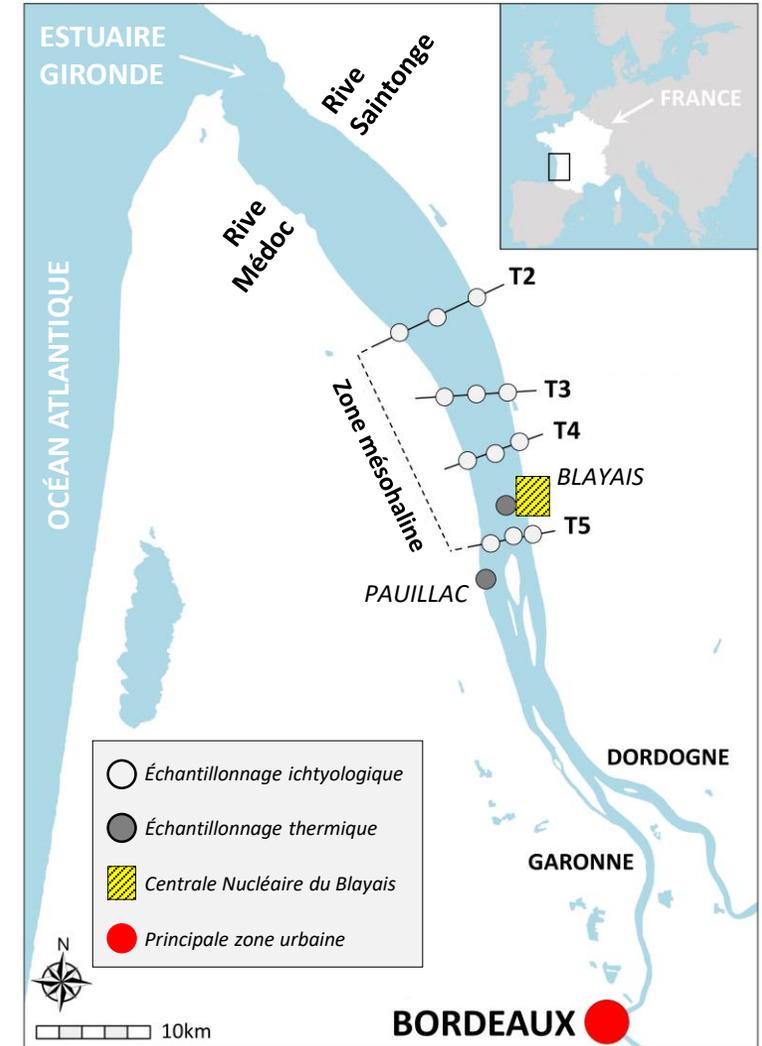
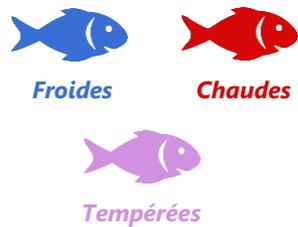
Communauté de poissons



Guildes écologiques [8]



Guildes thermiques [9]



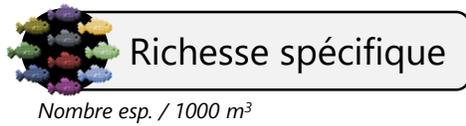
[7] INRAE Centre Nouvelle-Aquitaine, 2024 ; [8] Lobry et al., 2003 ; [9] Froese & Pauly, 2024

1. Zone d'étude & échantillonnage ichthyologique



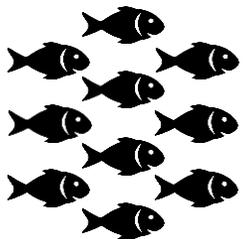
Échantillonnage « TRANSECT » [7]

(récupération des données mensuelles ○ sur la période : 1993-2023)

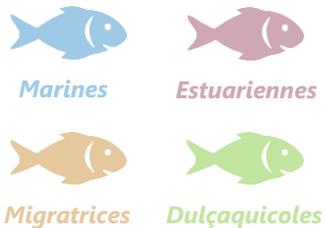


Quatre manières de regrouper les espèces :

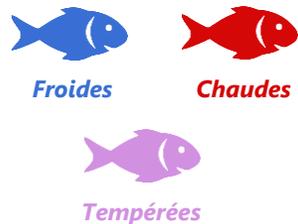
Communauté de poissons



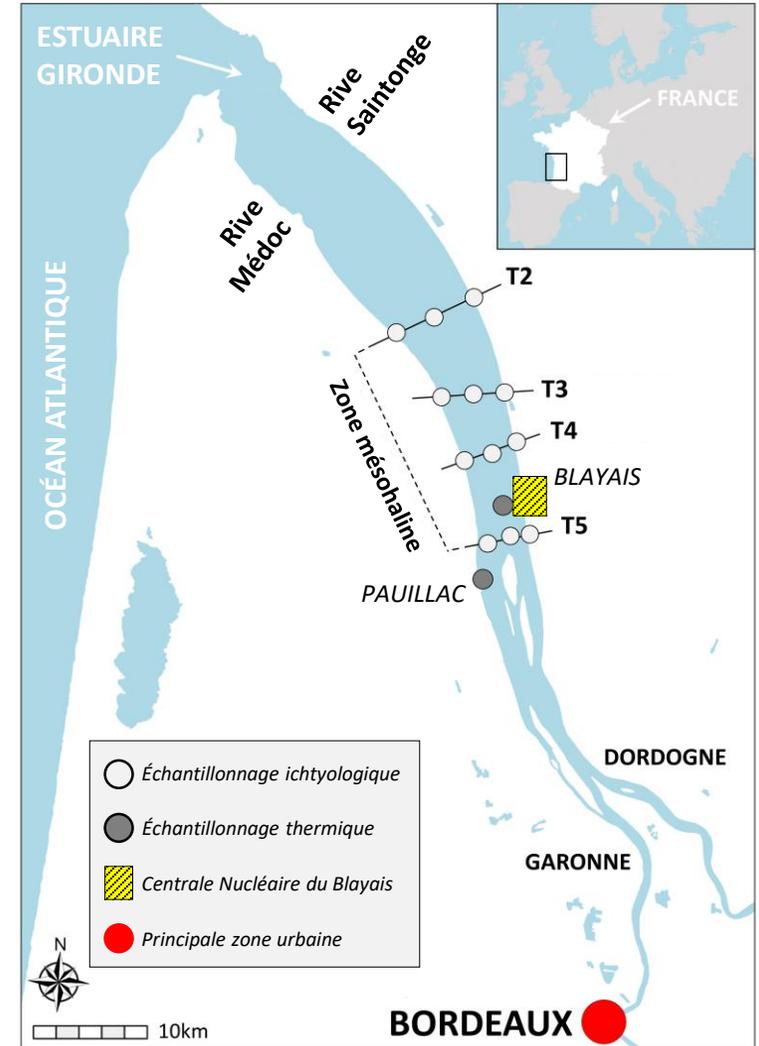
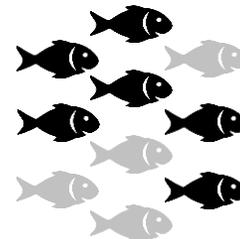
Guildes écologiques [8]



Guildes thermiques [9]



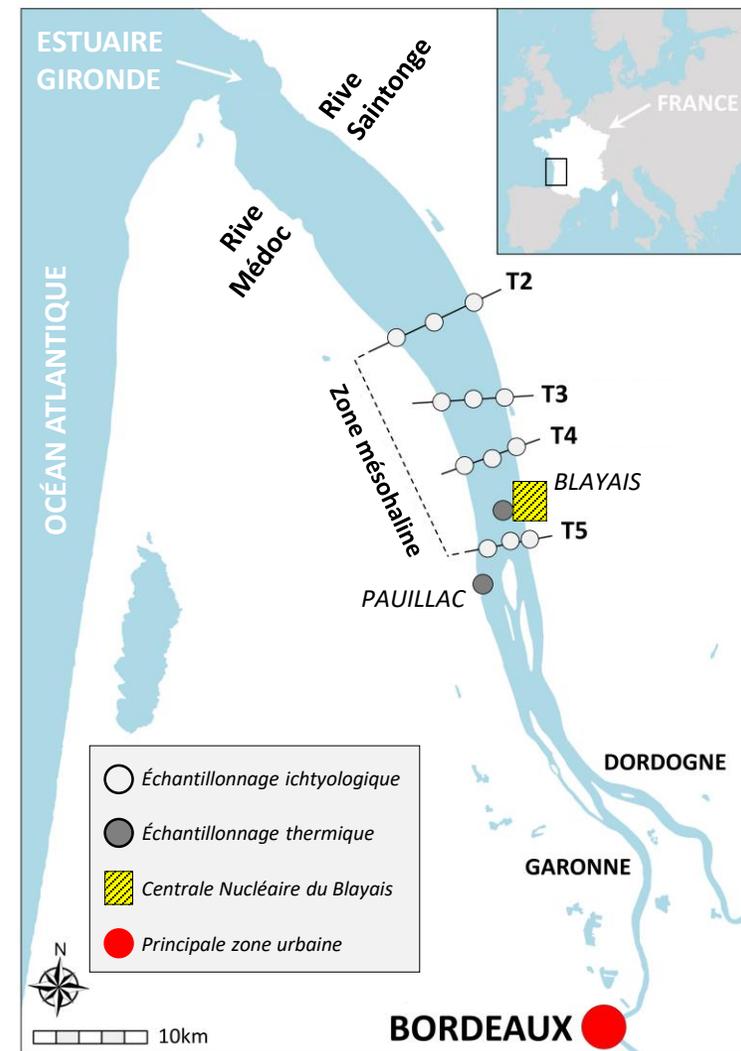
Min. 90% de l'abondance annuelle Espèces structurantes



[7] INRAE Centre Nouvelle-Aquitaine, 2024 ; [8] Lobry et al., 2003 ; [9] Froese & Pauly, 2024

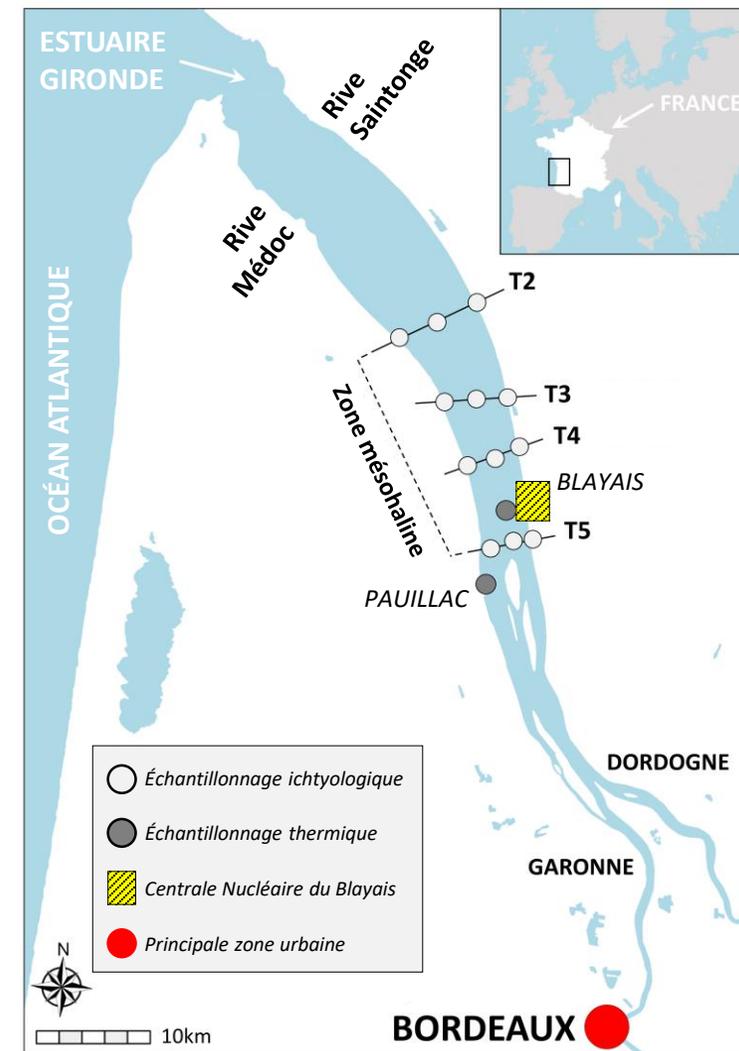
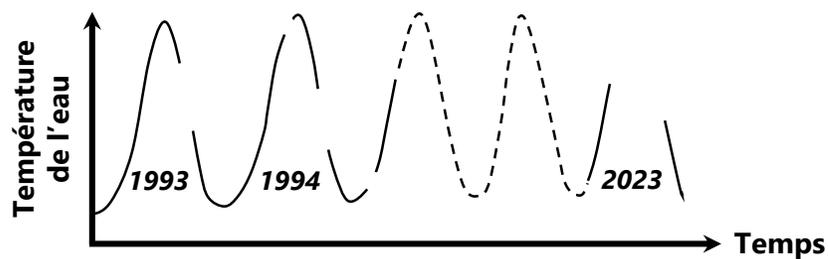
2. Échantillonnage thermique et identification des canicules

- **Température de l'eau au site du *BLAYAIS*** ^[10]
(récupération des données journalières ● sur la période : 1993-2023)



2. Échantillonnage thermique et identification des canicules

- **Température de l'eau au site du *BLAYAIS*** ^[10] ➔ **MAIS trous existants**
(récupération des données journalières ● sur la période : 1993-2023)



2. Échantillonnage thermique et identification des canicules

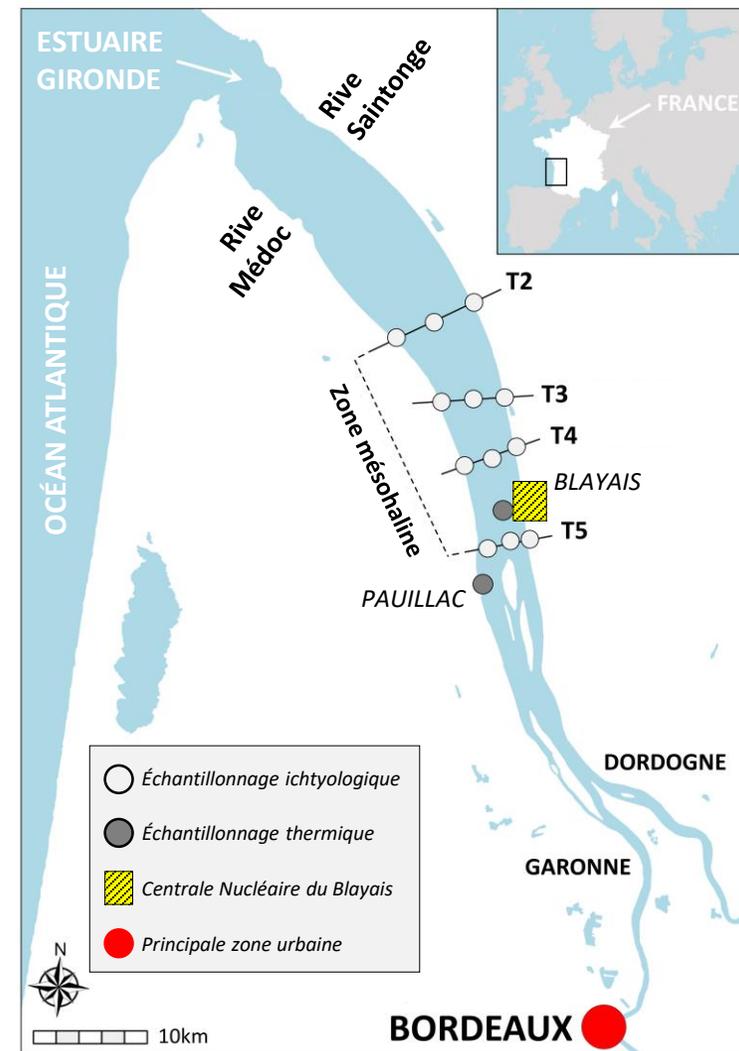
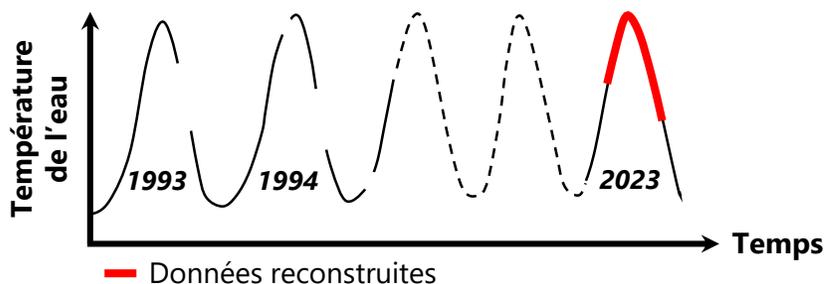
- **Température de l'eau au site du *BLAYAIS*** [10] ➔ **MAIS trous existants**
(récupération des données journalières ● sur la période : 1993-2023)

- **Comblers les trous existants :**

➔ **Modèle Linéaire à Effets Mixtes et températures de l'eau au site de *PAUILLAC*** [11]

Modèle utilisé $\log(T^{\circ}_{\text{BLAYAIS}}) = \log(T^{\circ}_{\text{PAUILLAC}}) + \text{random}(\text{année}) + \text{random}(\text{année-mois}) + \text{COR}$

+ "Date Time Warping" (pas de données dans BLAYAIS et données dans PAUILLAC) [12]



2. Échantillonnage thermique et identification des canicules

- **Température de l'eau au site du *BLAYAIS*** ^[10] ➔ **MAIS trous existants**
(récupération des données journalières ● sur la période : 1993-2023)

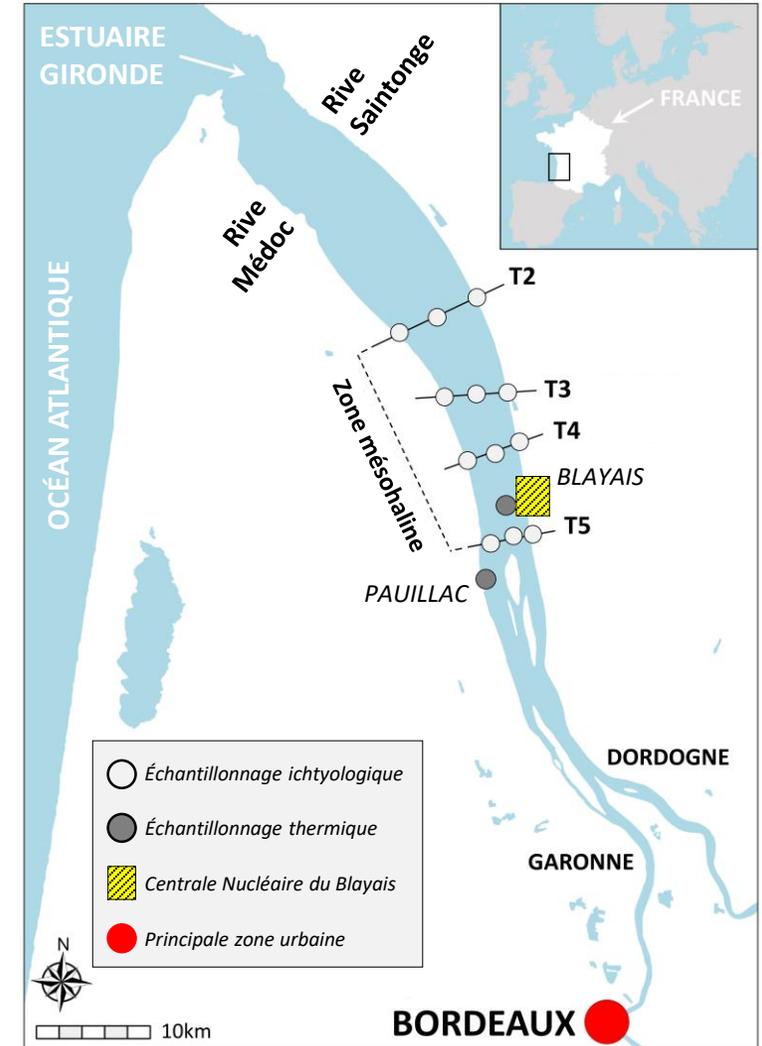
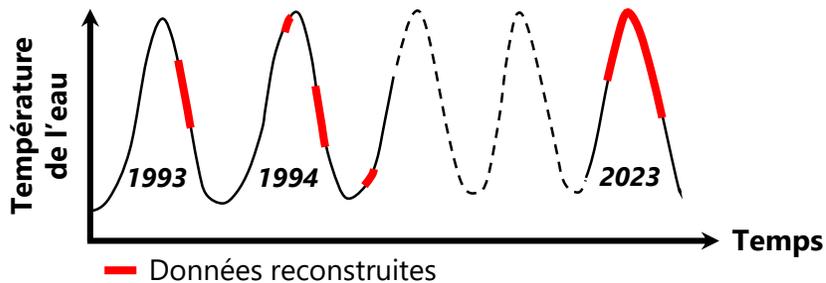
- **Comblers les trous existants :**

➔ **Modèle Linéaire à Effets Mixtes et températures de l'eau au site de *PAUILLAC*** ^[11]

Modèle utilisé $\log(T^{\circ}_{\text{BLAYAIS}}) = \log(T^{\circ}_{\text{PAUILLAC}}) + \text{random}(\text{année}) + \text{random}(\text{année-mois}) + \text{COR}$

+ "Date Time Warping" (pas de données dans BLAYAIS et données dans PAUILLAC) ^[12]

➔ **Méthodes de remplacements** (pas de données dans BLAYAIS et PAUILLAC) ^[13]



2. Échantillonnage thermique et identification des canicules

- **Température de l'eau au site du *BLAYAIS*** ^[10] ➔ **MAIS trous existants**
(récupération des données journalières ● sur la période : 1993-2023)

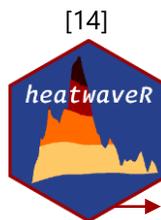
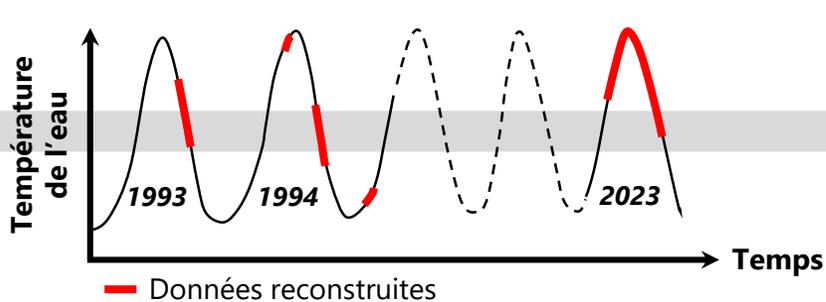
- **Comblers les trous existants :**

➔ **Modèle Linéaire à Effets Mixtes et températures de l'eau au site de *PAUILLAC*** ^[11]

Modèle utilisé $\log(T^{\circ}_{\text{BLAYAIS}}) = \log(T^{\circ}_{\text{PAUILLAC}}) + \text{random}(\text{année}) + \text{random}(\text{année-mois}) + \text{COR}$

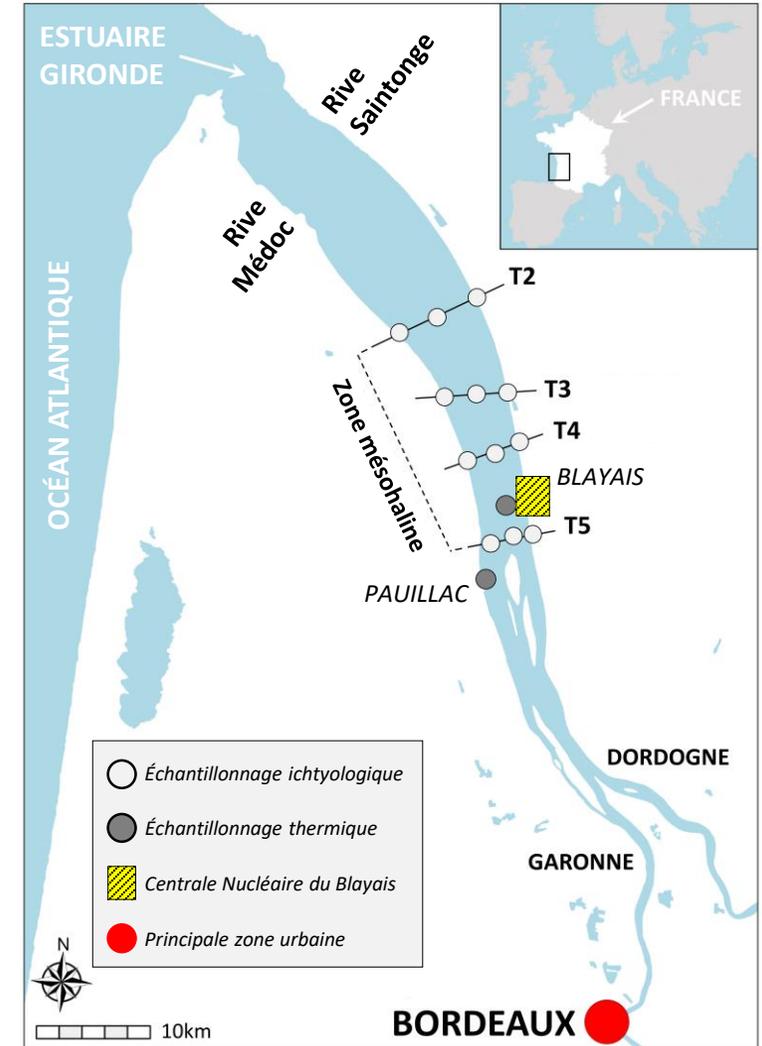
+ "Date Time Warping" (pas de données dans *BLAYAIS* et données dans *PAUILLAC*) ^[12]

➔ **Méthodes de remplacements** (pas de données dans *BLAYAIS* et *PAUILLAC*) ^[13]



[14] Un R Package standardisé pour (i) identifier et (ii) caractériser les canicules marines à partir d'une série temporelle de température de l'eau (~30 ans).

Infos sur : Occurrence, Durée, Intensités, ...



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

Occurrence (Fréquence)
67 évènements (3,2/an)

 Durée
13,5 jours (5-53)

 Intensité max.
4,7°C (2,2-7,2)

1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

Occurrence (Fréquence)
67 évènements (3,2/an)

 ~2/an
[5, 15, 16]



Durée

13,5 jours (5-53)

 ~11 jours [15]



Intensité max.

4,7°C (2,2-7,2)

 ~3°C [15]

La **fréquence**, la **durée** et l'**intensité**
sont > aux **moyennes** de la **littérature**

1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

Occurrence (Fréquence)
67 évènements (3,2/an)

vs
~2/an
[5, 15, 16]



Durée
13,5 jours (5-53)

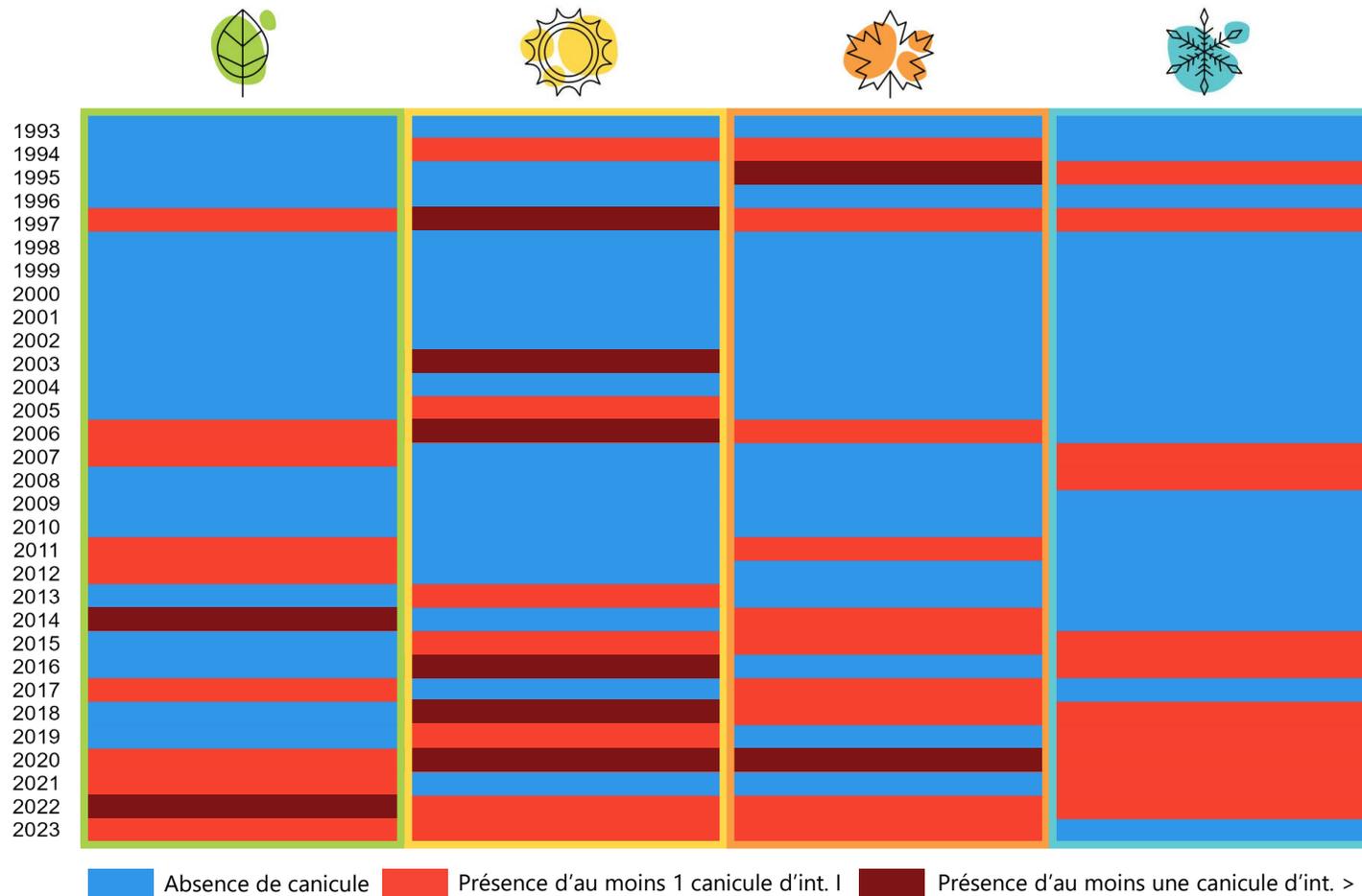
vs
~11 jours [15]



Intensité max.
4,7°C (2,2-7,2)

vs
~3°C [15]

La **fréquence**, la **durée** et l'**intensité** sont > aux **moyennes** de la **littérature**



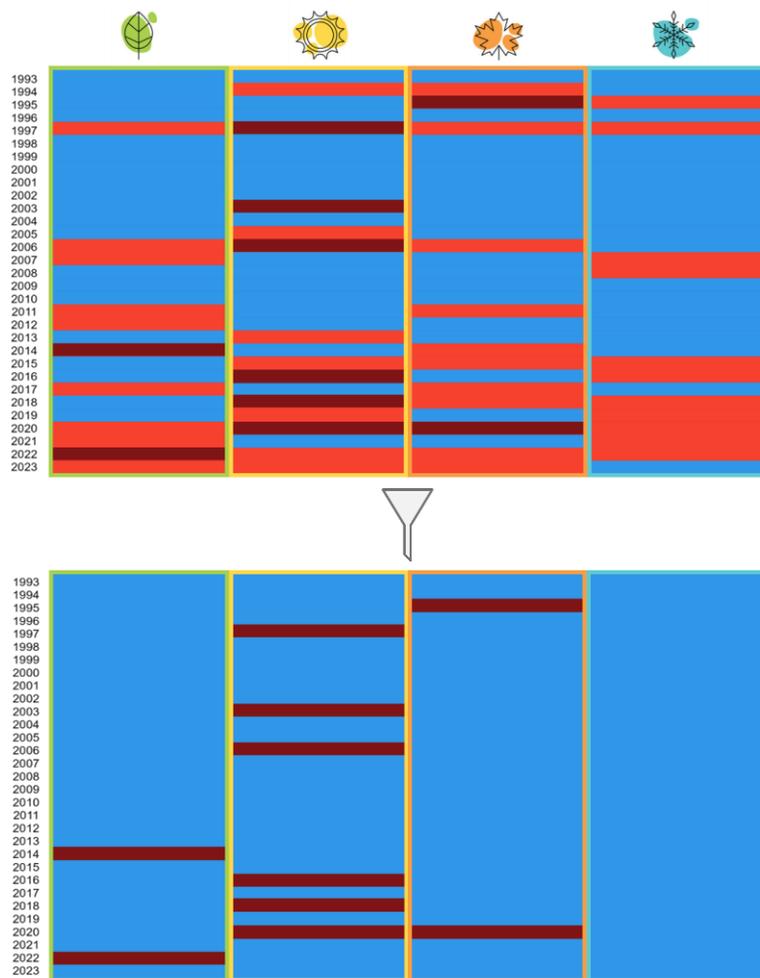
[5] Magel et al., 2022 ; [15] Mazzini & Pianca, 2022 ; [16] Tassone et al., 2022



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

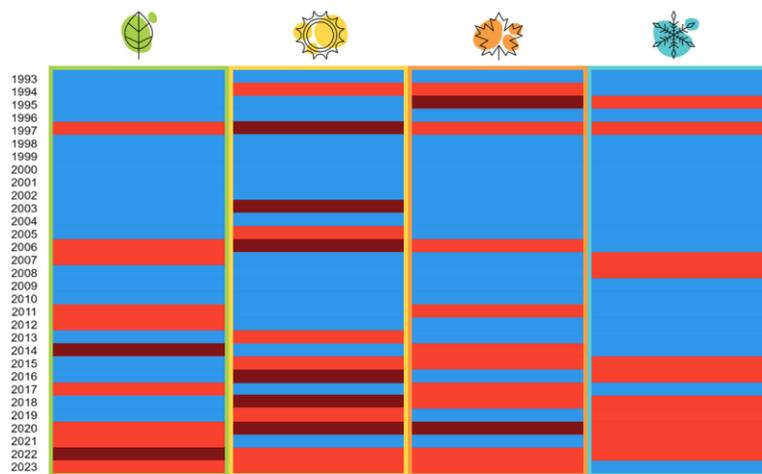




1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

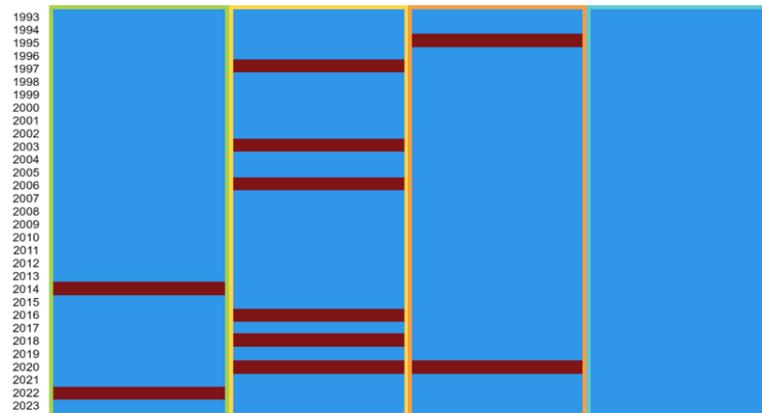
3. Effets canicules estivales – abondance & présence



Années non intensément caniculaires



Années intensément caniculaires

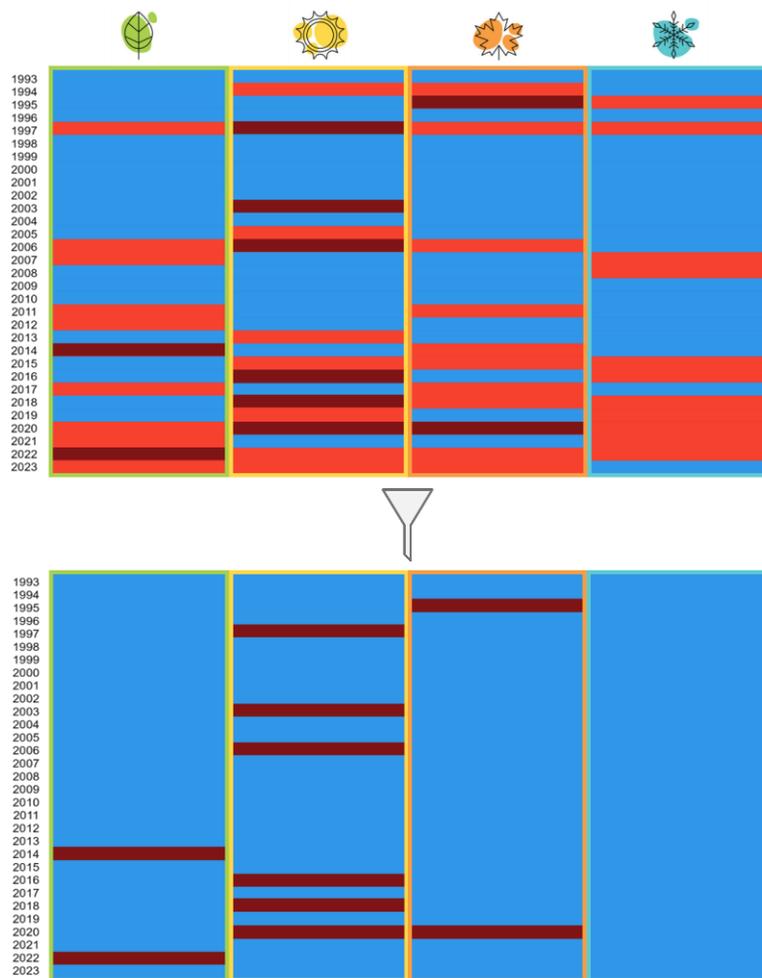




1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

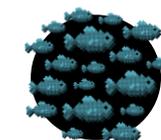


2002 1999
2009 1993

Années non intensément caniculaires

2003 2014
1997 2020

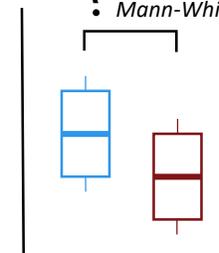
Années intensément caniculaires



Abondance annuelle
Communauté



? Test de Mann-Whitney



Richesse Spécifique annuelle
Communauté

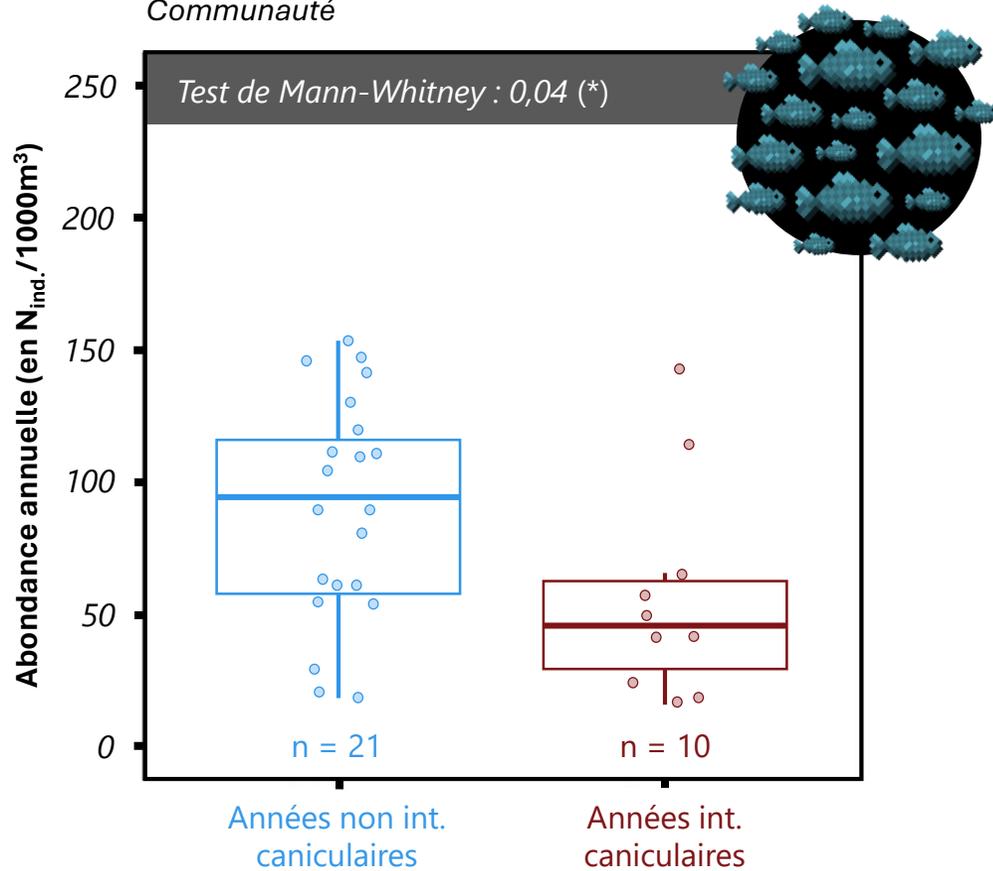
1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

Abondance annuelle

Communauté



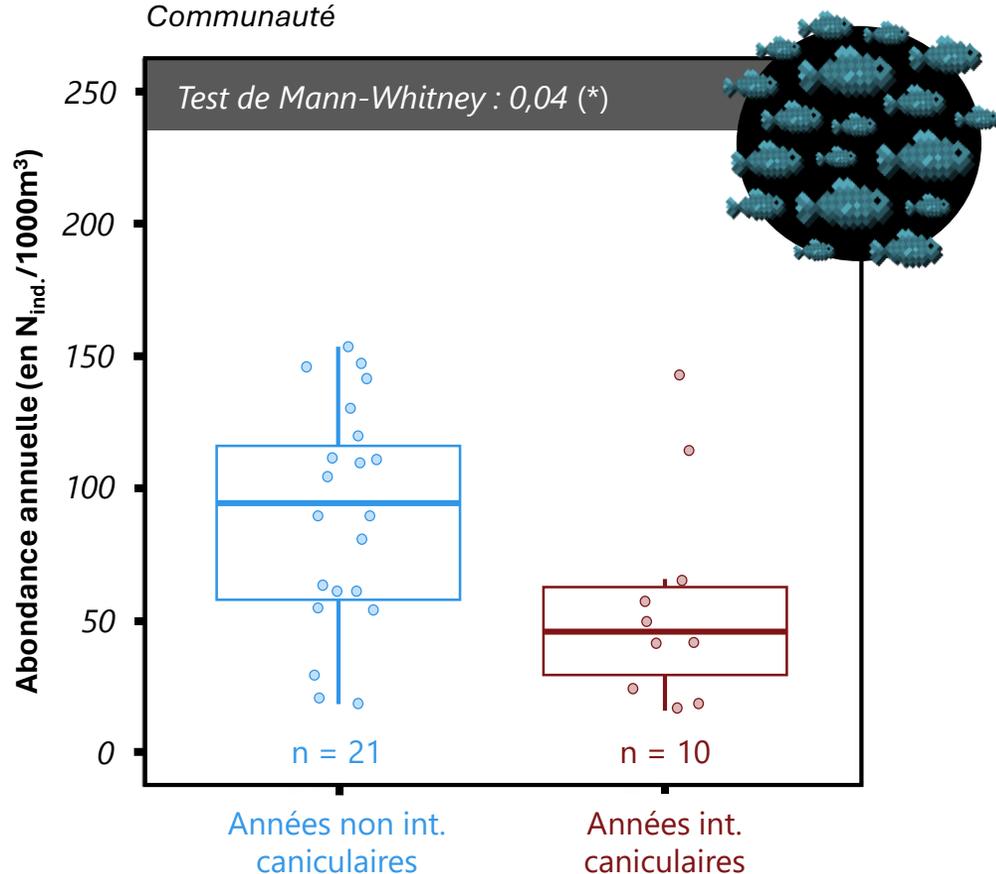
1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

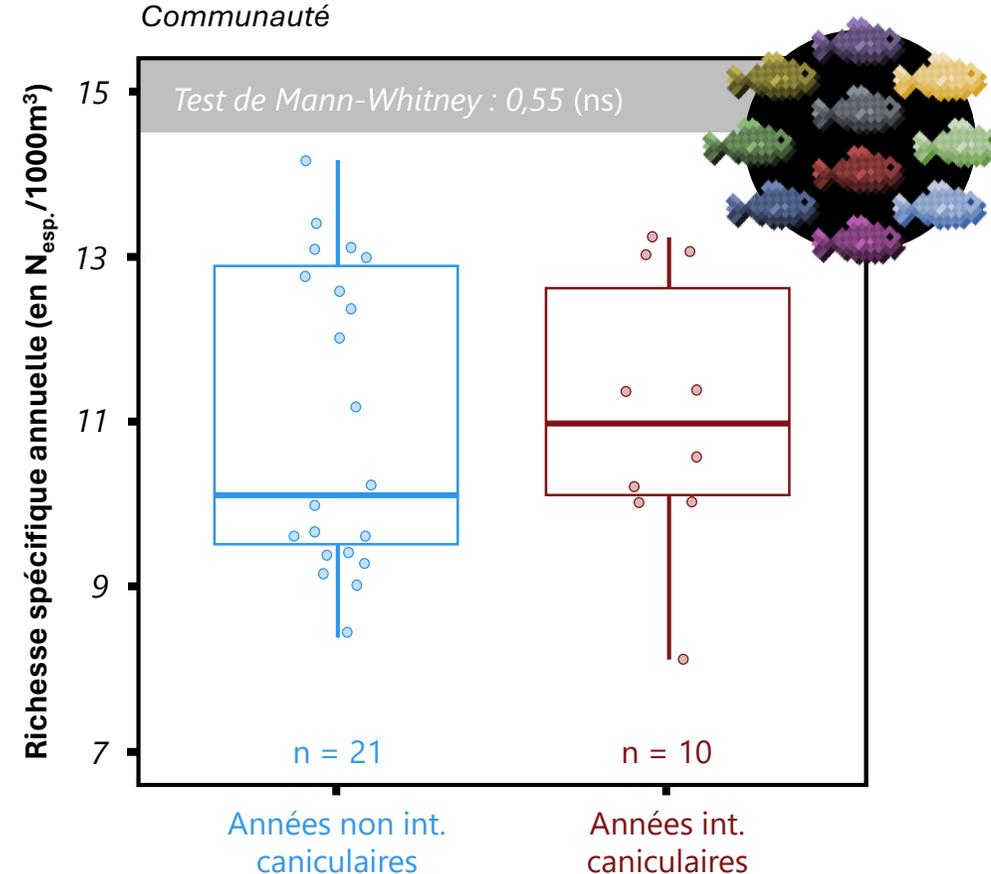
Abondance annuelle

Communauté



Richesse spécifique annuelle

Communauté

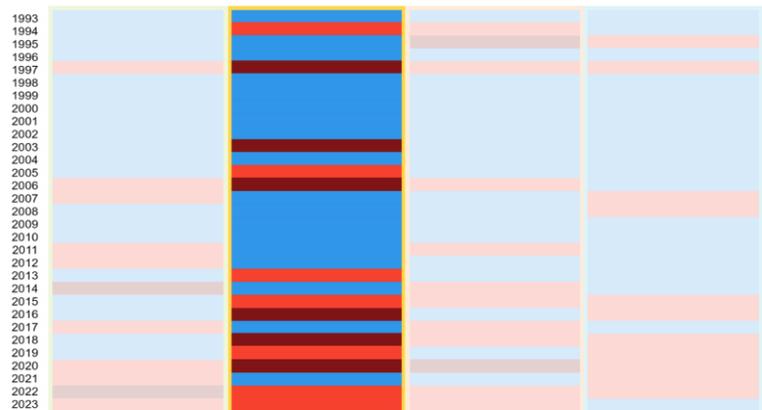
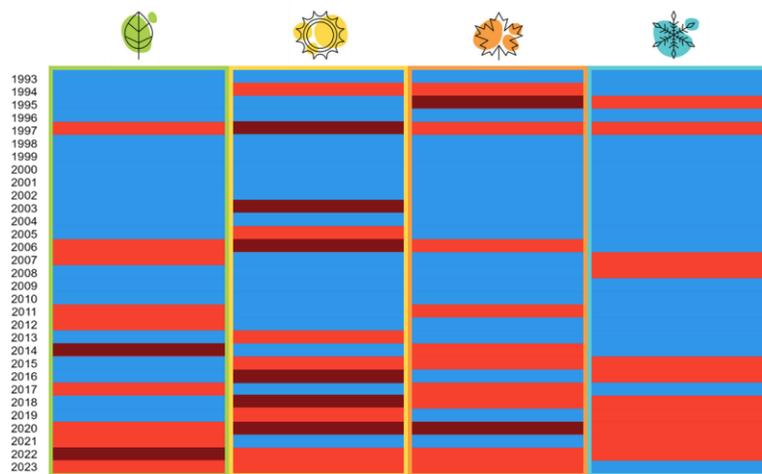




1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

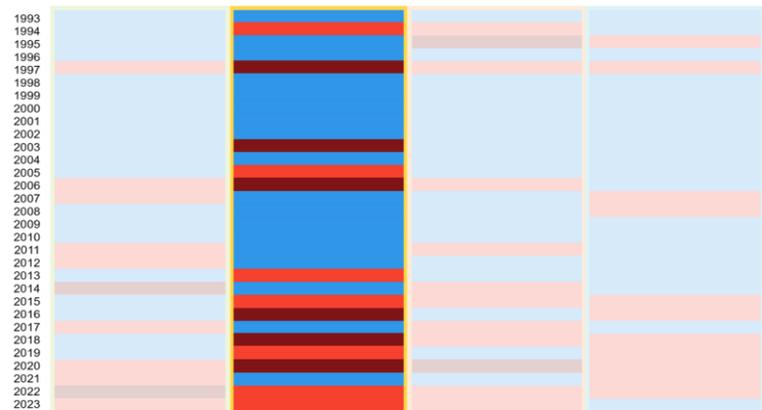
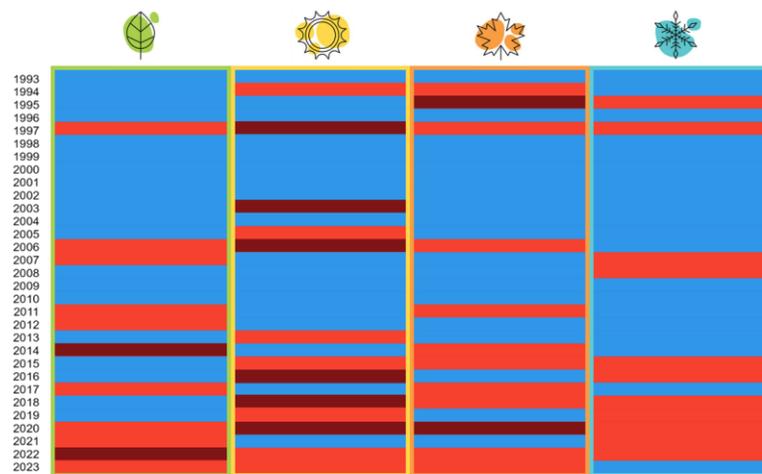
3. Effets canicules estivales – abondance & présence



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence



**Étés
non caniculaires**



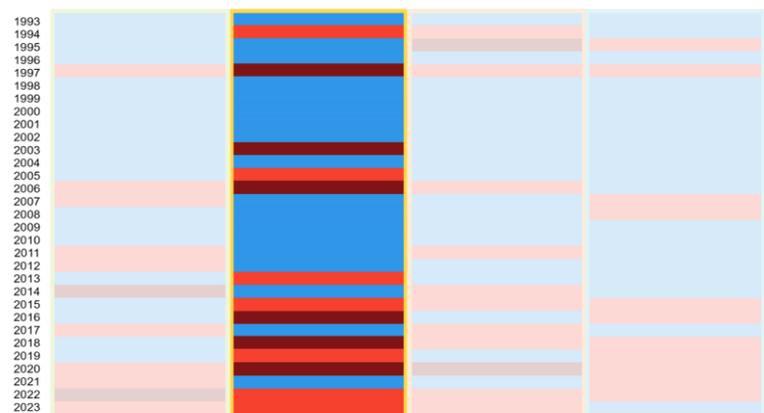
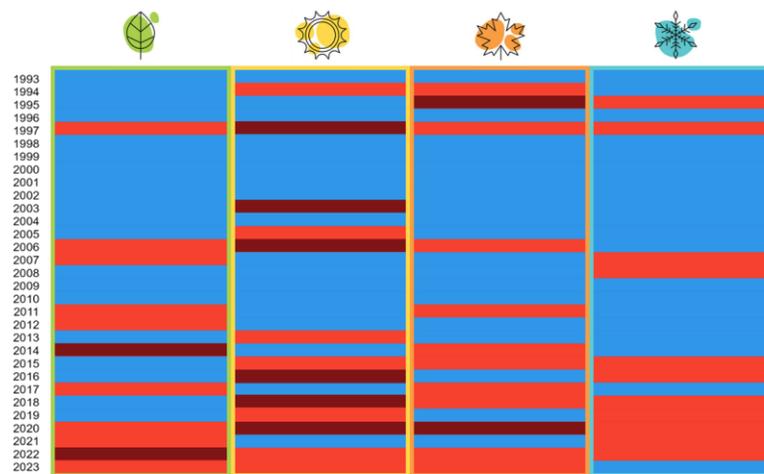
**Étés
caniculaires**



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

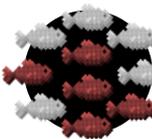


Étés non caniculaires



Étés caniculaires

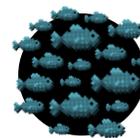
GLM*
Présence
estivale



Guildes écologiques, Guildes thermiques, Espèces structurantes

$présence = X + Y + canicule$

GLM*
Abondance
estivale



Guildes écologiques, Guildes thermiques, Espèces structurantes

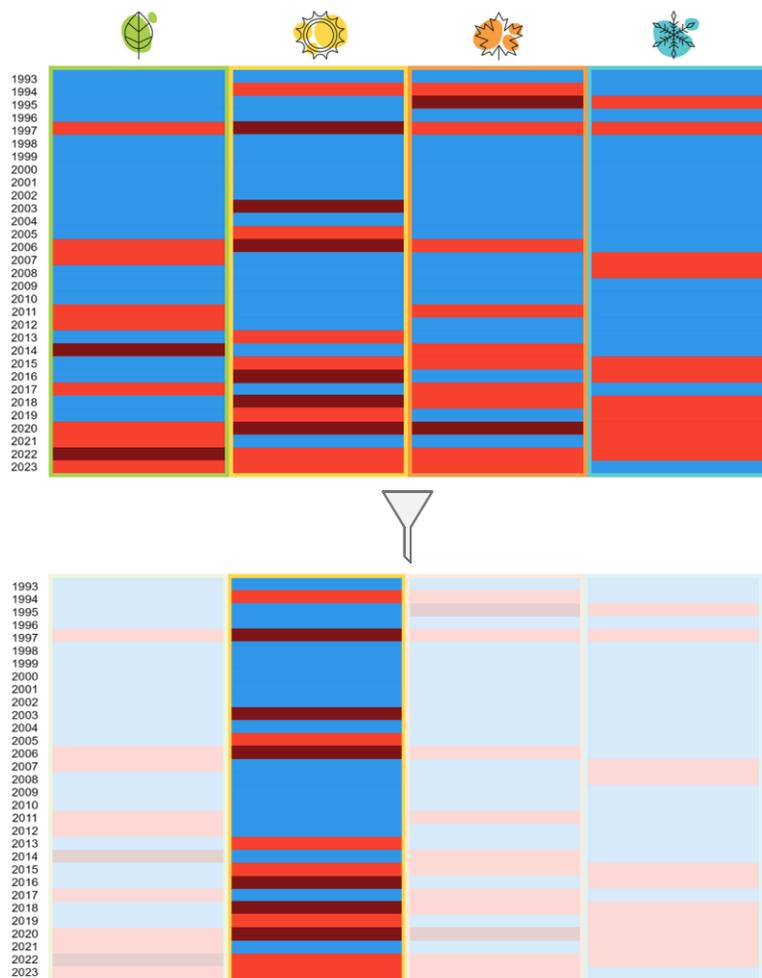
$abondance = X + Y + canicule$

*GLM = Modèle Linéaire Généralisé

1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

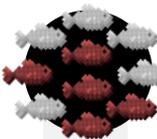


Étés
non caniculaires



Étés
caniculaires

GLM*
Présence
estivale



Guildes écologiques, Guildes thermiques, Espèces structurantes

$$\text{présence} = X + Y + \text{canicule}$$

→ Test Chi²

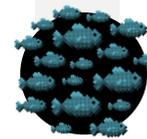
Facteur canicule significatif

Facteur canicule non-significatif

Facteur canicule non-significatif

Facteur canicule significatif

GLM*
Abondance
estivale



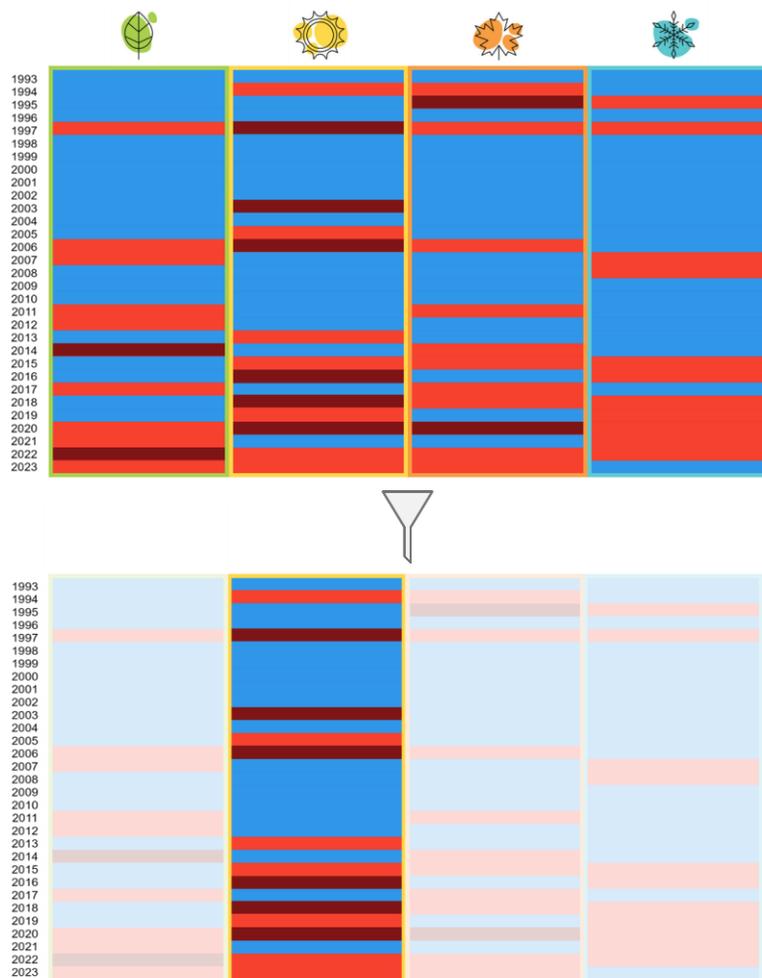
$\text{abondance} = X + Y + \text{canicule}$ → ANOVA type III
Guildes écologiques, Guildes thermiques, Espèces structurantes

*GLM = Modèle Linéaire Généralisé

1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

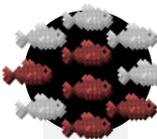


Étés non caniculaires



Étés caniculaires

GLM*
Présence estivale



Guildes écologiques, Guildes thermiques, Espèces structurantes

$$\text{présence} = X + Y + \text{canicule}$$

→ Test Chi²

Facteur canicule significatif

Facteur canicule non-significatif

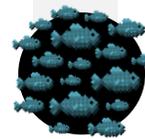


Facteur canicule non-significatif

Facteur canicule significatif



GLM*
Abondance estivale



Guildes écologiques, Guildes thermiques, Espèces structurantes

$$\text{abondance} = X + Y + \text{canicule}$$

→ ANOVA type III

*GLM = Modèle Linéaire Généralisé



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

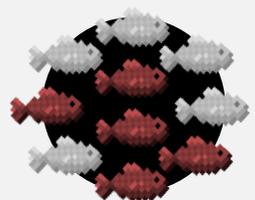


abondance = mois + rive + transect + **canicule** + mois:canicule + rive:canicule + transect:canicule

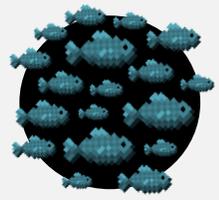


présence = mois + rive + transect + **canicule** + mois:canicule + rive:canicule + transect:canicule

Guildes écologiques



Présence estivale



Abondance estivale



Valeurs + fortes

∅

Marines



Valeurs + faibles

Migratrices Estuariennes

Estuariennes

Marines Dulçaquicoles

Migratrices Dulçaquicoles

significatif

non significatif

1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

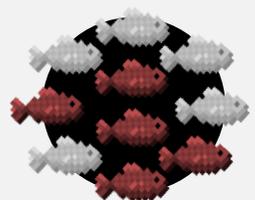
2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

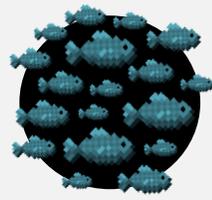
abondance = mois + rive + transect + **canicule** + mois:canicule + rive:canicule + transect:canicule

présence = mois + rive + transect + **canicule** + mois:canicule + rive:canicule + transect:canicule

Guildes écologiques

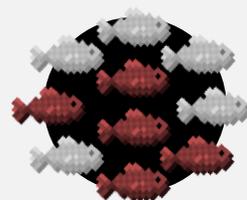


Présence estivale

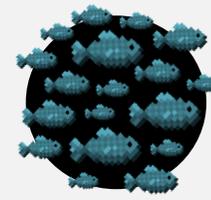


Abondance estivale

Guildes thermiques

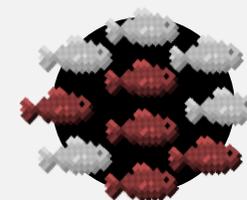


Présence estivale

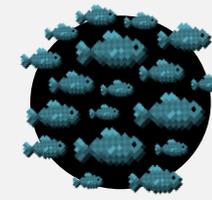


Abondance estivale

Espèces structurantes



Présence estivale



Abondance estivale



Valeurs + fortes

significatif

Valeurs + faibles



non significatif

	Guildes écologiques		Guildes thermiques		Espèces structurantes	
	Présence estivale	Abondance estivale	Présence estivale	Abondance estivale	Présence estivale	Abondance estivale
significatif	∅	Marines	Tempérées Chaudes	Chaudes	Maigre, Mulet porc	Maigre, Sprat
	Migratrices Estuariennes	Estuariennes	∅	Froides	Alose feinte, Anguille, Syngnathe	Anchois, Gobie, Syngnathe
non significatif	Marines Dulçaquicoles	Migratrices Dulçaquicoles	∅	Tempérées	Anchois, Gobie, Sprat	Alose feinte, Anguille, Mulet porc

Bilan des effets des canicules au sein de l'estuaire de la Gironde



L'ABONDANCE de la **COMMUNAUTÉ** ↓ lors des **ANNÉES INTENSÉMENT CANICULAIRES**

Bilan des effets des canicules au sein de l'estuaire de la Gironde



L'ABONDANCE de la COMMUNAUTÉ ↓ lors des ANNÉES INTENSÉMENT CANICULAIRES

PRÉSENCE
ABONDANCE

Lors des ÉTÉS CANICULAIRES



ESPÈCES MARINES
ESPÈCES À AFFINITÉ D'EAUX CHAUDES



ESPÈCES ESTUARIENNES
ESPÈCES À AFFINITÉ D'EAUX FROIDES



Bilan des effets des canicules au sein de l'estuaire de la Gironde



L'ABONDANCE de la **COMMUNAUTÉ** ↓ lors des **ANNÉES INTENSÉMENT CANICULAIRES**

**PRÉSENCE
ABONDANCE**

Lors des **ÉTÉS CANICULAIRES**



**ESPÈCES MARINES
ESPÈCES À AFFINITÉ D'EAUX CHAUDES**



**ESPÈCES ESTUARIENNES
ESPÈCES À AFFINITÉ D'EAUX FROIDES**

Hypothèse principale



**CHANGEMENT
RÉGIME
THERMIQUE**



Bilan des effets des canicules au sein de l'estuaire de la Gironde



L'ABONDANCE de la **COMMUNAUTÉ** ↓ lors des **ANNÉES INTENSÉMENT CANICULAIRES**

**PRÉSENCE
ABONDANCE**

Lors des **ÉTÉS CANICULAIRES**



**ESPÈCES MARINES
ESPÈCES À AFFINITÉ D'EAUX CHAUDES**



**ESPÈCES ESTUARIENNES
ESPÈCES À AFFINITÉ D'EAUX FROIDES**

Hypothèse principale

**CHANGEMENT
RÉGIME
THERMIQUE**

- Évitement / Migrations → Refuge thermique [17]
- Croissance / Métabolisme / Condition / Mortalité [6]



Bilan des effets des canicules au sein de l'estuaire de la Gironde



L'ABONDANCE de la COMMUNAUTÉ ↓ lors des ANNÉES INTENSÉMENT CANICULAIRES

PRÉSENCE
ABONDANCE

Lors des ÉTÉS CANICULAIRES



ESPÈCES MARINES
ESPÈCES À AFFINITÉ D'EAUX CHAUDES



ESPÈCES ESTUARIENNES
ESPÈCES À AFFINITÉ D'EAUX FROIDES

Hypothèse principale



CHANGEMENT
RÉGIME
THERMIQUE



- Évitement / Migrations → Refuge thermique [17]
- Croissance / Métabolisme / Condition / Mortalité [6]



PRÉSENCE
ABONDANCE

- [1] **Clarke, B.**, Otto, F., Stuart-Smith, R., & Harrington L. (2022). Extreme weather impacts of climate change: an attribution perspective. *Environmental Research: Climate*, 1(1), 012001. <https://doi.org/10.1088/2752-5295/ac6e7d>
- [2] **Oliver, E. C. J.**, Donat, M. G., Burrows, M. T., Moore, P. J., Smale, D. A., Alexander, L. V., Benthuisen, J. A., Feng, M., Sen Gupta, A., Hobday, A. J., Holbrook, N. J., Perkins-Kirkpatrick, S. E., Scannell, H. A., Straub, S. C., & Wernberg, T. (2018). Longer and more frequent marine heatwaves over the past century. *Nature Communications*, 9(1), 1324. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03732-9>
- [3] **Hobday, A.**, Alexander, L., Perkins, S., Smale, D., Straub, S., Oliver, E., Benthuisen, J., Burrows, M., Donat, M., Feng, M., Holbrook, N., Moore, P., Scannell, H., Sen Gupta, A., & Wernberg, T. (2016). A hierarchical approach to defining marine heatwaves. *Progress in Oceanography*, 141, 227-238. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2015.12.014>
- [4] **Hobday, A.**, Oliver, E., Sen Gupta, A., Benthuisen, J., Burrows, M., Donat, M., Holbrook, N., Moore, P., Thomsen, M., Wernberg, T., & Smale, D. (2018). Categorizing and naming marine heatwaves. *Oceanography*, 31(2), 162-173. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2018.205>
- [5] **Magel, C. L.**, Chan, F., Hessian-Lewis, M., & Hacker, S. D. (2022). Differential responses of eelgrass and macroalgae in pacific northwest estuaries following an unprecedented NE pacific ocean marine heatwave. *Frontiers in Marine Science*, 9, 838967. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.838967>
- [6] **Vinagre, C.**, Narciso, L., Cabral, H. N., Costa, M. J., & Rosa, R. (2012). Coastal versus estuarine nursery grounds: effect of differential temperature and heat waves on juvenile seabass, *Dicentrarchus labrax*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 109, 133-137. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.05.029>
- [7] **INRAE Centre Nouvelle-Aquitaine**. (2024). TRANSECT - Suivi du peuplement halieutique [Base de données]. <https://eabx.bordeaux-aquitaine.hub.inrae.fr/nos-productions/outils-informatiques/transect>
- [8] **Lobry, J.**, Mourand, L., Rochard, É., & Elie, P. (2003). Structure of the Gironde estuarine fish assemblages: A comparison of European estuaries perspective. *Aquatic Living Resources*, 16(2), 47-58. [https://doi.org/10.1016/S0990-7440\(03\)00031-7](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(03)00031-7)
- [9] **Froese, R.**, & Pauly, D. (2024). Fishbase [Dataset]. <https://www.fishbase.se/search.php>
- [10] **EDF**. (données non publiées). Données de température de l'eau au site du Blayais [Base de données].
- [11] **Réseau d'Observation MAGEST**. (2024). Surveillance dans la qualité de l'eau de l'estuaire de la Gironde [Base de données]. <https://magest.oasu.u-bordeaux.fr/index.php>
- [12] **Giorgino, T.** (2009). Computing and visualizing dynamic time warping alignments in R: the dtw package. *Journal of Statistical Software*, 31(7), 1-24. <https://doi.org/10.18637/jss.v031.i07>
- [13] **Moritz, S.**, & Bartz-Beielstein, T. (2017). imputeTS: time series missing value imputation in R. *The R Journal*, 9(1), 207. <https://doi.org/10.32614/RJ-2017-009>
- [14] **Schlegel, R. W.**, & Smit, A. J. (2018). heatwaveR: a central algorithm for the detection of heatwaves and cold-spells. *Journal of Open Source Software*, 3(27), 821. <https://doi.org/10.21105/joss.00821>
- [15] **Mazzini, P. L. F.**, & Pianca, C. (2022). Marine heatwaves in the chesapeake bay. *Frontiers in Marine Science*, 8, 750265. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.750265>
- [16] **Tassone, S. J.**, Besterman, A. F., Buelo, C. D., Walter, J. A., & Pace, M. L. (2022). Co-occurrence of aquatic heatwaves with atmospheric heatwaves, low dissolved oxygen, and low pH events in estuarine ecosystems. *Estuaries and Coasts*, 45(3), 707-720. <https://doi.org/10.1007/s12237-021-01009-x>
- [17] **Madeira, D.**, Narciso, L., Cabral H. N., Vinagre, C. (2012). Thermal tolerance and potential impacts of climate change on coastal and estuarine organisms. *Journal of Sea Research.*, 70, 32-41. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2012.03.002>



Effets des canicules sur la communauté de poissons au sein de l'estuaire de la Gironde

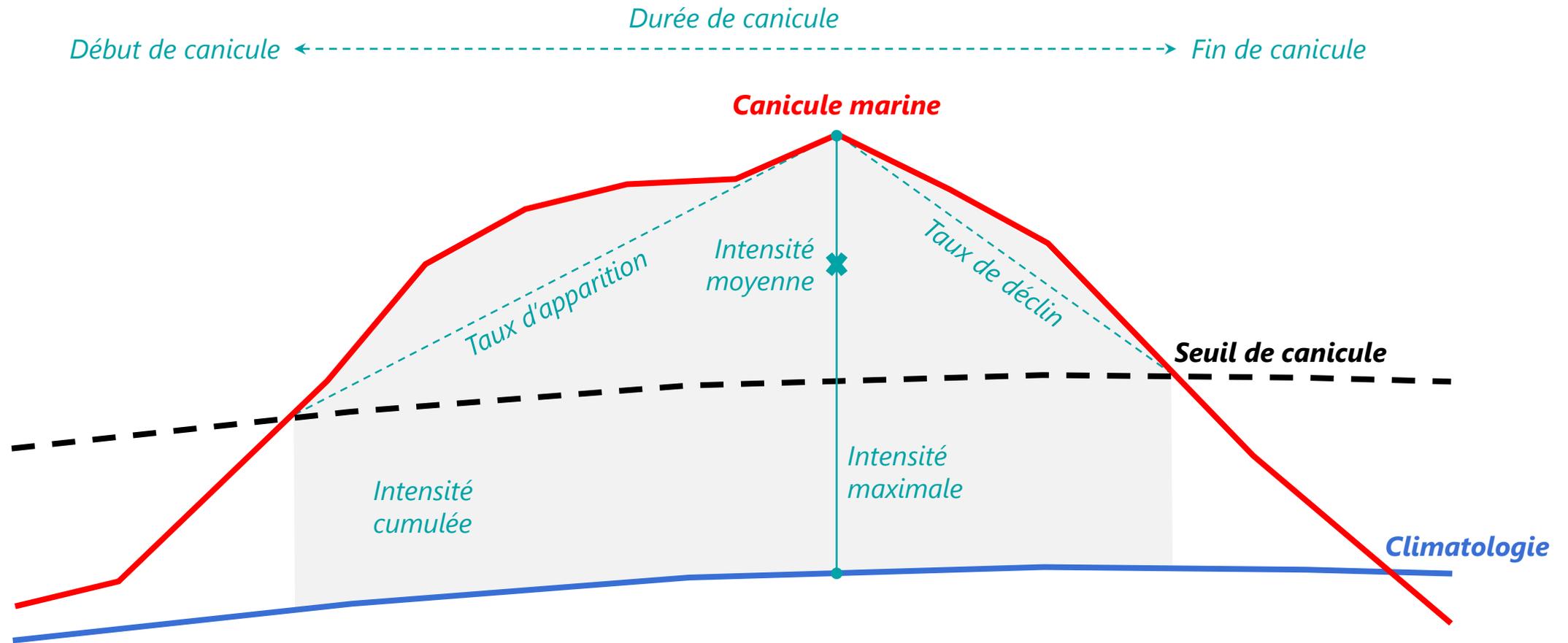
¹Bellier, B., ¹Pierre, M., ²Maire, A., ¹Villeneuve, B., ¹Lobry, J.

¹INRAE Nouvelle-Aquitaine Bordeaux Centre, UR EABX, 33612 Cestas Cédex, Nouvelle-Aquitaine, France

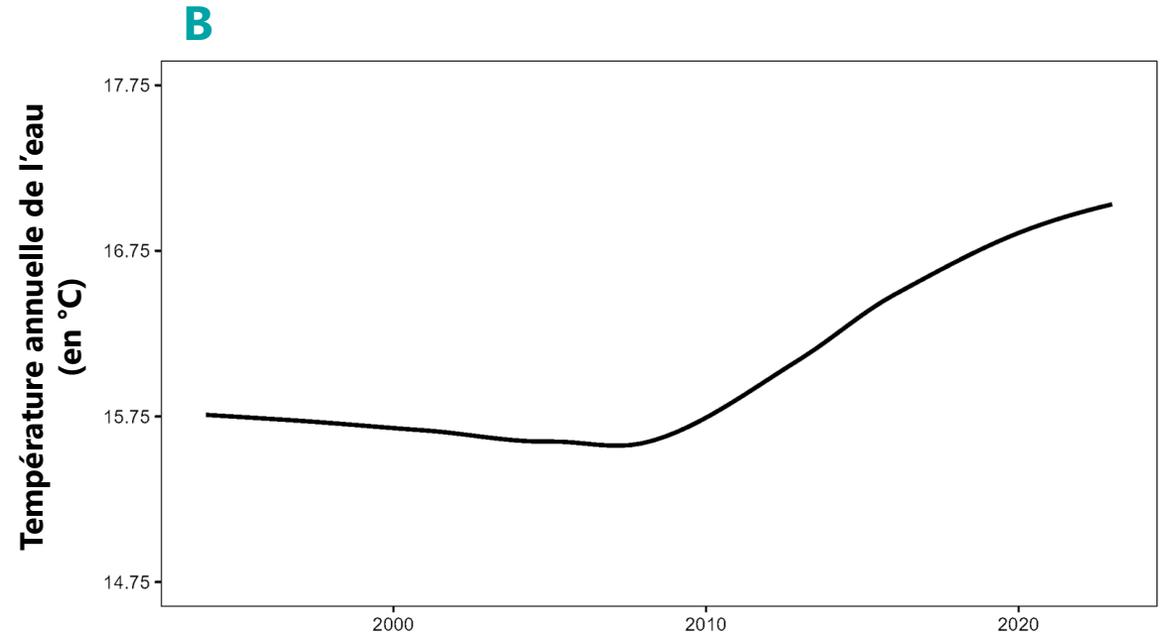
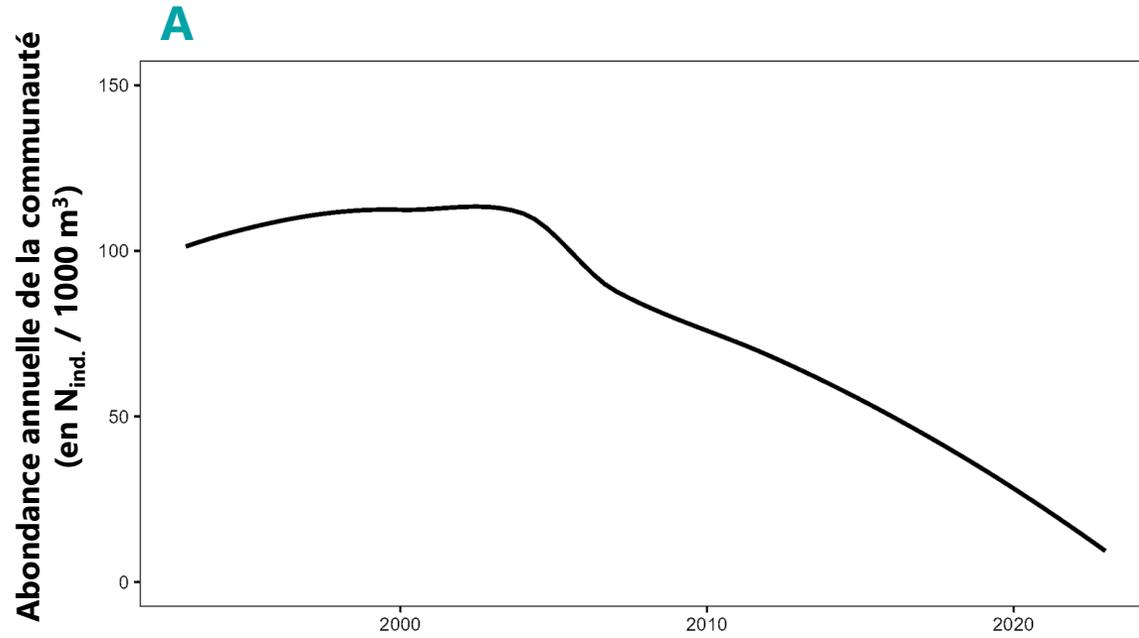
²EDF R&D, Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement, 78401 Chatou Cédex, Île-de-France, France

*Colloque scientifique - Association Française d'Halieutique (AFH)
Du 26 au 28 Juin 2024 à Sète (Occitanie, France)*

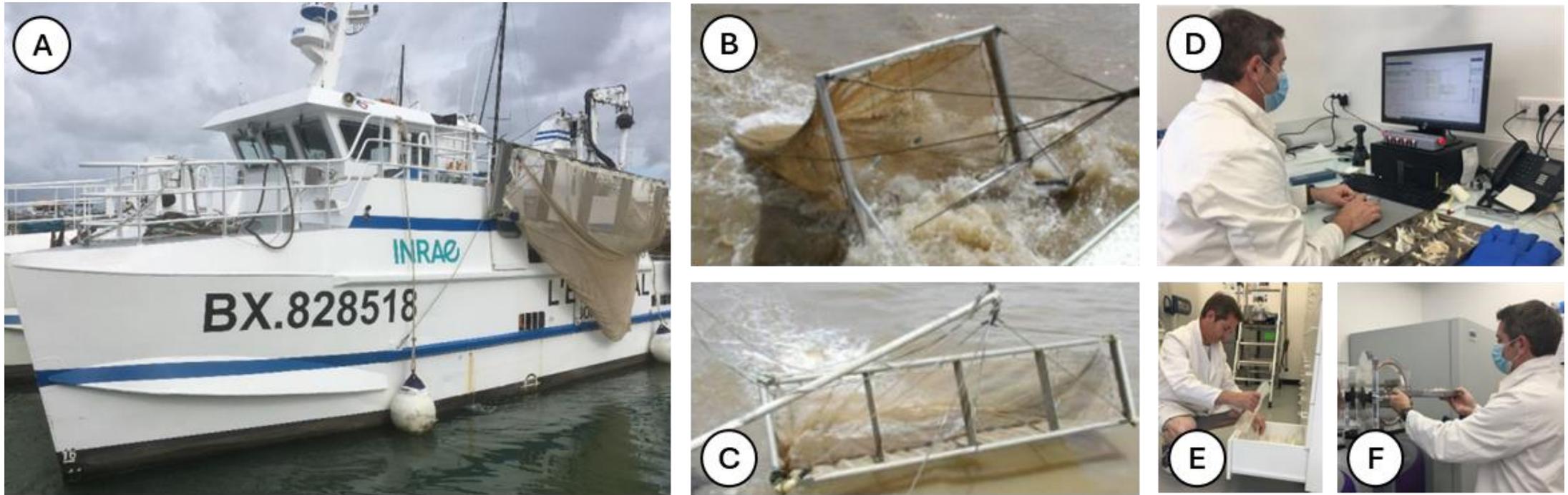
Un grand merci de m'avoir écouté ! Des questions ?



Résumé des indicateurs de canicules marines pouvant être obtenus avec le package « heatwaveR ». Dans cette étude, les indicateurs retenus, en plus de l'occurrence et la fréquence (non représentées sur ce graphique), sont la durée et l'intensité maximale.



Tendances (A) de l'abondance annuelle de la communauté ichthyologique et (B) de la température annuelle de l'eau au sein de l'estuaire de la Gironde de 1993 à 2023. L'abondance annuelle de la communauté ichthyologique la plus faible de la période étudiée a été enregistrée en 2023. La température de l'eau la plus faible de la période étudiée a été enregistrée en 2023.



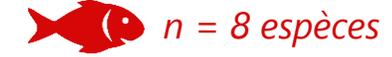
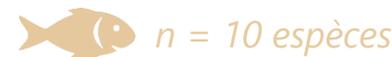
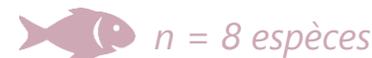
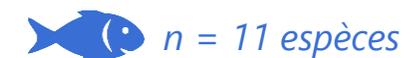
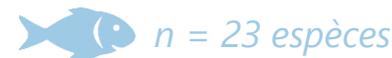
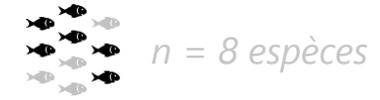
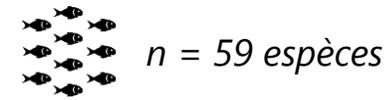
Photos des différentes étapes de l'échantillonnage « Transect ».

- (ABC) Échantillonnage (bateau et filets utilisés)
- (D) Informatisation des données (entrées des données dans l'application)
- (EF) Maintien des échantillons (lyophilisation et mise en armoire)

ANNEXES

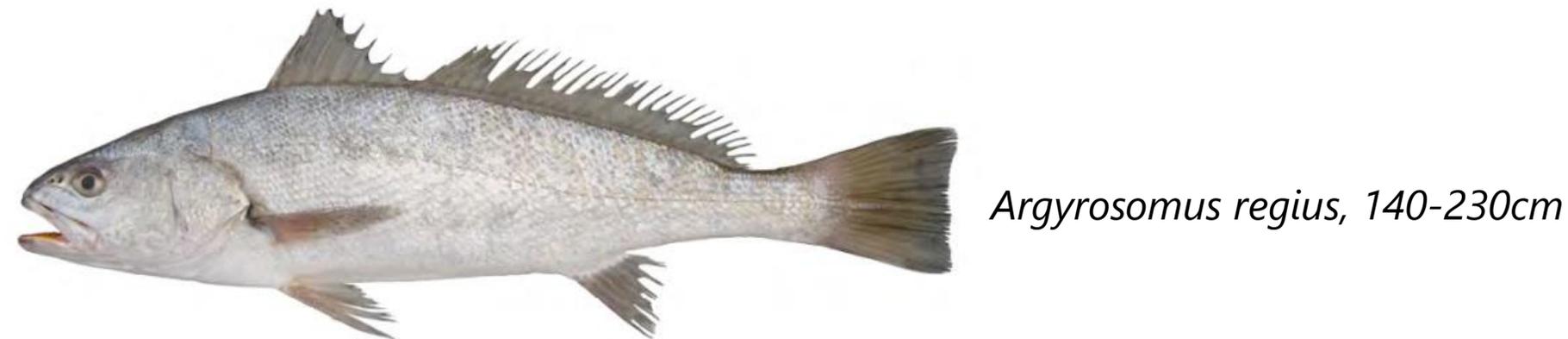
Résumé des espèces observées au moins une fois dans l'estuaire de la Gironde de 1993 à 2023. Des informations sur le cycle de vie (gilde écologique et gilde thermique) et sur leur rôle dans la communauté ichthyologique (espèces structurantes ou non) sont mentionnées.

Species latin name	Species english name	Species code	Ecological guild	Thermal guild	Community-structuring species
<i>Abramis brama</i>	Freshwater bream	BRE	Freshwater species	NA	
<i>Alburnus alburnus</i>	Bleak	ABL	Freshwater species	NA	
<i>Alosa alosa</i>	Allis shad	ALA	Diadromous species	Temperate species	
<i>Alosa fallax</i>	Twaite shad	ALF	Diadromous species	Temperate species	x
<i>Anguilla anguilla</i>	European eel	ANG	Diadromous species	Cold species	x
<i>Argyrosomus regius</i>	Meagre	MAI	Marine species	Hot species	x
<i>Atherina presbyter</i>	Sand smelt	ATP	Estuarine species	Temperate species	
<i>Barbatula barbatula</i>	Stone loach	LOF	Freshwater species	NA	
<i>Barbus barbus</i>	Barbel	BAF	Freshwater species	NA	
<i>Belone belone</i>	Garfish	ORF	Marine species	Temperate species	
<i>Blicca bjoerkna</i>	White bream	BRB	Freshwater species	NA	
<i>Callionymus lyra</i>	Dragonet	CAL	Estuarine species	Hot species	
<i>Carassius carassius</i>	Crucian carp	CAR	Freshwater species	NA	
<i>Ciliata mustela</i>	Fivebeard rockling	MOT	Estuarine species	Temperate species	
<i>Clupea harengus</i>	Atlantic herring	HER	Marine species	Cold species	
<i>Conger conger</i>	European conger	CON	Marine species	Cold species	
<i>Ctenolabrus rupestris</i>	Goldsinny-wrasse	ROU	Marine species	Temperate species	
<i>Cyprinus carpio</i>	Common carp	CCO	Freshwater species	NA	
<i>Dicentrarchus labrax</i>	European seabass	LOU	Marine species	Temperate species	
<i>Dicentrarchus punctatus</i>	Spotted seabass	SPU	Marine species	Hot species	
<i>Engraulis encrasicolus</i>	European anchovy	ANC	Marine species	Temperate species	x
<i>Gambusia affinis</i>	Mosquitofish	GAM	Estuarine species	NA	
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Three-spined stickleback	EPI	Estuarine species	Cold species	
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Ruffe	GRE	Freshwater species	NA	
<i>Ictalurus melas</i>	Black bullhead	PCH	Freshwater species	NA	
<i>Labrus bergylta</i>	Ballan wrasse	VIC	Marine species	Temperate species	
<i>Lampetra fluviatilis</i>	River lamprey	LPR	Diadromous species	Cold species	
<i>Lampetra planeri</i>	European brook lamprey	LPP	Freshwater species	NA	
<i>Lepomis gibbosus</i>	Pumpkinseed	PES	Freshwater species	NA	
<i>Liza aurata</i>	Golden grey mullet	MUD	Marine species	NA	
<i>Liza ramada</i>	Thinlip grey mullet	MUP	Diadromous species	NA	x
<i>Merlangius merlangus</i>	Whiting	WHG	Marine species	Cold species	
<i>Mullus surmuletus</i>	Surmullet	MUS	Marine species	Temperate species	
<i>Nerophis ophidion</i>	Straightnose pipefish	NER	Estuarine species	Hot species	
<i>Osmerus eperlanus</i>	European smelt	EPE	Diadromous species	Cold species	
<i>Perca fluviatilis</i>	European perch	PER	Freshwater species	NA	
<i>Petromyzon marinus</i>	Sea lamprey	LPM	Diadromous species	Cold species	
<i>Platichthys flesus</i>	European flounder	FLE	Diadromous species	Temperate species	
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Sand goby	GOB	Estuarine species	Cold species	x
<i>Psetta maxima</i>	Turbot	TUR	Marine species	NA	
<i>Pseudorasbora parva</i>	Stone moroko	PSE	Freshwater species	NA	
<i>Rhodeus sericeus</i>	Bitterling	BOU	Freshwater species	NA	
<i>Rutilus rutilus</i>	Roach	GAR	Freshwater species	NA	
<i>Salmo salar</i>	Atlantic salmon	SAT	Diadromous species	Cold species	
<i>Salmo trutta</i>	Sea trout	TRM	Diadromous species	Temperate species	
<i>Sardina pilchardus</i>	European pilchard	SAR	Marine species	Temperate species	
<i>Scophthalmus rhombus</i>	Brill	BLL	Marine species	Temperate species	
<i>Silurus glanis</i>	Wels catfish	SIL	Freshwater species	NA	
<i>Solea solea</i>	Common sole	SOL	Marine species	Temperate species	
<i>Sparus aurata</i>	Gilthead seabream	DRO	Marine species	Hot species	
<i>Sprattus sprattus</i>	European sprat	SPT	Marine species	Cold species	x
<i>Stizostedion lucioperca</i>	Pike-perch	SAN	Freshwater species	NA	
<i>Syngnathus rostellatus</i>	Nilsson's pipefish	SYN	Estuarine species	Temperate species	x
<i>Syngnathus typhle typhle</i>	Broadnosed pipefish	SYA	Marine species	NA	
<i>Tinca tinca</i>	Tench	TAN	Freshwater species	NA	
<i>Trachurus mediterraneus</i>	Mediterranean horse mackerel	CHJ	Marine species	Hot species	
<i>Trachurus trachurus</i>	Atlantic horse mackerel	HOM	Marine species	Hot species	
<i>Trigla lucerna</i>	Tub gurnard	GUP	Marine species	NA	
<i>Umbrina canariensis</i>	Canary drum	UMBB	Marine species	Hot species	

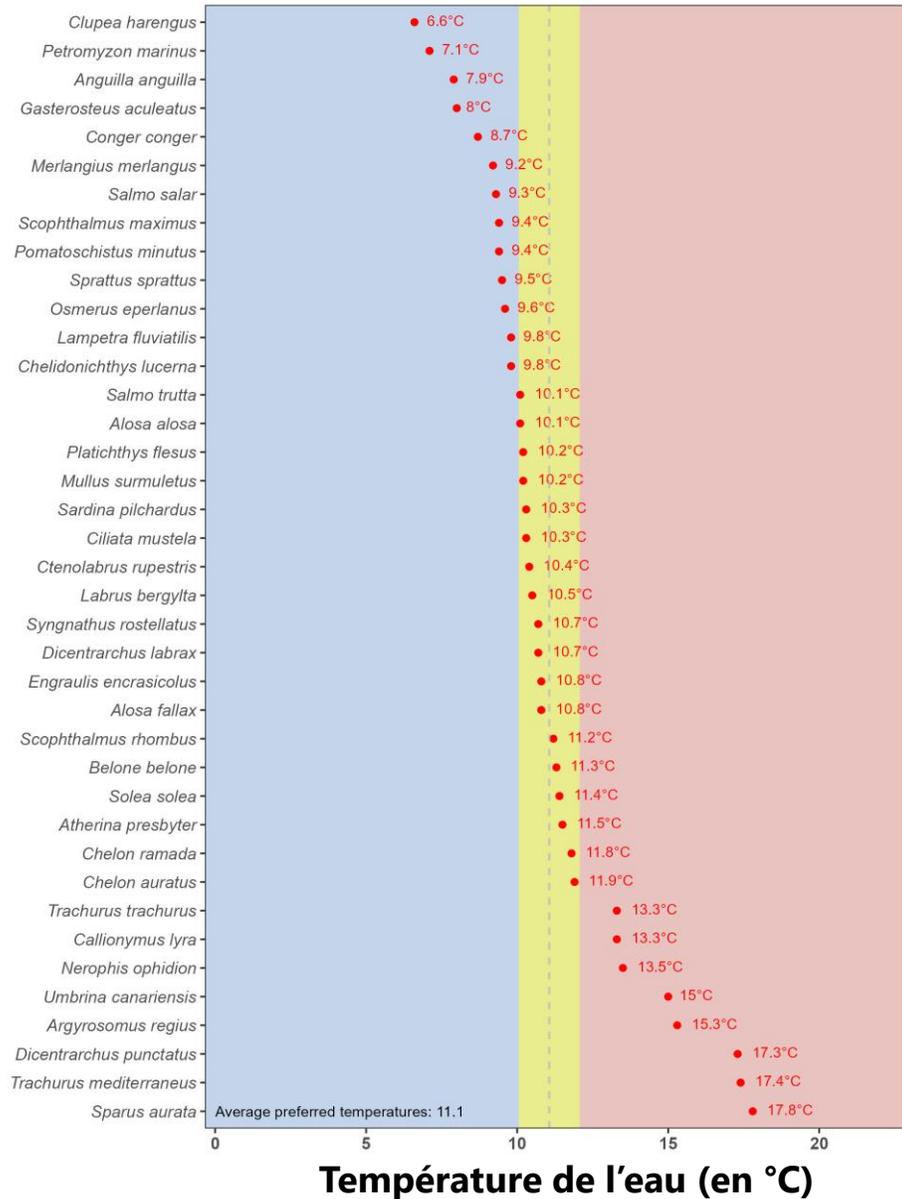


ANNEXES

Planche décrivant visuellement les espèces structurant la communauté de poissons étudiée avec leur gamme de taille adulte (Iglésias, 2020). Dans l'estuaire de la Gironde, la plupart des individus observés de ces espèces sont au stade de vie juvénile. Les espèces sont classées en fonction de leur taille au stade de vie adulte.

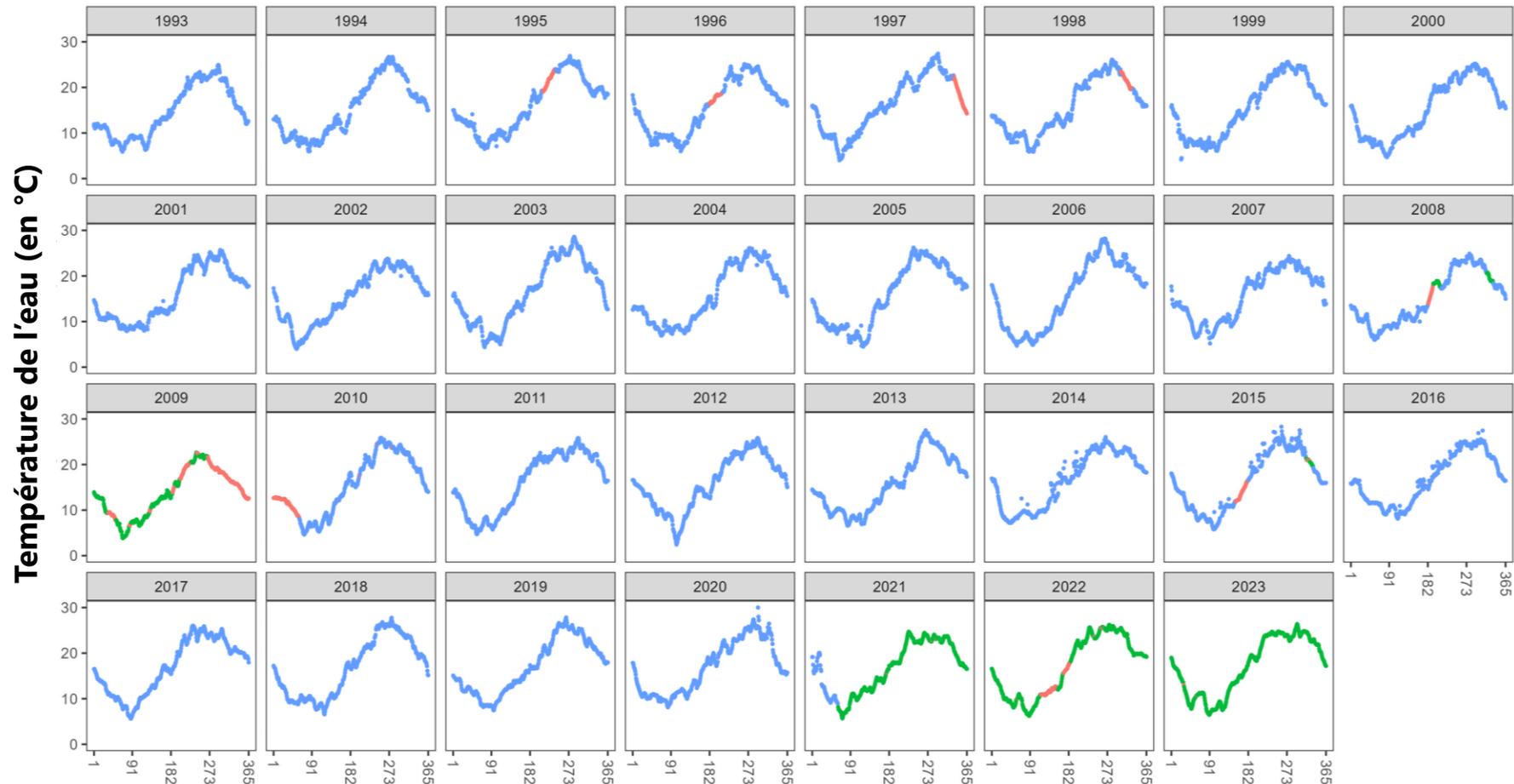


ANNEXES



Températures préférentielles (points rouges et valeurs inscrites en rouge) pour chaque espèce étudiée et présentant des données dans Fishbase. La température préférentielle moyenne discriminant les groupes d'espèces thermiques est inscrite en bas à gauche et est matérialisée par la ligne grise en pointillée. Les espèces à affinité d'eau froide (polygone en bleu) ont une température préférentielle inférieure à la température préférentielle moyenne - 1. Les espèces à affinité d'eau tempérée (polygone en jaune) ont une température préférentielle supérieure à la température préférentielle moyenne - 1 et inférieure à la température préférentielle moyenne + 1. Les espèces à affinité d'eau chaude (polygone en rouge) ont une température préférentielle supérieure à la température préférentielle moyenne + 1.

ANNEXES



Série temporelle de température de l'eau complète représentative du site du Blayais de 1993 à 2023. Les points bleus représentent les données issues du site du Blayais, les points verts représentent les données issues du site de Paillac et les points rouges représentent les données issues des méthodes de replacements. Minimum : 2,5°C (Février 2000). Maximum : 30°C (Août 2020).

ANNEXES

Author	Year	Location	ID_Estuary	Area (km ²)	Pstart	Pend	Ntot	Fmin (N/year)	Fmean (N/year)	Fmax (N/year)	Dmin (days)	Dmean (days)	Dmax (days)	Imean (°C)	Imax (°C)	Icum (°C*days)
Magel	2022	United States	Willapa Bay	340,00	2006	2019	9,00	1	0,64	6,00	NA	NA	NA	NA	NA	81,03
Magel	2022	United States	Netarts Bay	9,61	2006	2019	9,00	1	0,64	4,00	NA	NA	NA	NA	NA	88,86
Magel	2022	United States	Yaquina Bay	17,00	2006	2019	10,00	1	0,71	3,00	NA	NA	NA	NA	NA	114,03
Magel	2022	United States	Coos Bay	43,00	2006	2019	15,00	1	1,07	6,00	NA	NA	NA	NA	NA	57,72
Tassone	2022	United States	Wells	NA	1996	2019	48,00	NA	2,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tassone	2022	United States	Great Bay	87,00	1996	2019	45,00	NA	1,88	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tassone	2022	United States	Hudson River	NA	1996	2019	40,50	NA	1,69	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tassone	2022	United States	Narragansett Bay	500,00	1996	2019	44,00	NA	1,83	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tassone	2022	United States	Delaware	2000,00	1996	2019	58,50	NA	2,44	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tassone	2022	United States	Chesapeake Bay	10000,00	1996	2019	55,00	NA	2,29	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tassone	2022	United States	North Carolina	NA	1996	2019	50,50	NA	2,10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tassone	2022	United States	ACE Basin	NA	1996	2019	62,00	NA	2,58	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tassone	2022	United States	Jobos Bay	NA	1996	2019	56,00	NA	2,33	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tassone	2022	United States	Apalachicola	410,00	1996	2019	60,50	NA	2,52	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tassone	2022	United States	Padilla Bay	NA	1996	2019	63,00	NA	2,63	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tassone	2022	United States	Elkhorn Slough	NA	1996	2019	53,50	NA	2,23	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Mazzini	2022	United States	Chesapeake Bay	10000,00	1986	2020	65,00	NA	2,12	NA	NA	10,73	NA	NA	3,01	70,52
MOYENNE				2340,00	1998	2019	43,80	1,00	1,90	4,75	NA	10,70	NA	NA	3,00	82,40

Bilan des indicateurs (Fréquence, Durée, Intensité moyenne, Intensité maximale, Intensité cumulée) des canicules estuariennes dans la littérature. Les mots-clés utilisés étaient : « Estuary » OR « Estuaries » OR « Estuarine » AND « Heat wave » OR « Heat waves » OR « Heatwave » OR « Heatwaves ». La recherche bibliographique a été réalisée en juin 2024. Le nombre total d'estuaires était de 17 dont 16 estuaires différents et tous localisés aux États-Unis. La surface de l'estuaire de la Gironde est de : 480 km² et proche de la moyenne des estuaires considérés ici si l'on ne considère pas « Chesapeake Bay », qui revient deux fois dans le tableau.

ANNEXES

Résumé de la méthodologie de l'étude de Vinagre et al. (2012). L'étude a démontré que la température de l'eau de l'estuaire pendant les canicules (28°C) a entraîné une mortalité plus élevée, un arrêt de la croissance, une condition plus faible et une forte augmentation du métabolisme, ce qui indique que cette espèce subit probablement un certain degré de stress thermique à 28°C et que des canicules plus fréquentes et plus longues ne seront pas favorables à ses juvéniles du groupe 0.

