

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](#)



INRAE

EDF



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 Cedex, Nouvelle-Aquitaine, France

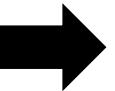
² EDF R&D, Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement, 78401 Chatou Cedex, Île-de-France, France

Colloque scientifique - Association Française d'Halieutique (AFH)

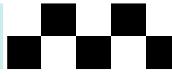
Du 26 au 28 Juin 2024 à Sète (Occitanie, France)

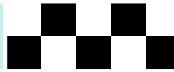


1. *Changement climatique & canicules marines*



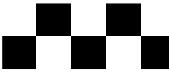
**CHANGEMENT
CLIMATIQUE**





1. *Changement climatique & canicules marines*

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



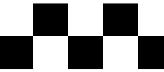
1. *Changement climatique & canicules marines*

→ CHANGEMENT CLIMATIQUE →

↑ d'évènements extrêmes [1]

Sécheresses, Inondations, Cyclones, ..., Canicules

atmosphériques
marines



1. Changement climatique & canicules marines

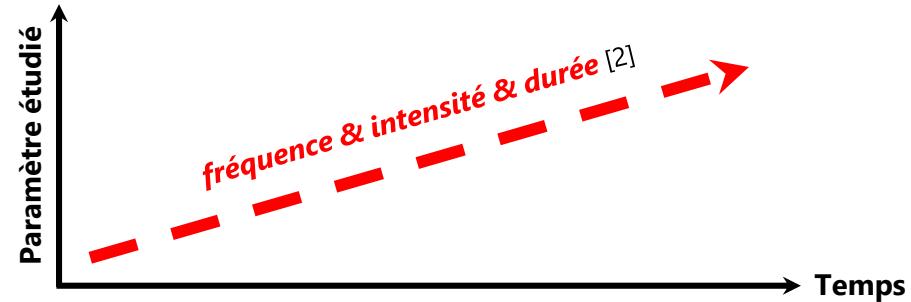
→ CHANGEMENT CLIMATIQUE →

↑ d'évènements extrêmes [1]

Sécheresses, Inondations, Cyclones, ..., **Canicules**

atmosphériques

marines





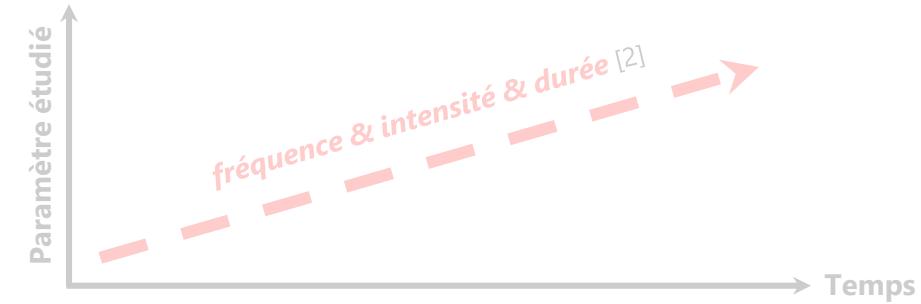
1. Changement climatique & canicules marines

→ CHANGEMENT CLIMATIQUE →

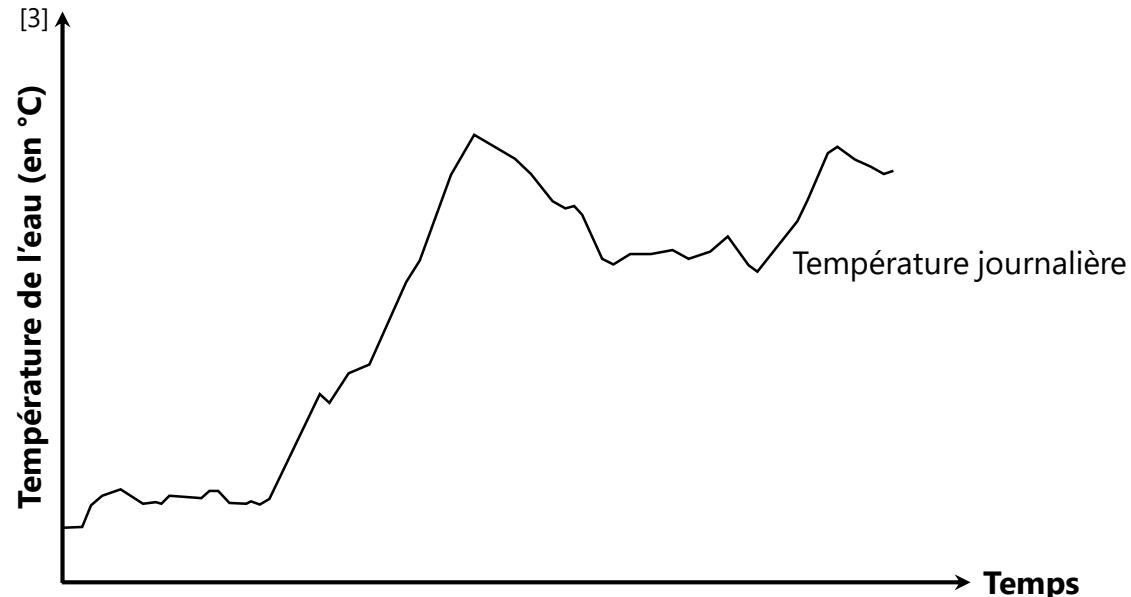
↑ d'évènements extrêmes [1]

Sécheresses, Inondations, Cyclones, ..., Canicules

atmosphériques
→ marines



2. Canicules marines - Définition





1. Changement climatique & canicules marines

→ CHANGEMENT CLIMATIQUE →

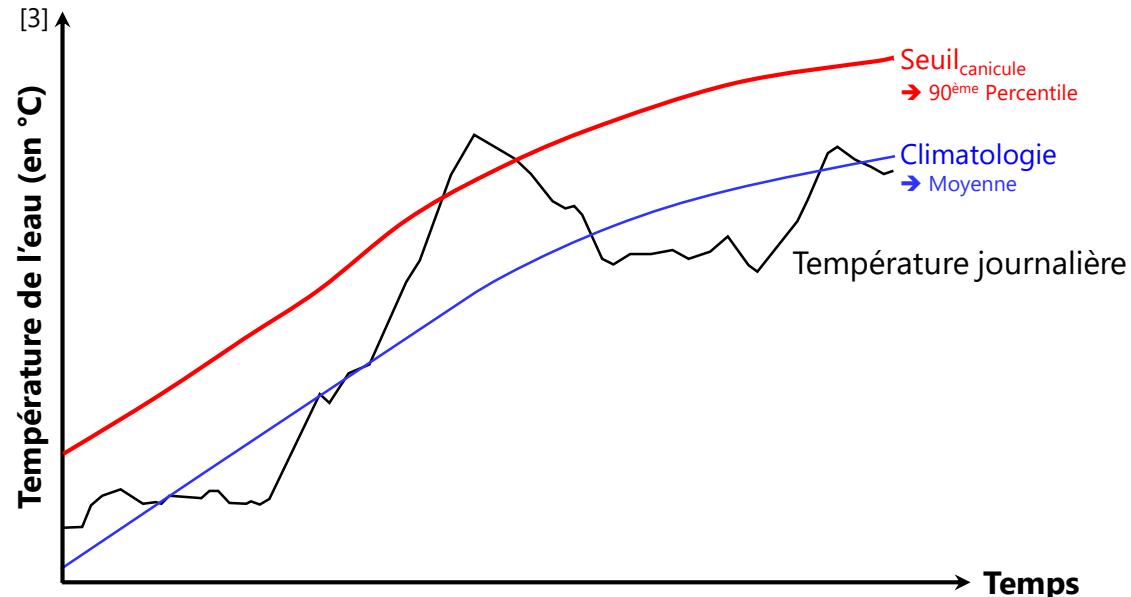
↑ d'évènements extrêmes [1]

Sécheresses, Inondations, Cyclones, ...

Canicules
atmosphériques
marines



2. Canicules marines - Définition





1. Changement climatique & canicules marines

CHANGEMENT CLIMATIQUE

↑ d'évènements extrêmes [1]

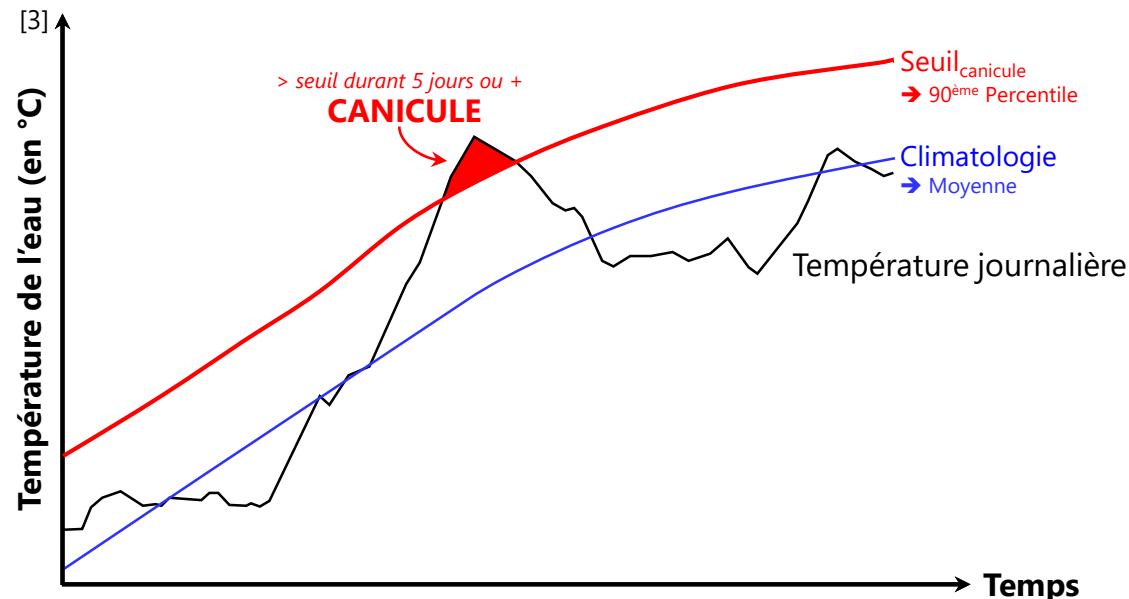
Sécheresses, Inondations, Cyclones, ..., Canicules

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."





1. Changement climatique & canicules marines

CHANGEMENT CLIMATIQUE

↑ d'évènements extrêmes [1]

Sécheresses, Inondations, Cyclones, ..., Canicules

atmosphériques
Canicules
marines

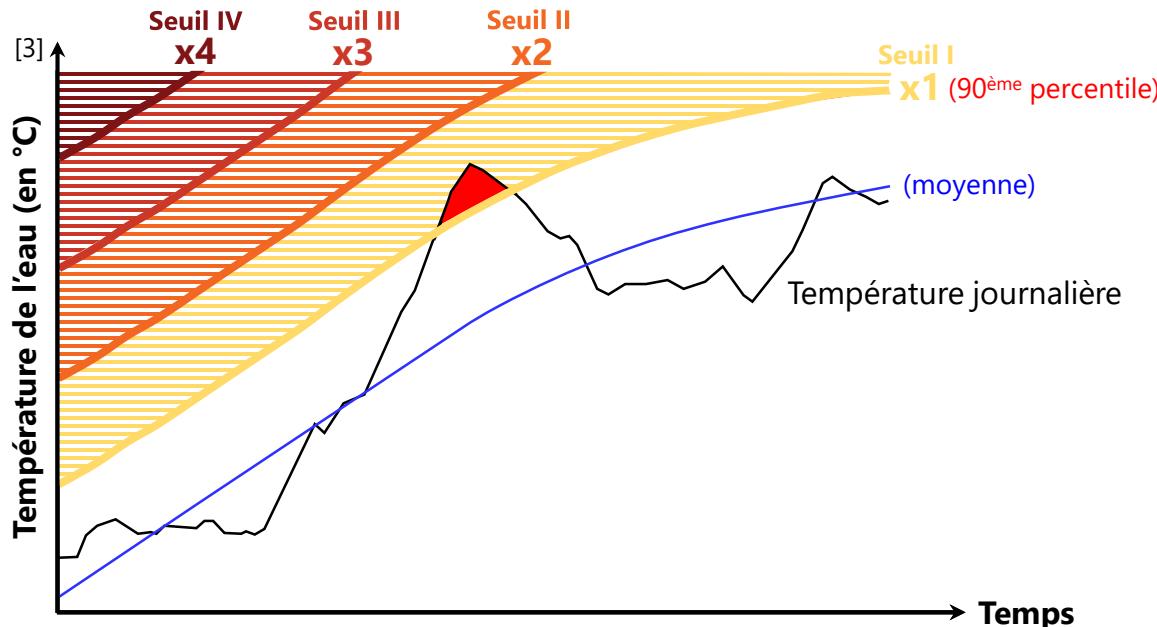


2. Canicules marines - Définition

"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.**





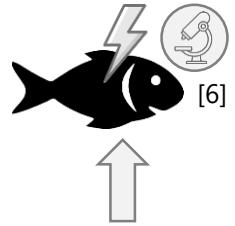
3. *Canicules marines & canicules estuariennes*

Recherche dans le domaine des « marine heatwaves » :

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



3. *Canicules marines & canicules estuariennes*



[6]

Recherche dans le domaine des « marine heatwaves » :

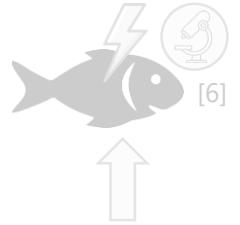
“Oceanic & Coastal heatwaves” ➤ **“Estuarine heatwaves”** [5] ➤ *Encore moins de connaissances sur leurs effets écologiques*



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 ichtyologique de l'estuaire de la Gironde

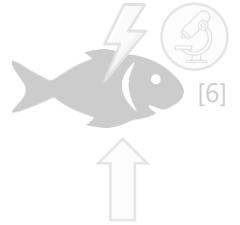




3. Canicules marines & canicules estuariennes

Recherche dans le domaine des « marine heatwaves » :

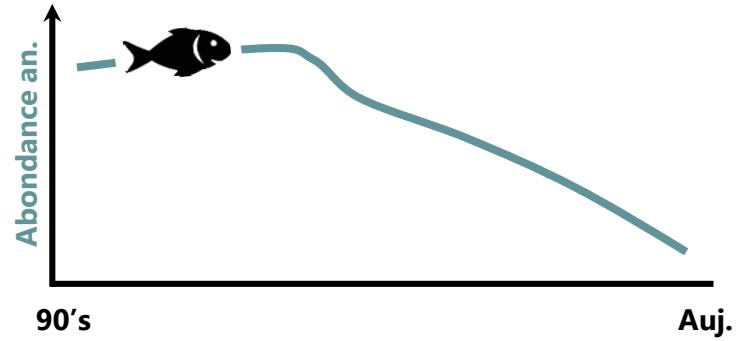
“Oceanic & Coastal heatwaves” ➤ “Estuarine heatwaves” [5] ➤ Encore moins de connaissances sur leurs effets écologiques



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



- ↓ **Abondance** de la communauté de poissons

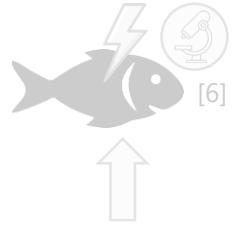




3. Canicules marines & canicules estuariennes

Recherche dans le domaine des « marine heatwaves » :

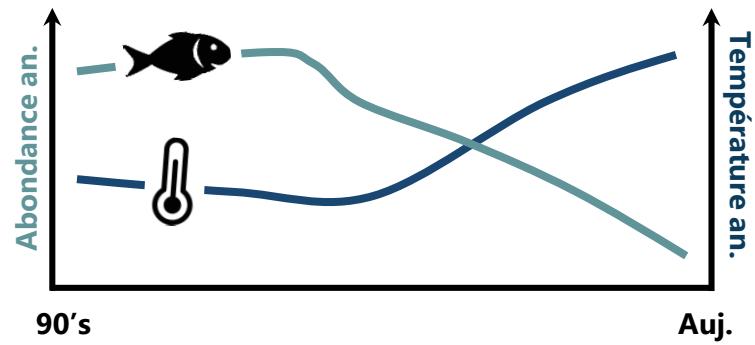
“Oceanic & Coastal heatwaves” ➤ “Estuarine heatwaves” [5] ➤ Encore moins de connaissances sur leurs effets écologiques



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

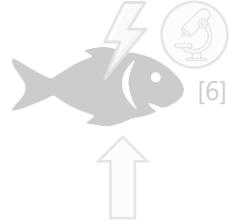


- ↓ **Abondance** de la communauté de poissons
- ↑ **Température** de l'eau





3. Canicules marines & canicules estuariennes



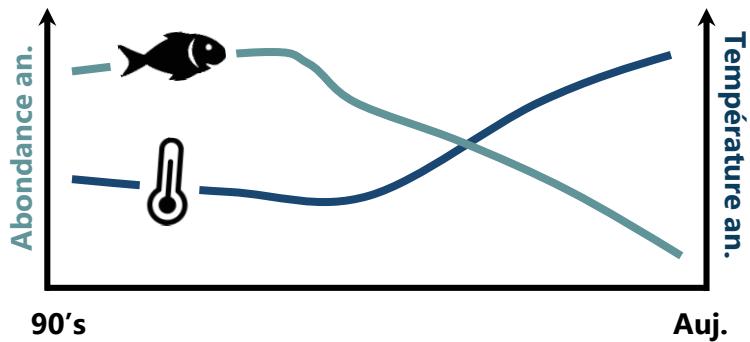
Recherche dans le domaine des « marine heatwaves » :

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

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



- ↓ Abondance de la communauté de poissons
- ↑ 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 ?

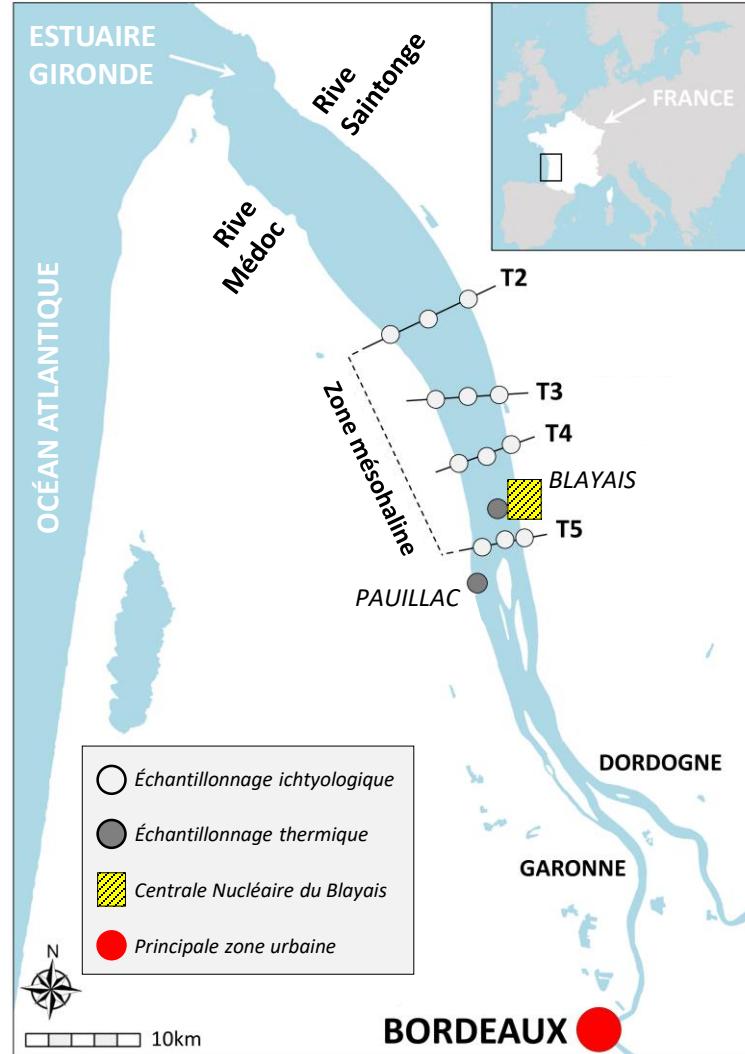


1. Zone d'étude & échantillonnage ichtyologique



Échantillonnage « TRANSECT » [7]

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





1. Zone d'étude & échantillonnage ichtyologique

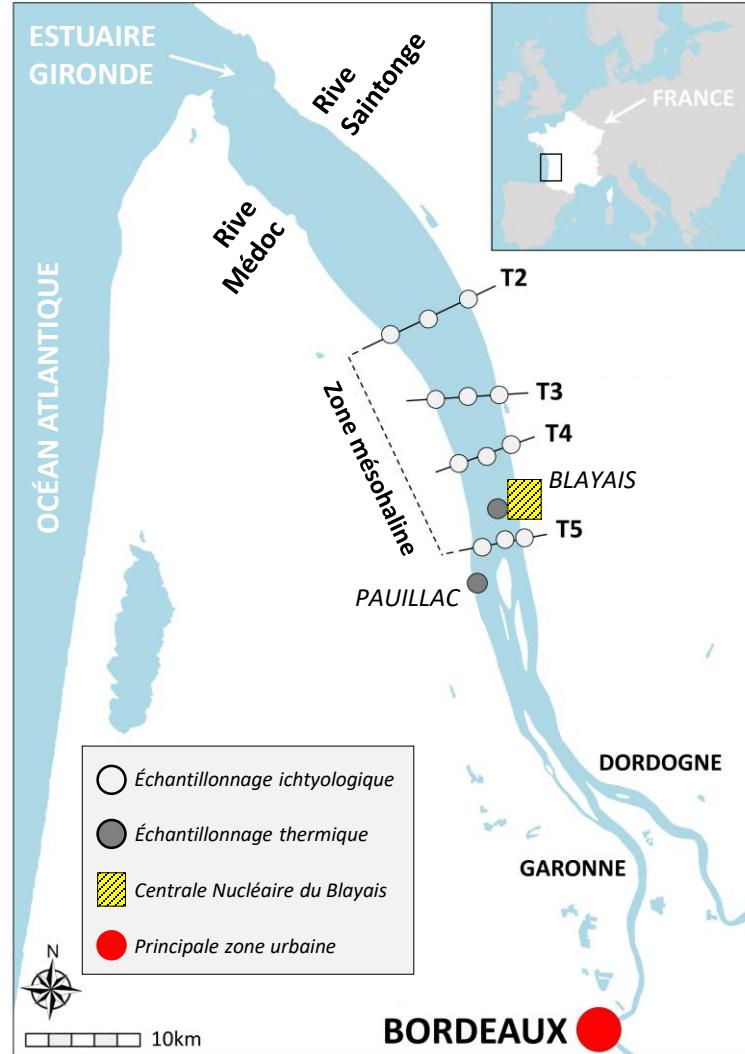
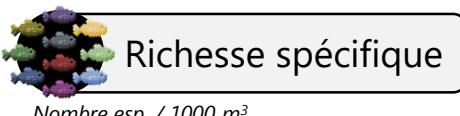


Échantillonnage « TRANSECT » [7]

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



n = 59 espèces





1. Zone d'étude & échantillonnage ichtyologique

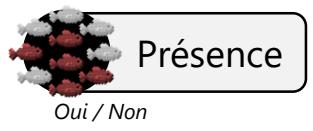
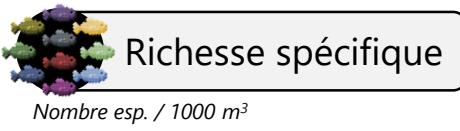


Échantillonnage « TRANSECT » [7]

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

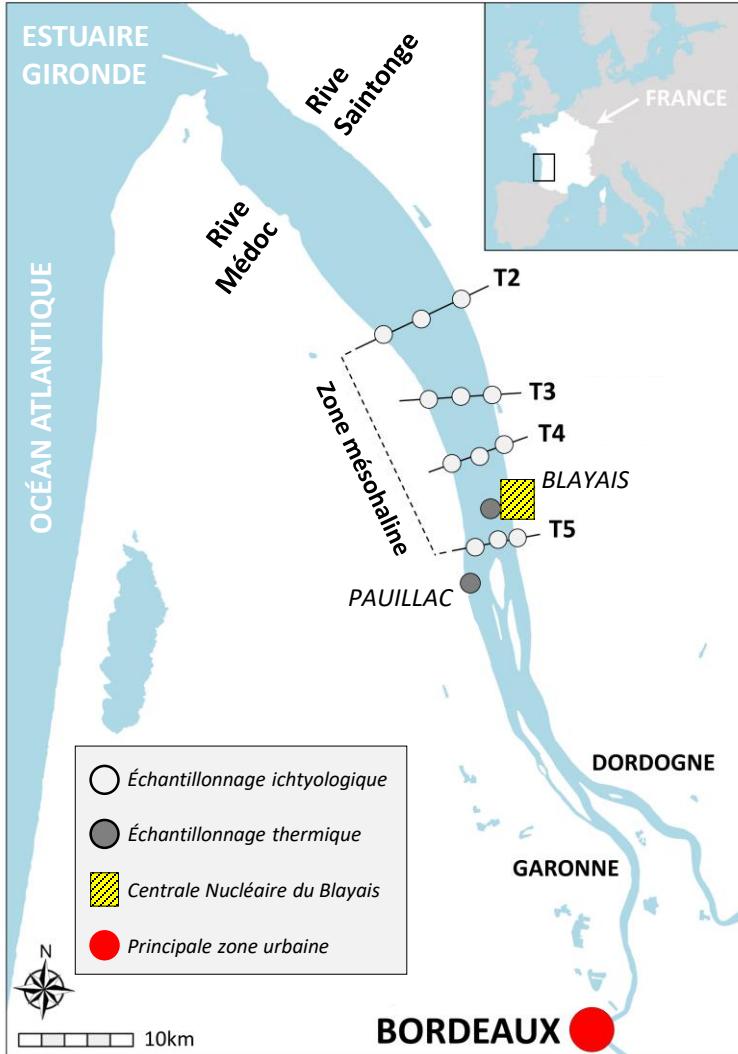
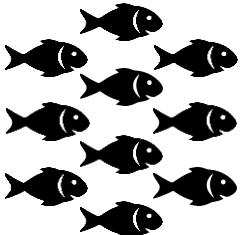


n = 59 espèces



→ Quatre manières de regrouper les espèces :

Communauté de poissons





1. Zone d'étude & échantillonnage ichtyologique

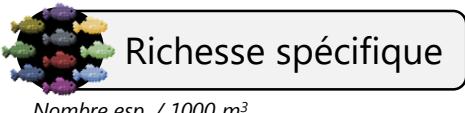


Échantillonnage « TRANSECT » [7]

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



n = 59 espèces



Nombre esp. / 1000 m³



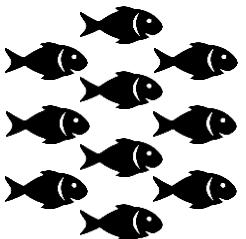
Nombre indiv. / 1000 m³



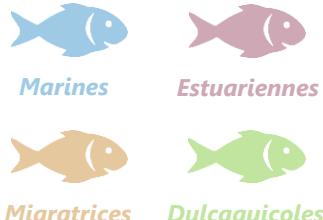
Oui / Non

→ Quatre manières de regrouper les espèces :

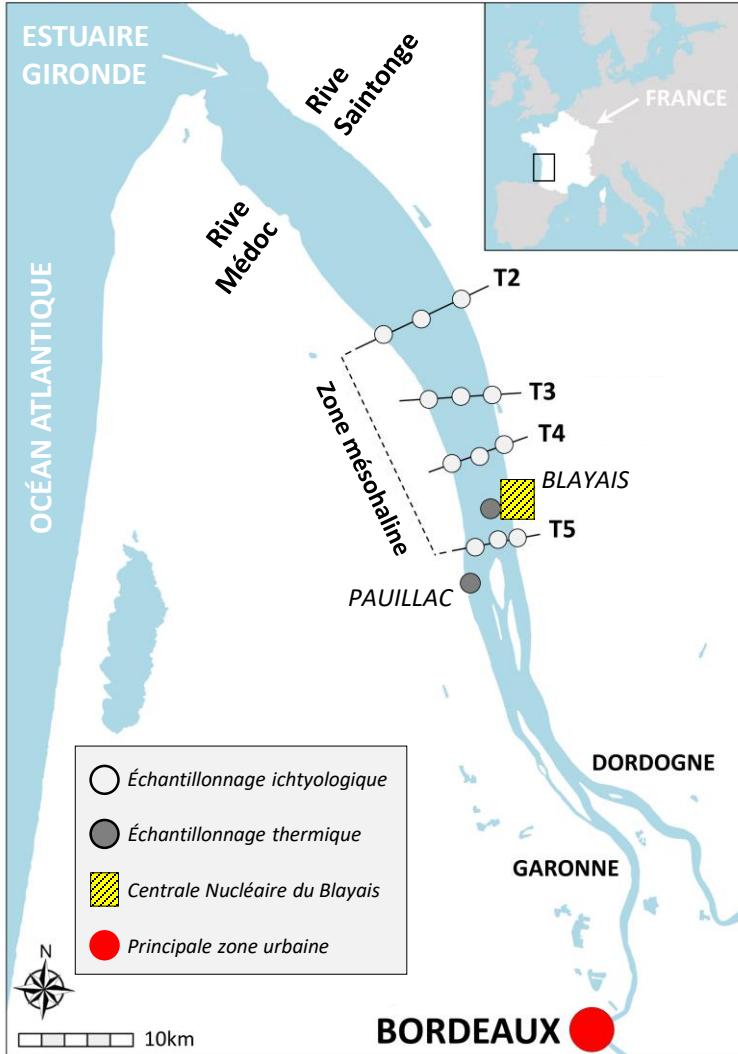
Communauté de poissons



Guildes écologiques [8]



Marines Estuariennes
Migratrices Dulçaquicoles





1. Zone d'étude & échantillonnage ichtyologique

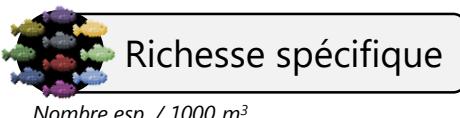


Échantillonnage « TRANSECT » [7]

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



n = 59 espèces



Richesse spécifique

Nombre esp. / 1000 m³



Abondance

Nombre indiv. / 1000 m³

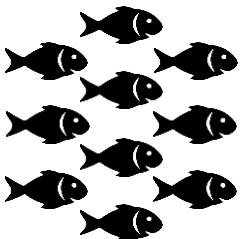


Présence

Oui / Non

→ Quatre manières de regrouper les espèces :

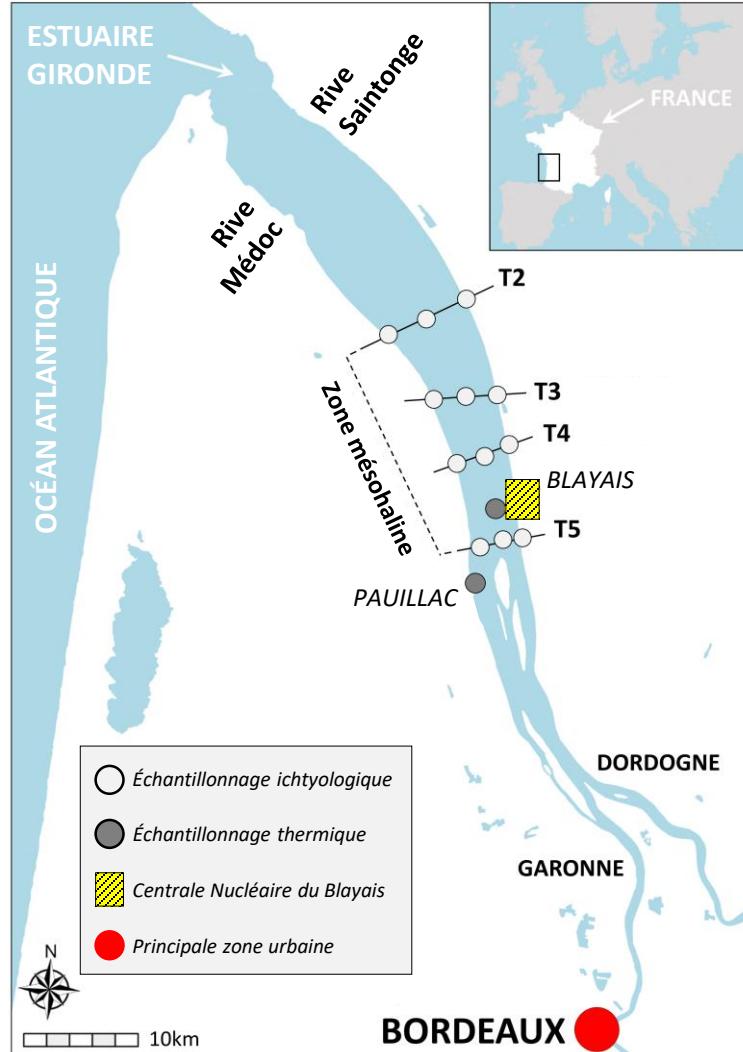
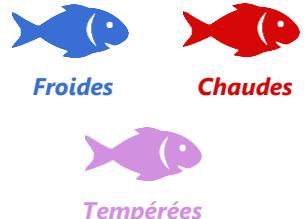
Communauté de poissons



Guildes écologiques [8]



Guildes thermiques [9]





1. Zone d'étude & échantillonnage ichtyologique

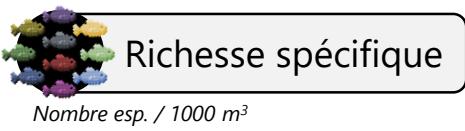


Échantillonnage « TRANSECT » [7]

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

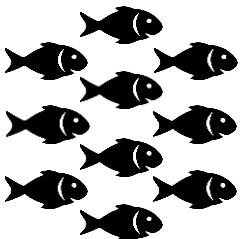


n = 59 espèces



Quatre manières de regrouper les espèces :

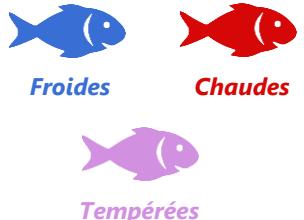
Communauté de poissons



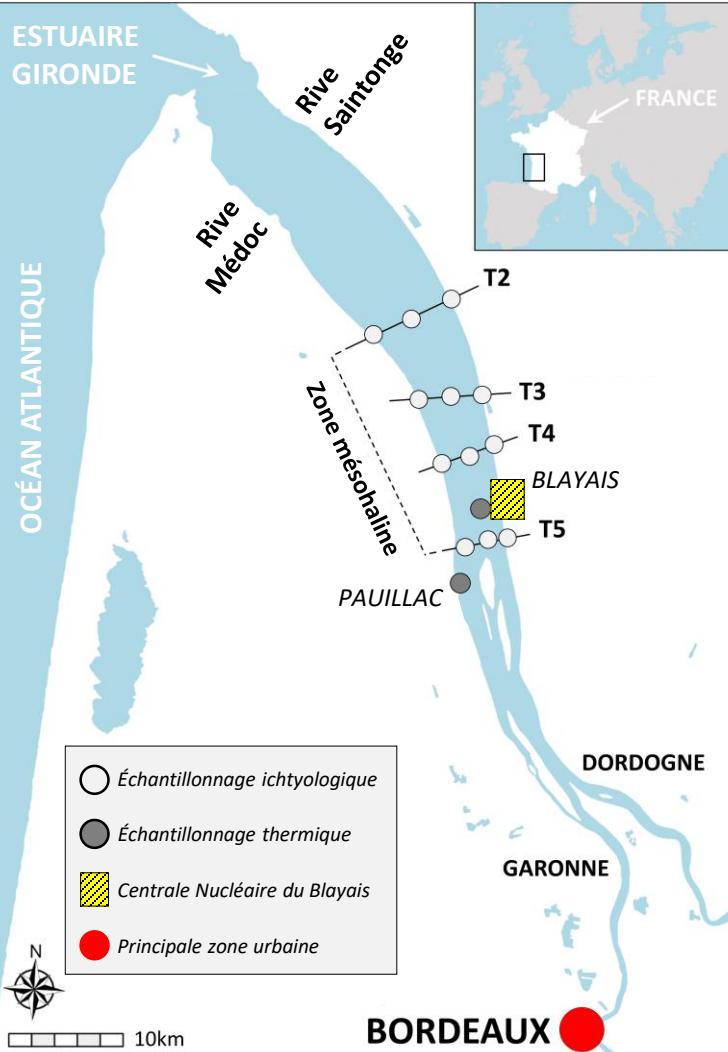
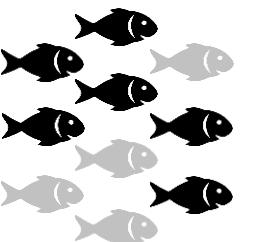
Guildes écologiques [8]



Guildes thermiques [9]



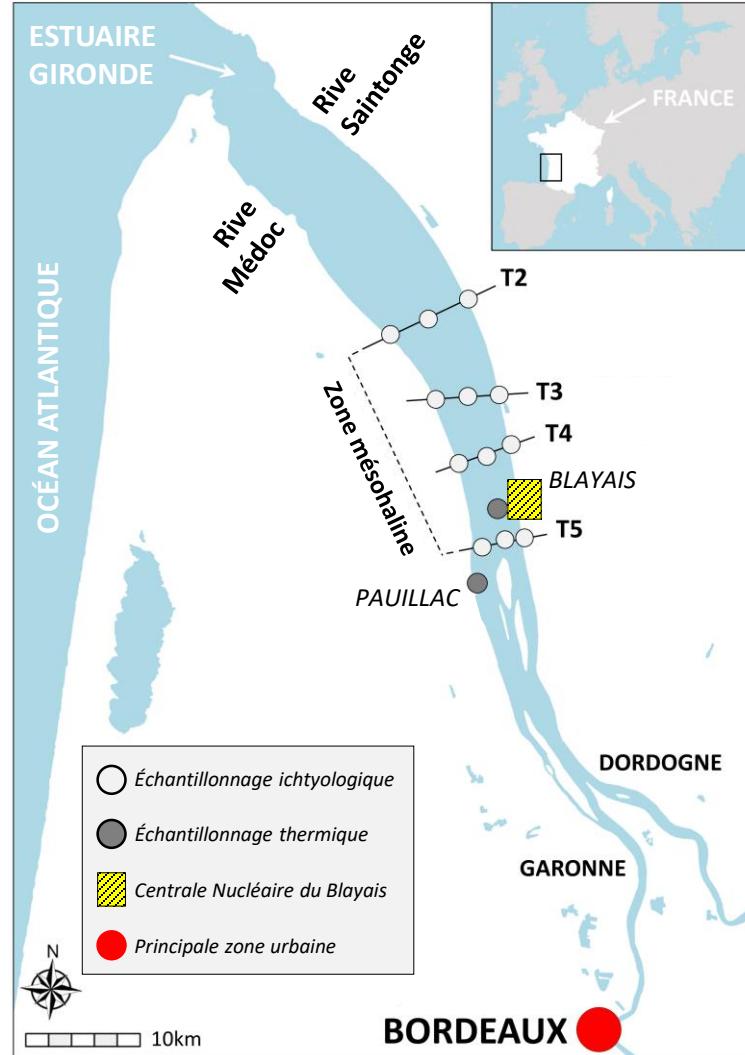
Min. 90% de l'abondance annuelle Espèces structurantes





2. Échantillonnage thermique et identification des canicules

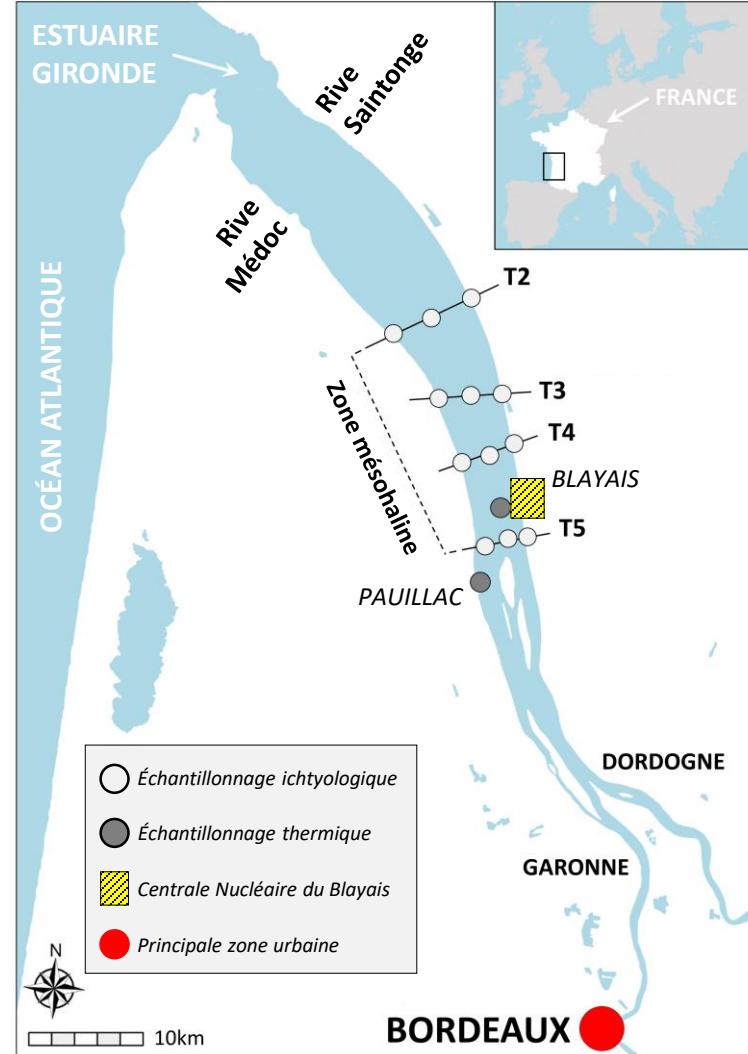
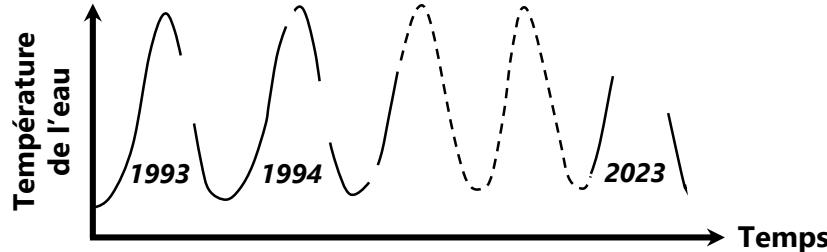
- Température de l'eau au site du BLAYAIS** [10]
(récupération des données journalières ● sur la période : 1993-2023)





2. Échantillonnage thermique et identification des canicules

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



2. Échantillonnage thermique et identification des canicules

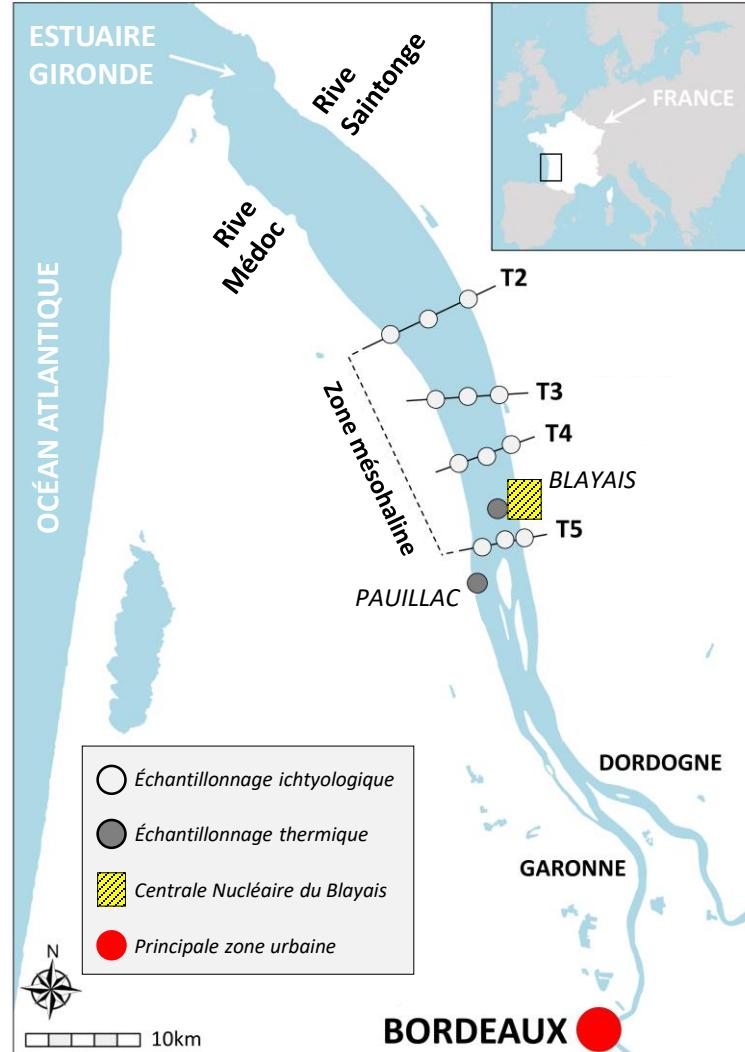
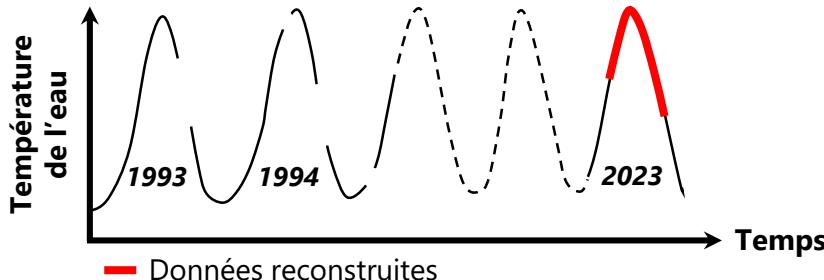
- Température de l'eau au site du **BLAYAIS** [10] (récupération des données journalières sur la période : 1993-2023) ➤ MAIS trous existants

- Combler les trous existants :

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

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

+ "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] (récupération des données journalières sur la période : 1993-2023) ➤ **MAIS trous existants**

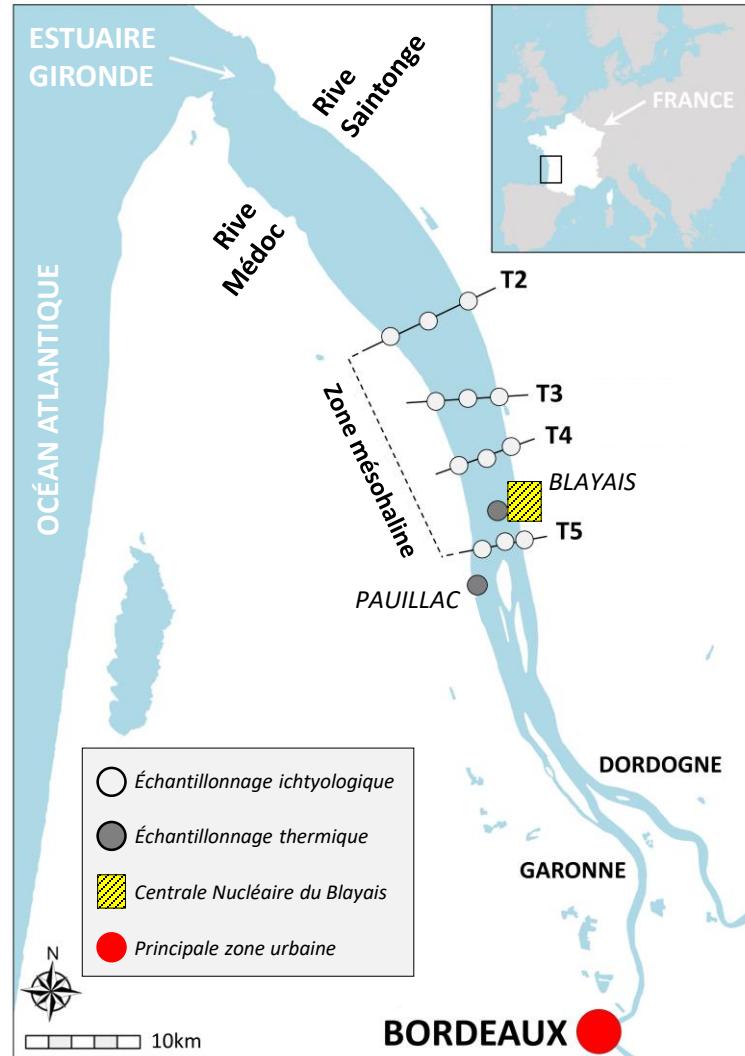
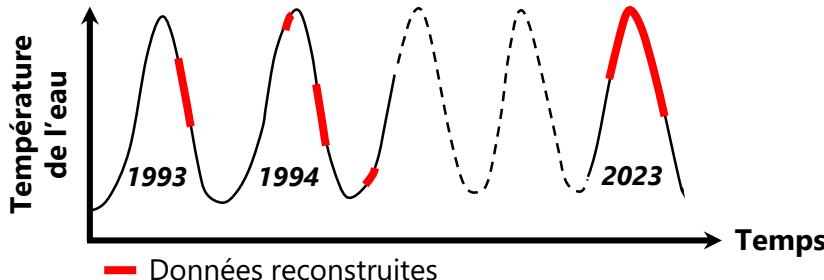
- Combler les trous existants :

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

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

+ "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] (récupération des données journalières sur la période : 1993-2023) ➤ **MAIS trous existants**

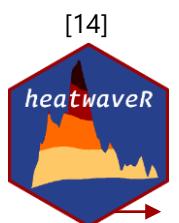
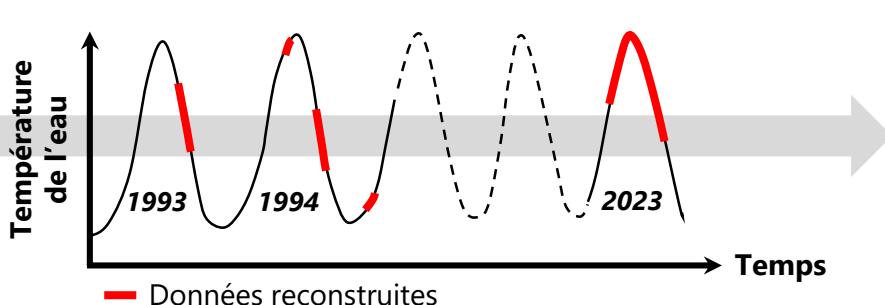
- Combler les trous existants :

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

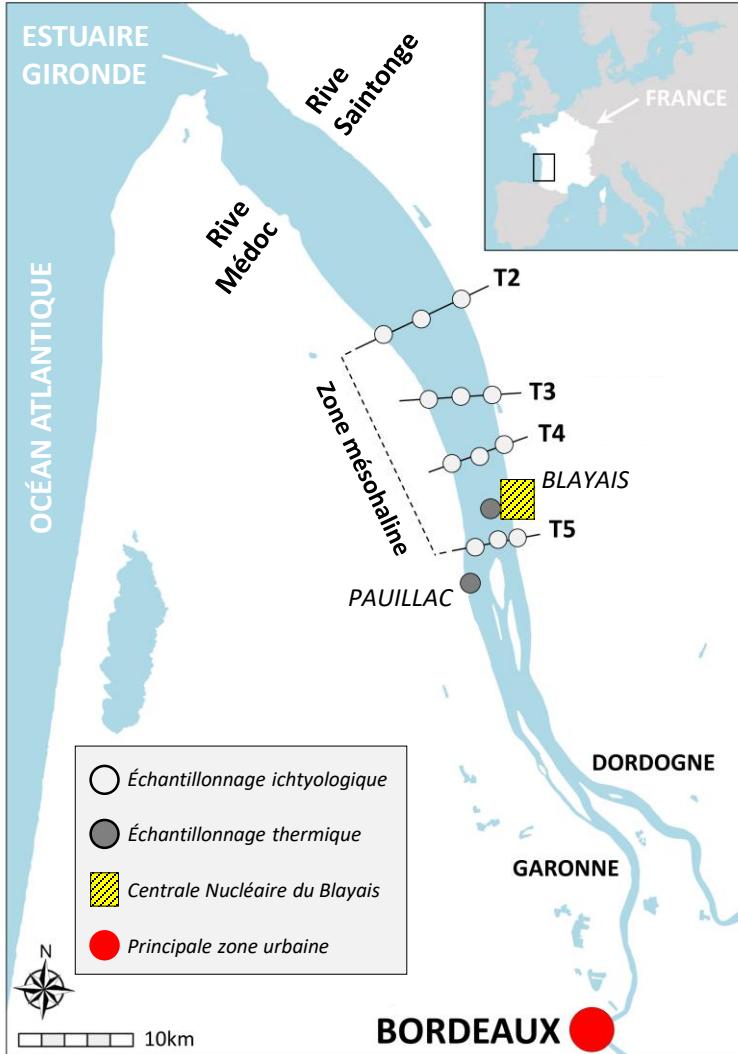
Modèle utilisé $\log(T^{\circ}_{\text{BLAYAIS}}) = \log(T^{\circ}_{\text{PAUILLAC}}) + \text{random(année)} + \text{random(année-mois)} + \text{COR}$

+ "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]

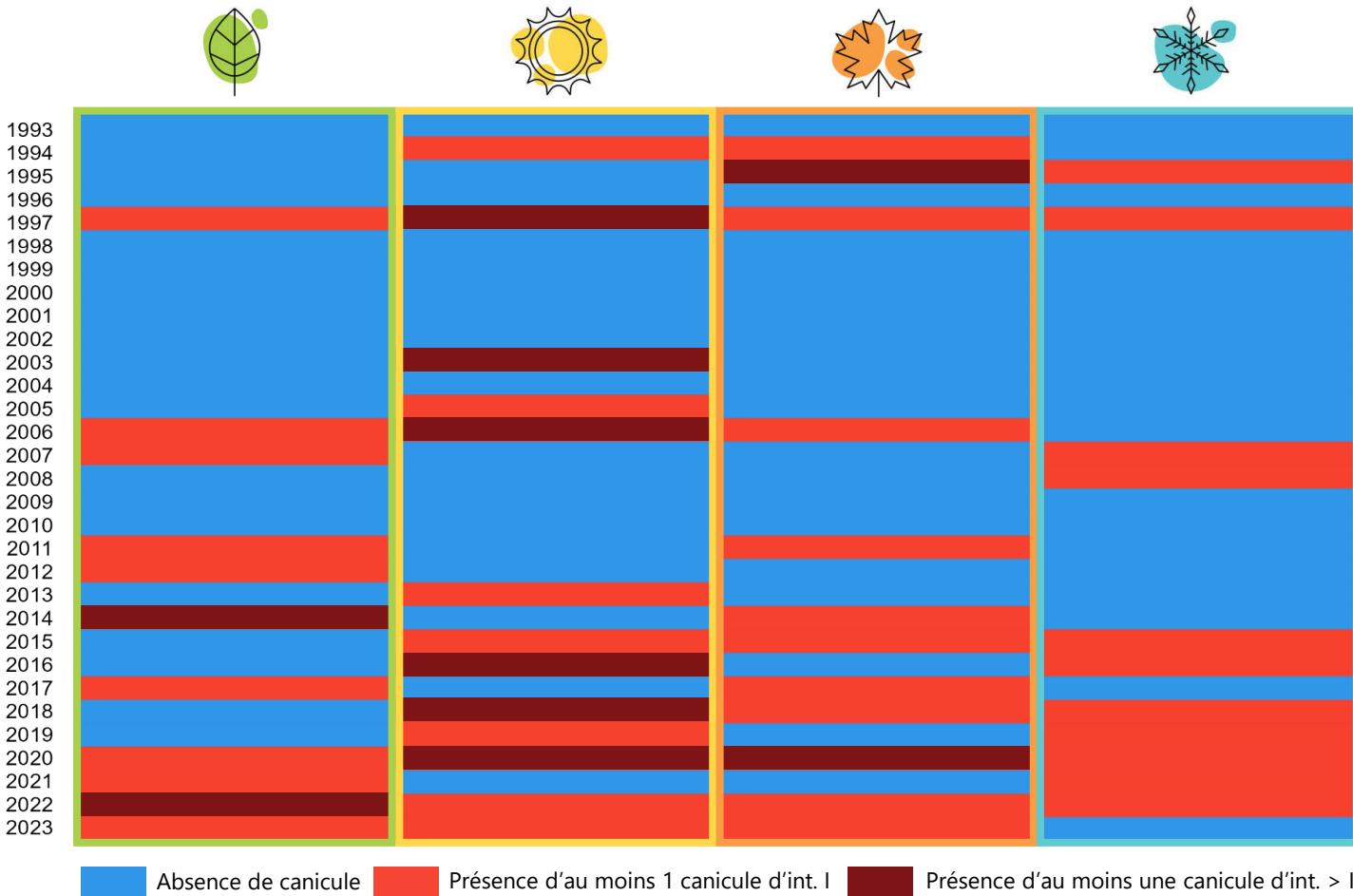


Intensité max.

4,7°C (2,2-7,2)

vs ~3°C [15]

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



INTRODUCTION

MAT. & MÉTHODES

RESULTATS & DISC.

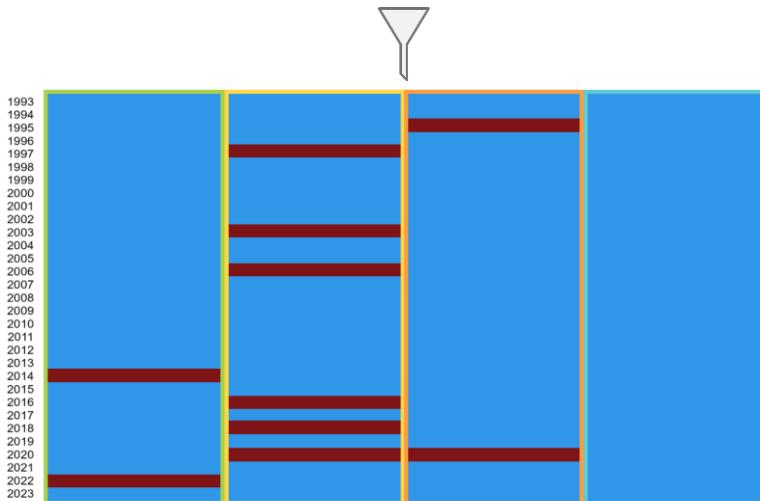
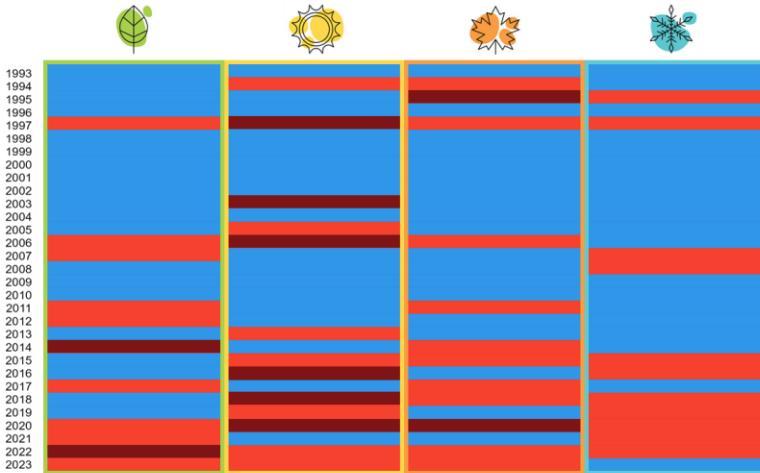
CONCLUSION



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence



INTRODUCTION

MAT. & MÉTHODES

RESULTATS & DISC.

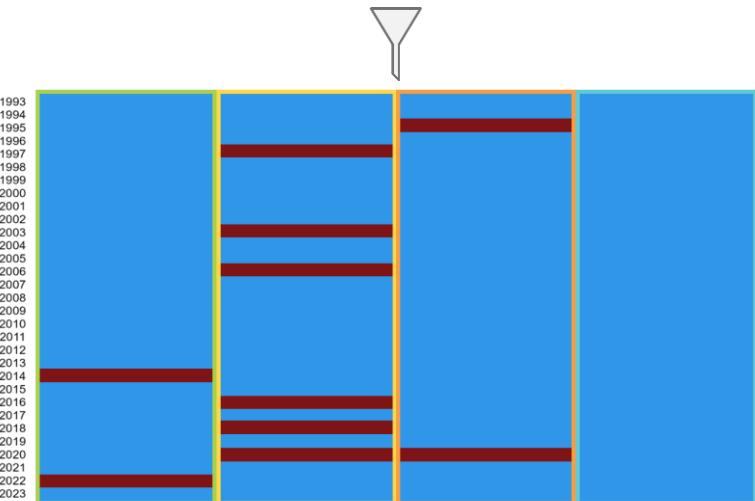
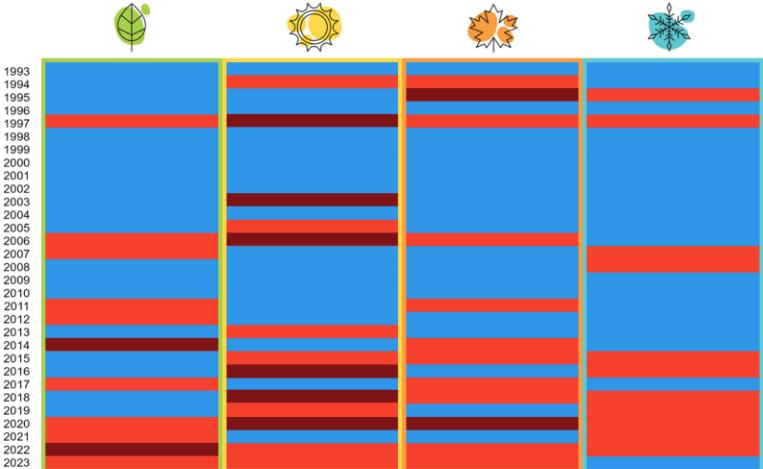
CONCLUSION



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence



1999
1993
2002
2009

2014
2020
1997
2003

Années non intensément caniculaires

Années intensément caniculaires

INTRODUCTION

MAT. & MÉTHODES

RESULTATS & DISC.

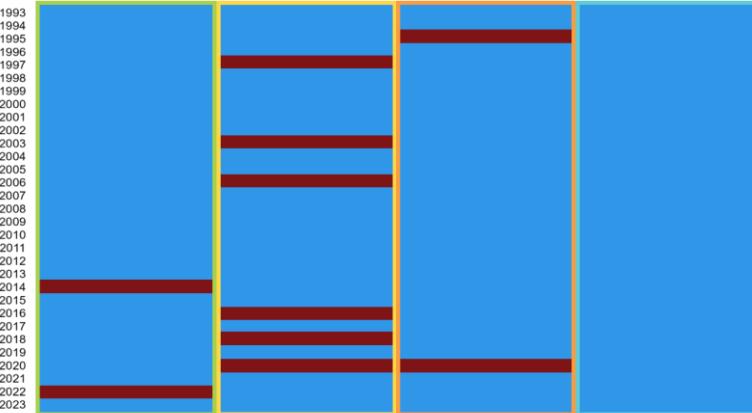
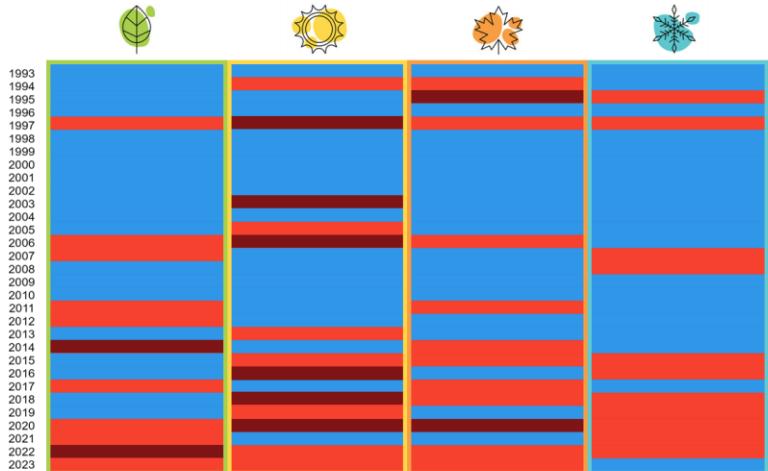
CONCLUSION



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence



1999
2002
2009
1993

2014
2003
1997
2020

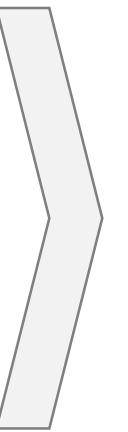
Années non intensément caniculaires

Années intensément caniculaires

Abondance annuelle Communauté

? Test de Mann-Whitney

Richesse Spécifique annuelle Communauté





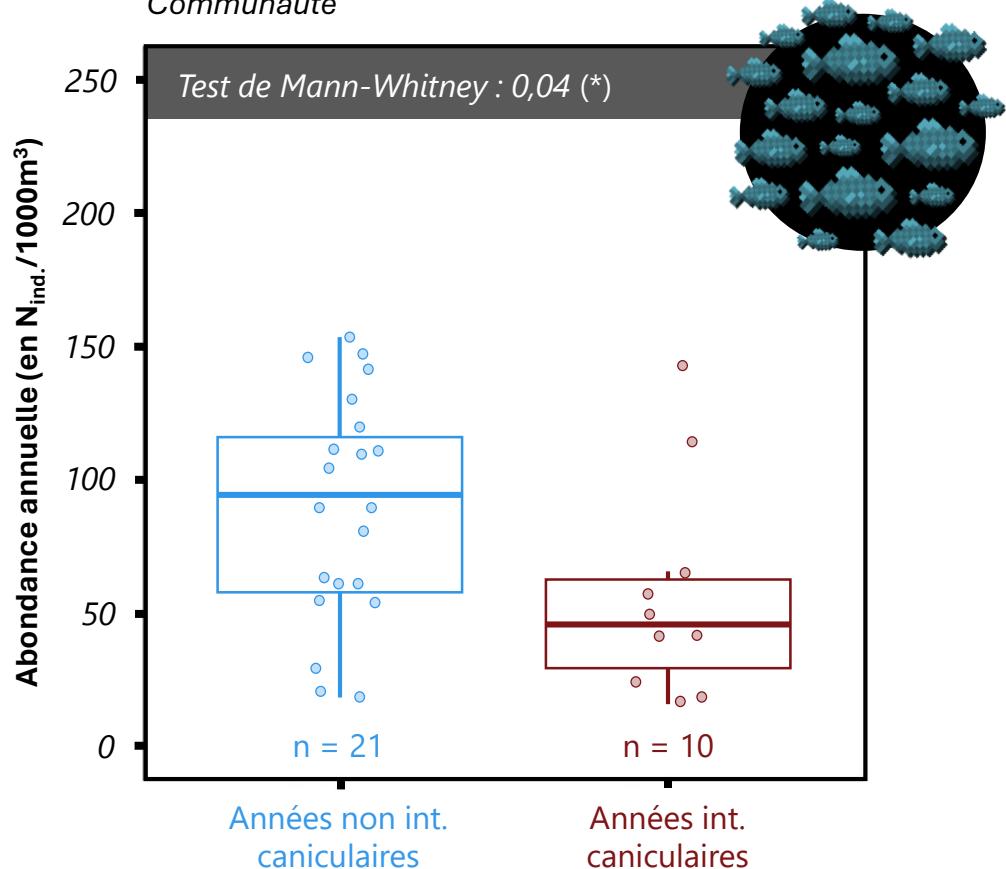
1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

Abondance annuelle

Communauté





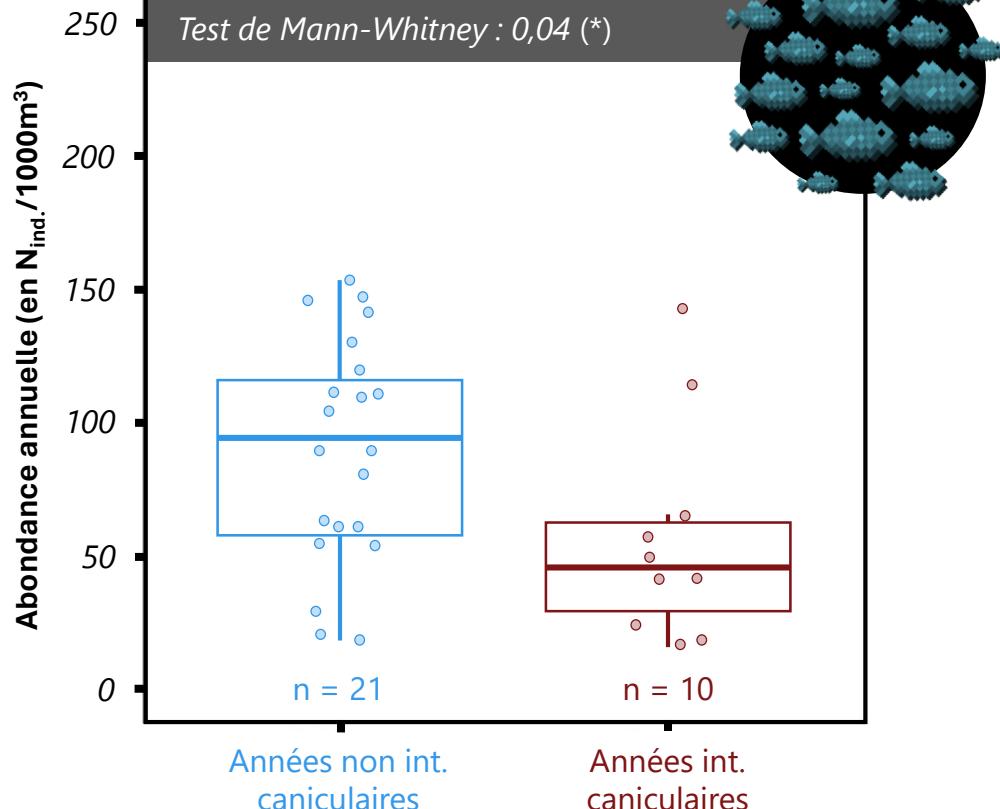
1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

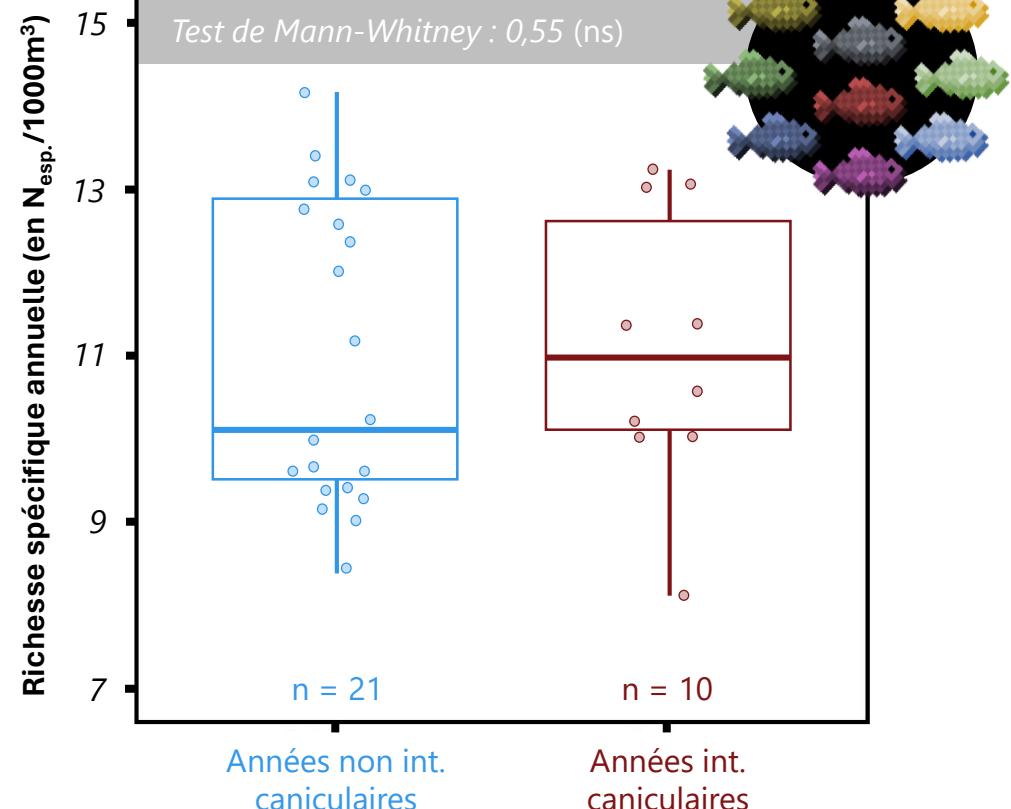
Abondance annuelle

Communauté



Richesse spécifique annuelle

Communauté



INTRODUCTION

MAT. & MÉTHODES

RESULTATS & DISC.

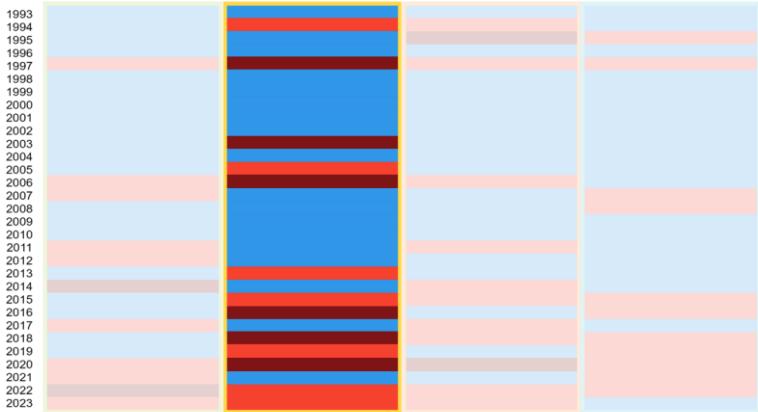
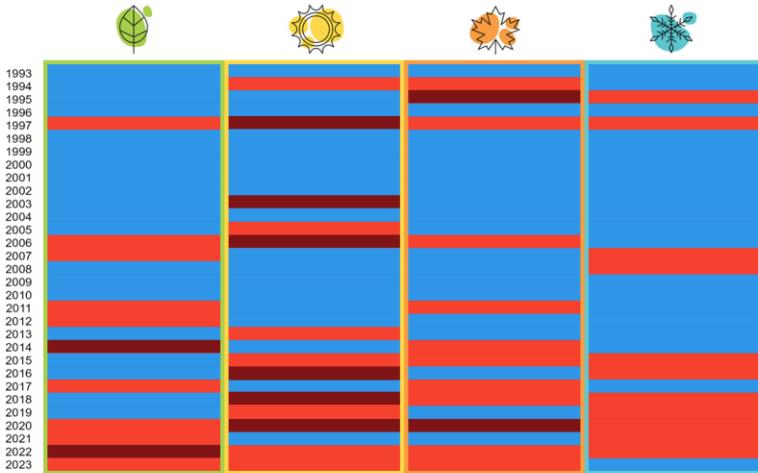
CONCLUSION



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence



INTRODUCTION

MAT. & MÉTHODES

RESULTATS & DISC.

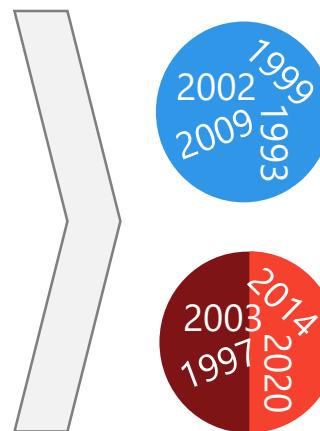
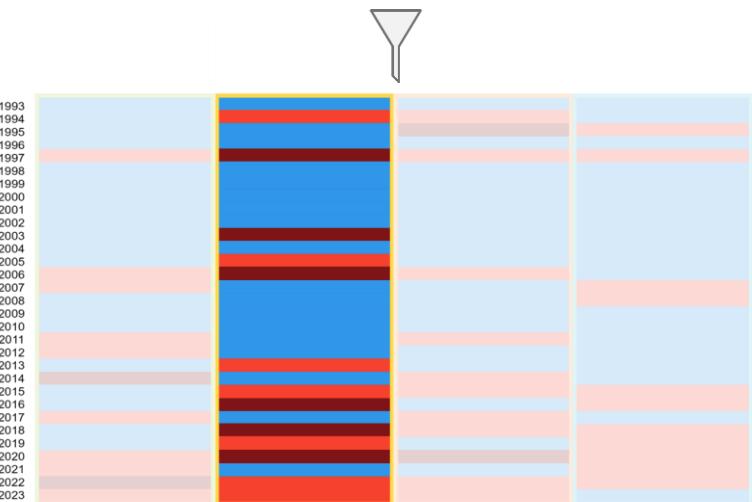
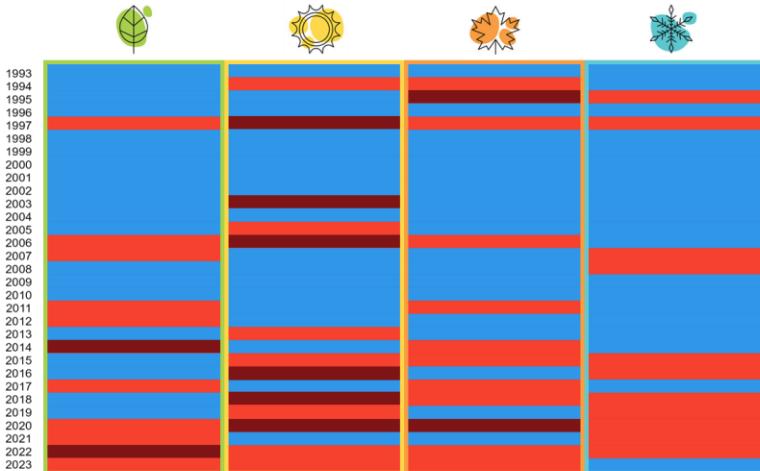
CONCLUSION



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence



Étés
non caniculaires

Étés
caniculaires

INTRODUCTION

MAT. & MÉTHODES

RESULTATS & DISC.

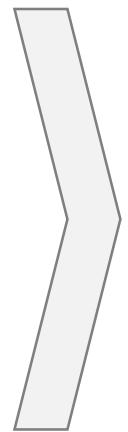
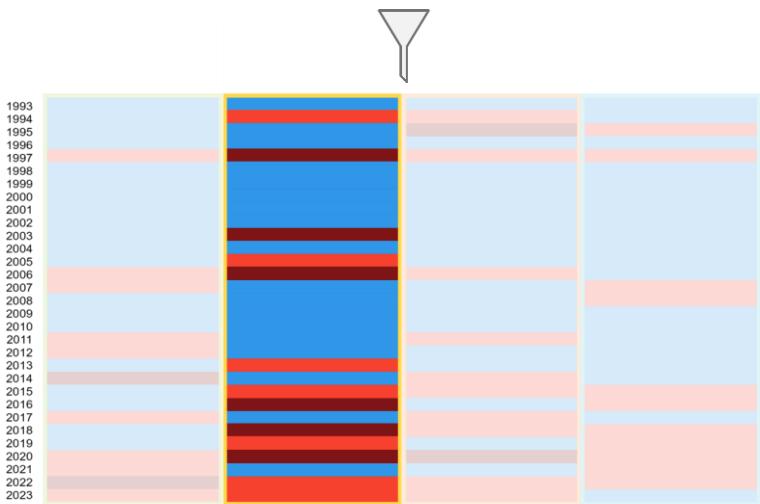
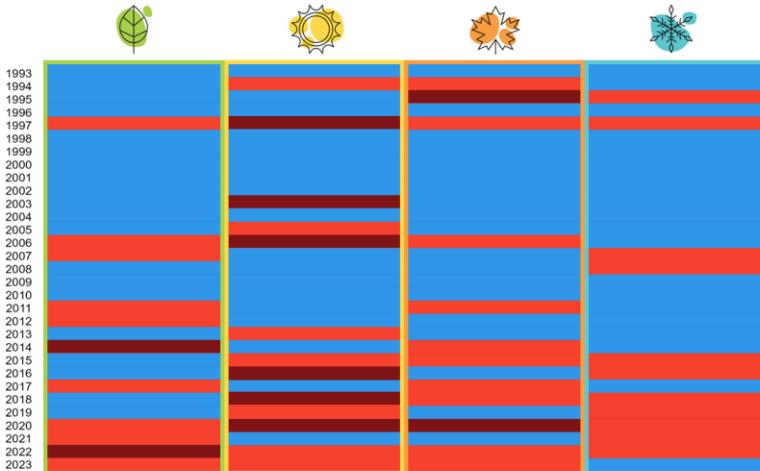
CONCLUSION



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence



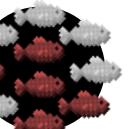
2002
2009
1993
1999

2003
1991
2014
2020

Etés
non caniculaires

Etés
caniculaires

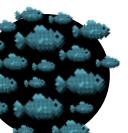
GLM*
Présence
estivale



Guildes écologiques, Guildes thermiques, Espèces structurantes

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

GLM*
Abondance
estivale



Guildes écologiques, Guildes thermiques, Espèces structurantes

*GLM = Modèle Linéaire Généralisé

INTRODUCTION

MAT. & MÉTHODES

RESULTATS & DISC.

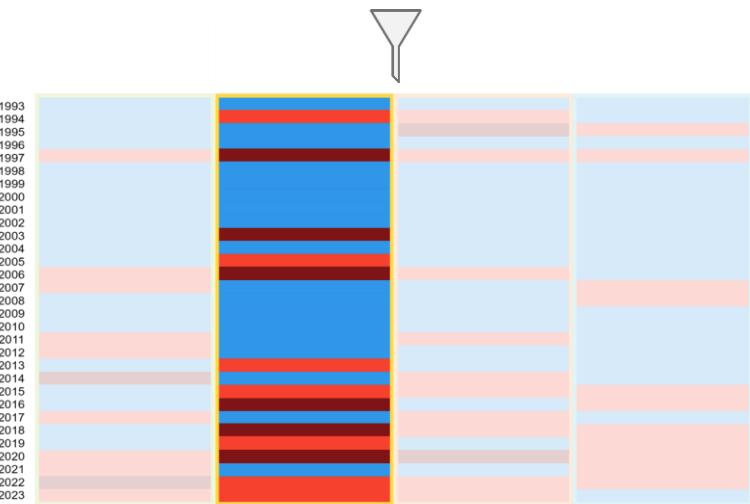
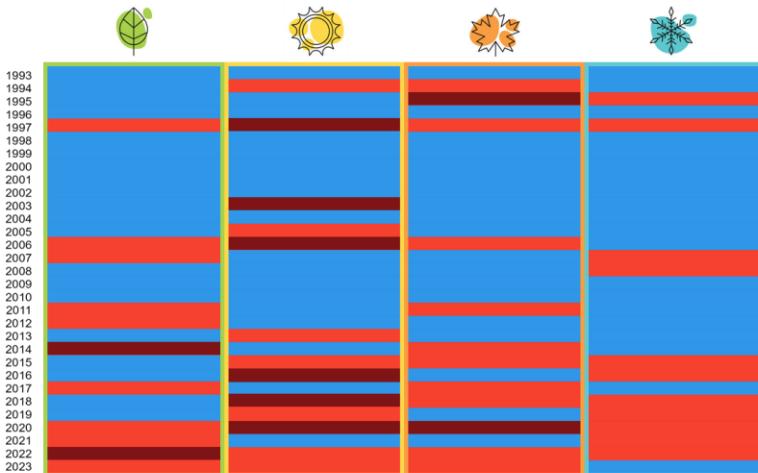
CONCLUSION



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

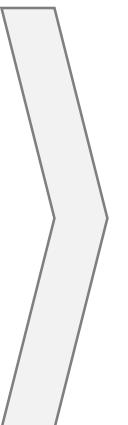
2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence



1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023

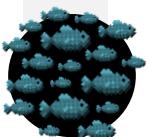
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023



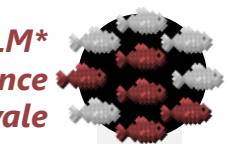
Étés
non caniculaires

Étés
caniculaires

GLM*
Abondance
estivale



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



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 = Modèle Linéaire Généralisé

INTRODUCTION

MAT. & MÉTHODES

RESULTATS & DISC.

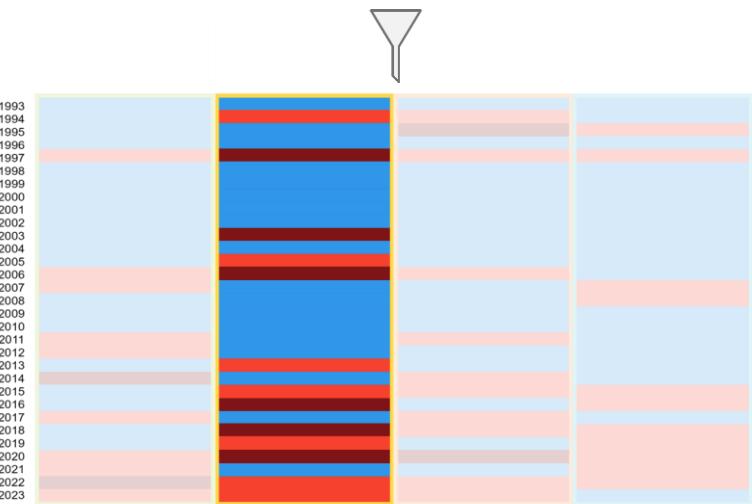
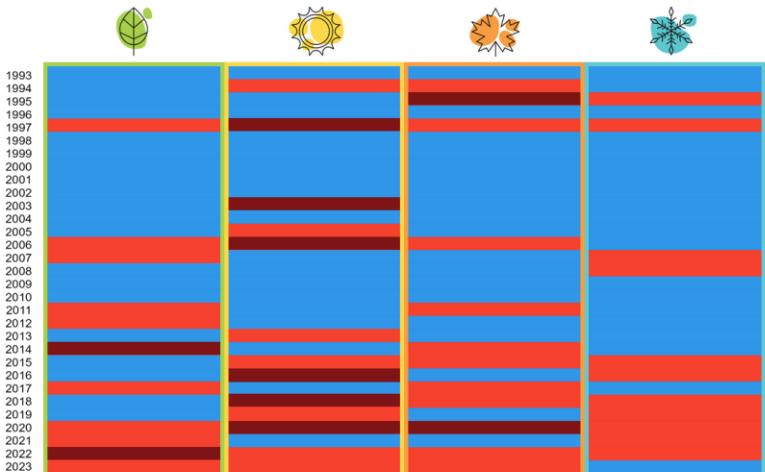
CONCLUSION



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence



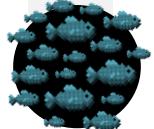
2002 1999
1993 2009

2003 2014
1991 2020

Etés non caniculaires

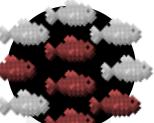
Etés caniculaires

GLM*
Abondance
estivale



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

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 = Modèle Linéaire Généralisé

INTRODUCTION

MAT. & MÉTHODES

RESULTATS & DISC.

CONCLUSION



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

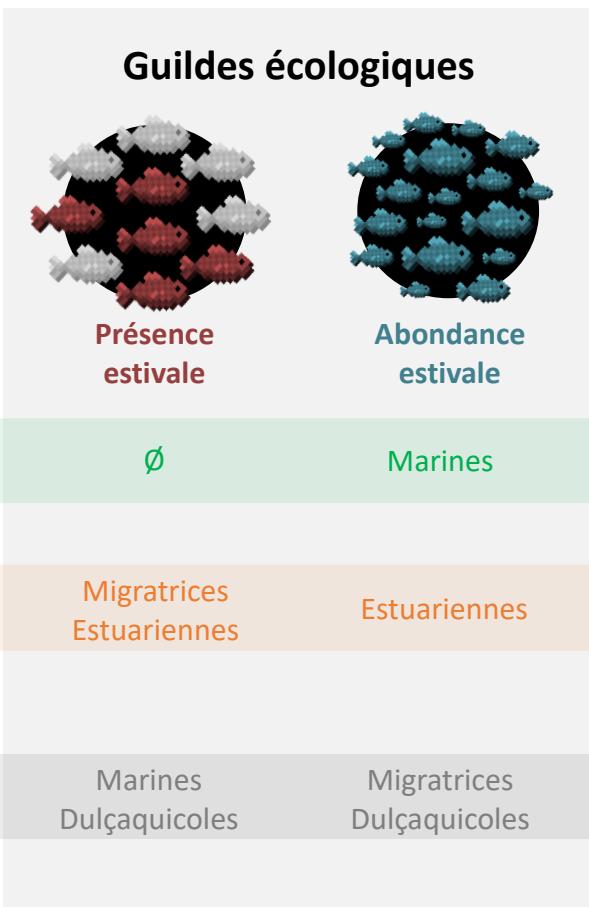
3. Effets canicules estivales – abondance & présence



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



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



INTRODUCTION

MAT. & MÉTHODES

RESULTATS & DISC.

CONCLUSION



1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

3. Effets canicules estivales – abondance & présence

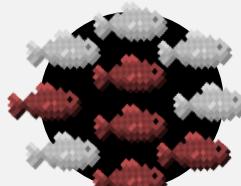


abondance = mois + rive + transect + **canicule** + mois:canicule + rive:canicule + transect:canicule

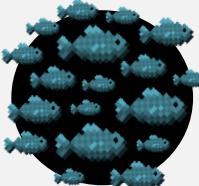


présence = mois + rive + transect + **canicule** + mois:canicule + rive:canicule + transect:canicule

Guildes écologiques

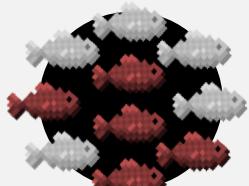


Présence
estivale

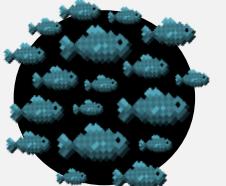


Abondance
estivale

Guildes thermiques



Présence
estivale



Abondance
estivale



Valeurs + fortes

∅

Marines

Tempérées
Chaudes

Chaudes

significatif



Valeurs + faibles

Migratrices
Estuariennes

Estuariennes

∅

Froides

non significatif

Marines
Dulçaquicoles

Migratrices
Dulçaquicoles

∅

Tempérées



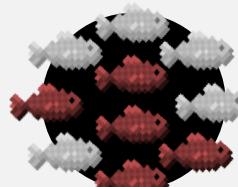
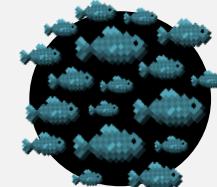
1. Canicules - estuaire Gironde (1993-2023)

2. Effets canicules intenses – abondance & richesse spécifique

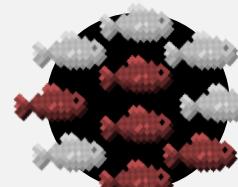
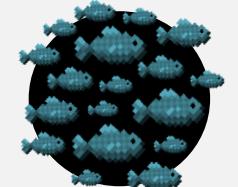
3. Effets canicules estivales – abondance & présence

 $\text{abondance} = \text{mois} + \text{rive} + \text{transect} + \text{canicule} + \text{mois:canicule} + \text{rive:canicule} + \text{transect:canicule}$  $\text{présence} = \text{mois} + \text{rive} + \text{transect} + \text{canicule} + \text{mois:canicule} + \text{rive:canicule} + \text{transect:canicule}$

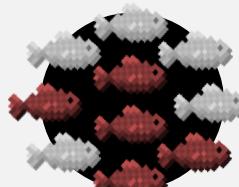
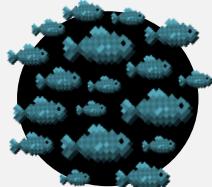
Guildes écologiques

Présence
estivaleAbondance
estivale

Guildes thermiques

Présence
estivaleAbondance
estivale

Espèces structurantes

Présence
estivaleAbondance
estivale

Valeurs + fortes



Valeurs + faibles

significatif

∅

Marines

Tempérées
Chaudes

Chaudes

Maigre,
Mulet porcMaigre,
SpratMigratrices
Estuariennes

Estuariennes

∅

Froides

Alose feinte,
Anguille, SyngnatheAnchois, Gobie,
SyngnatheMarines
DulçaquicolesMigratrices
Dulçaquicoles

∅

Tempérées

Anchois,
Gobie, SpratAlose feinte,
Anguille, Mulet porc

non significatif



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



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



BIBLIOGRAPHIE

- [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., Benthuysen, 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., Benthuysen, 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., Benthuysen, 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., Hessing-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://mages.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>



INRAE

EDF



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 Cedex, Nouvelle-Aquitaine, France

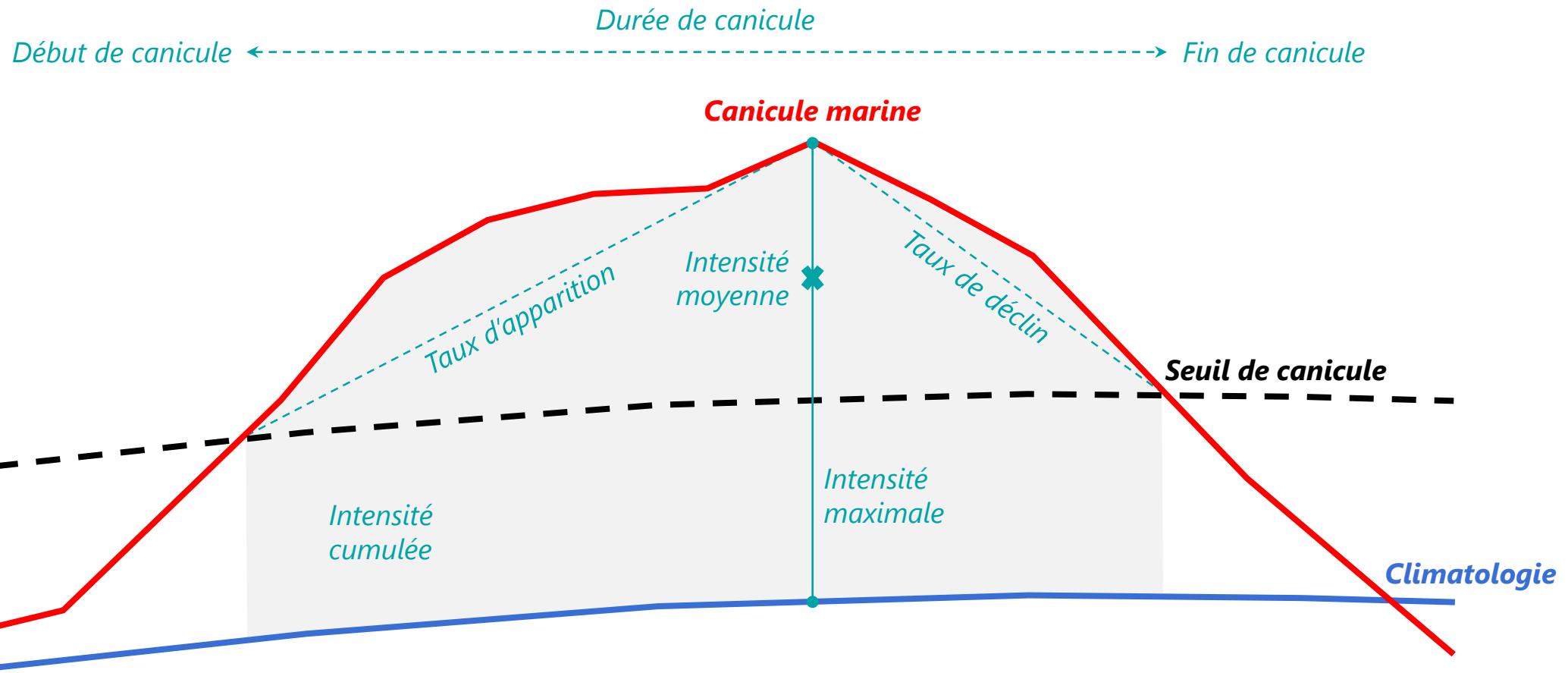
² EDF R&D, Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement, 78401 Chatou Cedex, Île-de-France, France

Colloque scientifique - Association Française d'Halieutique (AFH)

Du 26 au 28 Juin 2024 à Sète (Occitanie, France)

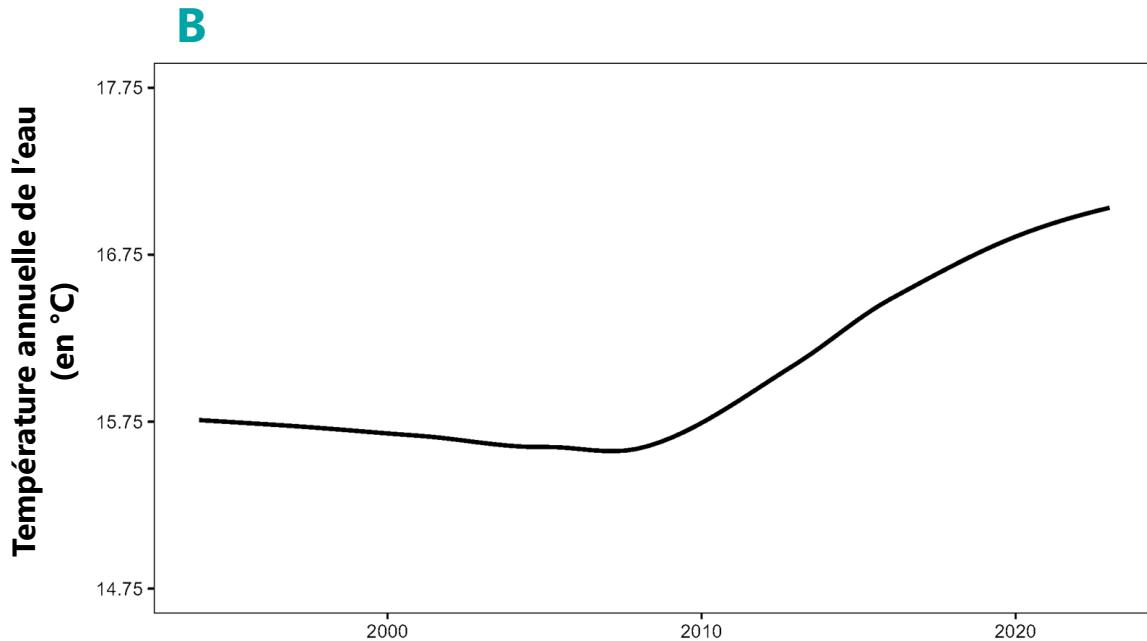
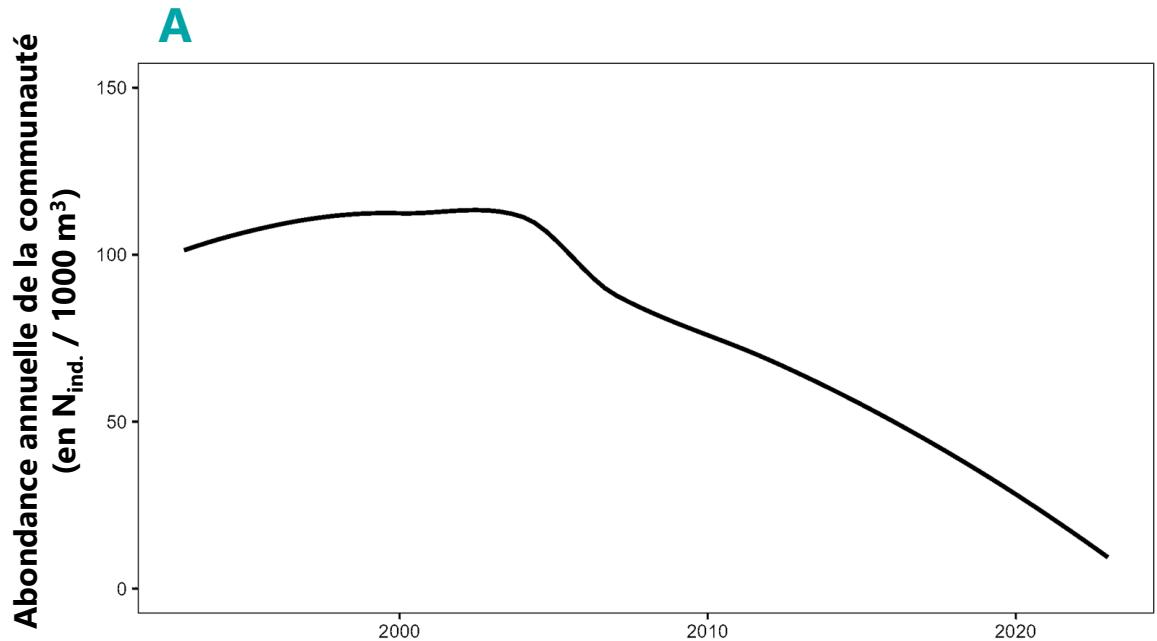
Un grand merci de m'avoir écouté !
Des questions ?

ANNEXES



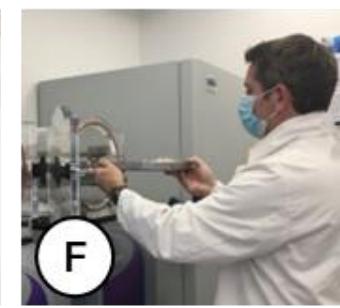
Résumé des indicateurs de canicules marines pouvant être obtenus avec le package « *heatwaveR* ». Dans cette étude, les indicateurs retenus, en plus de l'occurrence et la fréquence (non représentées sur ce graphique), sont la durée et l'intensité maximale.

ANNEXES



Tendances (A) de l'abondance annuelle de la communauté ichtyologique 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 ichtyologique 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.

ANNEXES



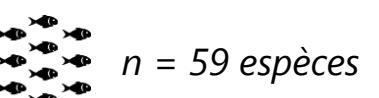
Photos des différentes étapes de l'échantillonnage « Transect ».

- (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)

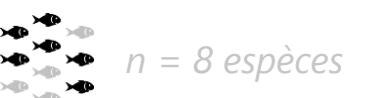
ANNEXES

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>	Goldsinyin-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>Osmorus 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	UMB	Marine species	Hot species	

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 (guilde écologique et guilde thermique) et sur leur rôle dans la communauté ichtyologique (espèces structurantes ou non) sont mentionnées.



n = 59 espèces



n = 8 espèces



n = 23 espèces



n = 8 espèces



n = 10 espèces



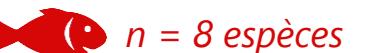
n = 18 espèces



n = 11 espèces



n = 16 espèces



n = 8 espèces

ANNEXES

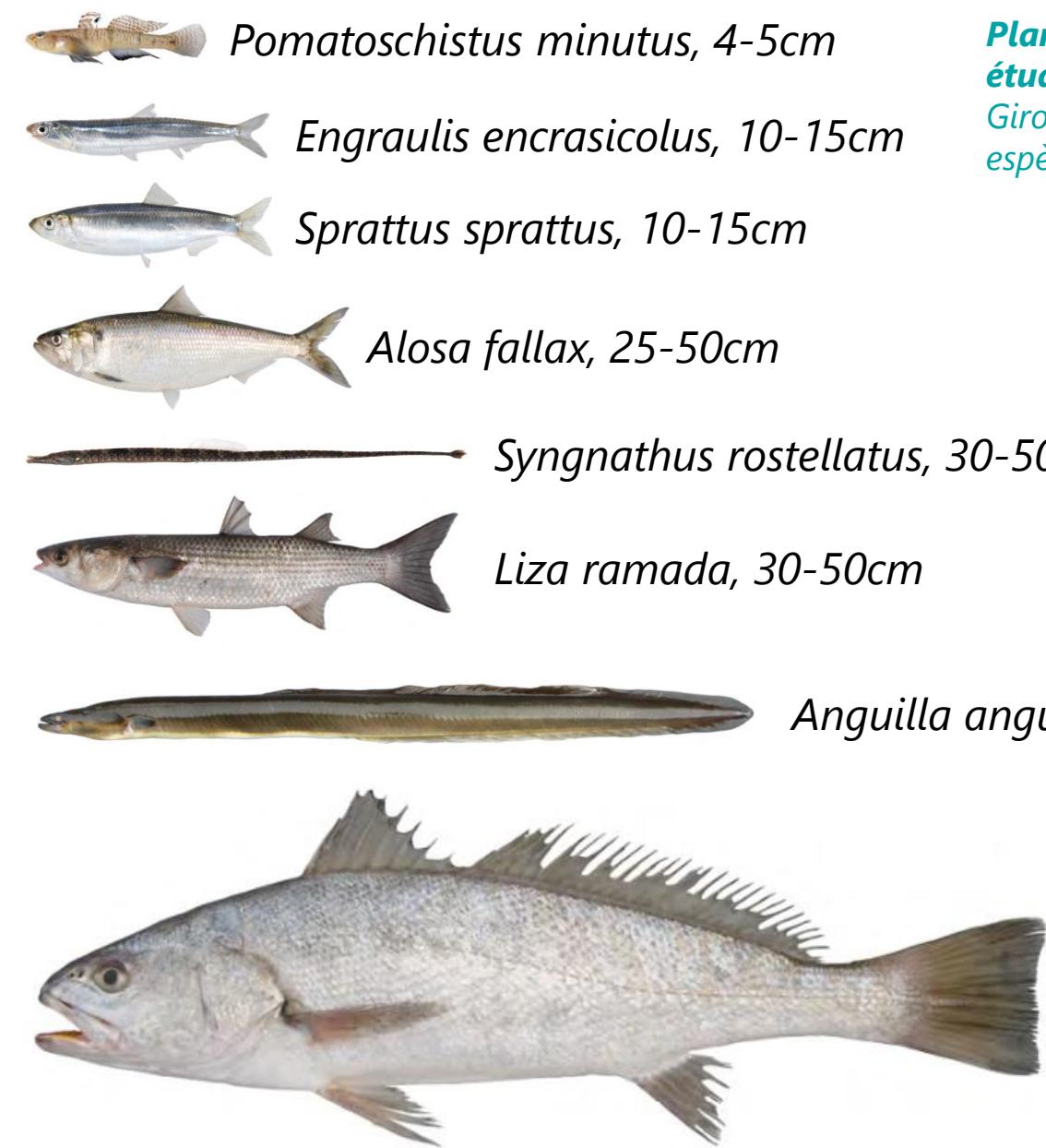
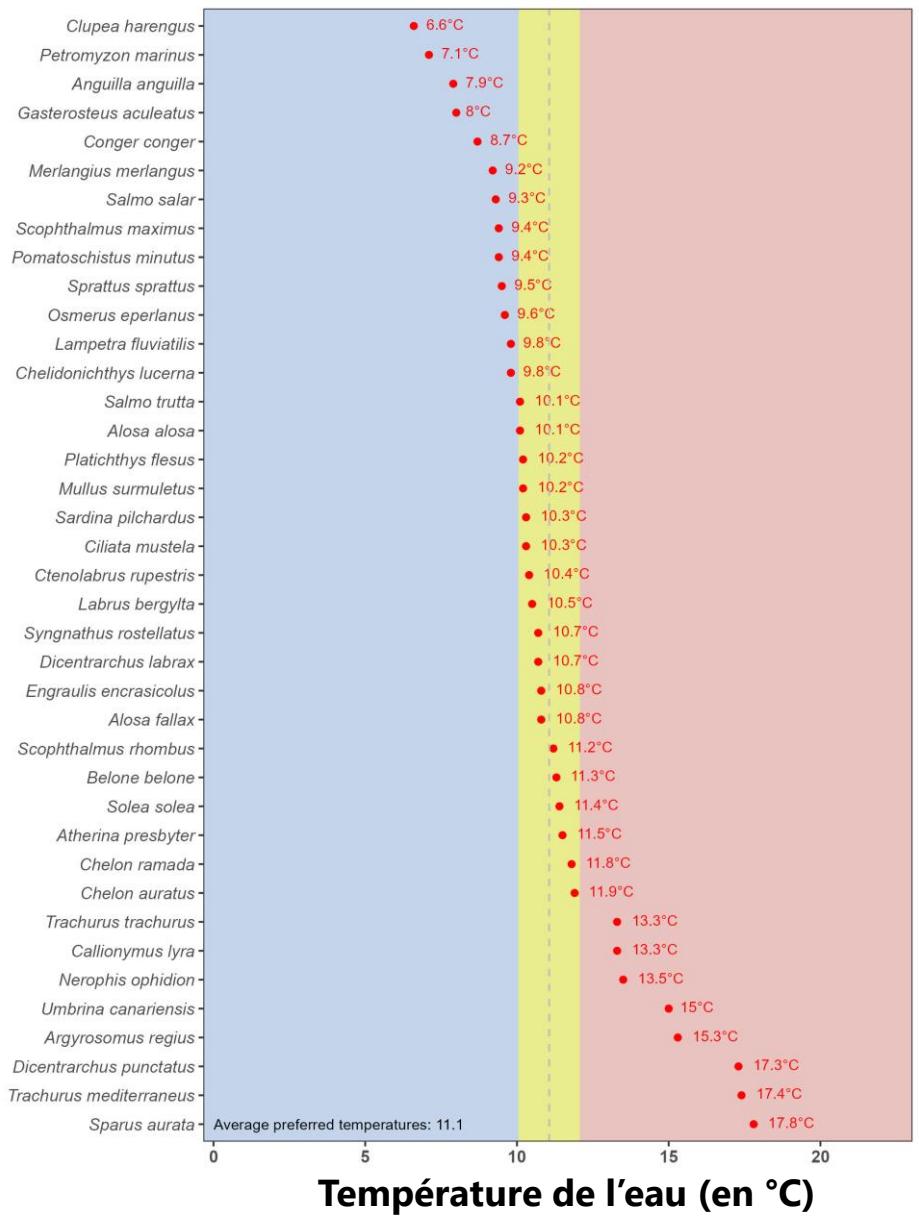


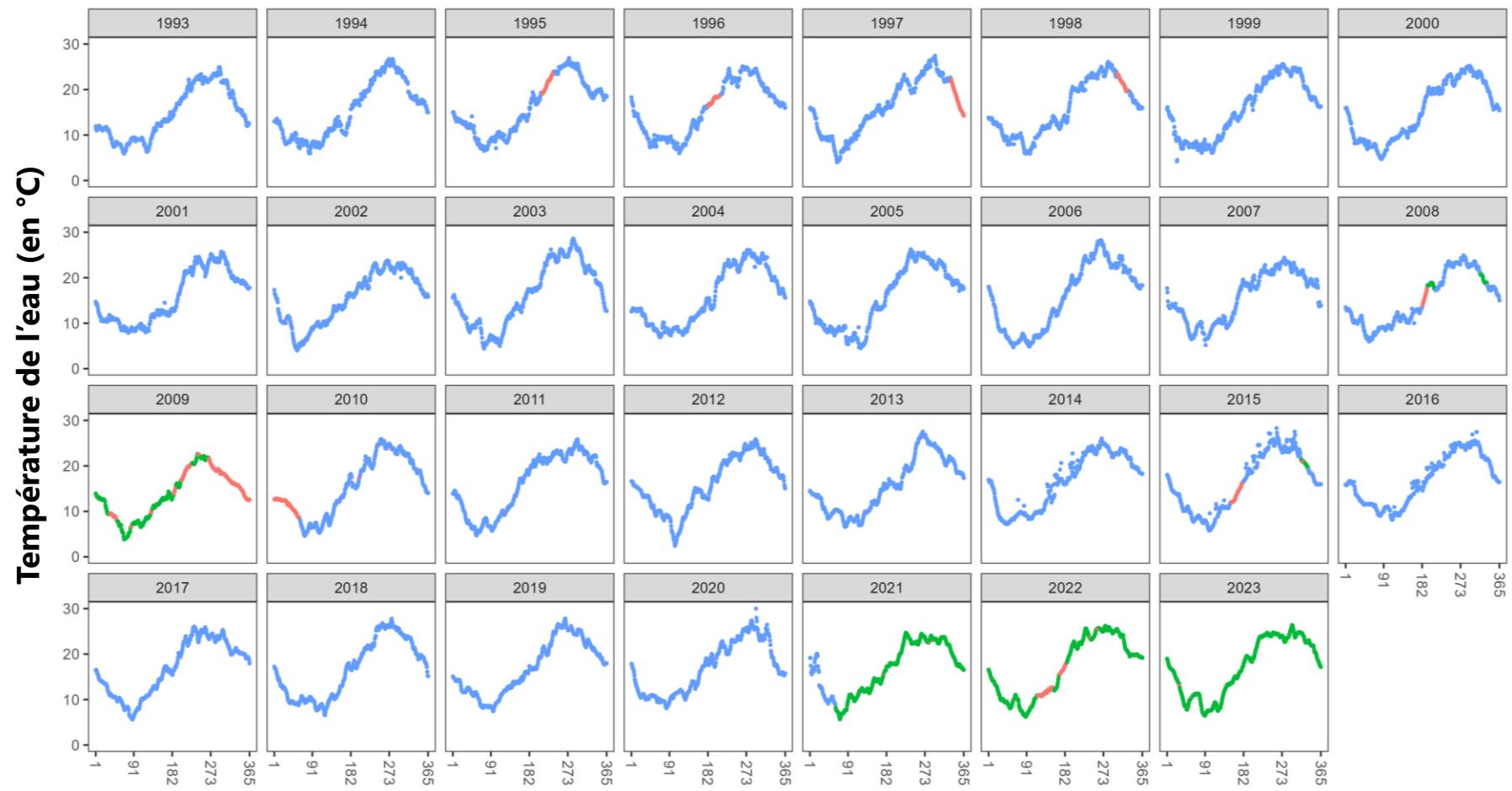
Planche décrivant visuellement les espèces structurant la communauté de poissons étudiée avec leur gamme de taille adulte (Iglésias, 2020). Dans l'estuaire de la Gironde, la plupart des individus observés de ces espèces sont au stade de vie juvénile. Les espèces sont classées en fonction de leur taille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



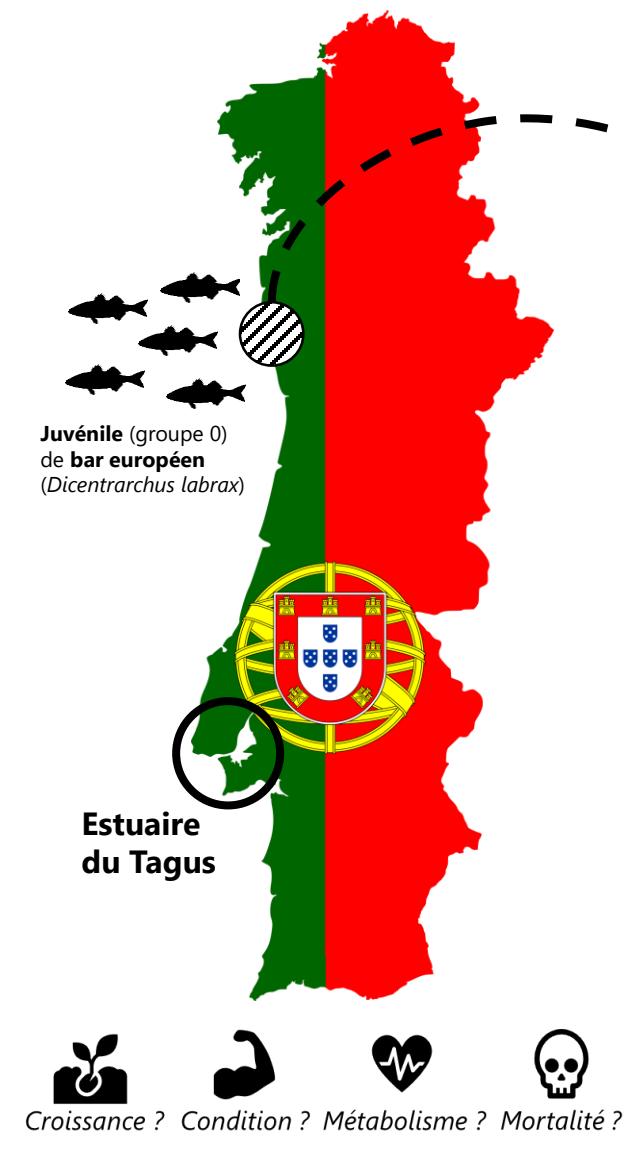
Série temporelle de température de l'eau complète représentative du site du Blayais de 1993 à 2023. Les points bleus représentent les données issues du site du Blayais, les points verts représentent les données issues du site de Pauillac et les points rouges représentent les données issues des méthodes de remplacements. 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.

