

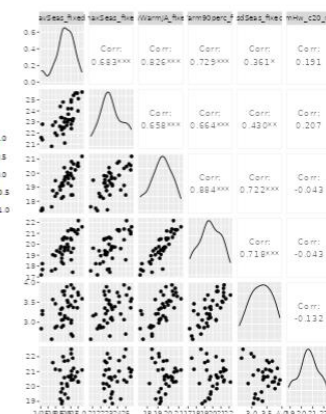
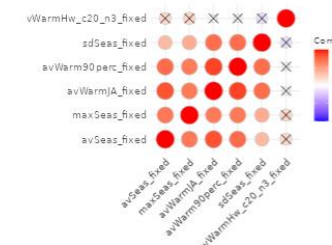
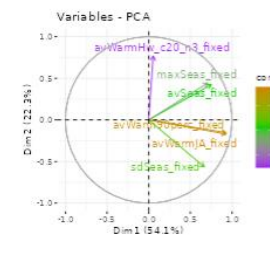
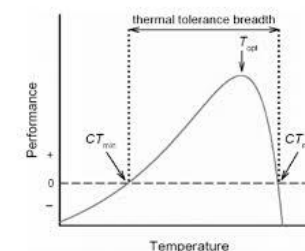
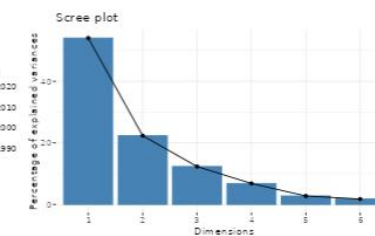
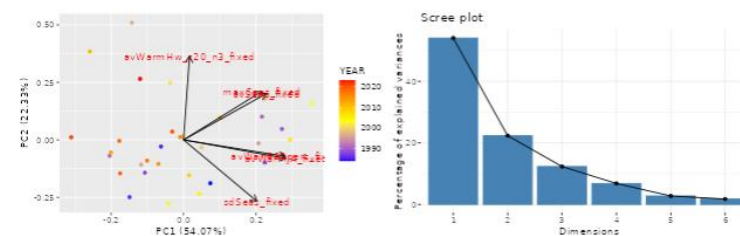
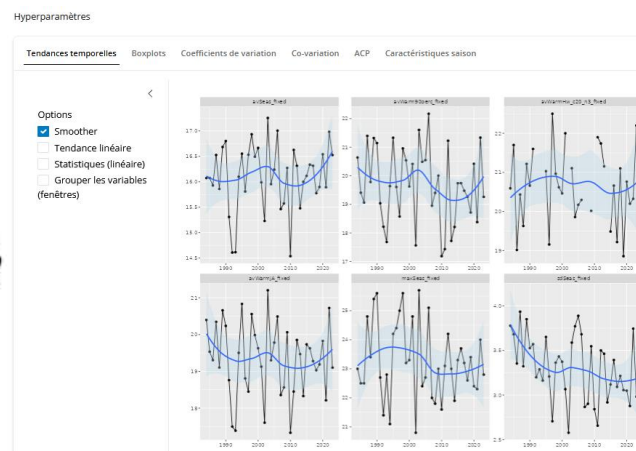


JST de l'IR LIFE

Saint-Pée-sur-Nivelle
13-14 novembre 2024



Présentation d'un outil de visualisation d'indicateurs thermiques adaptés à l'écologie du Saumon Atlantique



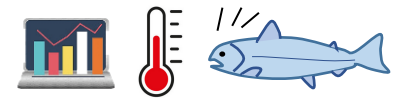
Martin LUQUET¹, Emilien LASNE², Cédric TENNELIER³

¹ USMB, UMR LECA, 73376 Le-Bourget-du-Lac, France

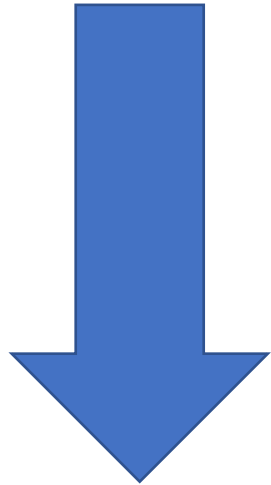
² INRAE, UMR DECOD, 35042 Rennes, France

³ UPPA, UMR ECOBIOIP, 64310 Saint-Pée-sur-Nivelle, France

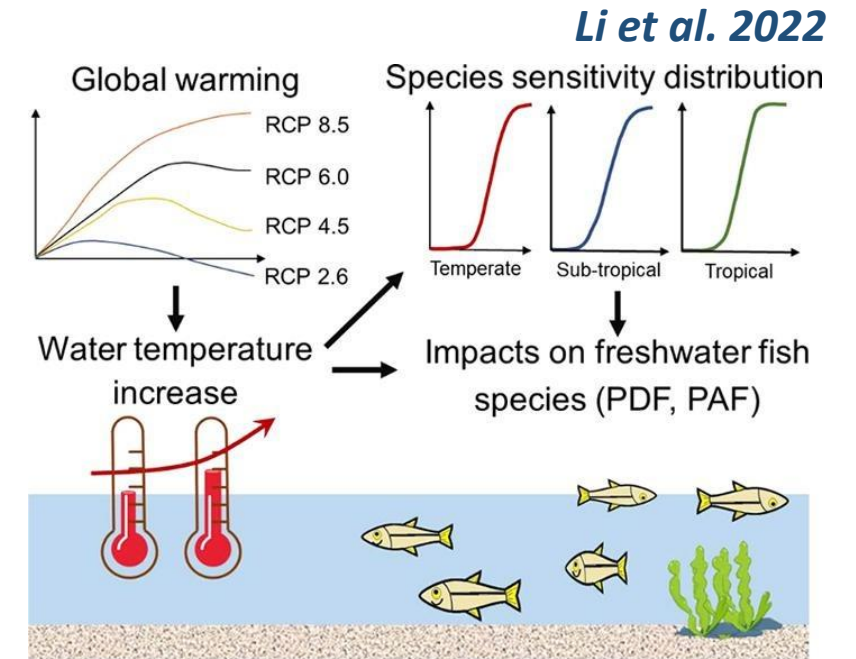


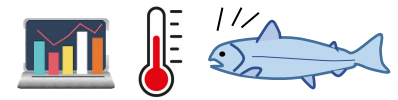


Variation
thermique

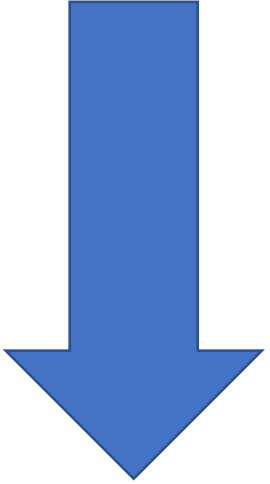


Fonctionnement
des écosystèmes
aquatiques





**Variation
thermique**



**Fonctionnement
des écosystèmes
aquatiques**

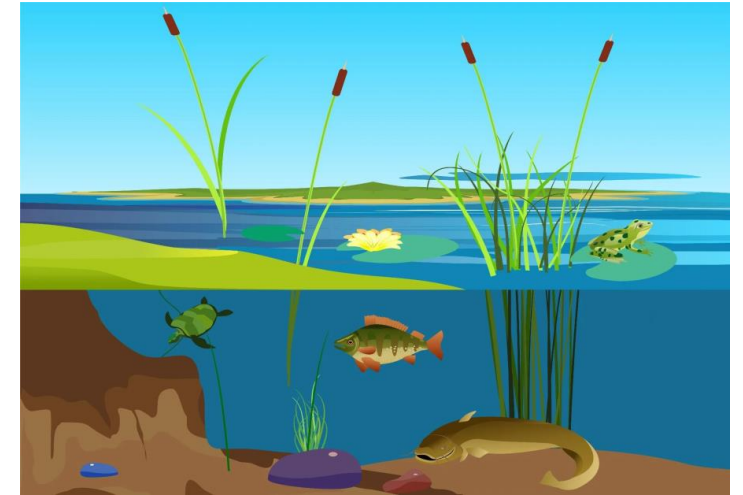


Survie

Phénologie

Comportement

Démographie



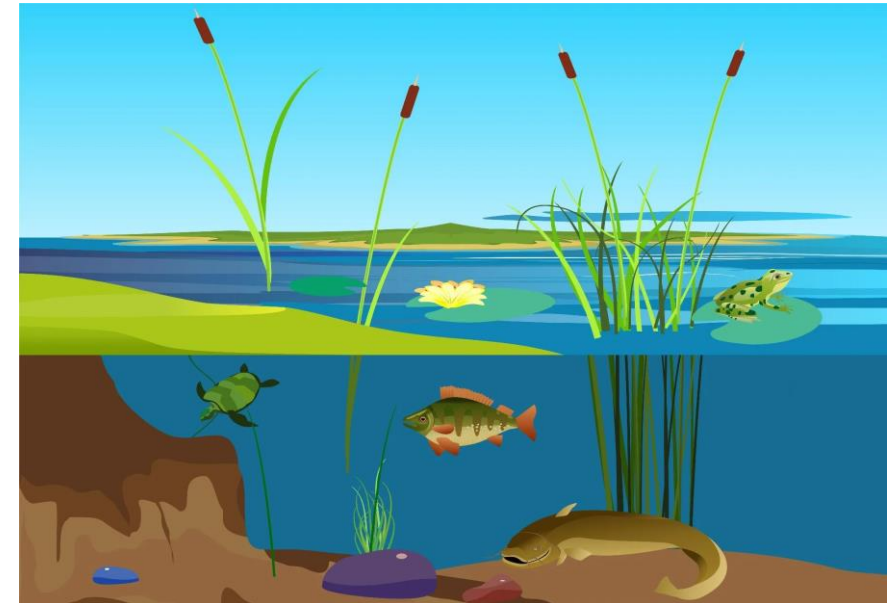
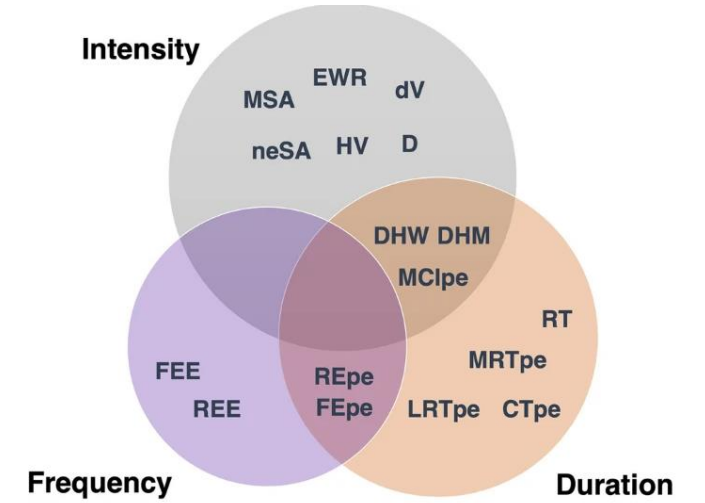
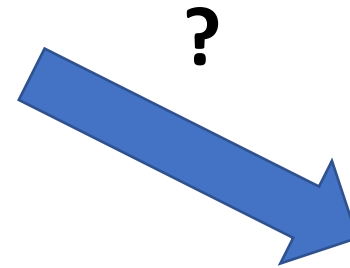
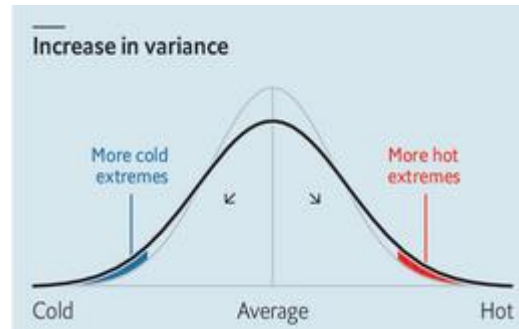
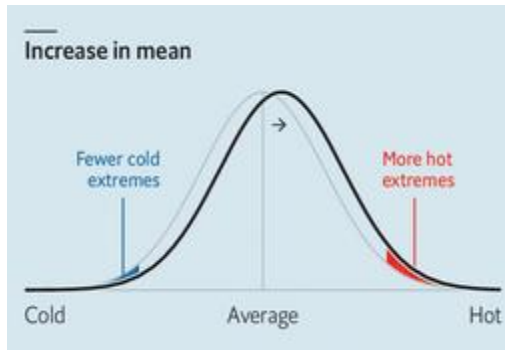
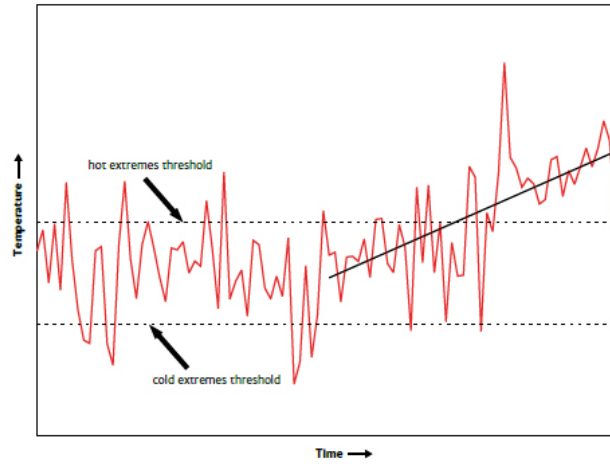
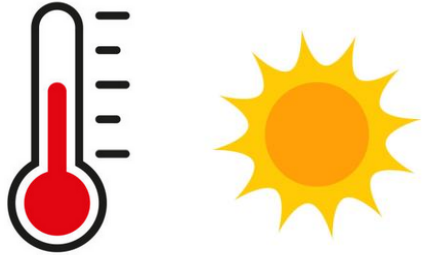
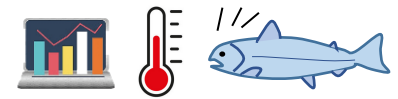
Evolution

Flux de matière

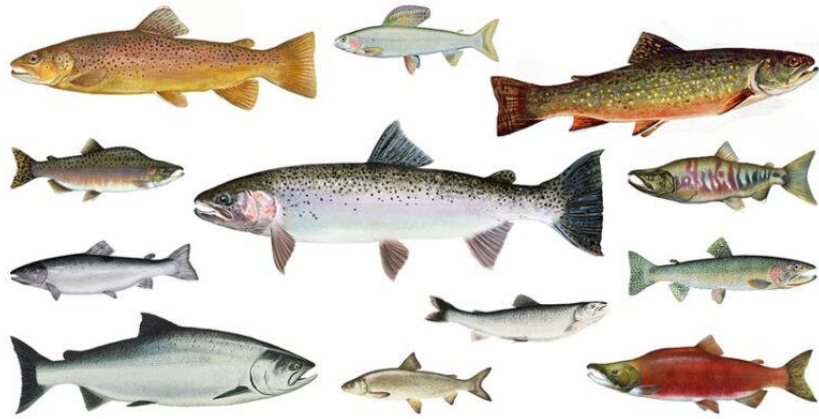
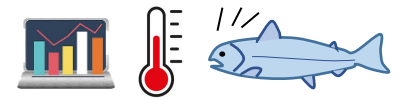
Productivité

Biomasse

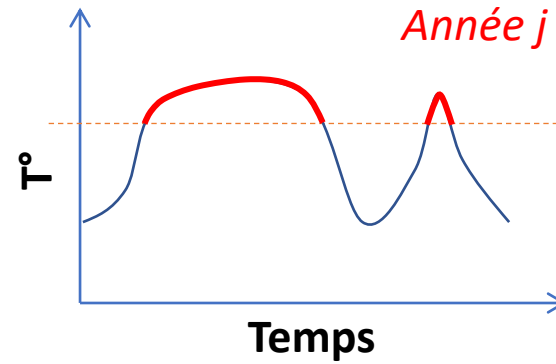
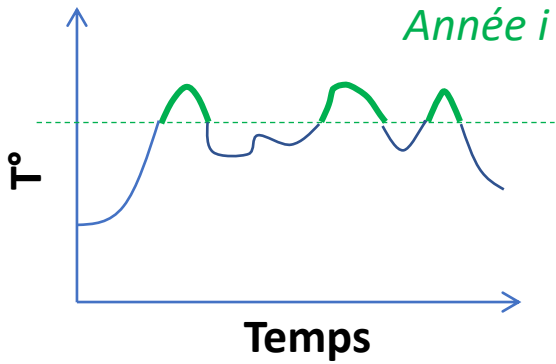
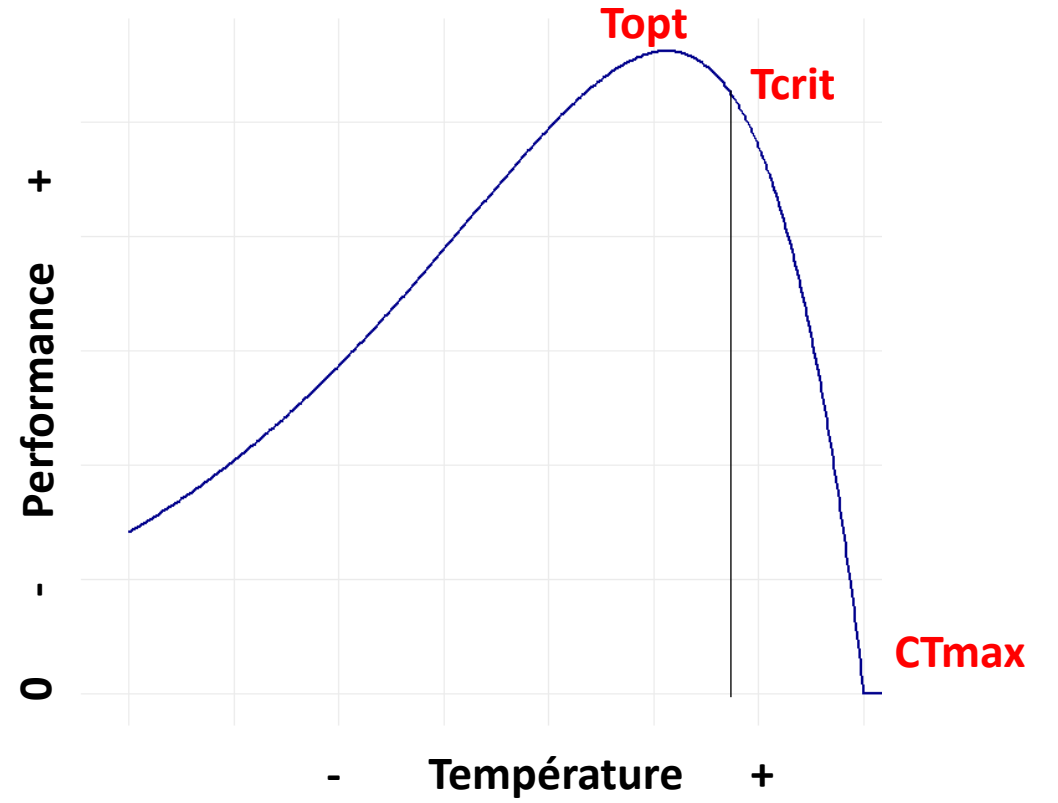
Introduction

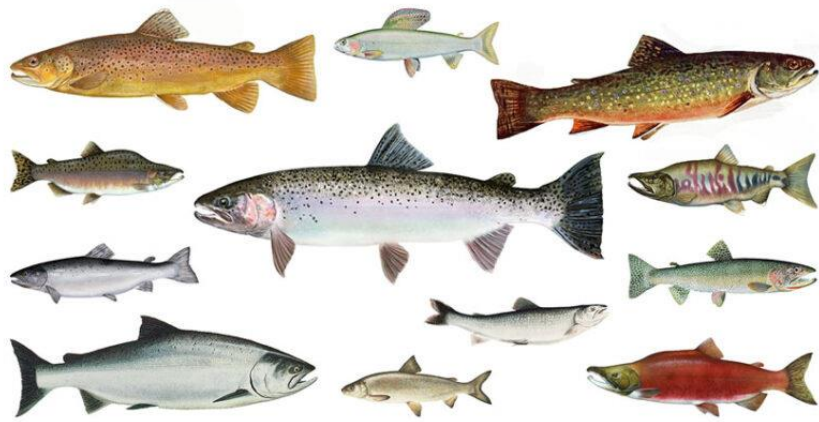
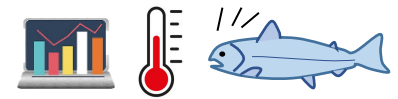


Introduction

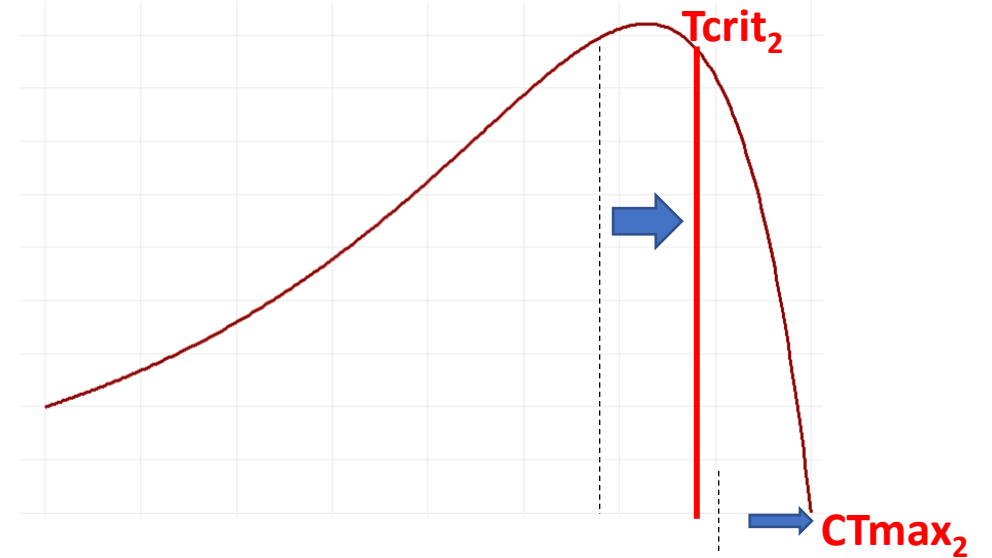
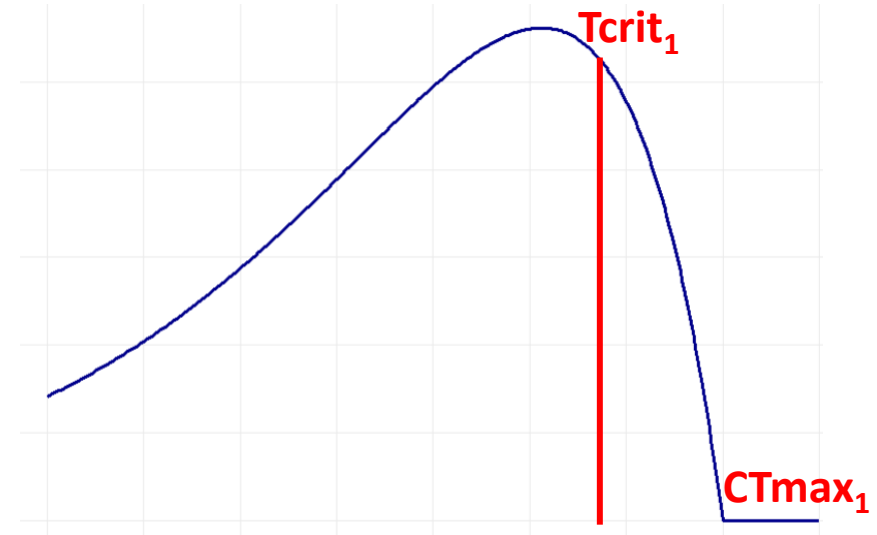


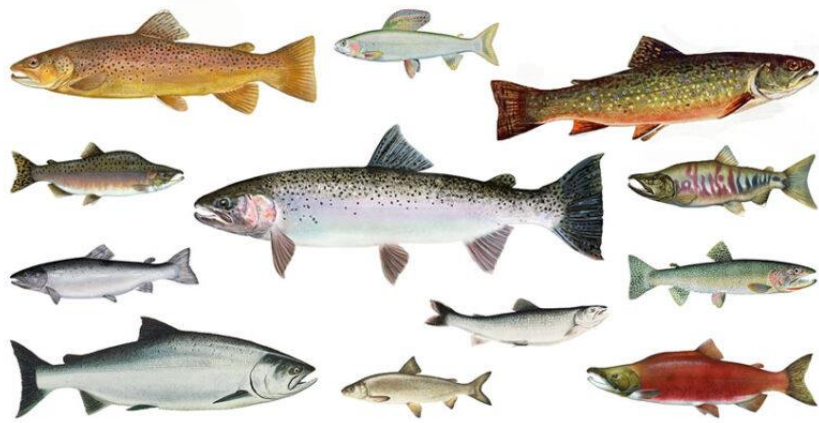
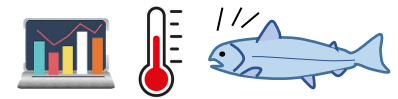
Salmonidés



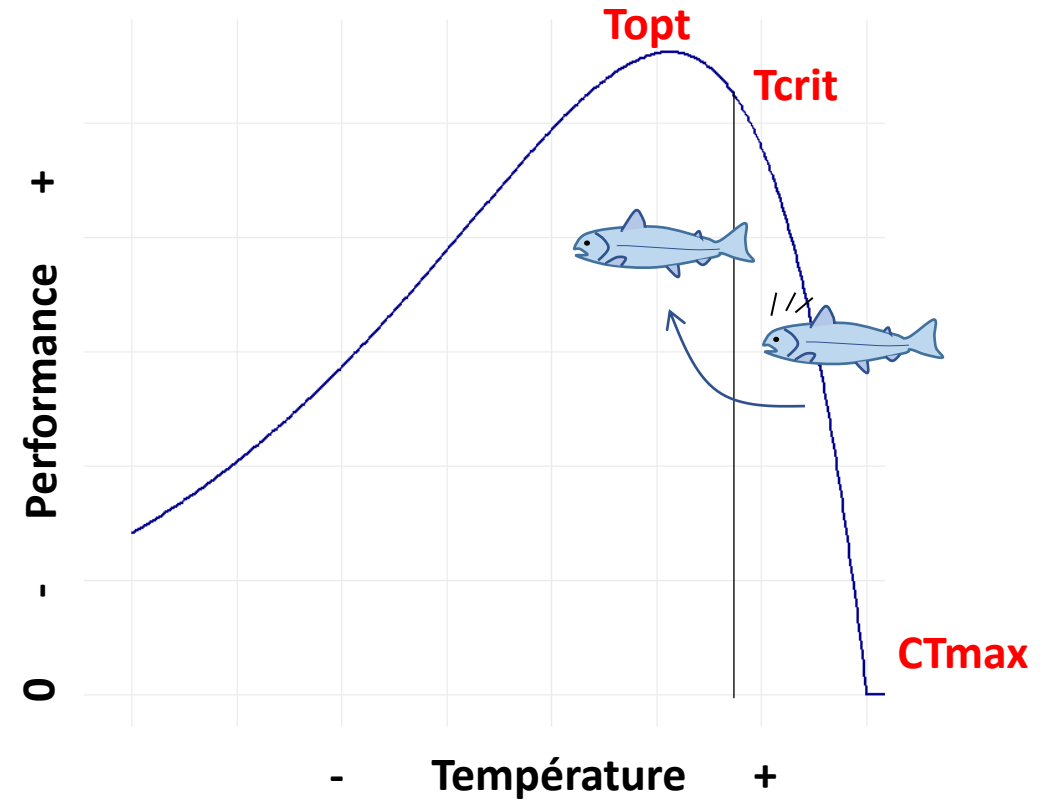


Salmonidés

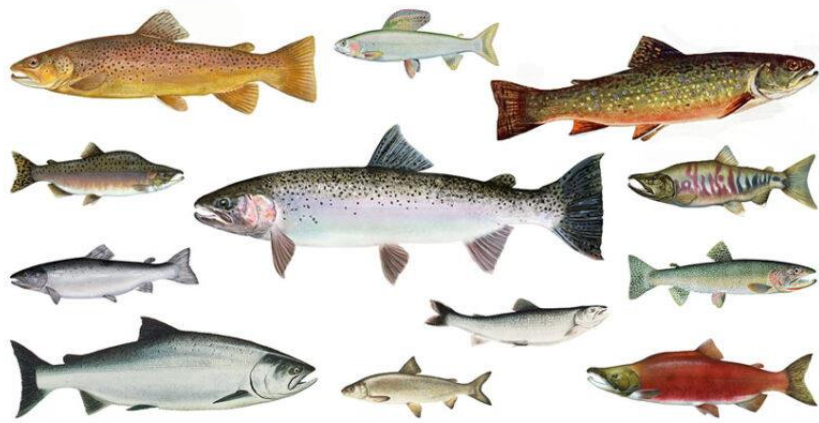
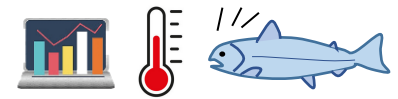




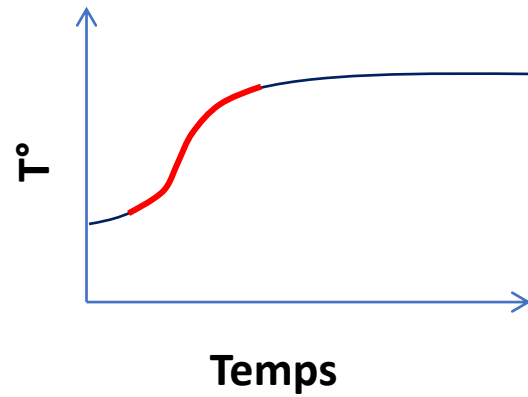
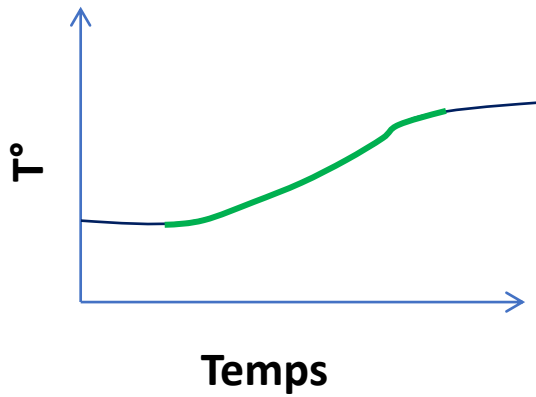
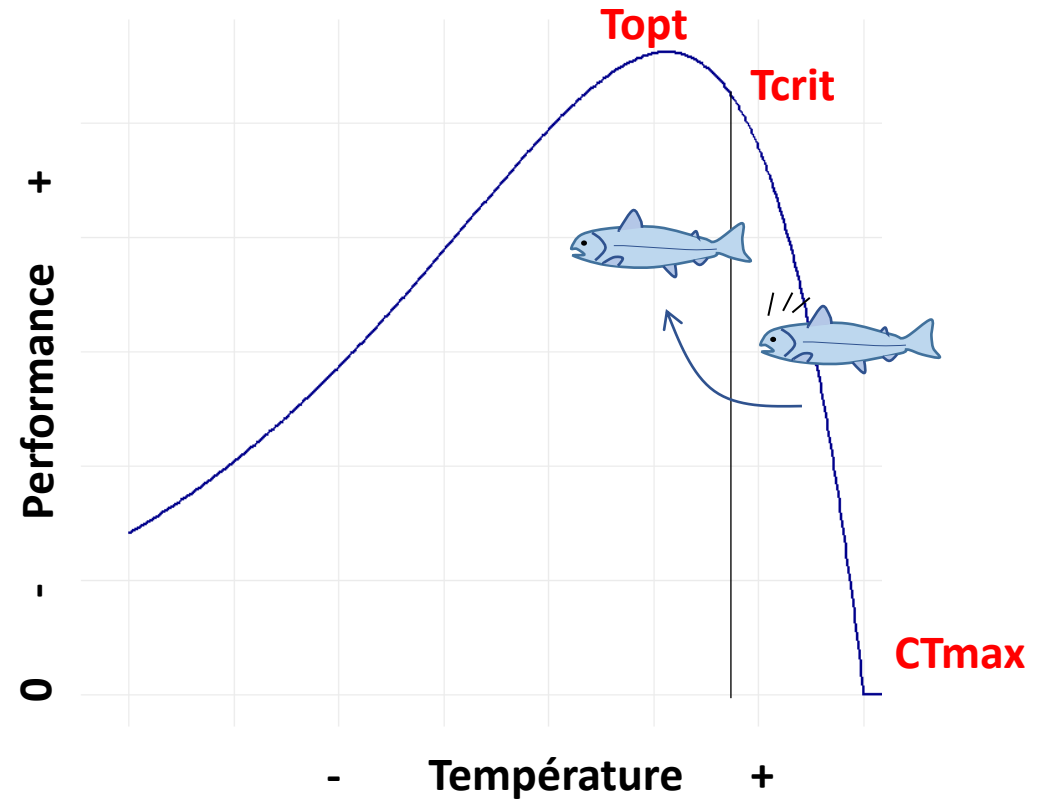
Salmonidés



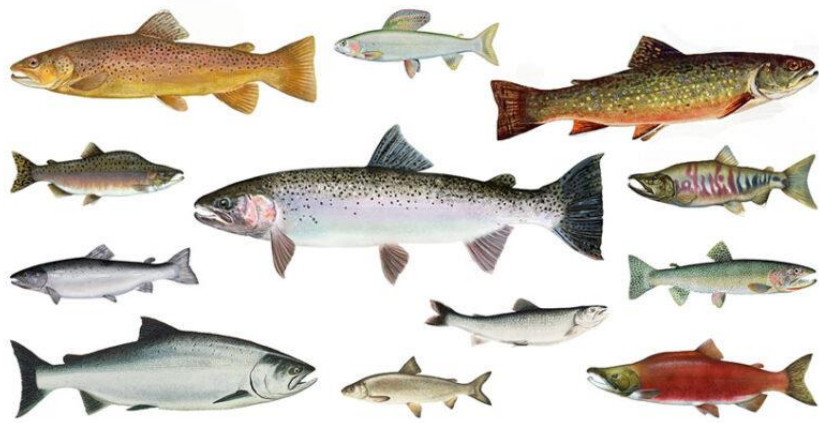
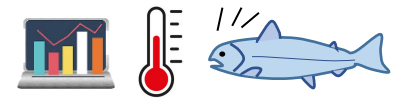
Introduction



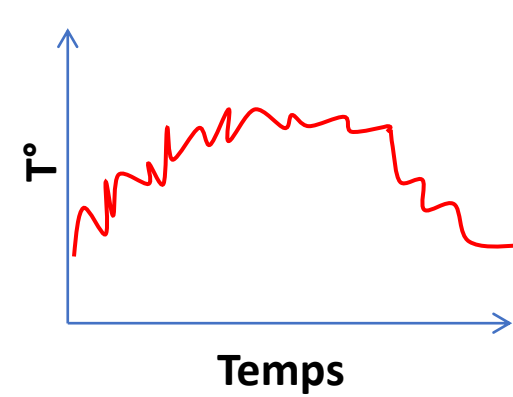
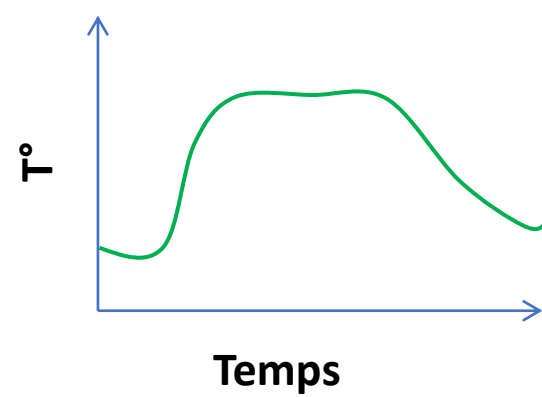
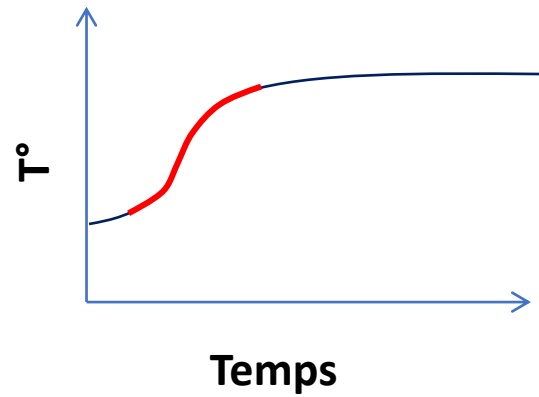
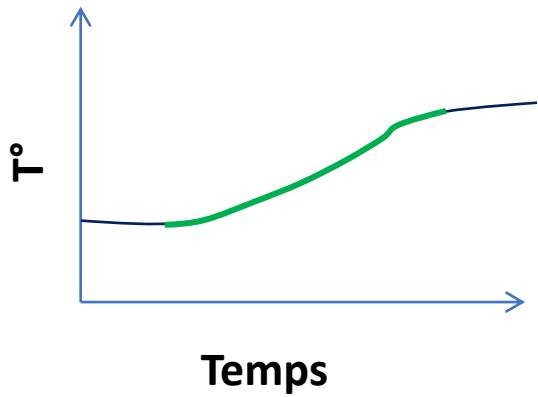
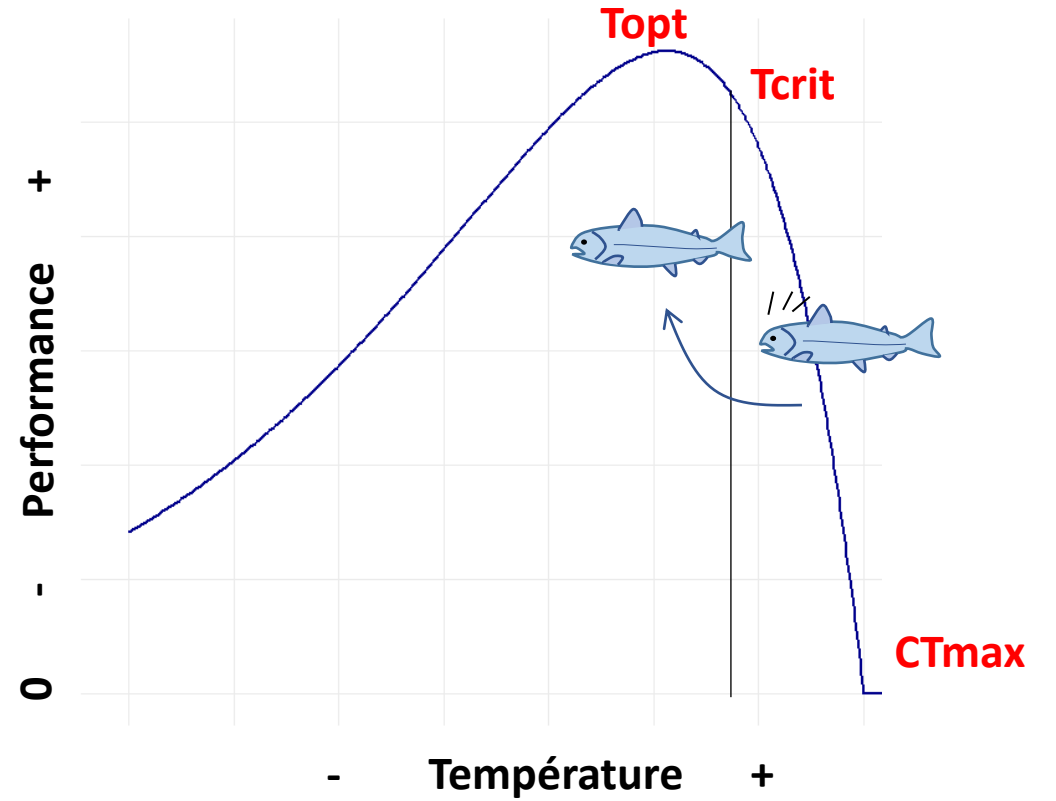
Salmonidés

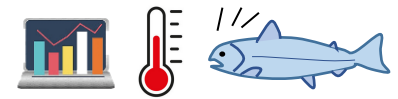


Introduction

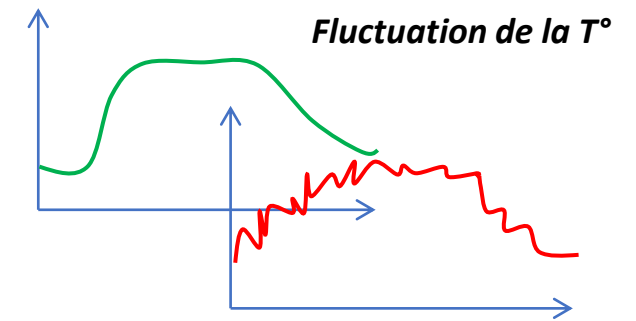
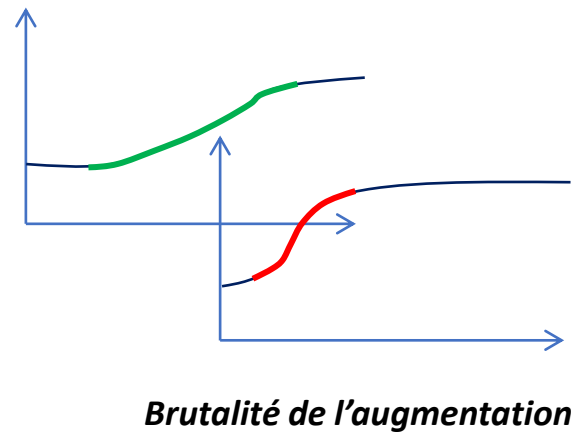
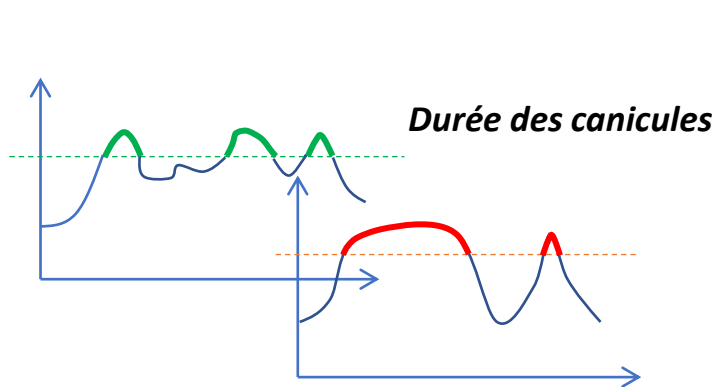


Salmonidés

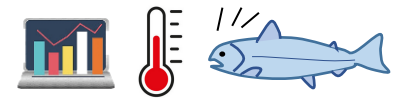




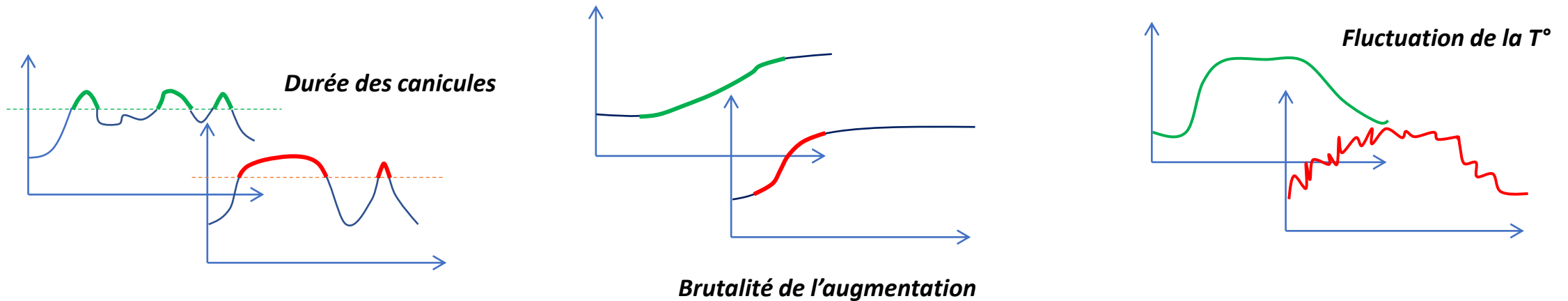
- **Multidimensionnalité** de la température comme variable affectant les salmonidés
 - Dimensions connues grâce aux connaissances sur la physiologie, le comportement



- Etudes des réponses des salmonidés aux variations thermiques *in natura* ?



- **Multidimensionnalité** de la température comme variable affectant les salmonidés
 - Dimensions connues grâce aux connaissances sur la physiologie, le comportement



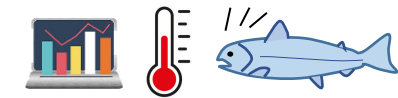
- Etudes des réponses des salmonidés aux variations thermiques *in natura* ?
 - Bowerman et al. 2021 (*Fish. Research*) : « Température moyenne en Août »
 - Barnett et al. 2020a (*Fish. Research*) : « Température moyenne pendant la saison »
 - Barnett et al. 2020b (*Fish. Research*) : « Température moyenne autour de la date médiane de migration »

Elevated stream temperature, origin, and individual size influence Chinook salmon prespawn mortality across the Columbia River Basin

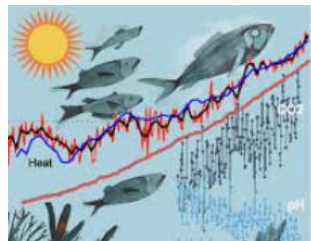
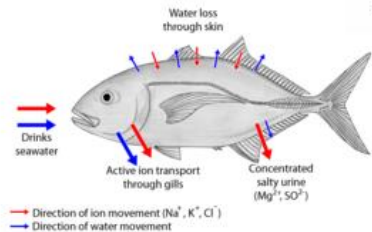
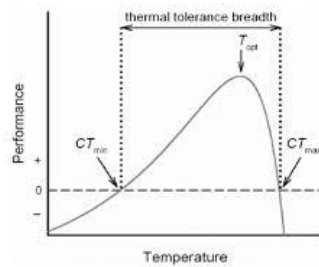
Tracy E. Bowerman ¹, Matthew L. Keefer ², Christopher C. Caudill ³

Increased prespawning mortality threatens an integrated natural- and hatchery-origin sockeye salmon population in the Lake Washington Basin

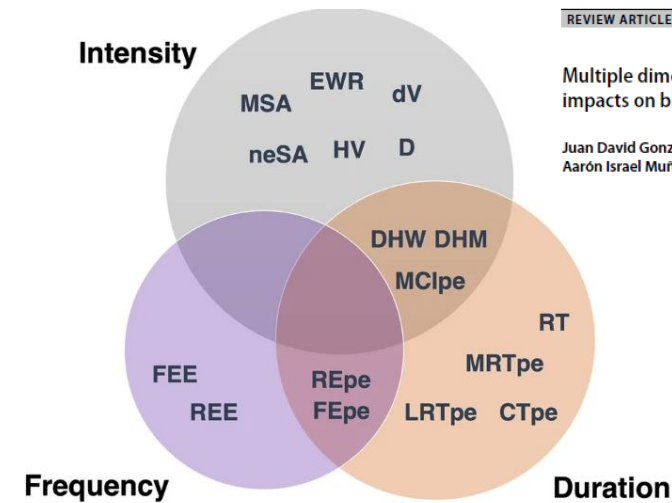
Heidy K. Barnett ¹, Thomas P. Quinn ², Mary Bhuthimethee ³, James R. Winton ⁴



- Comment **caractériser la variation thermique dans un cours d'eau** pour étudier les réponses du Saumon Atlantique ?
 - Quels indicateurs sont écologiquement pertinents ?
 - Quelles sont les composantes de la température qui varient plus, ou moins ?
 - Tendances temporelles de ces composantes ?
 - Profils de covariation ?



Connaissances sur la physiologie et le comportement des salmonidés



Connaissances sur les liens complexes entre changement climatique et biodiversité

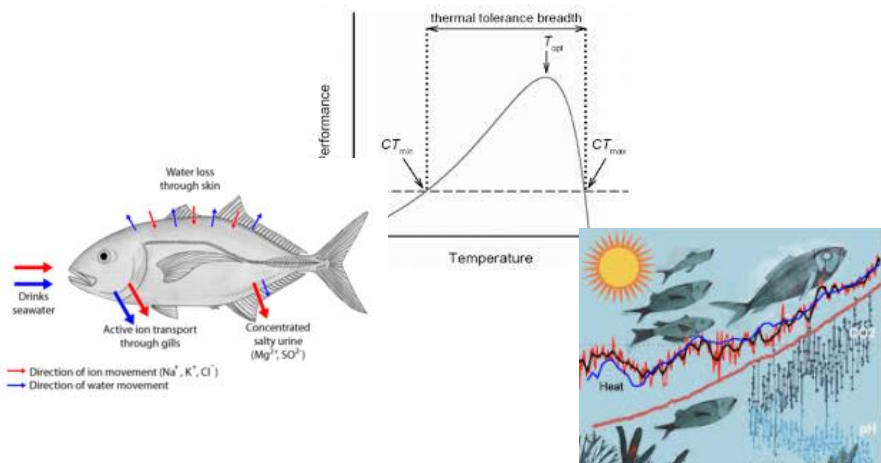
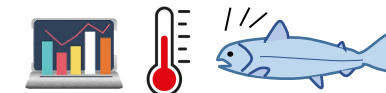
Climatic Change (2023) 176:155
<https://doi.org/10.1007/s10584-023-03622-0>

REVIEW ARTICLE

Multiple dimensions of extreme weather events and their impacts on biodiversity

Juan David González-Trujillo^{1,2} · Rosa M. Román-Cuesta^{3,4} · Aarón Israel Muñiz-Castillo⁵ · Cibele H. Amaral⁵ · Miguel B. Araújo^{1,2}





$$avDR = \frac{\sum_{j=1}^n T_{max_j} - T_{min_j}}{j}$$

```
# avDailyRange()
# Amplitude journalière des températures
# Tmax = max quotidien mesuré, Tmin = min quotidien mesuré
avDailyRange <- fonction(Tmax, Tmin) { mean(Tmax - Tmin) }
```

Traduction en indicateurs



Mécanismes généraux

- Canicule : dépassement d'un seuil critique pendant un temps long
- Dépassement d'un seuil critique
- Effets sublétaux et coûts d'opportunité
- Fluctuation de la température
- Indicateurs généraux
- Tolérance thermique et acclimatation (rapidité, brutalité et fréquence de l'augmentation de température)

Catégorisation



Mécanisme général	Métrique	Traduction	Nom	Nom R	Détail du calcul
Canicule : dépassement d'un seuil critique pendant un temps long	sdRecovTimeHwcn	standard deviation of Recovery Time between Heatwaves when temperature is over c during at least n days	Régularité des événements caniculaires de stress	sdRecovTimeHw_c_n	Ecart-type de la durée (en nombre de jour chaque événement où la température minimale journalière est supérieure au seuil c pendant jours.
Canicule : dépassement d'un seuil critique pendant un temps long	prophwcn	proportion of stressful periods during the overall Heatwave season (i.e. temperature is over c during at least n days)	Proportion de périodes caniculaires ou non caniculaires pendant la période saisonnière propice au stress	prophw_c_n	On divise la durée cumulée des événements caniculaires (où la température minimale journalière est supérieure au seuil c pendant au moins n jours) par la durée totale de la période saisonnière propice aux événements caniculaires (voir totDurHwcn)
Fluctuation de la température	avDailyRangeSeas	average Daily Range in temperature during the salmon run Season	Amplitude thermique journalière pendant la saison	avDailyRangeSeas	Valeurs absolues des différences journalières de température maximale enregistrée et minimale enregistrée On ajoute une Gaussienne sur chaque série

Base de données

Littérature « physio-comportement »

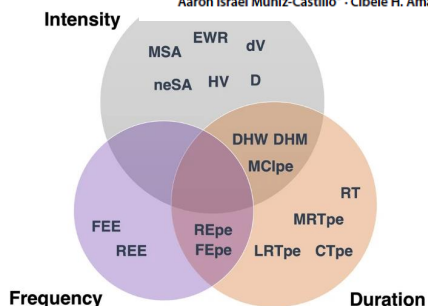


Climatic Change (2023) 176:155
<https://doi.org/10.1007/s10584-023-03622-0>

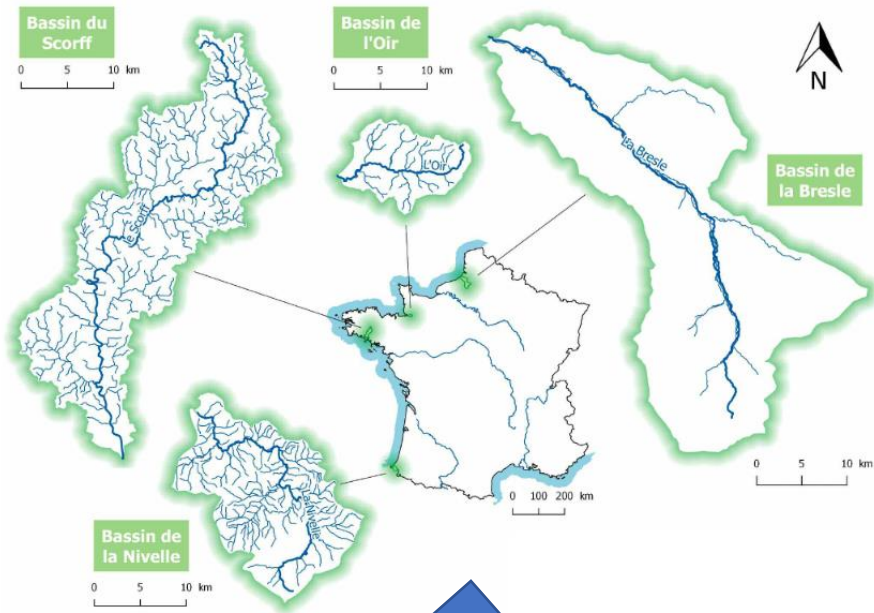
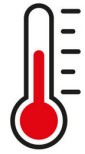
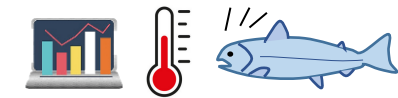
REVIEW ARTICLE

Multiple dimensions of extreme weather events and their impacts on biodiversity

Juan David González-Trujillo^{1,2}, Rosa M. Román-Cuesta^{3,4}, Aarón Israel Muñoz-Castillo⁵, Cibele H. Amaral⁶, Miguel B. Araújo^{1,2}



Littérature « changement climatique »



**Données température
ORE DiaPFC**

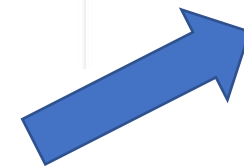
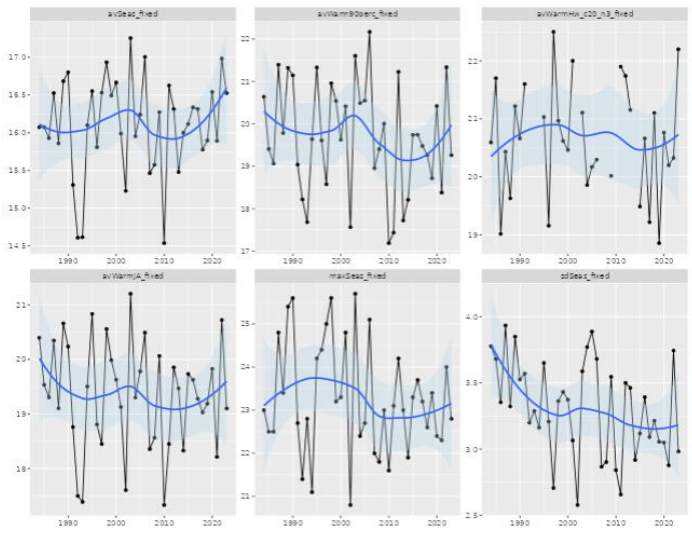


DATE	A	B	C	D
	Tmin	Tmax	Tmoy	
01/01/1984	8,60526316	9,81842105	9,20263158	
02/01/1984	8,92631579	9,94736842	9,45526316	
03/01/1984	8,57692308	9,84871795	9,2025641	
04/01/1984	8,4	9,66410256	9,01794872	
05/01/1984	8,31282051	9,58461538	8,93333333	
06/01/1984	8,18205128	9,52820513	8,84358974	
07/01/1984	8,13589744	9,30769231	8,6974359	
08/01/1984	8,28205128	9,45384615	8,84871795	
09/01/1984	8,42820513	9,68717949	9,05897436	
10/01/1984	8,48974359	9,73333333	9,10512821	
11/01/1984	8,33846154	9,60512821	8,98461538	
12/01/1984	8,11025641	9,36153846	8,71025641	
13/01/1984	8,36153846	9,60769231	8,96153846	
14/01/1984	8,33846154	9,56666667	8,94615385	
15/01/1984	8,24615385	9,52564103	8,87435897	
16/01/1984	8,34102564	9,51794872	8,93333333	
17/01/1984	8,45641026	9,72564103	9,09487179	

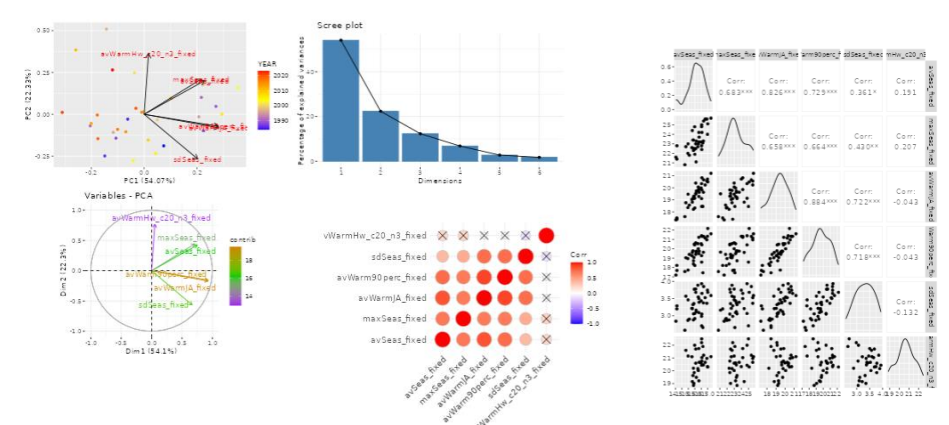
Hyperparamètres

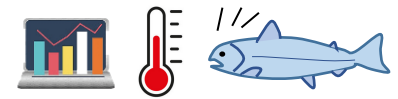
Tendances temporelles Boxplots Coefficients de variation Co-variation ACP Caractéristiques saison

- Options
- Smoother
 - Tendence linéaire
 - Statistiques (linéaire)
 - Grouper les variables (fenêtres)

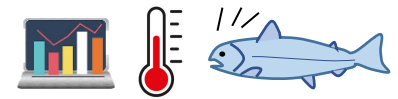


Appli Shiny





- Lien vers l'appli :
[https://martinluquetecology.shinyapps.io/salmon temp indices/](https://martinluquetecology.shinyapps.io/salmon_temp_indices/)
- Lien vers le GitHub :
[https://github.com/MartinLuquetEcology/Temp indices salmon app](https://github.com/MartinLuquetEcology/Temp_indices_salmon_app)

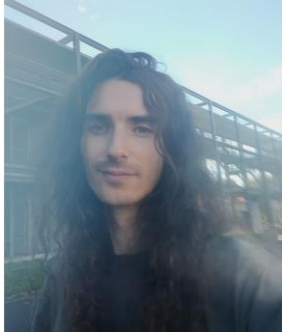


Utilisations potentielles

- Caractérisation, dans un cours d'eau donné, de la **variation des indicateurs thermiques pouvant avoir un effet sur les saumons** (ou autres salmonidés)
 - Catégories et indicateurs **modulables** : appli pensée pour être **modifiée**
- Exportation des données pour les mettre en lien avec des données bio.
- Explorer la variation thermique intra et inter-cours d'eau
- Applications pour nos questionnements scientifiques mais aussi la gestion

- Appli **adaptative** : possibilité de changer les seuils, ajout de variables → augmenter le panel de questions, mais aussi de stades/taxa étudiés
- **Suite à donner** selon intérêt des membres du réseau ?

Merci pour votre attention!



Martin Luquet



Cédric Tentelier



Émilien Lasne



Frédéric Lange



- Contact : martin.luquet.pro@gmail.com
 - [L'appli](#)
 - [Le GitHub](#)