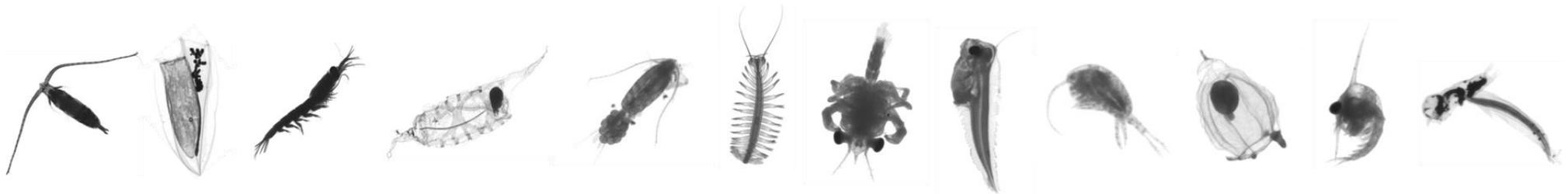


# Dynamique spatio – temporelle du zooplancton, dans le Golfe de Gascogne, entre 2008 et 2019.

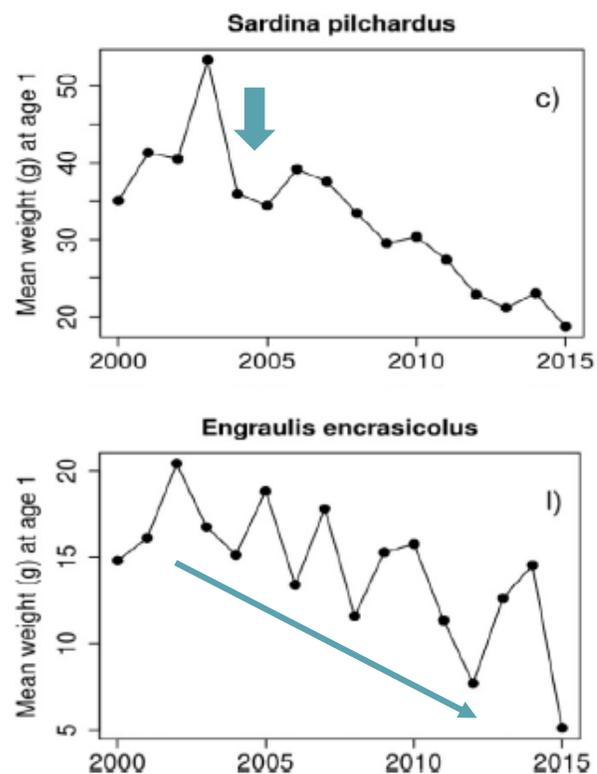


**Nina GRANDRÉMY**

IFREMER Nantes, unité EMH.

Séminaire AMÉDÉE, le 22 / 04 / 2021

Diminution progressive du poids et de la taille des sardines et des anchois dans le Golfe de Gascogne, depuis le début des années 2000.



Doray et al. 2018 (modified)

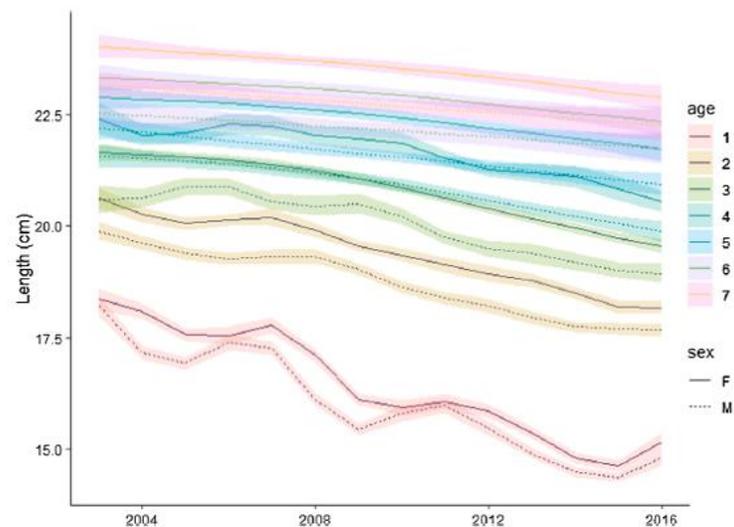
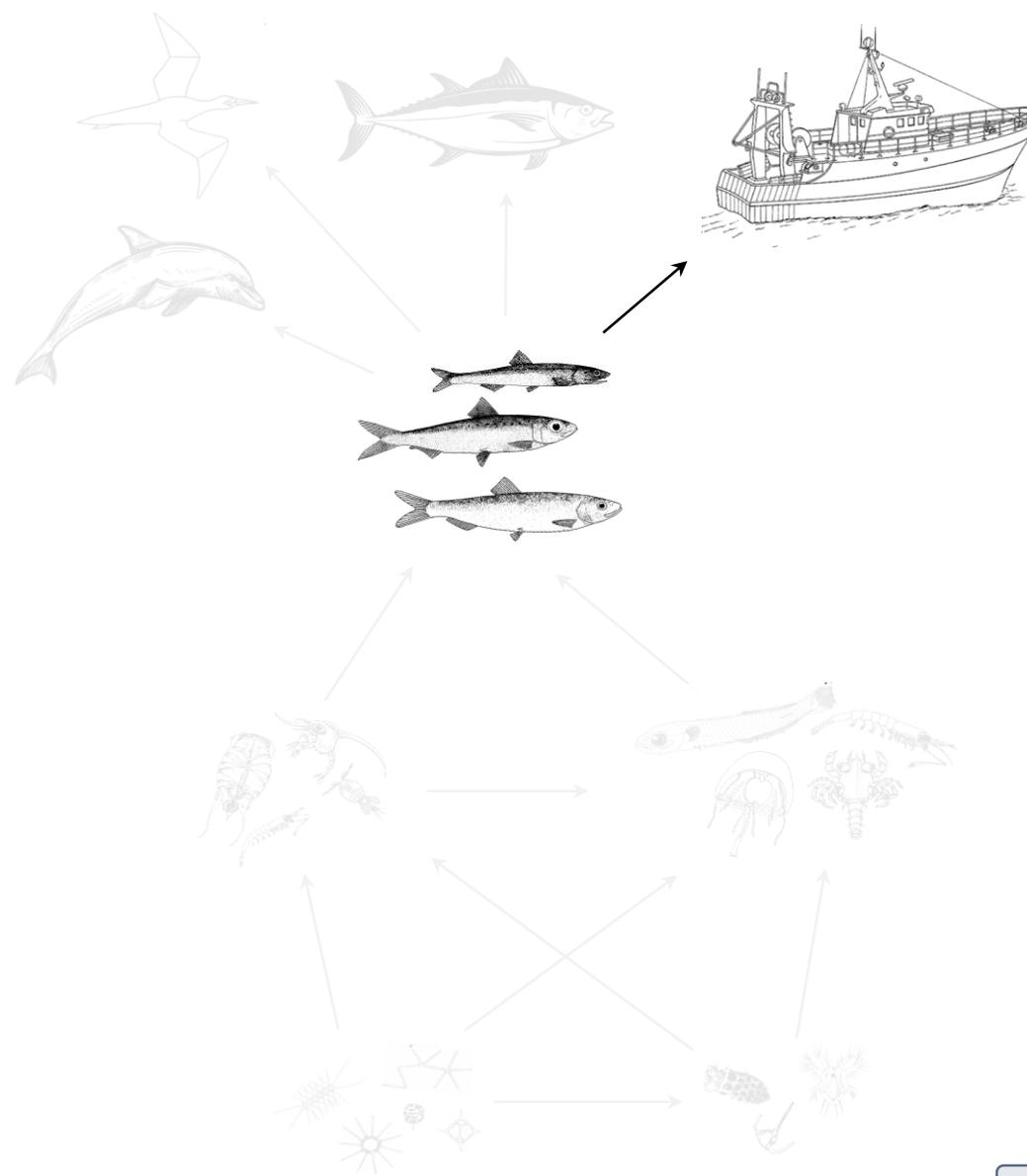


Fig. 2. Long-term changes in sardine body length at-age over the study period. Lines correspond to the fit of the GAM model. The shaded bands represent the 95% confidence interval.

Véron et al. 2020

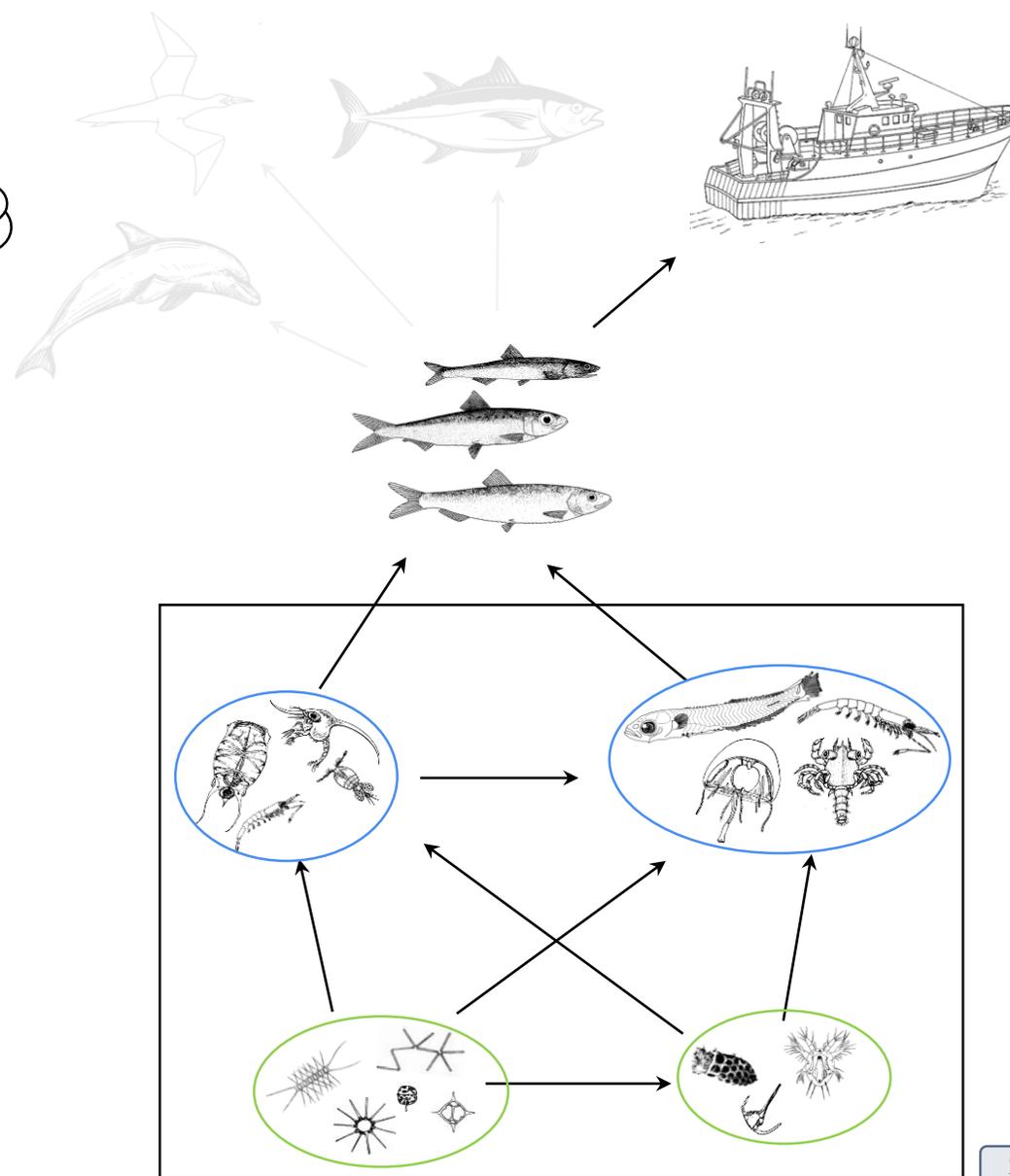


Diminution progressive du poids et de la taille des sardines et des anchois dans le Golfe de Gascogne, depuis le début des années 2000.



→ Processus « bottom – up » et habitat pélagique

- L'environnement hydrologique
- La production primaire = le phytoplancton
- La ressource trophique = le zooplancton



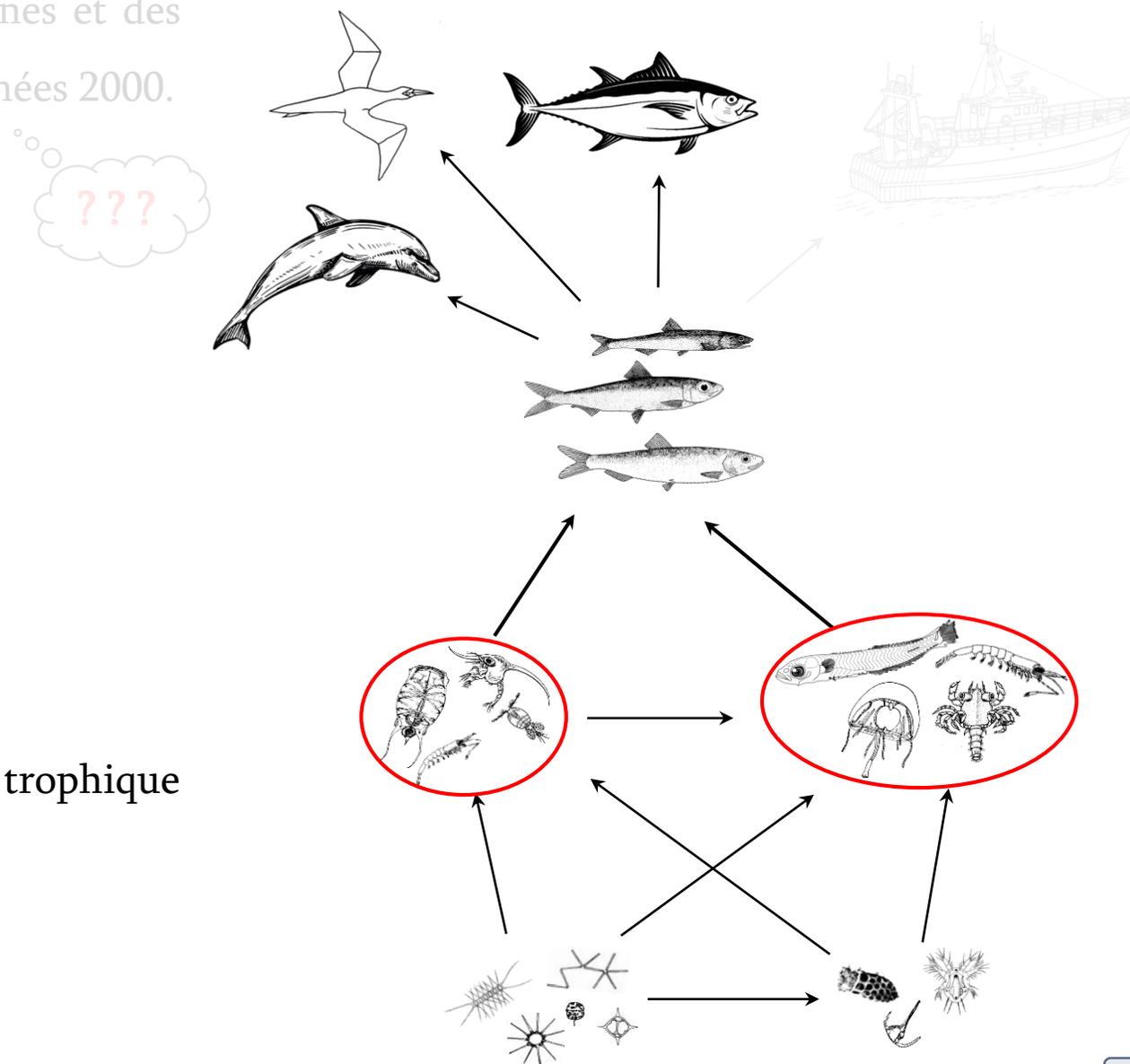
Diminution progressive du poids et de la taille des sardines et des anchois dans le Golfe de Gascogne, depuis le début des années 2000.

Processus « bottom – up » et habitat pélagique

- L'environnement hydrologique
- La production primaire = le phytoplancton
- **La ressource trophique = le ZOOPLANCTON**

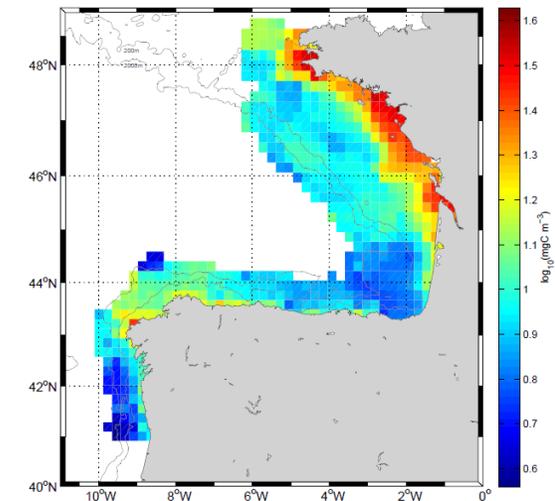
Transfert de matière et d'énergie au sein du réseau trophique pélagique.

Indicateur de changements environnementaux.



## Que sait – on de la structuration de la communauté du zooplancton dans le Golfe de Gascogne ?

- Biomasses et abondances plus importantes à la côte.
- Les copépodes représentent la majorité de l'abondance totale du zooplancton.
- A la côte : beaucoup de petits individus (petites formes de copépodes, méroplancton), crustacés type crevettes, chaetognathes.
- Plateau et pente: grands copépodes.



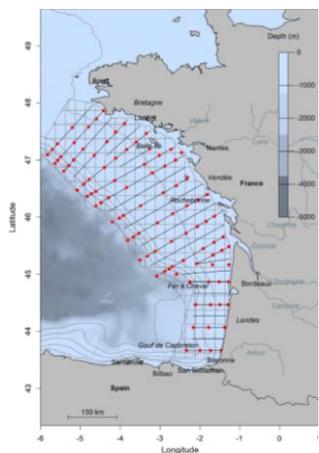
*Vandromme et al. 2014. Biomasse: gradient côte – large & Nord – Sud.*

Hétérogénéité des informations: séries temporelles plus ou moins longues, résolution spatiale faible, peu d'informations sur le zooplancton dans la partie Nord.

**Objectif** : description de la variabilité spatio – temporelle interannuelle de la communauté du zooplancton, à l'échelle globale du Golfe de Gascogne, sur une longue série temporelle.

- Comment se structure spatialement la communauté du zooplancton ?
- Quelles sont les zones géographiques caractéristiques du Golfe ?
- Quels sont les groupes zooplanctoniques inféodés à ces zones ?

➤ Campagne PELGAS  
Golfe de Gascogne  
Printemps ; 2004 – 2019



*Doray et al., 2018*

➤ Campagne PELGAS  
Golfe de Gascogne  
Printemps ; 2004 – 2019

➤ Acquisition des données par imagerie



Échantillon  
formolé

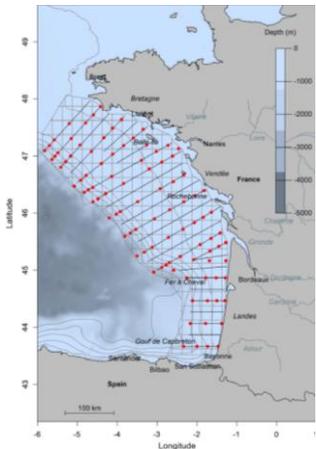
Lumière



Scanner

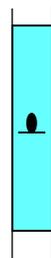


*ZooScan, échantillons des années 2004 à 2015*

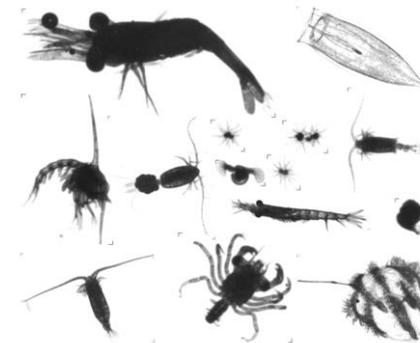


Échantillon (vivant)

Lumière



Caméra



*ZooCAM, échantillons des années 2016 à 2019*

- Campagne PELGAS  
Golfe de Gascogne  
Printemps ; 2004 – 2019

- Acquisition des données par imagerie

- Identification automatisée



Échantillon formolé

Lumière



Scanner



Outils d'apprentissage machine

Learning set

Algorithme d'apprentissage machine

Validation / correction manuelle de l'identification

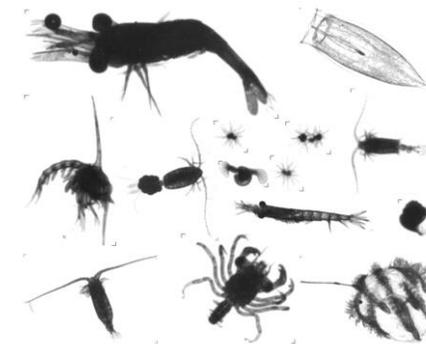
*ZooScan, échantillons des années 2004 à 2015*

Échantillon (vivant)

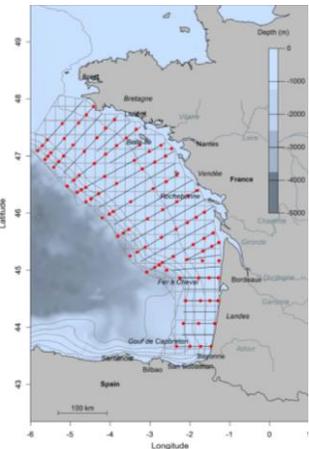
Lumière



Caméra



*ZooCAM, échantillons des années 2016 à 2019*



*Doray et al., 2018*

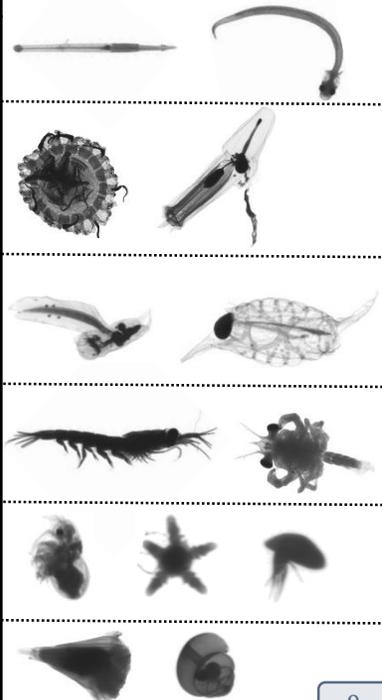
→ Jeu de données complet de 2008 à 2019.

➤ Mise en forme des données:

Agrégation en 30 groupes taxonomiques et 10 groupes écologiques (construits sur trois critères : la taxonomie, la taille et le régime alimentaire).

Calcul des biovolumes pour chaque groupe (estimateur de la biomasse).

Groupes écologiques	
Copépodes	Autres groupes du zooplancton
Grands copépodes à tendance carnivore ( <b>LCCop</b> )  Candacidés, Euchirella, Métridinidés, Euchaetidés	Prédateurs carnivores ( <b>Carn_pred</b> ) Annélides, larves de poissons, chaetognathes, branchiostoma
Grands copépodes à tendance herbivore ( <b>LHCop</b> )  Calanidés, Eucalanidés, Rhincalanidés, Autres calanoides > 1000 µm	Gélatineux carnivores ( <b>GelC</b> ) Cnidaires, siphonophores, cténaïres.
Petits calanoides ( <b>Scalano</b> )  Calanoides ≤ 1000 µm (Centropagides, Acartiidés, Témoridés)	Gélatineux filtreurs ( <b>GelF</b> ) Appendiculaires, Thaliacés
Autres petits copépodes ( <b>Scop_CHP</b> )  Cyclopoida, Harpacticoida, Poecilostomatoida	Grand zooplancton omnivore ( <b>LOZ</b> ) Formes adultes de crustacés, taille > 1000 µm (amphipodes, euphausiacés, etc.)
	Petit zooplancton omnivore ( <b>SOZ</b> ) Autre zooplancton, taille ≤ 1000 µm (cladocères, nauplii, échinodermes, cirripèdes, etc)
	<b>Thecosomata</b> Limacinidés et autres thecosomata

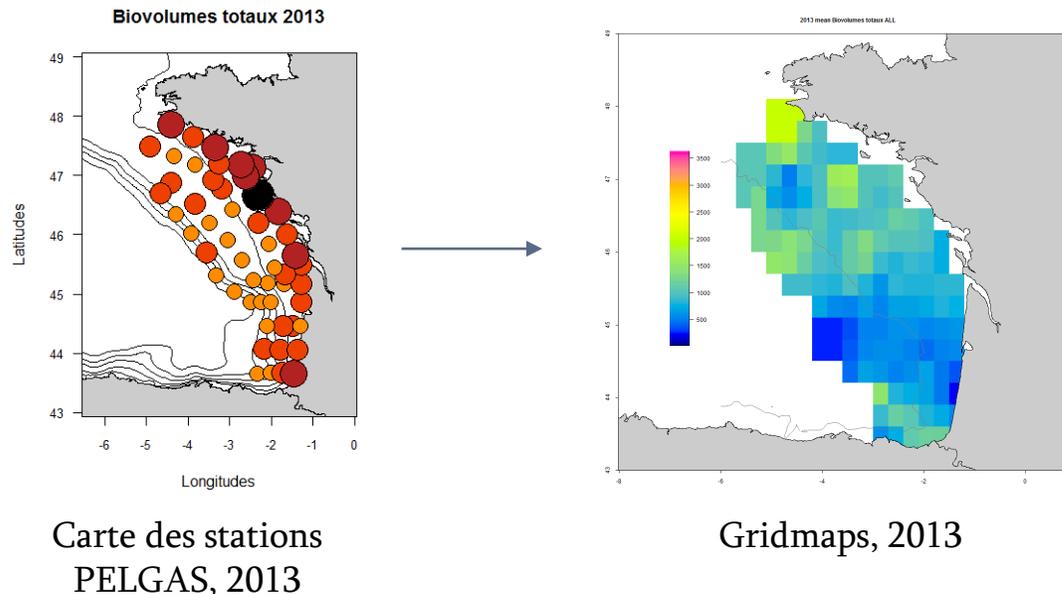


➤ Mise en forme des données:

Agrégation en 30 groupes taxonomiques et 10 groupes écologiques (construits sur trois critères : la taxonomie, la taille et le régime alimentaire).

Calcul des biovolumes pour chaque groupe (estimateur de la biomasse).

Nombre de stations différent chaque année → construction de **gridmaps** pour homogénéiser les données à l'échelle spatiale.



➤ Mise en forme des données:

Agrégation en 30 groupes taxonomiques et 10 groupes écologiques (construits sur trois critères : la taxonomie, la taille et le régime alimentaire).

Calcul des biovolumes pour chaque groupe (estimateur de la biomasse).

Nombre de stations différent chaque année → construction de gridmaps pour homogénéiser les données à l'échelle spatiale.

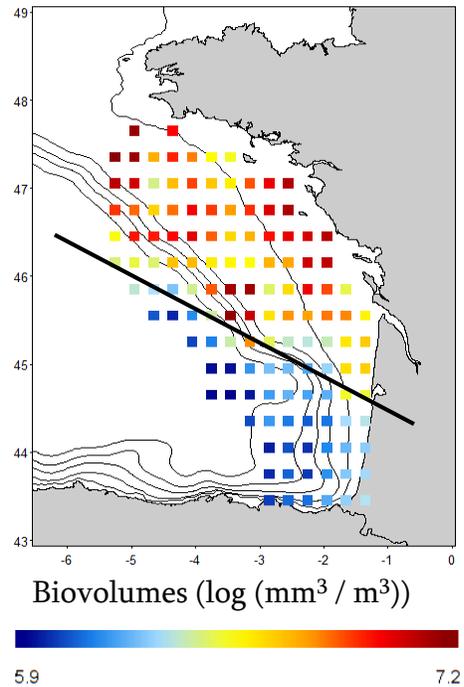
➤ Analyses de données

**Multi Factor Analysis (MFA):** méthode multi-tableaux qui permet de différencier la variabilité temporelle de la corrélation spatiale entre les variables → construction de patrons spatio - temporels moyens et description de la variabilité temporelle autour des structures spatiales moyennes.

Méthode des **valeurs indicatrices (VI)**, pour déterminer les groupes écologiques du zooplancton caractéristiques des clusters spatiaux identifiés avec la MFA.

$$S = \frac{N_{\text{taxon}_{tc}}}{N_{\text{taxon}_t}} \quad F = \frac{N_{\text{cell}_{tc}}}{N_{\text{cell}_c}} \quad VI = S \times F \times 100$$

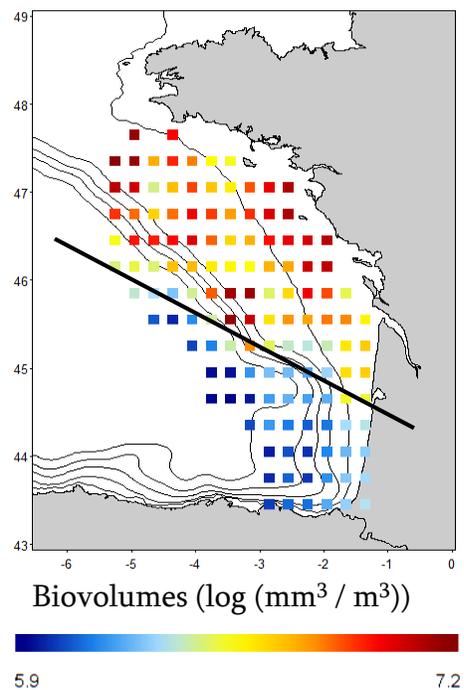
Carte moyenne des biovolumes totaux par cellules, entre 2008 et 2019.



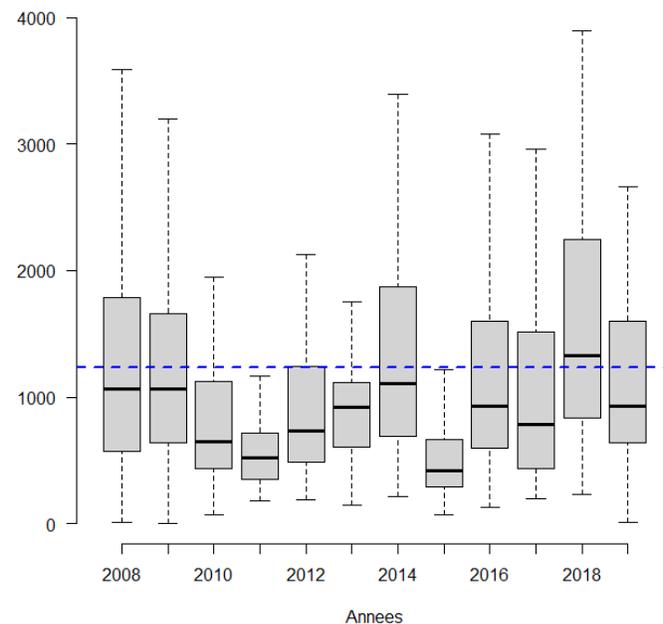
Gradient nord – sud.

Biovolumes plus importants dans la  
partie Nord du Golfe.

Carte moyenne des biovolumes totaux par cellules, entre 2008 et 2019.



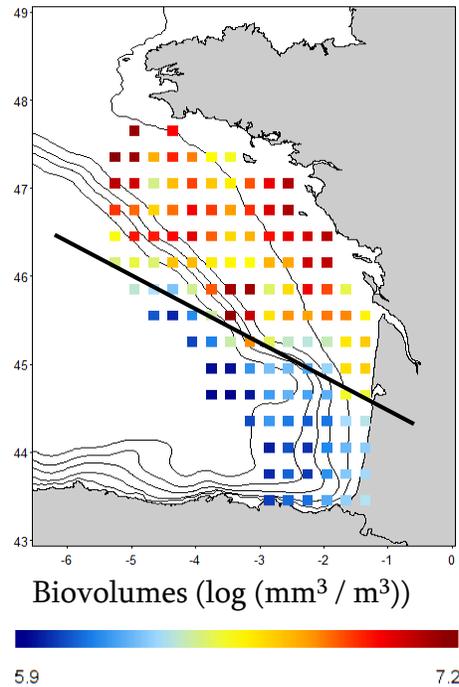
Distributions des biovolumes totaux par cellules



Gradient nord – sud.

Biovolumes plus importants dans la partie Nord du Golfe.

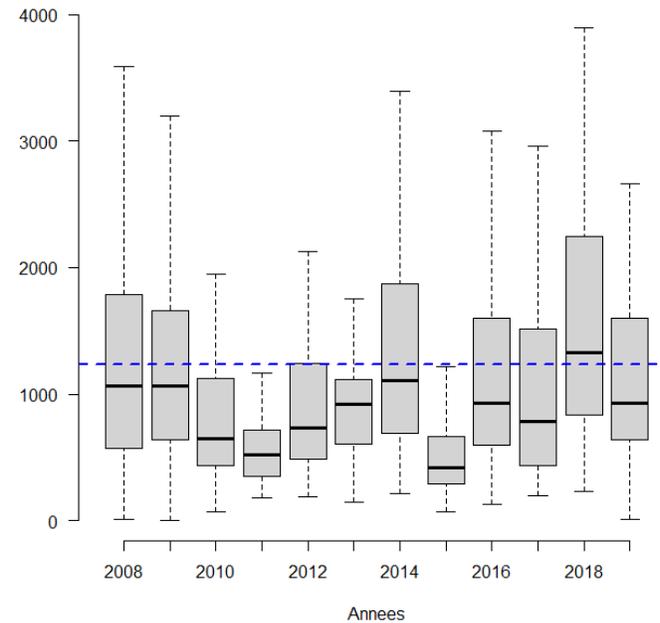
Carte moyenne des biovolumes totaux par cellules, entre 2008 et 2019.



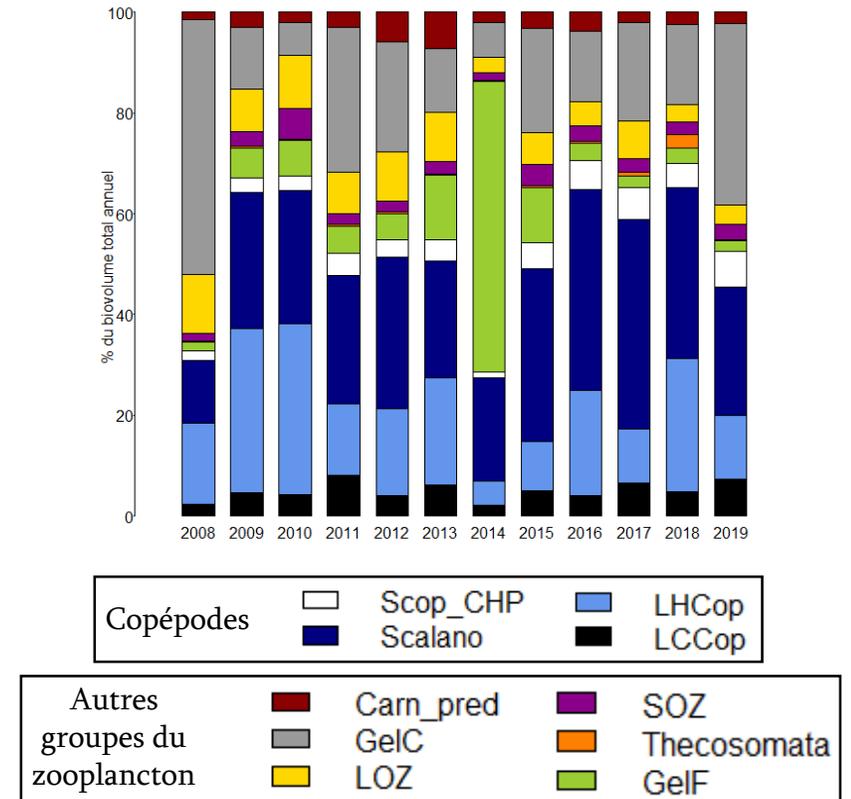
Gradient nord – sud.

Biovolumes plus importants dans la partie Nord du Golfe.

Distributions des biovolumes totaux par cellules

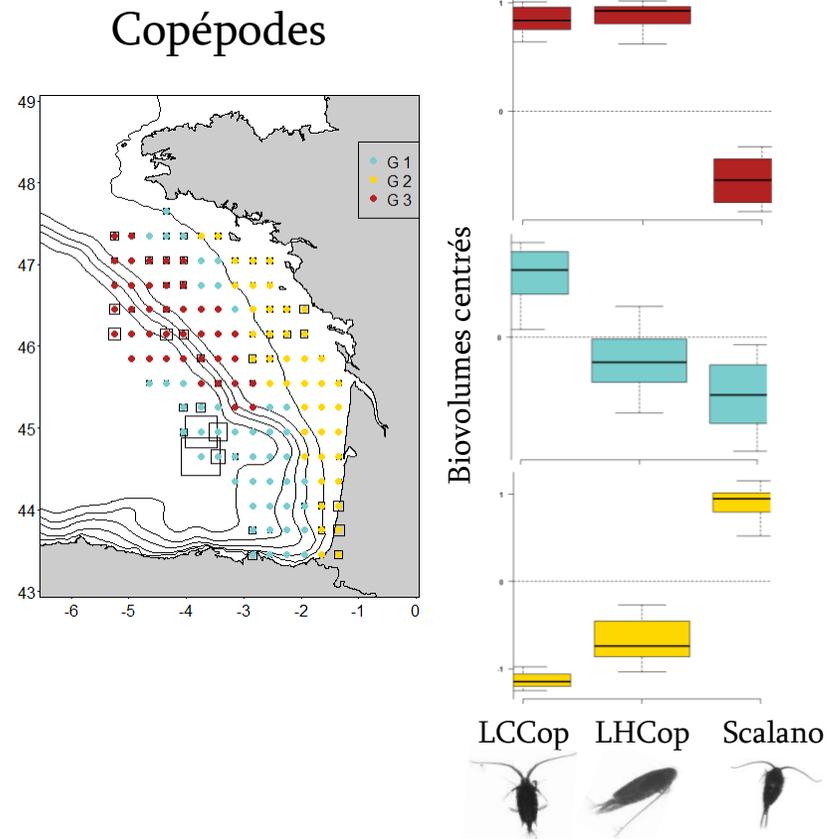


Contributions aux biovolumes totaux annuels (en %)



Biovolumes des copépodes supérieurs à 55 % des biovolumes totaux annuels, sauf 2008 et 2014.

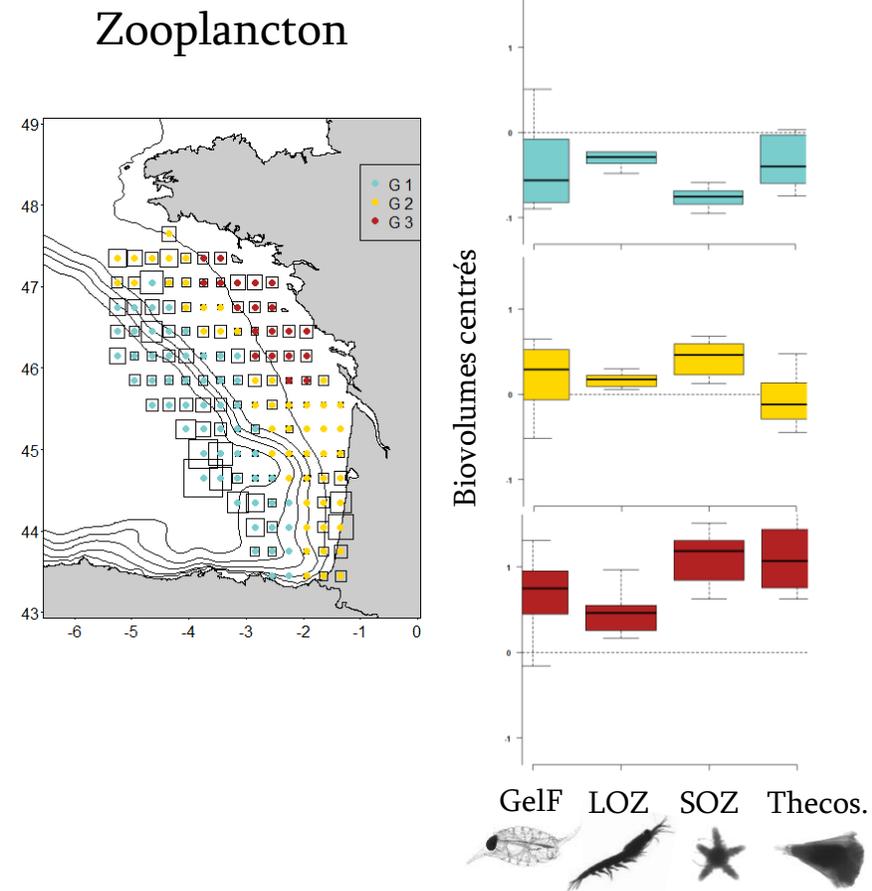
- **Patrons spatio – temporels moyens et groupes fonctionnels corrélés aux axes de la MFA portant le plus de variance.**



Gradient côte – large porté par les petits calanoides.

Gradient nord – sud au large porté par les grands copépodes à tendance herbivore.

Faible variabilité inter – annuelle (carrés noirs).



Gradient côte – large et gradient nord – sud.

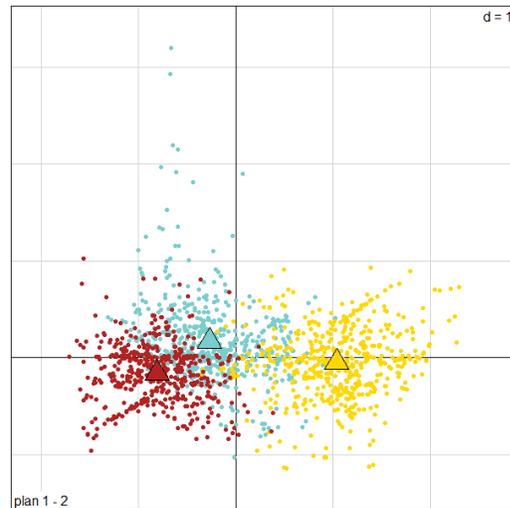
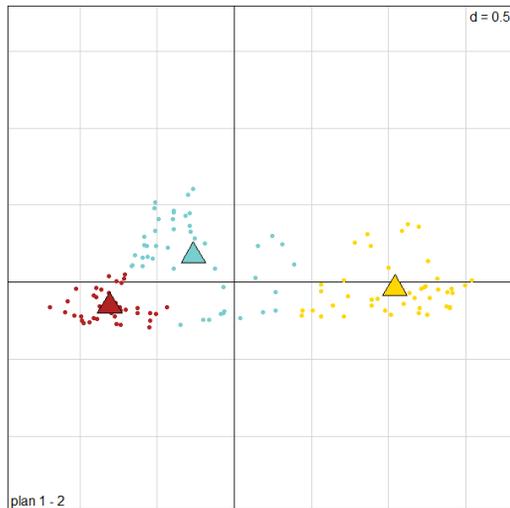
Variabilité inter – annuelle plus importante.

- Copépodes:**
- **Scalano** = petits calanoides
  - **Scop\_CHP** = Cyclopoïdes, Harpacticoides et Poecilostomatoides
  - **LCCop** = grands copépodes à tendance carnivore
  - **LHCop** = grands copépodes à tendance herbivore
- Autres groupes fonctionnels du zooplancton:**
- **GelF** = gélatineux filtreurs
  - **LOZ** = grand zooplancton omnivore
  - **SOZ** = petit zooplancton omnivore
  - **Thecos.** = thécosomes
  - **GelC** = gélatineux carnivores
  - **Carn\_pred** = prédateurs carnivores

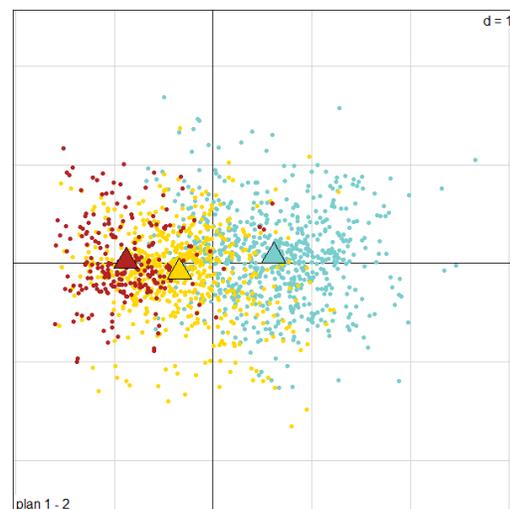
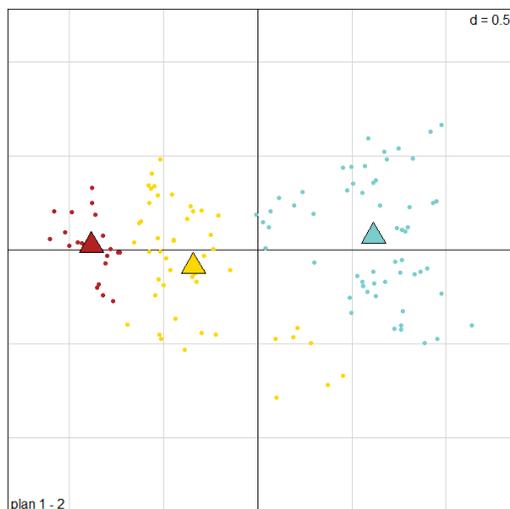
Positions moyennes des cellules  
dans l'espace factoriel (plans 1 – 2).

Positions annuelles des cellules  
dans l'espace factoriel (plans 1 – 2).

Copépodes



Zooplancton

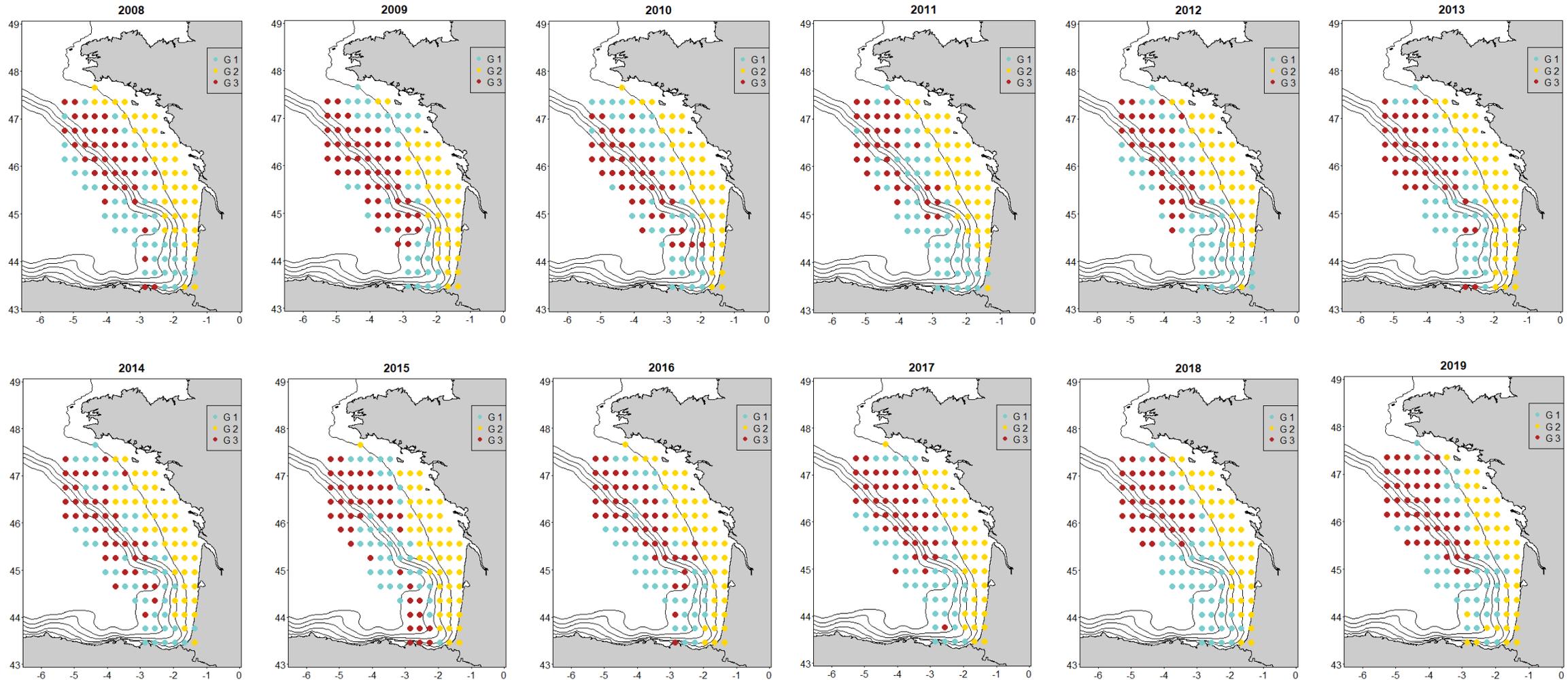


Calcul des distances entre les positions annuelles  
des cellules et les centres de gravité des clusters  
du patron moyen.

Assignment du cluster dont le centre de gravité  
est le plus proche.

➤ Patrons spatiaux annuels pour les copépodes.

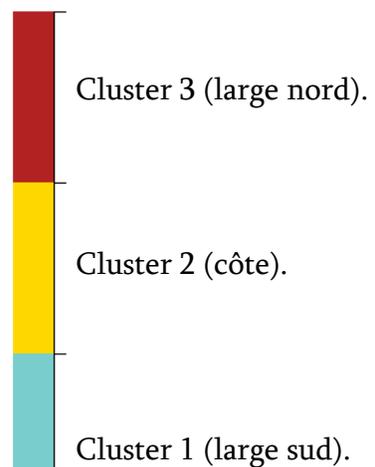
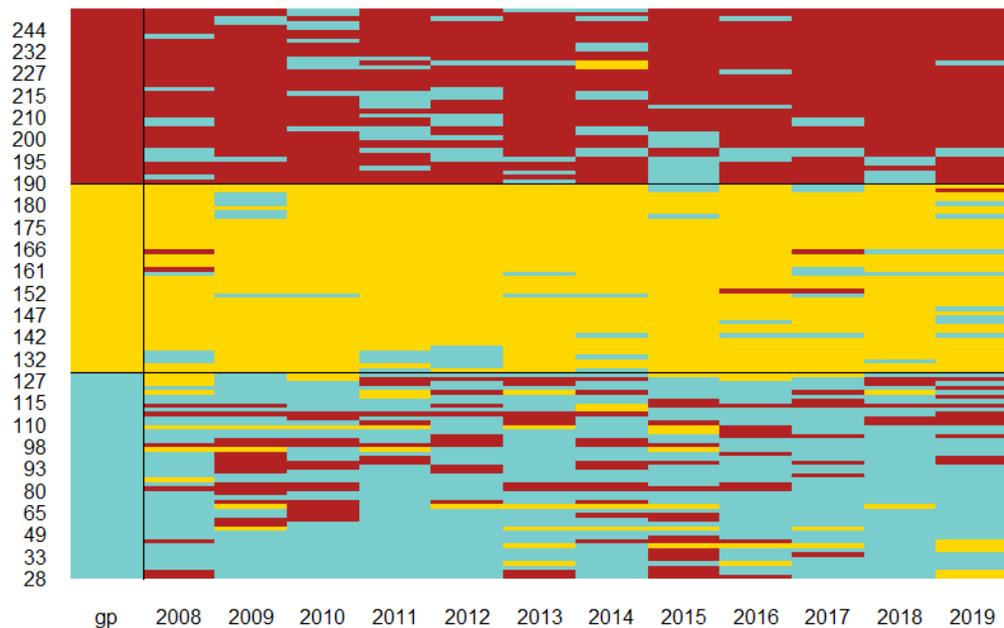
Cluster jaune à la côte peu variable; clusters rouge et bleu au large plus ou moins étendus et mélangés.



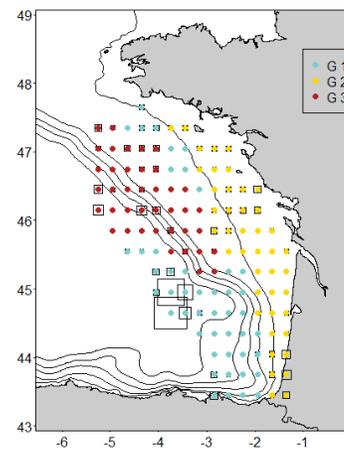
➤ Patrons spatiaux annuels pour les copépodes.

Cluster jaune à la côte peu variable; clusters rouge et bleu au large plus ou moins étendus et mélangés.

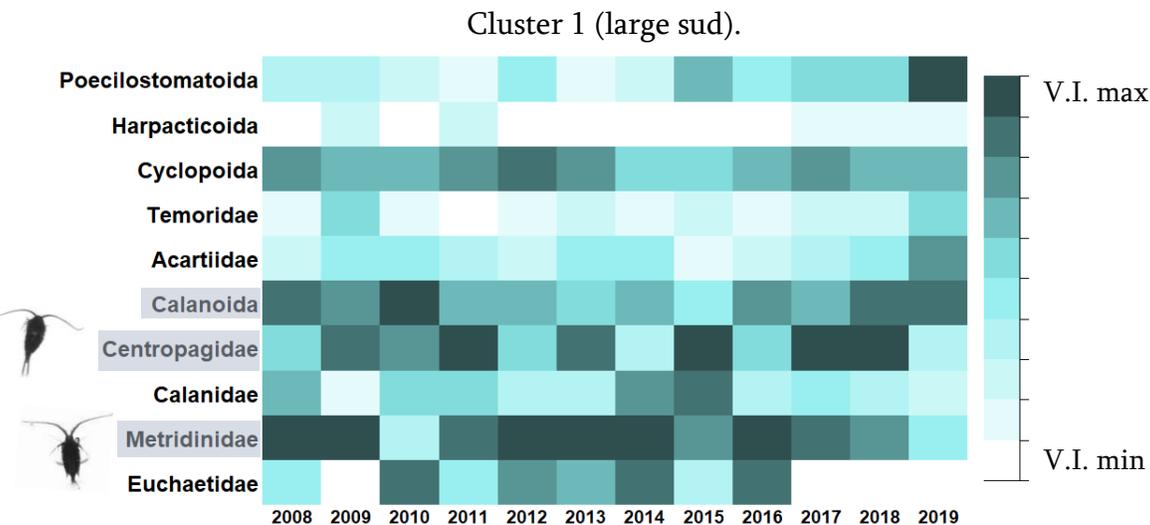
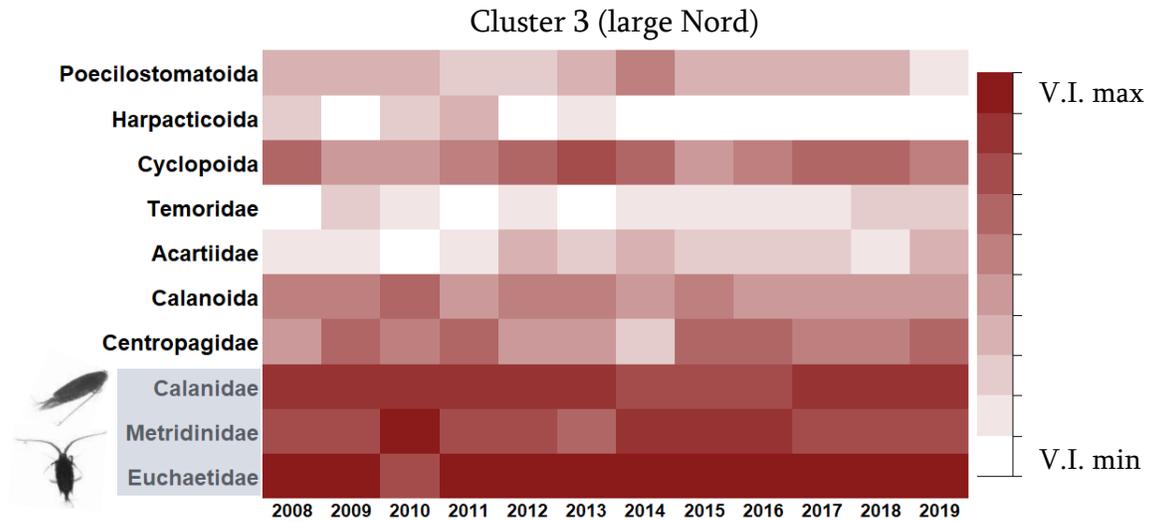
Intersections entre les clusters.



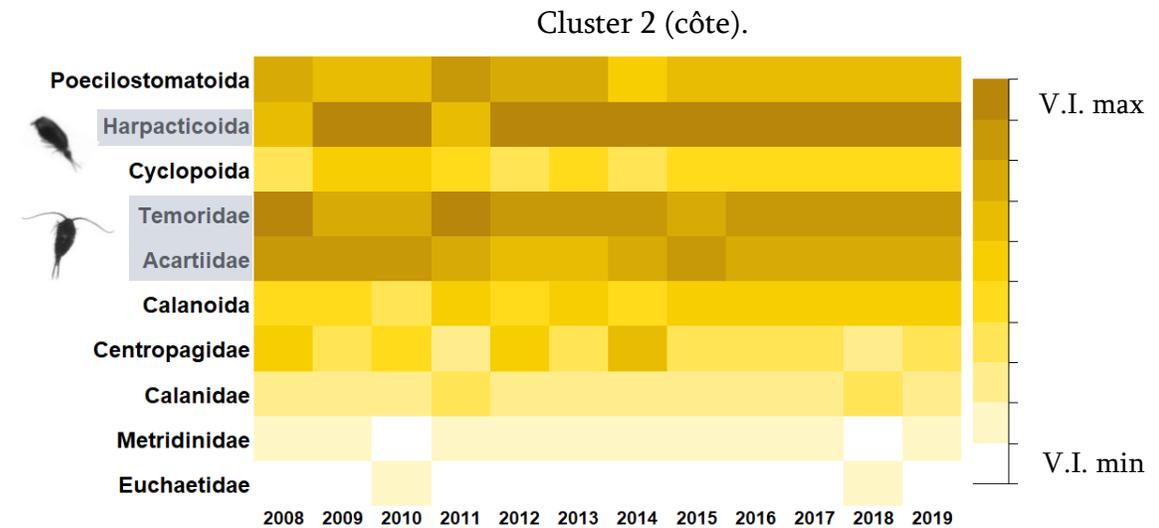
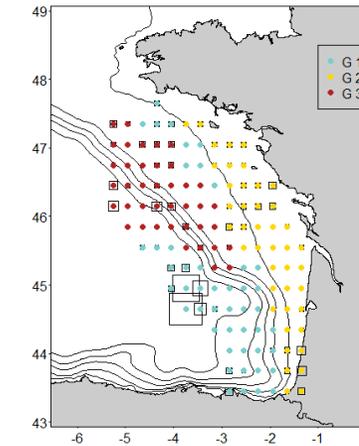
Patron spatio – temporel moyen (copépodes).



➤ Taxons caractéristiques des clusters spatiaux.

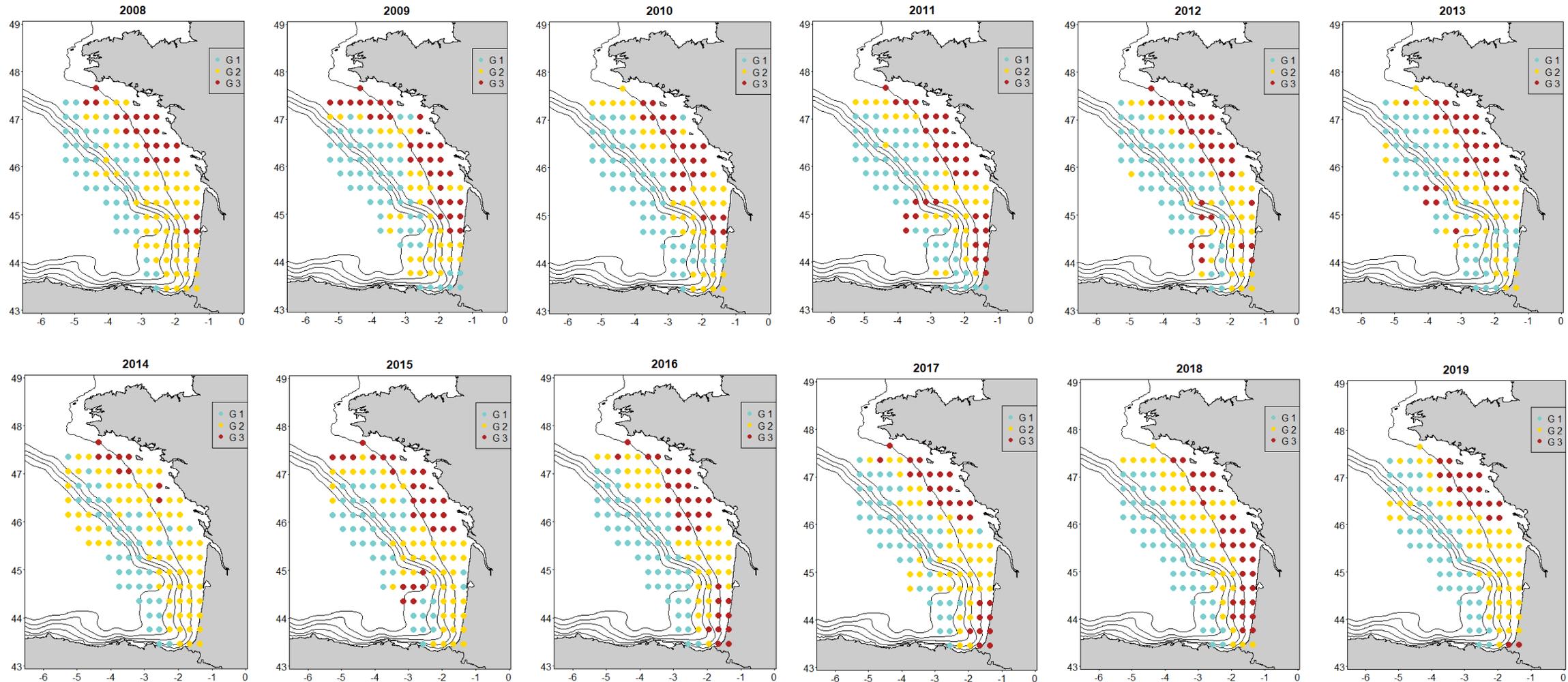


Patron spatio – temporel moyen (copépodes).



➤ Patrons spatiaux annuels pour les autres groupes du zooplancton.

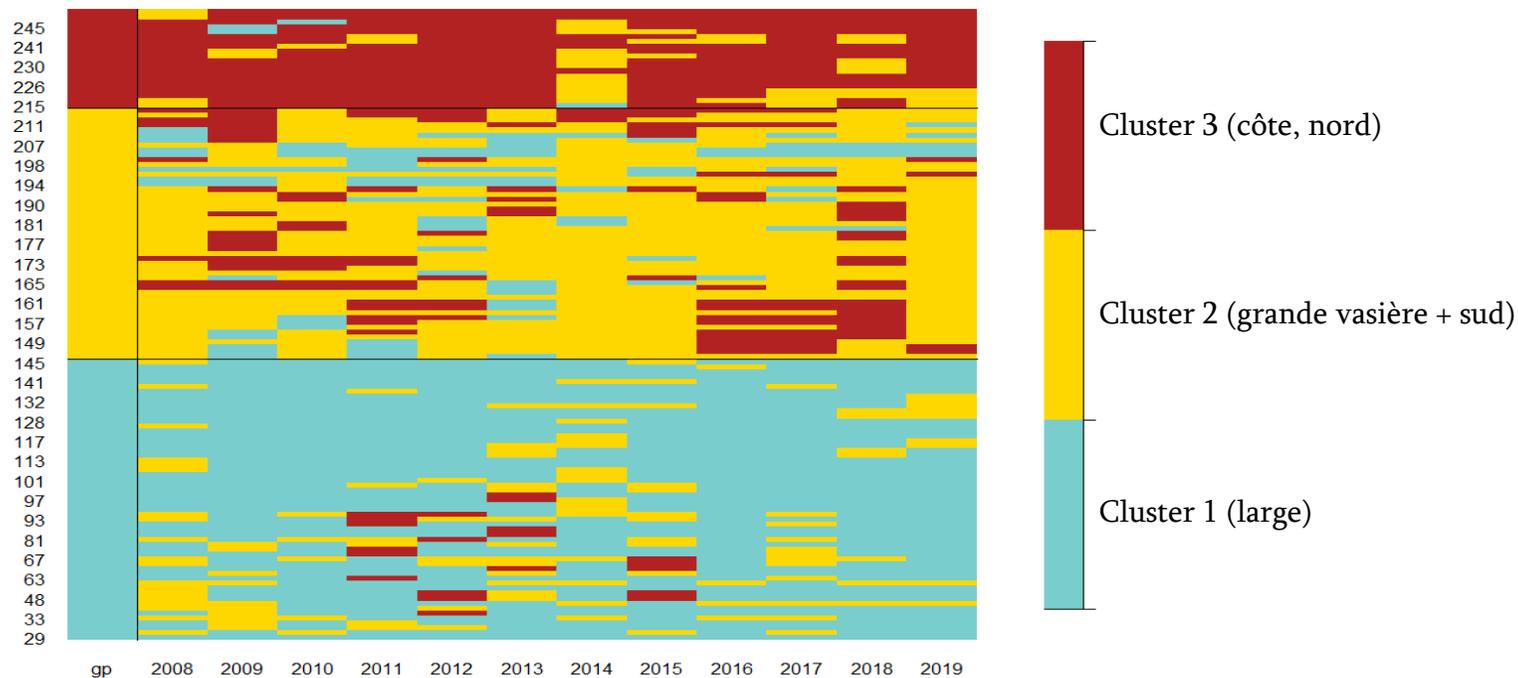
Variabilité interannuelle forte.



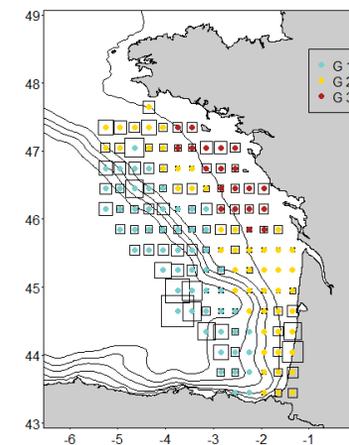
➤ Patrons spatiaux annuels pour les autres groupes du zooplancton.

Variabilité interannuelle forte.

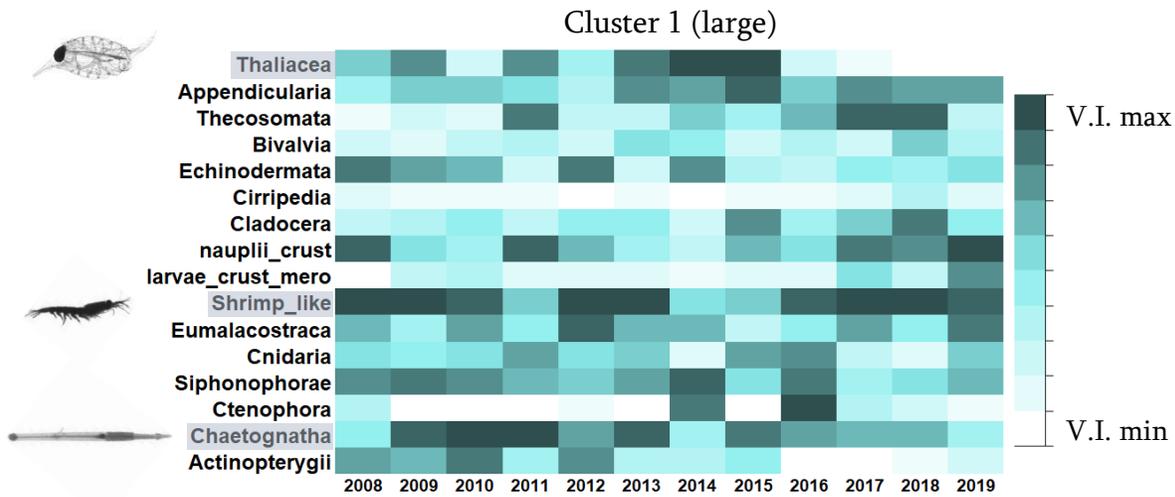
Intersections entre les clusters.



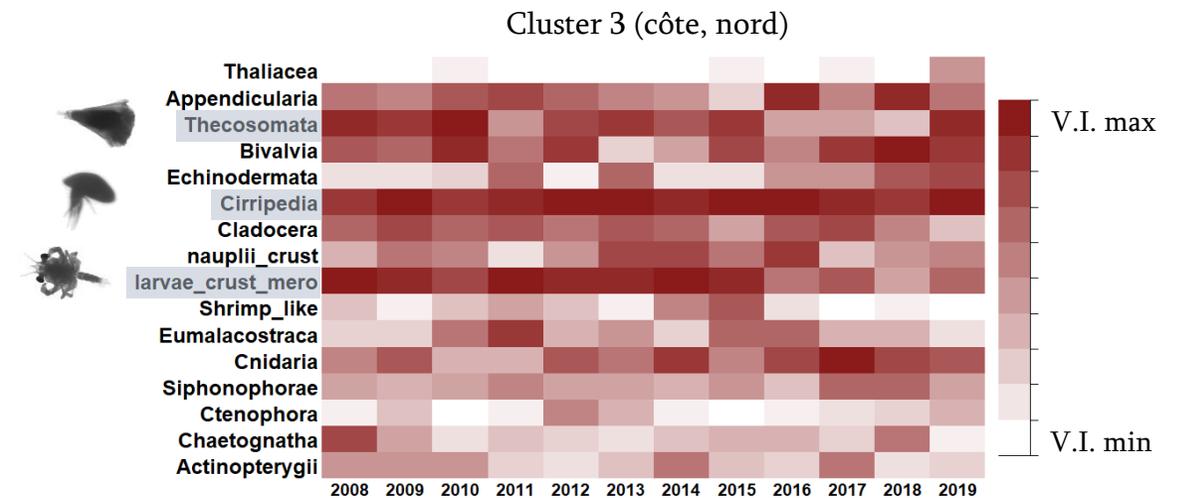
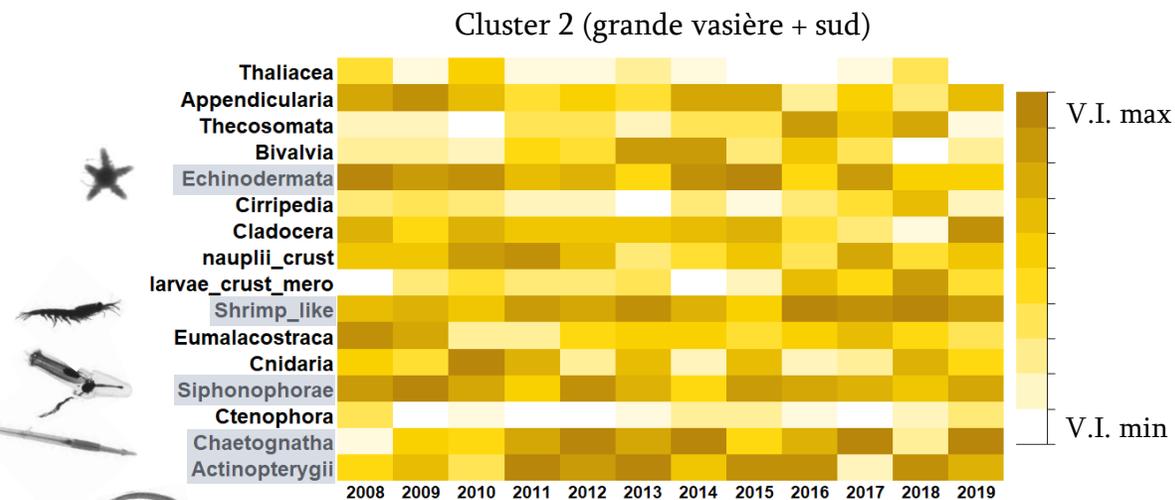
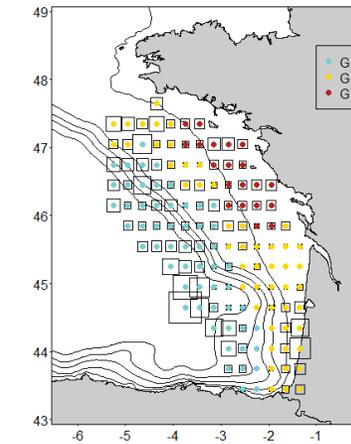
Patron spatio – temporel moyen (zooplancton).



## ➤ Taxons caractéristiques des clusters spatiaux.



## Patron spatio-temporel moyen (zooplancton).

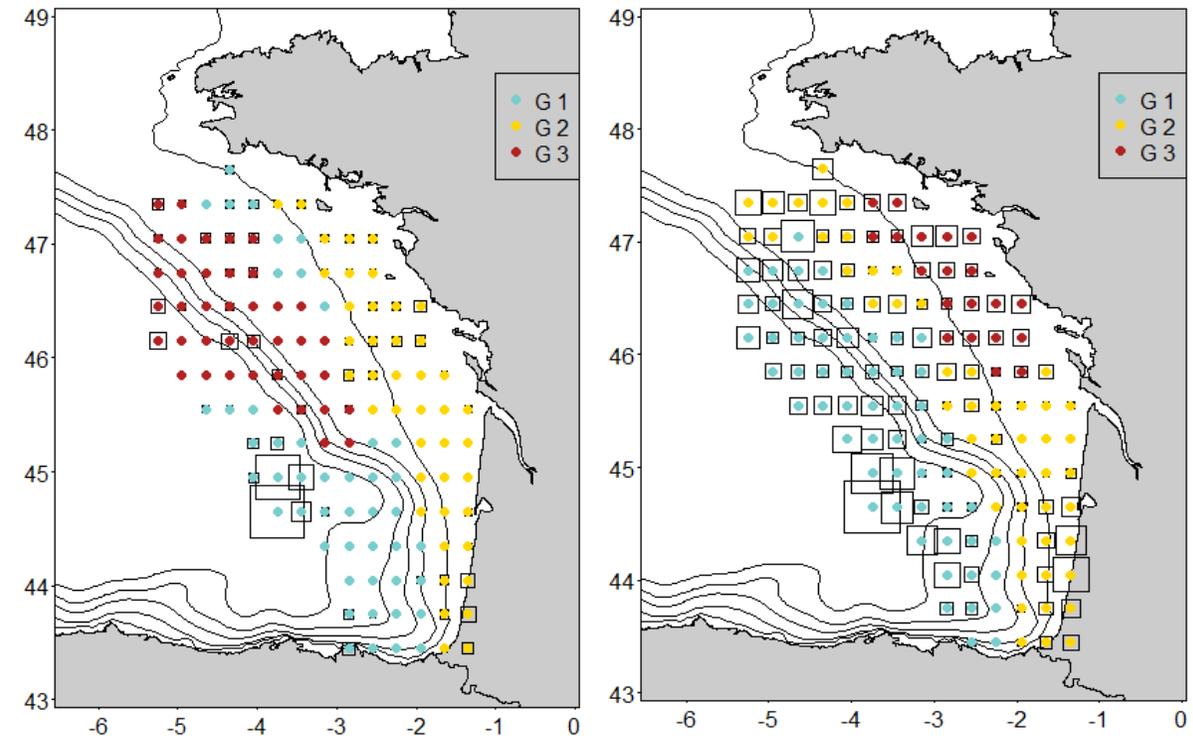


Gradient de biovolumes : des biovolumes plus importants au Nord.

Structuration spatiale moyenne du Golfe, entre 2008 et 2019.

Variabilité inter – annuelle importante

- biovolumes / stations
- composition taxonomique de la communauté du zooplancton
- structuration spatiale (sauf pour les copépodes)



Gradient de biovolumes : des biovolumes plus importants au Nord.

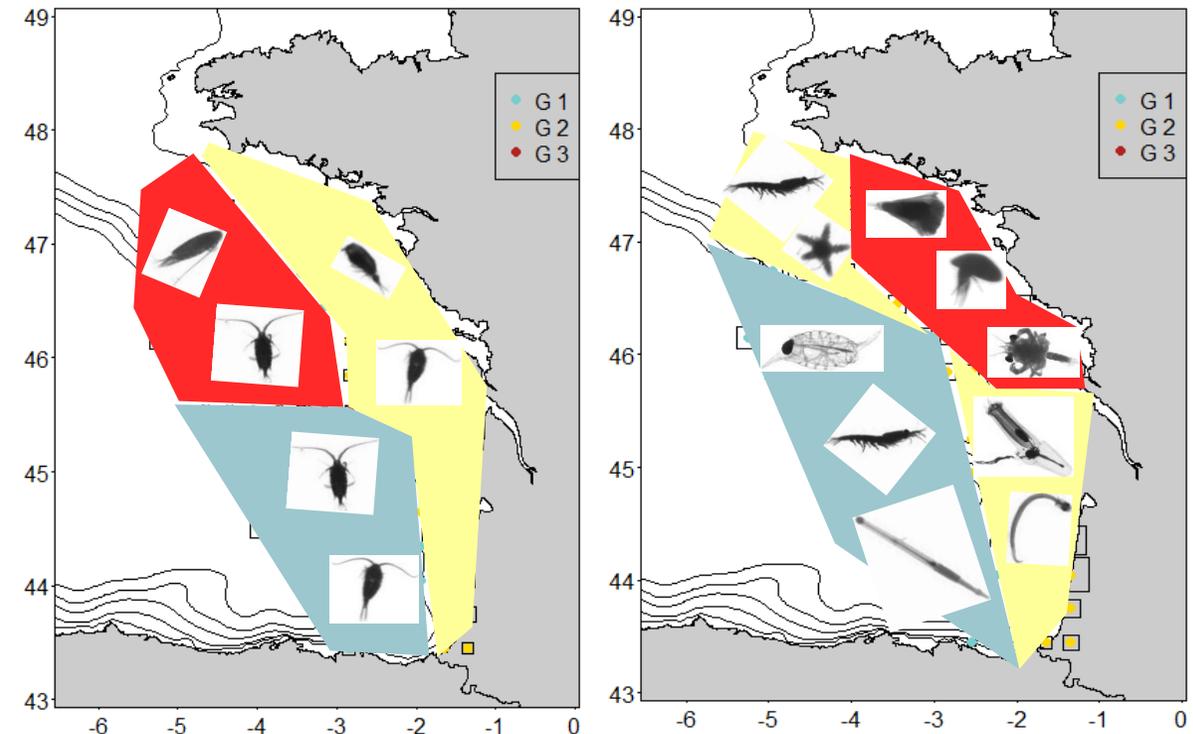
Structuration spatiale moyenne du Golfe, entre 2008 et 2019.

Variabilité inter – annuelle importante

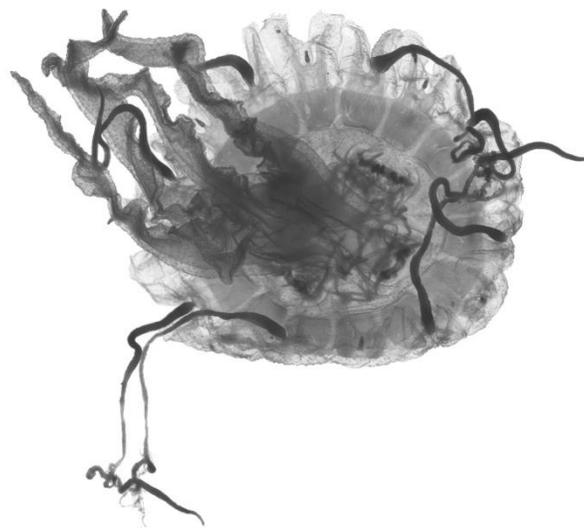
- biovolumes / stations
- composition taxonomique de la communauté du zooplancton
- structuration spatiale (sauf pour les copépodes)

Définition de taxons indicateurs des clusters spatiaux.

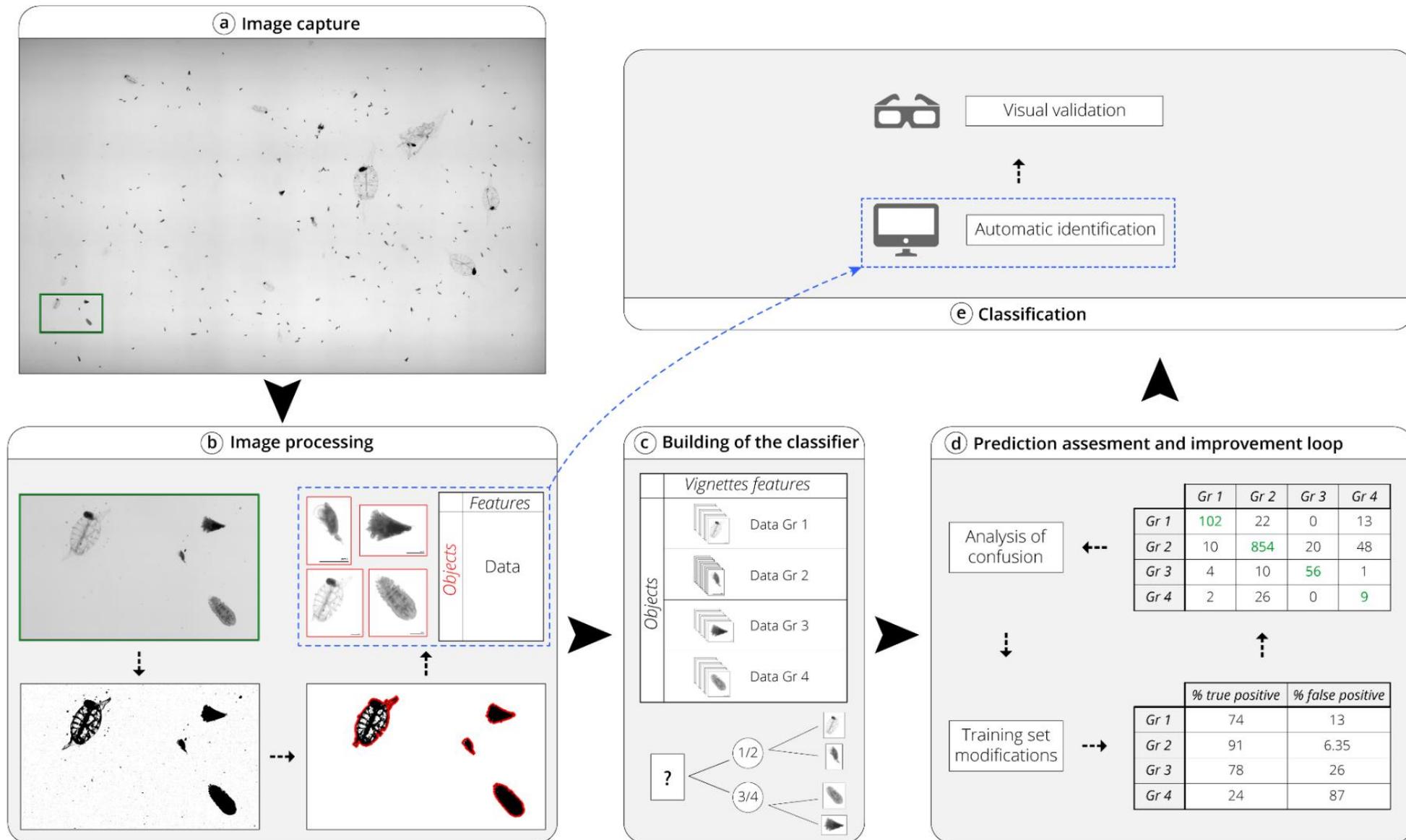
Suite du travail: faire le lien avec les variables environnementales et biomasses des petits poissons pélagiques.



Merci de votre attention !

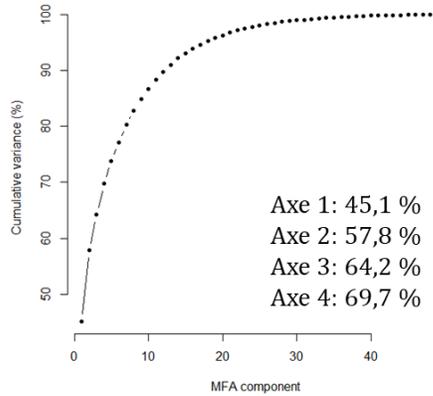


# Imagerie et identification semi - automatique

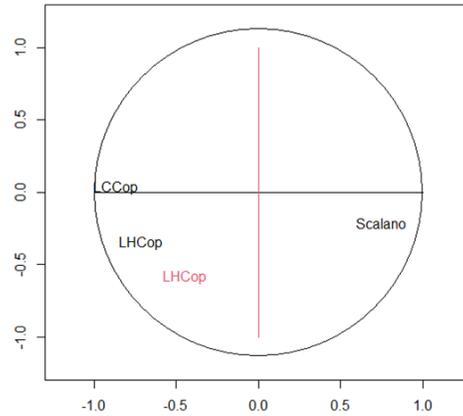


## Copépodes

- Variance cumulée expliquée par les axes.



- Cercle des corrélations

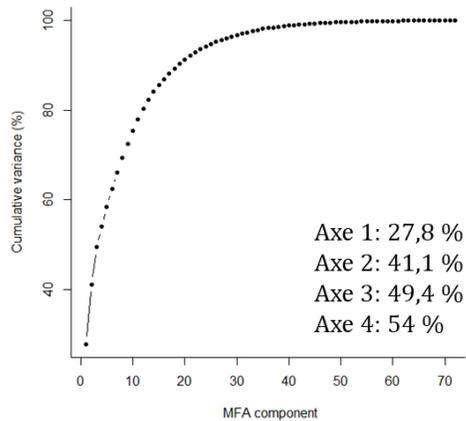


- Nombre de corrélations (> 0,5 ou < -0,5) pour chaque taxon.

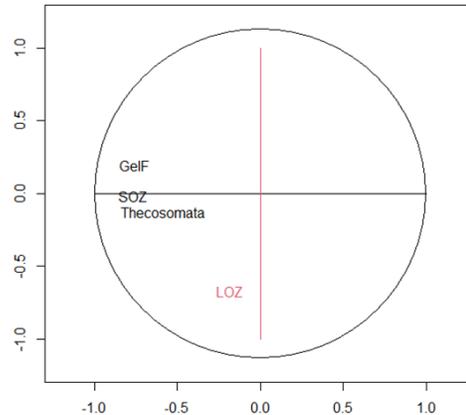
VARIABLES	COMP 1	COMP 2	COMP 3	COMP 4
LCCop	0 +   12 -	0 +   0 -	0 +   0 -	0 +   0 -
LHCop	0 +   8 -	0 +   6 -	0 +   0 -	0 +   0 -
Scalano	10 +   0 -	0 +   1 -	0 +   0 -	0 +   1 -
Scop_CHP	4 +   0 -	0 +   3 -	3 +   0 -	0 +   0 -

## Autres taxons du zooplancton

- Variance cumulée expliquée par les axes.



- Cercle des corrélations



- Nombre de corrélations (> 0,5 ou < -0,5) pour chaque taxon.

VARIABLES	COMP 1	COMP 2	COMP 3	COMP 4
Carn_pred	0 +   5 -	0 +   0 -	0 +   1 -	0 +   0 -
GelC	0 +   5 -	0 +   2 -	1 +   1 -	0 +   0 -
GelF	0 +   8 -	1 +   0 -	0 +   0 -	0 +   0 -
LOZ	0 +   1 -	0 +   6 -	0 +   0 -	0 +   0 -
SOZ	0 +   12 -	0 +   0 -	0 +   0 -	0 +   0 -
Thecosomata	0 +   6 -	2 +   0 -	3 +   0 -	0 +   0 -