

Cartographies des communautés de macroalgues Intertidales d'estran rocheux par combinaison de données LiDAR et de relevés *in-situ*

Mathieu Helias^{1,2}, Pascal Bailly du Bois^{1,2}, Antoine Collin³, Emmanuel Poizot^{1,2}, Emilie Jacquot⁴,
Régis Gallon-Garcia^{1,2}

¹ Conservatoire National des Arts et Métiers, INTECHMER, 50100, Cherbourg-en-Cotentin, France.

² Normandie univ., UNICAEN, Laboratoire des Sciences Appliquées de Cherbourg, EA 4253, 50100, Cherbourg-en-Cotentin, France

³ EPHE – Ecole Pratique des Hautes Etudes, Dinard, France

⁴ Normandie univ., UNICAEN, UFR des Sciences, 14032, Caen, France

20/03/2025

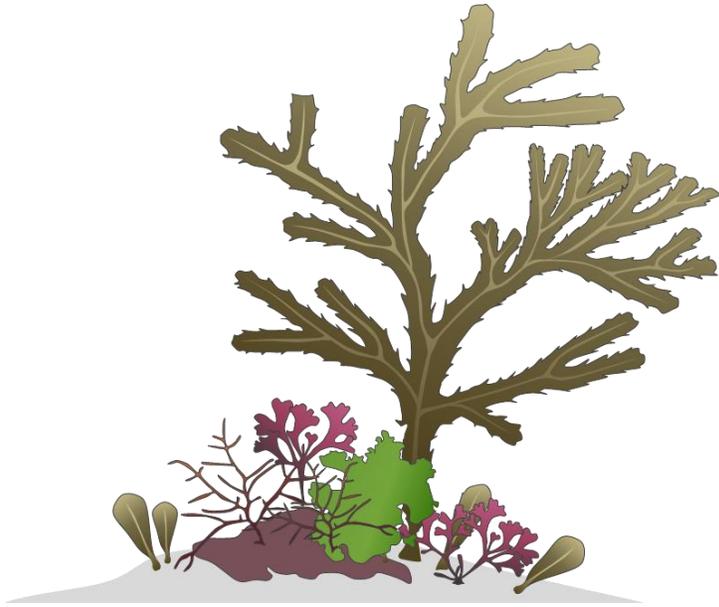


UNIVERSITÉ
CAEN
NORMANDIE



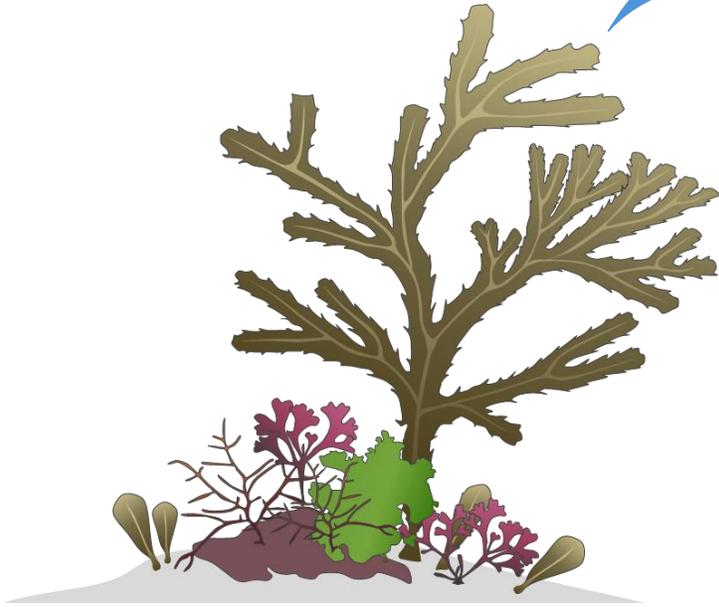
Contexte général

COMMUNAUTÉS DE
MACROALGUES



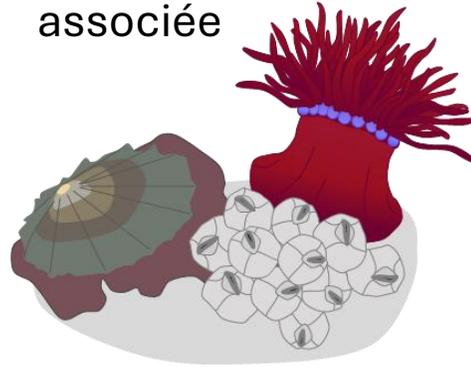
Importante
production primaire

Contexte général

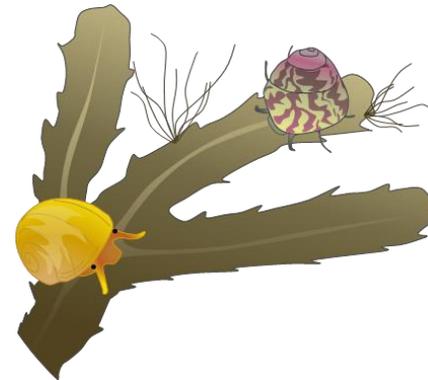
COMMUNAUTÉS DE
MACROALGUES

Espèces ingénieuses

- Forte biodiversité associée

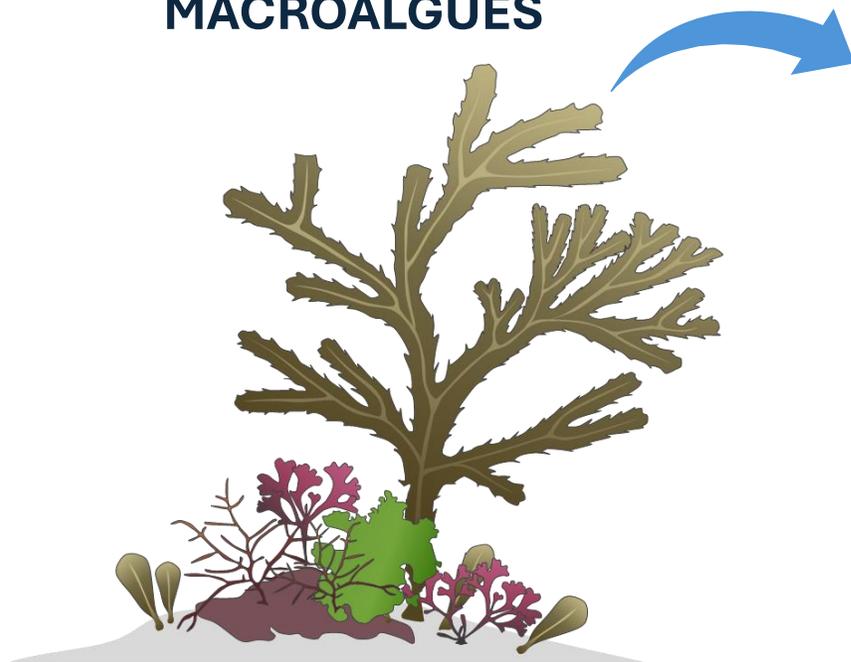


- Nombreux services écosystémiques



Importante
production primaire

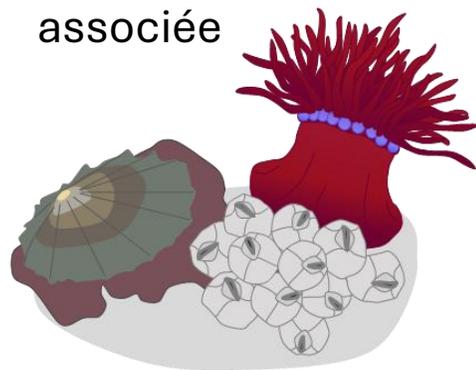
Contexte général

COMMUNAUTÉS DE
MACROALGUES

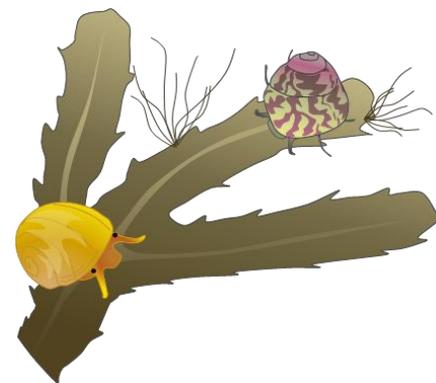
Importante
production primaire

Espèces ingénieuses

- Forte biodiversité associée



- Nombreux services écosystémiques



Communautés de macroalgues = **élément de qualité** dans le cadre de la DCE et de la DCSMM



Le littoral Manche-Atlantique

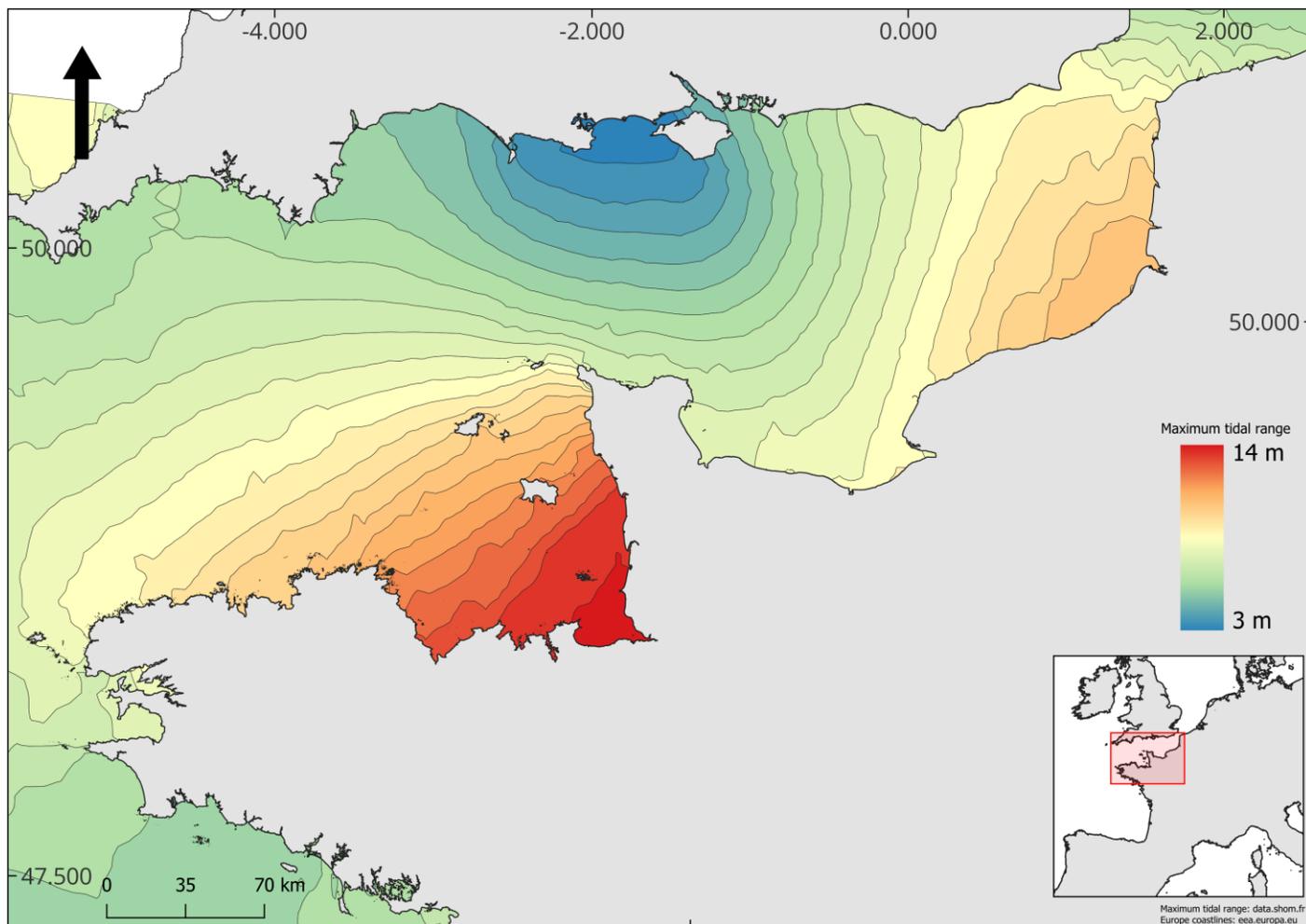


→ Littoral Manche-Atlantique = zone très contrastée :

- **Limite de répartition** de nombreuses espèces de macroalgues.



Le littoral Manche-Atlantique



→ Littoral Manche-Atlantique = zone très contrastée :

- **Limite de répartition** de nombreuses espèces de macroalgues.
- Fortes **variations environnementales** (e.g. marnage).



Le littoral Manche-Atlantique

Penmarc'h, Finistère



Carteret, Manche



Cap Lévi, Manche



Bernières, Calvados



Pourville, Seine-Maritime

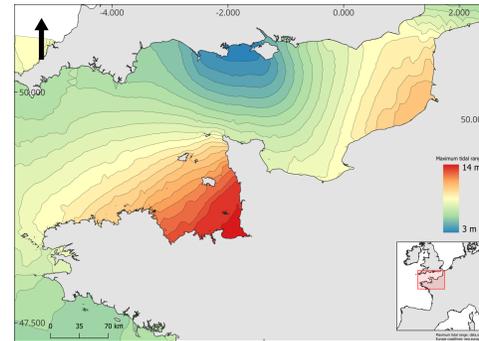


Audresselles, Pas-de-Calais



Problématique

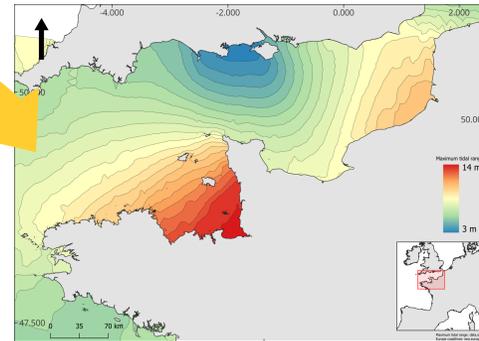
Cartographies des communautés de macroalgues
Intertidales d'estran rocheux par combinaison de
données LiDAR et de relevés *in-situ*



Problématique

Cartographies des communautés de macroalgues
Intertidales d'estran rocheux par combinaison de
données LiDAR et de relevés *in-situ*

Décrire les variations de
structure verticale des
estran

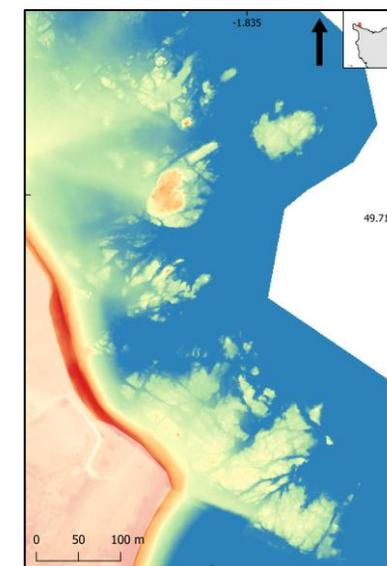
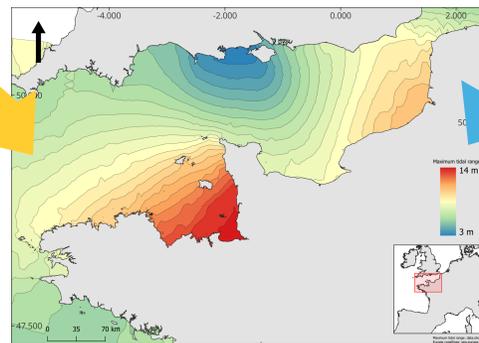


Problématique

Cartographies des communautés de macroalgues Intertidales d'estran rocheux par combinaison de données LiDAR et de relevés *in-situ*

Décrire les variations de **structure verticale** des estrans

Prendre en compte le rôle des **paramètres morphométriques**

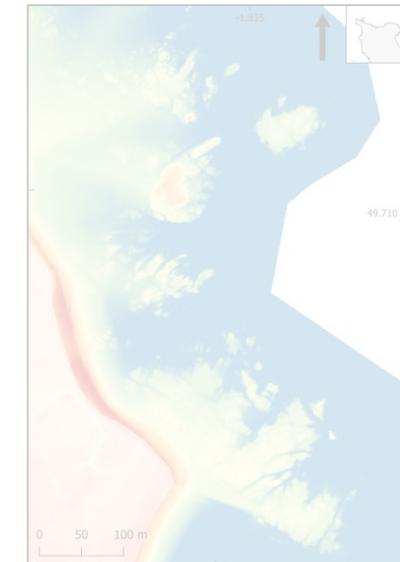
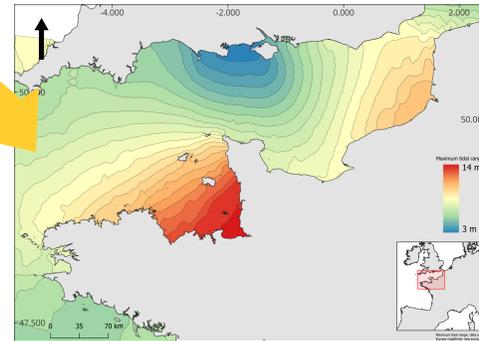


Problématique

Cartographies des communautés de macroalgues
Intertidales d'estran rocheux par combinaison de
données LiDAR et de relevés *in-situ*

Décrire les variations de
structure verticale des
estran

Prendre en compte le rôle
des **paramètres
morphométriques**



Définition

Zonation :

- Succession **verticale** de communautés biologiques.
- Caractérisée par une **amplitude d'élévation**.
- Caractérisée par une ou plusieurs **espèces caractéristiques**



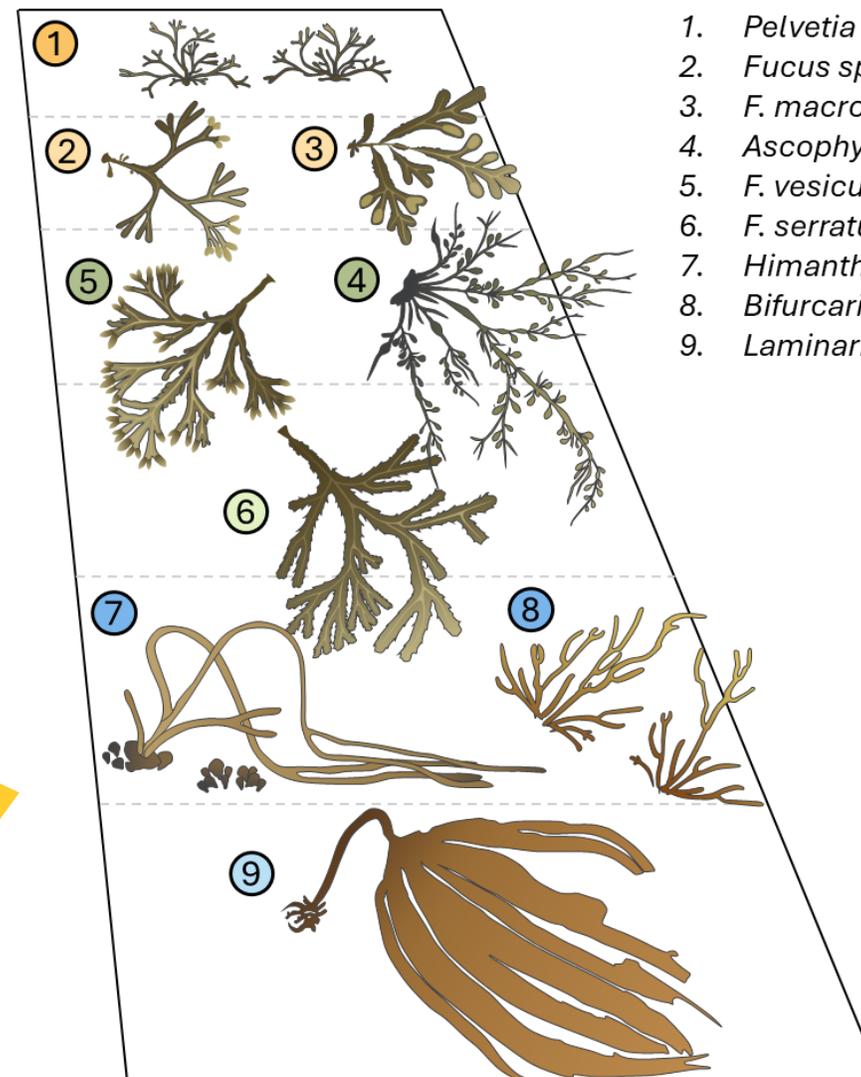
Définition

Zonation :

- Succession **verticale** de communautés biologiques.
- Caractérisée par une **amplitude d'élévation**.
- Caractérisée par une ou plusieurs **espèces caractéristiques**



Haut d'estran



1. *Pelvetia canaliculata*
2. *Fucus spiralis*
3. *F. macrogiryi*
4. *Ascophyllum nodosum*
5. *F. vesiculosus*
6. *F. serratus*
7. *Himanthalia elongata*
8. *Bifurcaria bifurcata*
9. *Laminaria digitata*

- Pc
- Fspi
- An-Fves
- Fser
- He-Bb
- Ld

Bas d'estran

Problématiques dans l'étude de la zonation ?

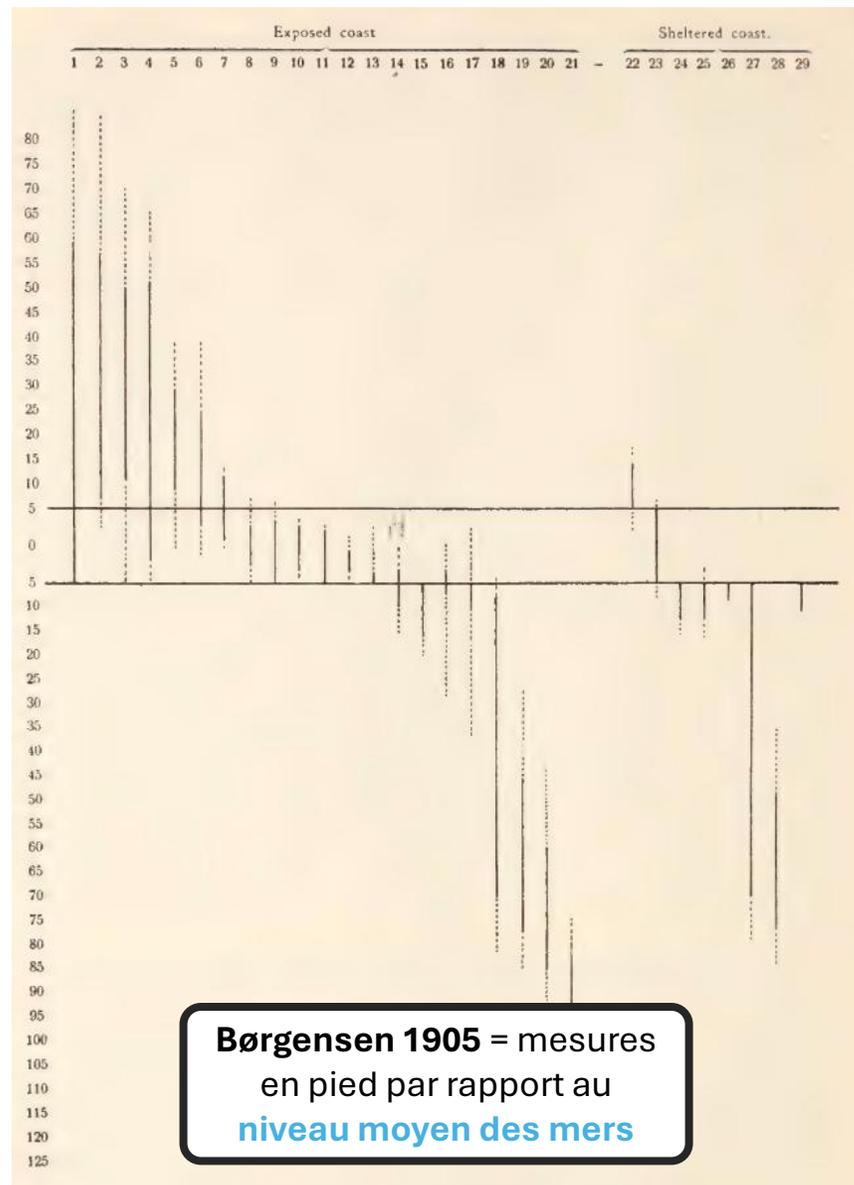


REFERENTIEL

→ Pas d'approche généralisée :

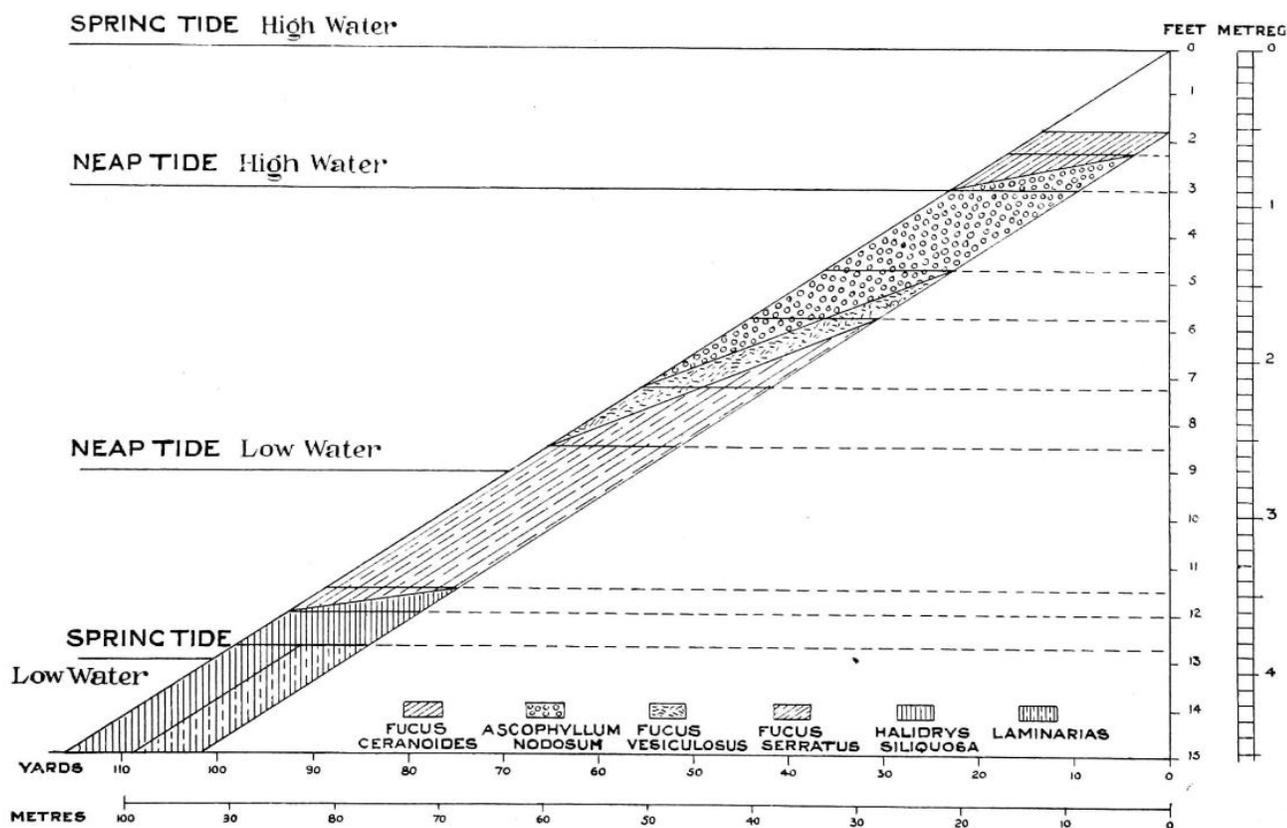
- Définition du **niveau 0** différente selon la zone considérée.
- Utilisation de diverses unités.
- Approches **quantitatives vs. qualitatives**.

Problématiques dans l'étude de la zonation ?



Børgensen 1905 = mesures en pied par rapport au **niveau moyen des mers**

Fig. 27. Diagram representing vertical distribution of Algae. The horizontal scale is measured at right angles to the line of the shore. The upper side of the diagrammatic section shows the lowest point to which each species descends, while the lower side shows the highest point to which each species ascends.



Baker 1909 = mesures en pied et mètres par rapport à la **limite haute des grandes marées**

Problématiques dans l'étude de la zonation ?

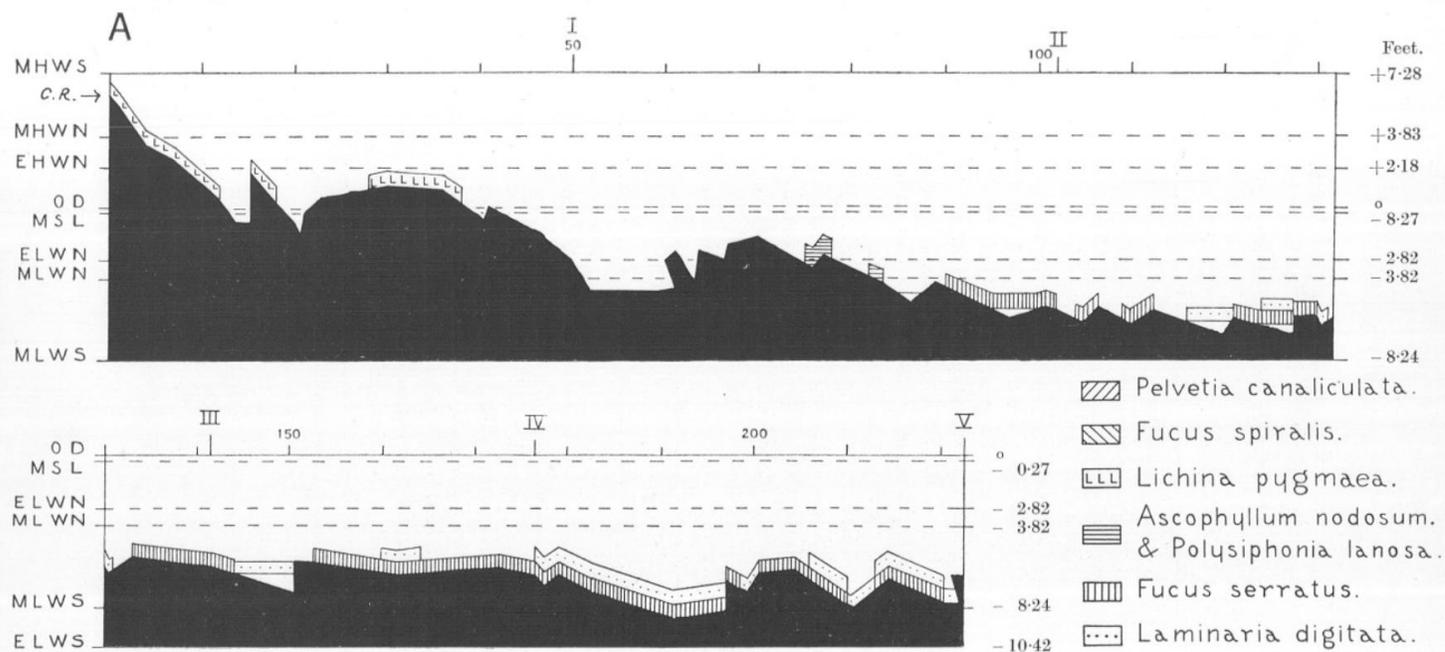
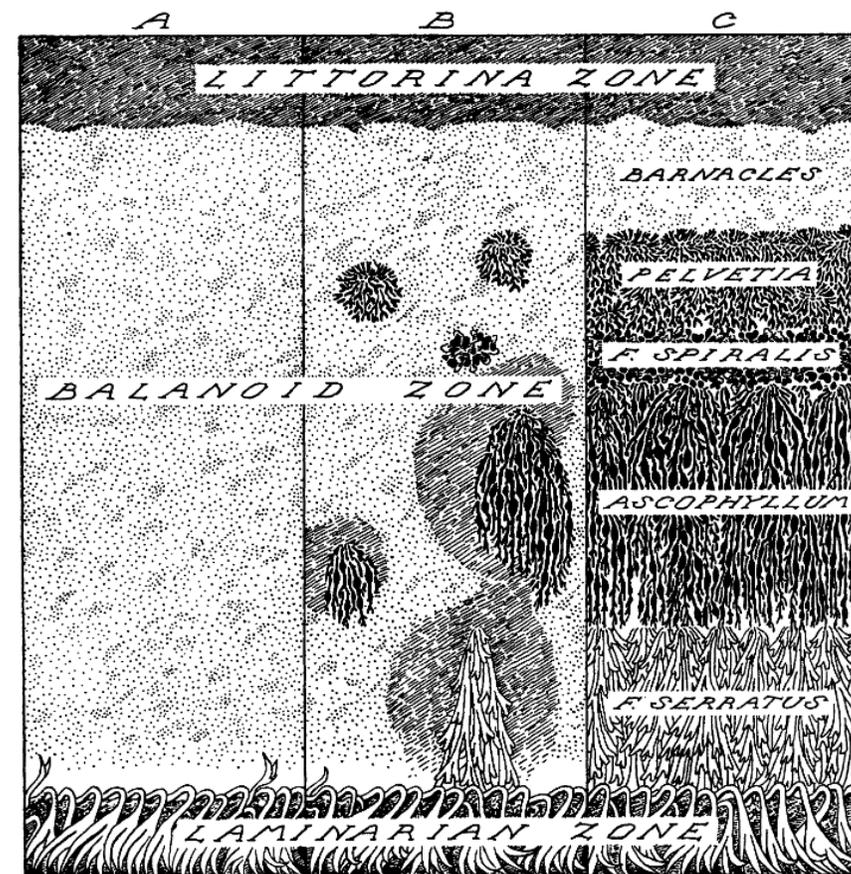


FIG. 3.—Traverse A; distribution of *Lichina pygmaea*, *Polysiphonia lanosa* and fucoid algae. (Vertical scale twice the horizontal.)

Colman 1933 = mesures en pied par rapport au *Ordnance Datum*



Stephenson & Stephenson 1949 = Echelle qualitative en fonction des espèces présentes

Problématiques dans l'étude de la zonation ?

→ La surface occupée par les organismes intertidaux est liée au marnage :

- Distribution **différente** selon les sites.
- Difficulté d'obtenir une **règle générale**.



MAREE

Problématiques dans l'étude de la zonation ?

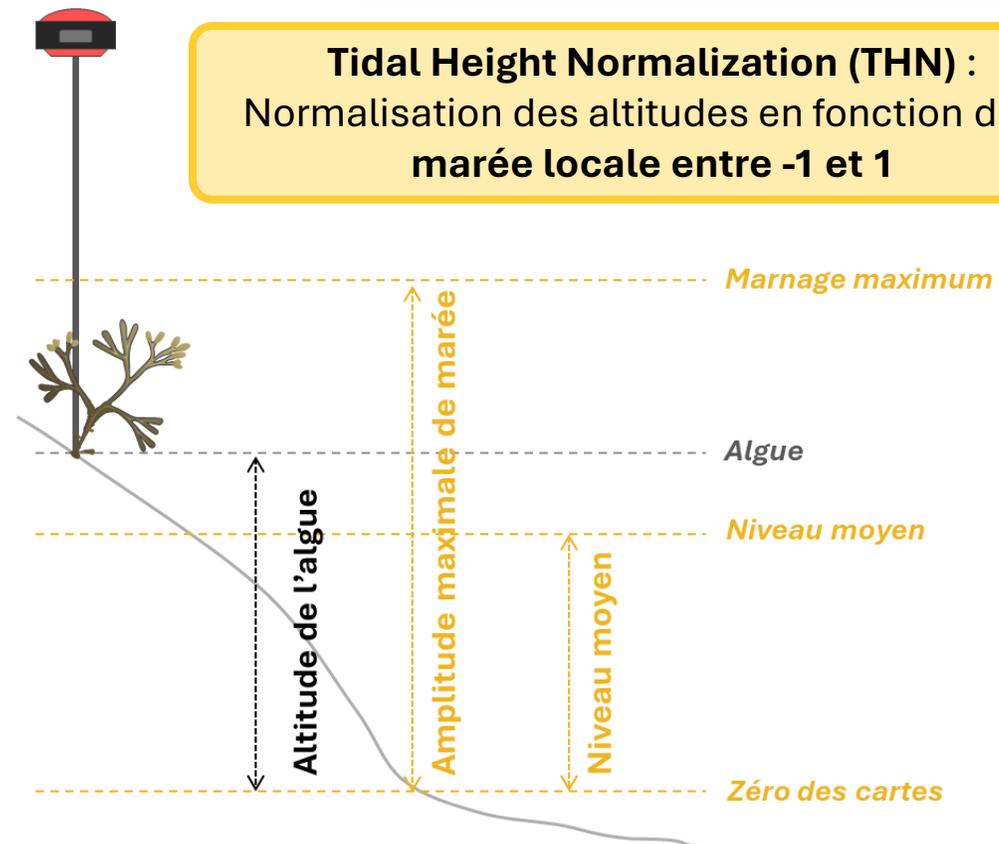
REFERENTIEL

MAREE

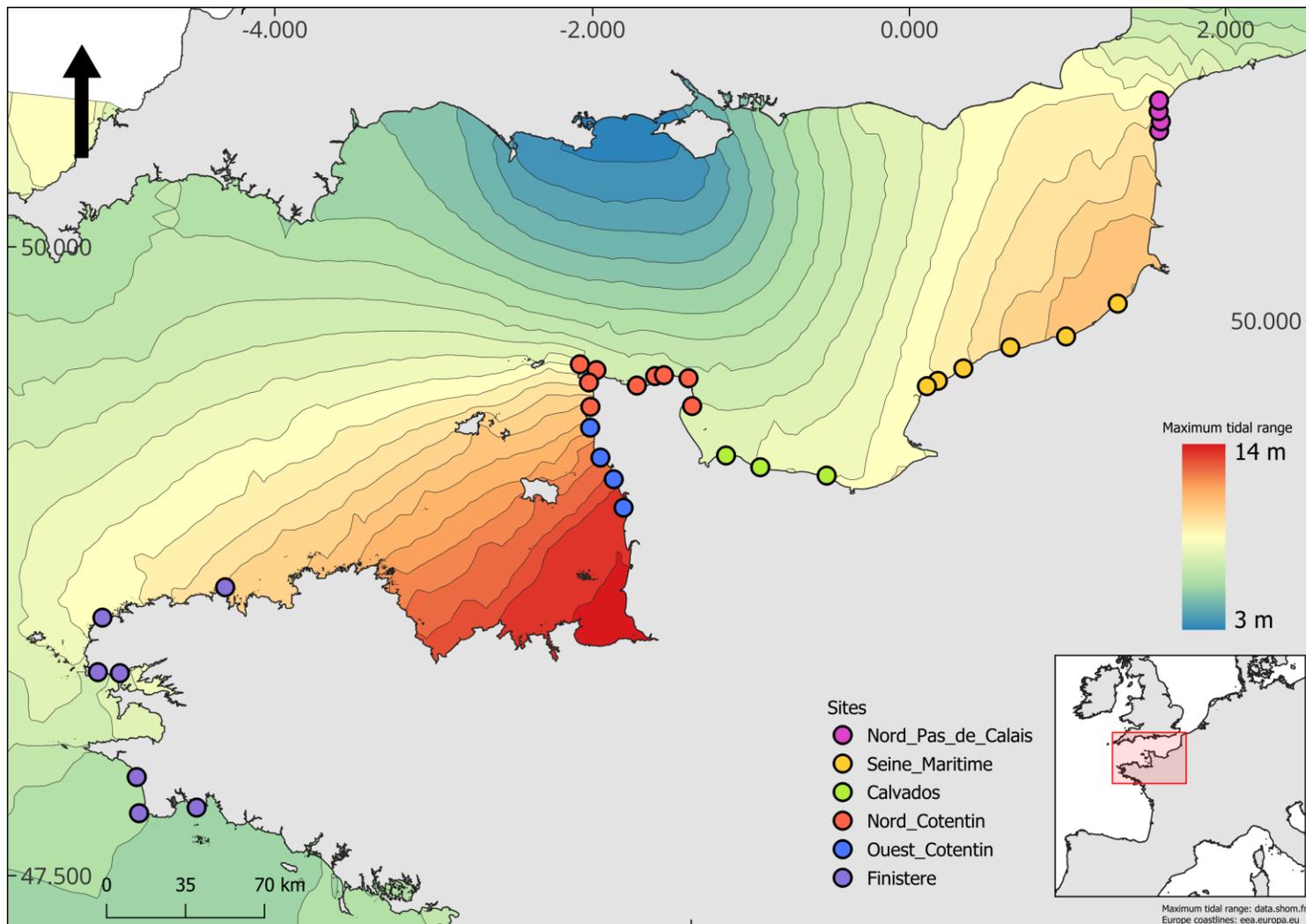


Altitude des individus par rapport au **niveau 0 des basses mers : ZH**

Tidal Height Normalization (THN) :
Normalisation des altitudes en fonction de la marée locale entre -1 et 1



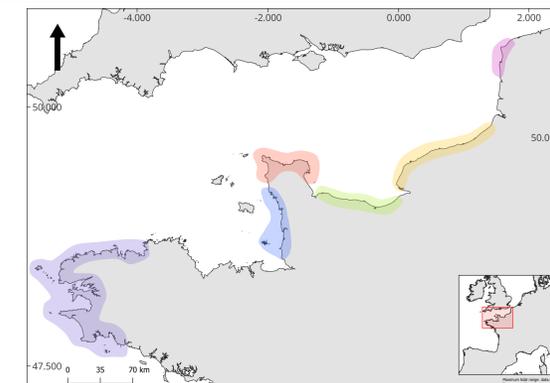
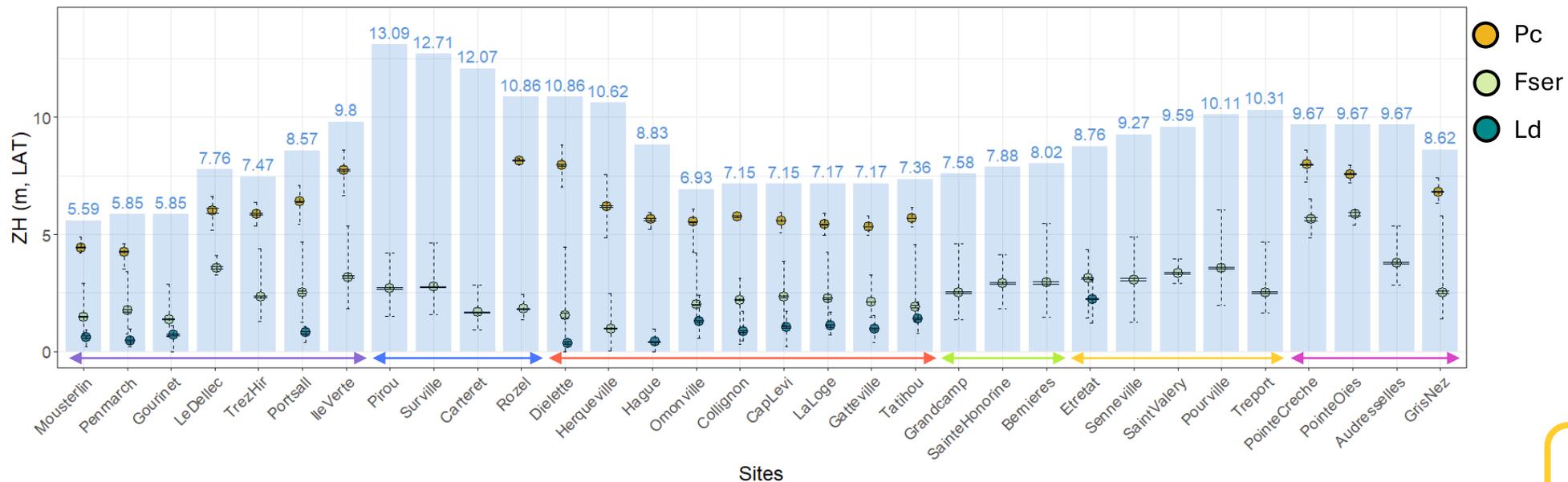
Acquisition des données



Au total : **32 492** points répartis en **13** espèces dans **33** sites !

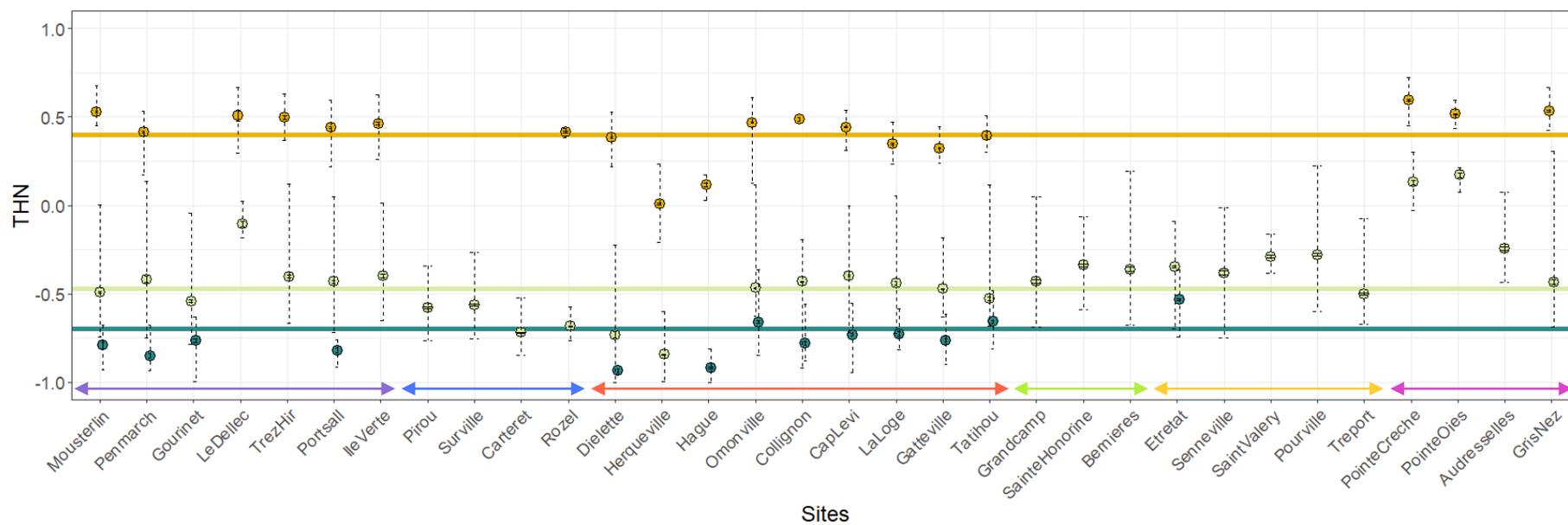
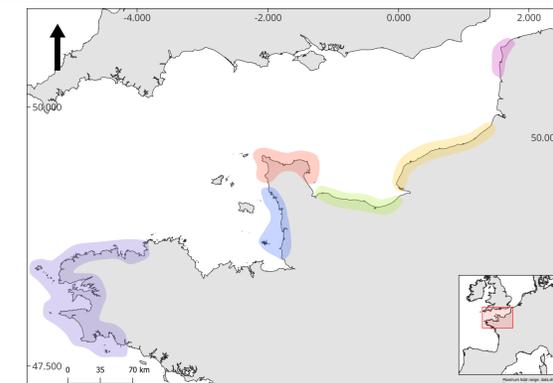
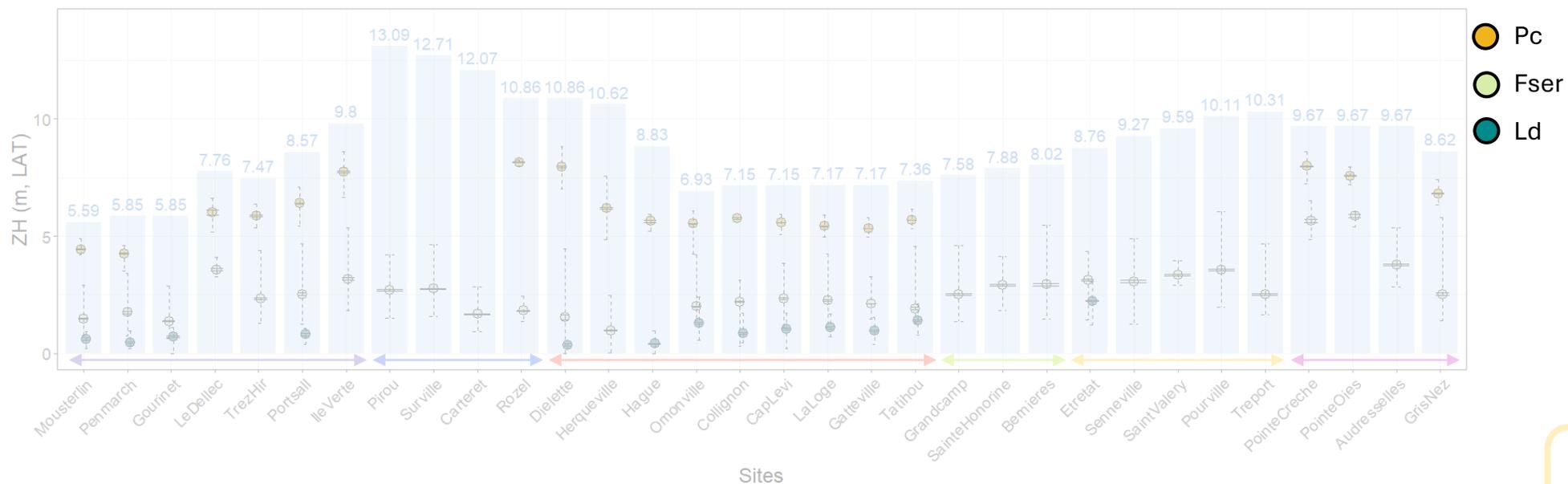


Patterns de zonation



Les différences de marnage entraînent des **décalages** dans la distribution verticale des espèces

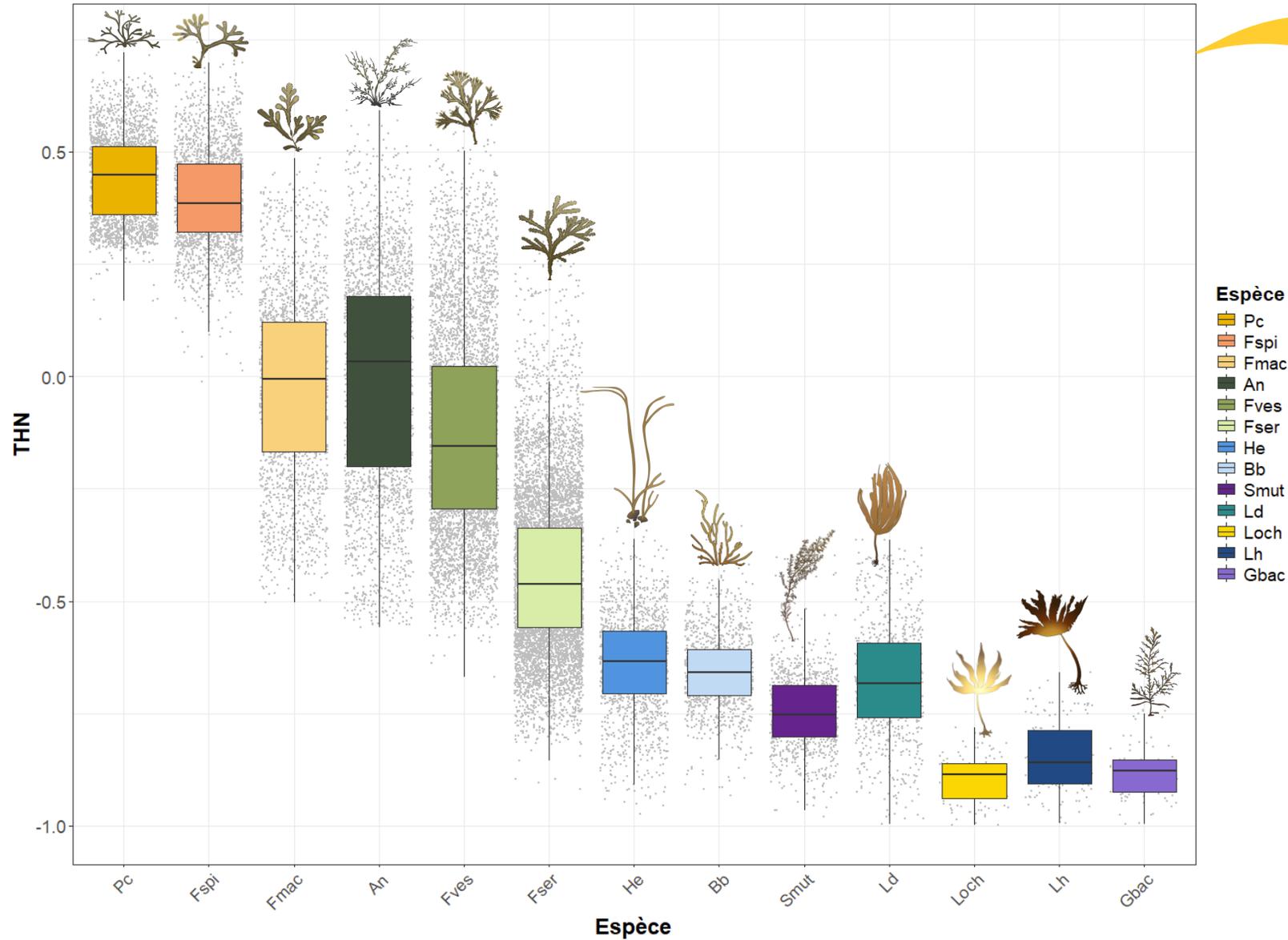
Patterns de zonation



Les différences de marnage entraînent des **décalages** dans la distribution verticale des espèces

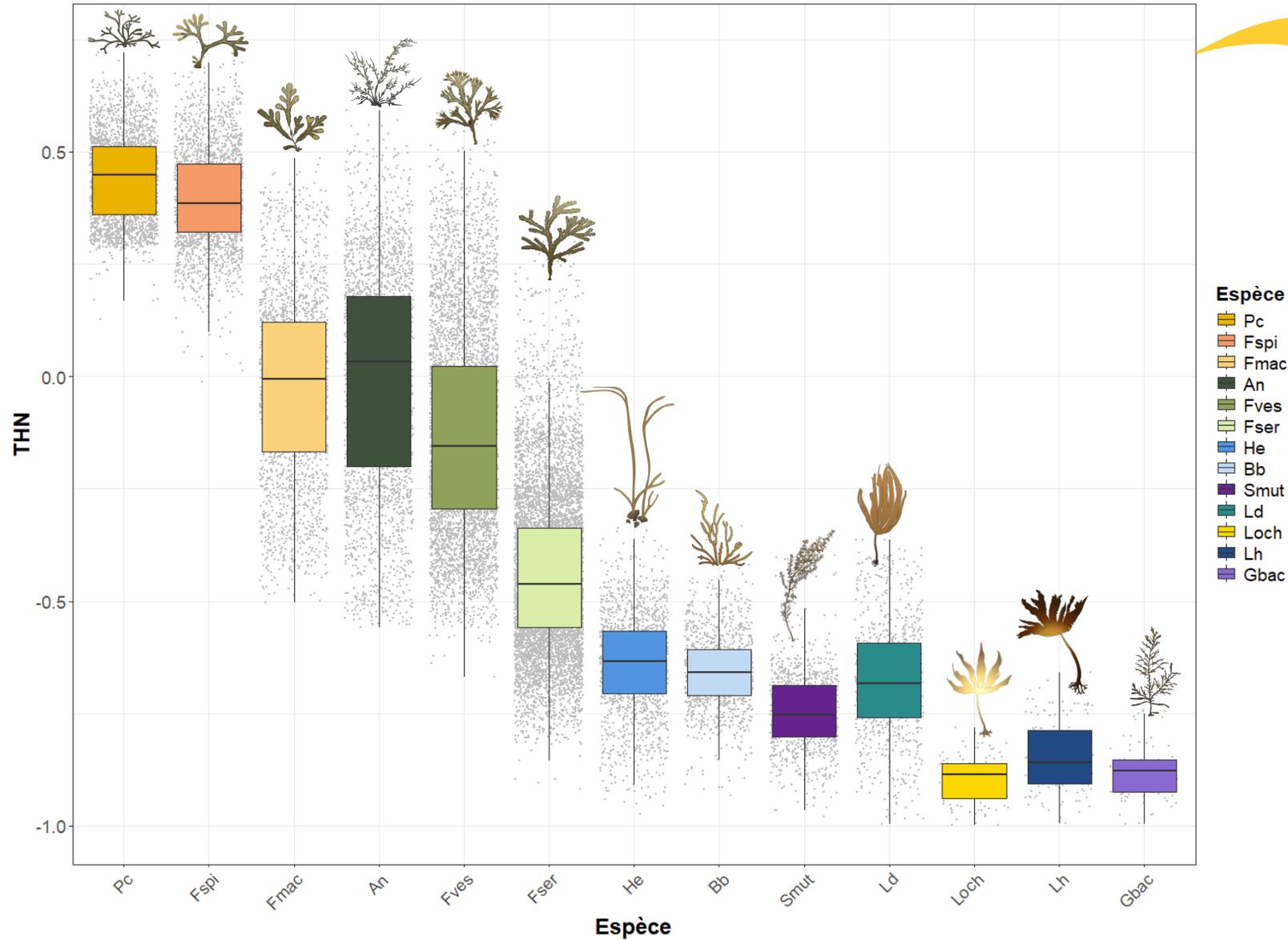
L'utilisation du THN permet de s'affranchir de l'effet de la **marée locale**

Patterns de zonation



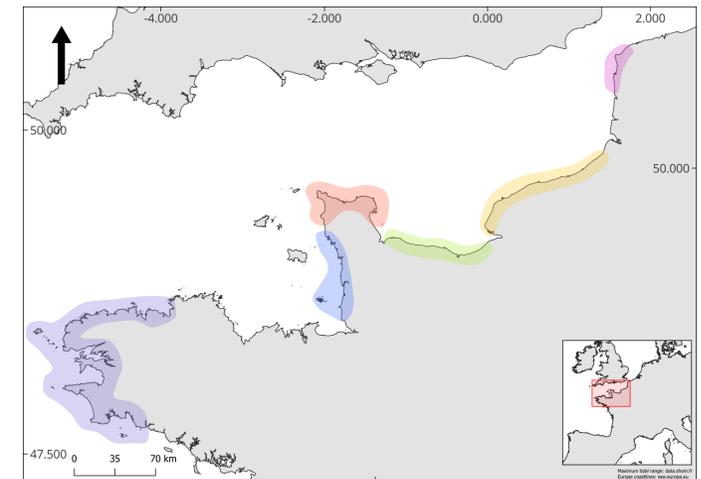
Pattern de zonation
général

Patterns de zonation

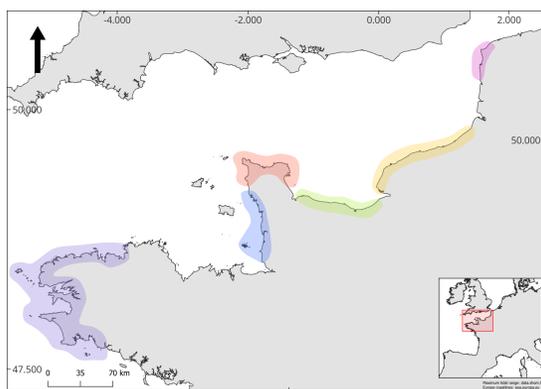
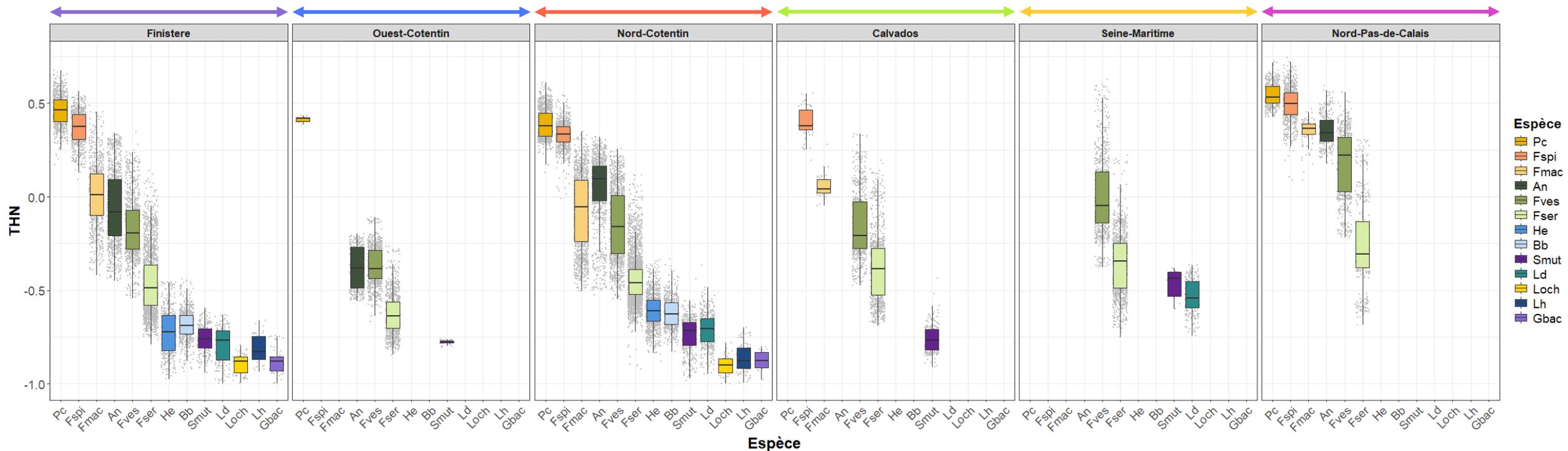


Pattern de zonation
général

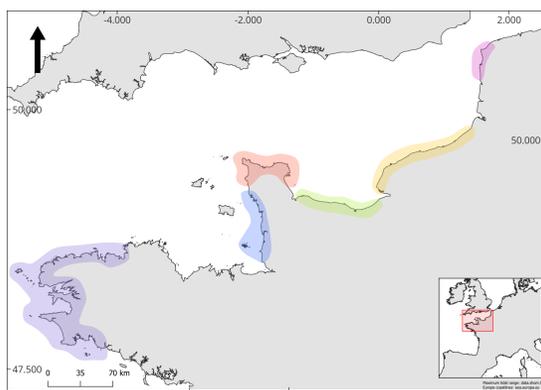
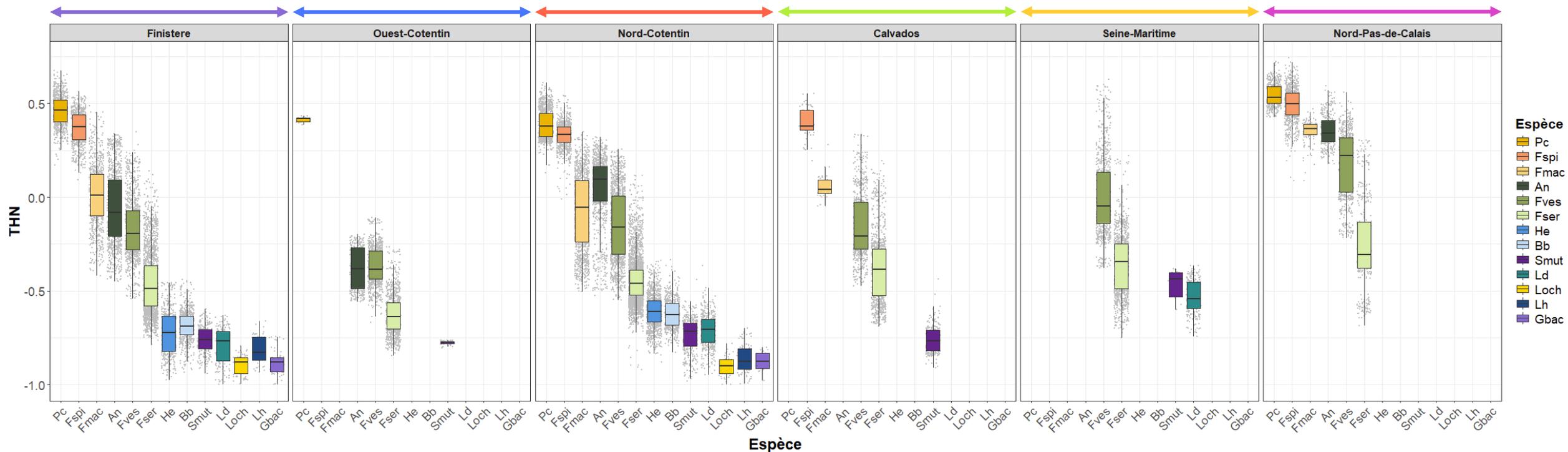
Et à l'échelle des différentes
zones géographiques ?



Patterns de zonation

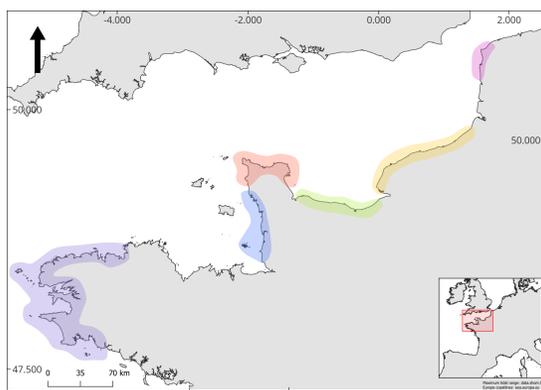
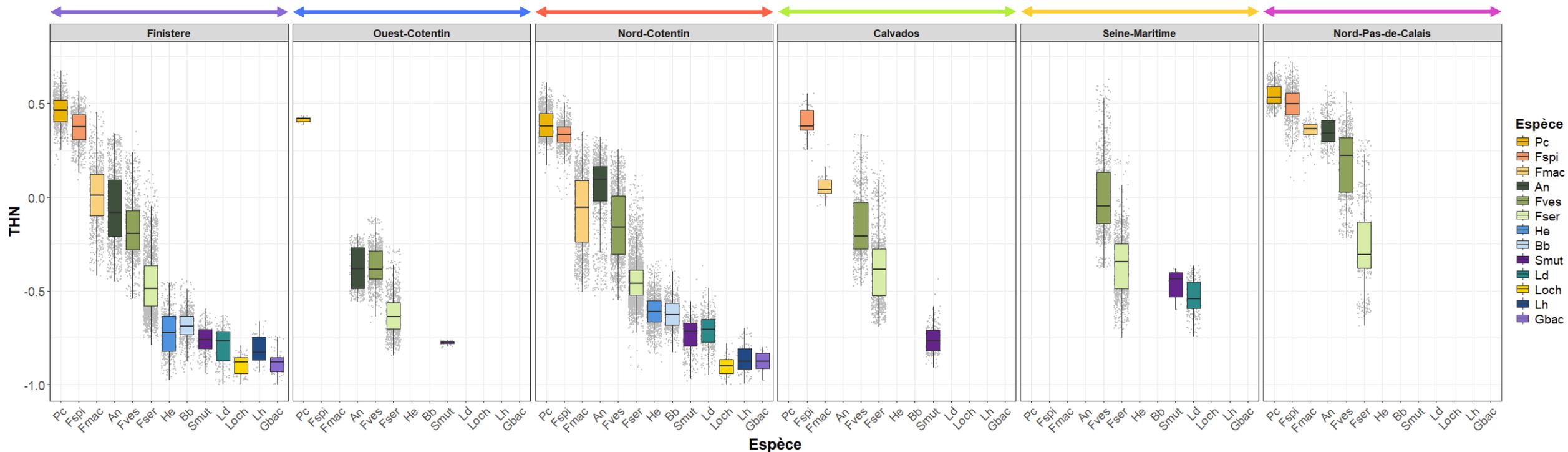


Patterns de zonation



Les différentes zones géographiques présentent des **spécificités locales** dans la zonation des macroalgues intertidales

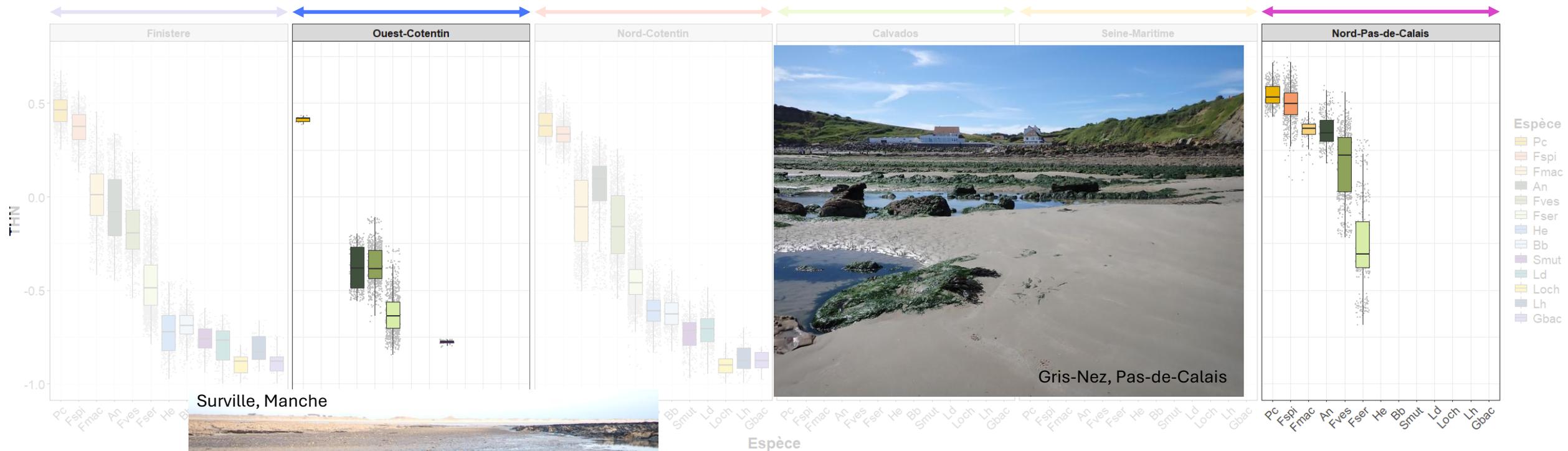
Patterns de zonation



Les différentes zones géographiques présentent des **spécificités locales** dans la zonation des macroalgues intertidales

Influence des facteurs environnementaux

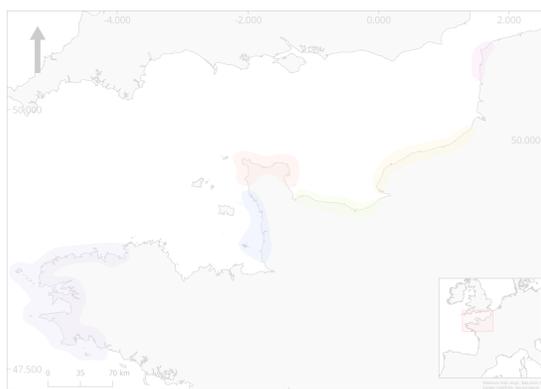
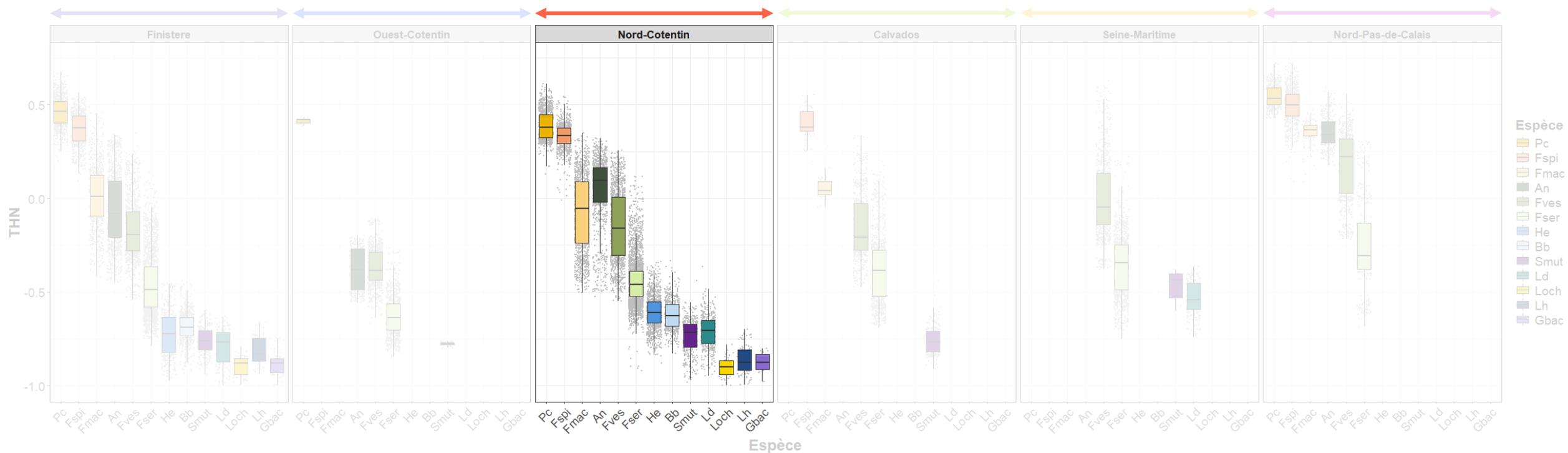
Patterns de zonation



différentes zones
graphiques présentent
pécificités locales
la zonation des
algues intertidales

Influence des facteurs
environnementaux

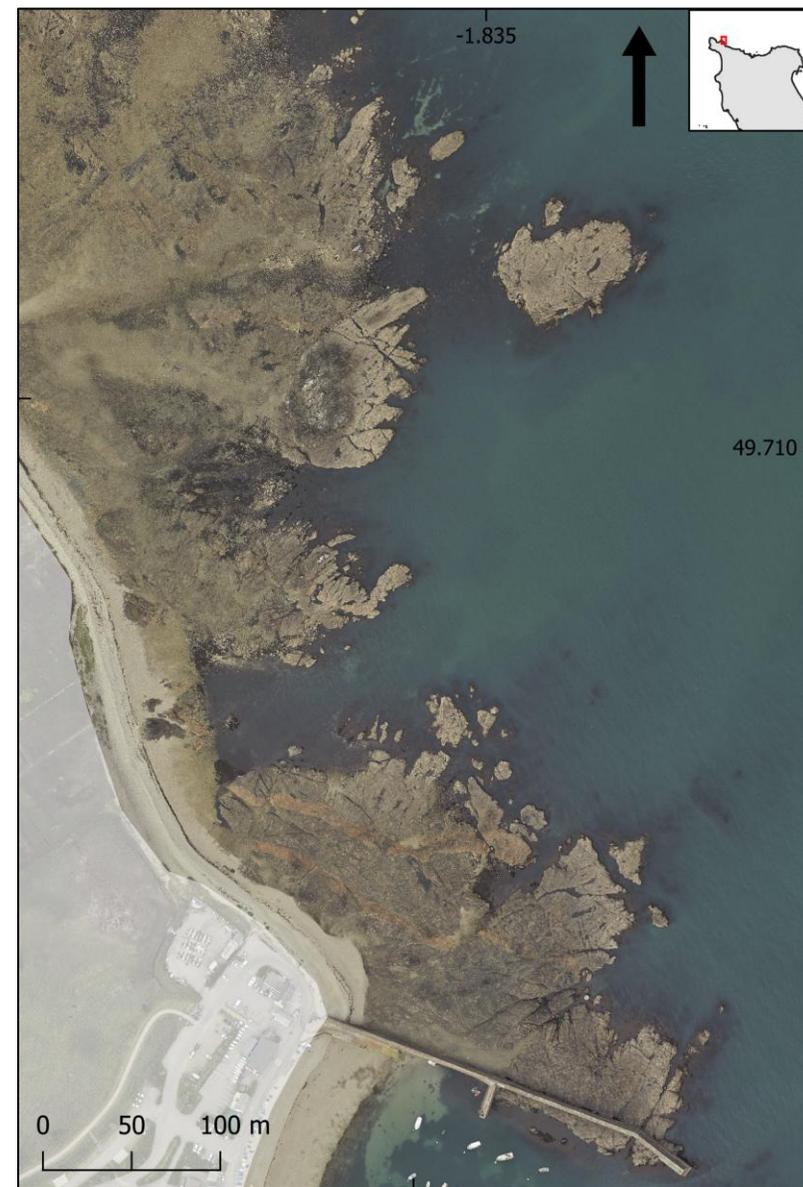
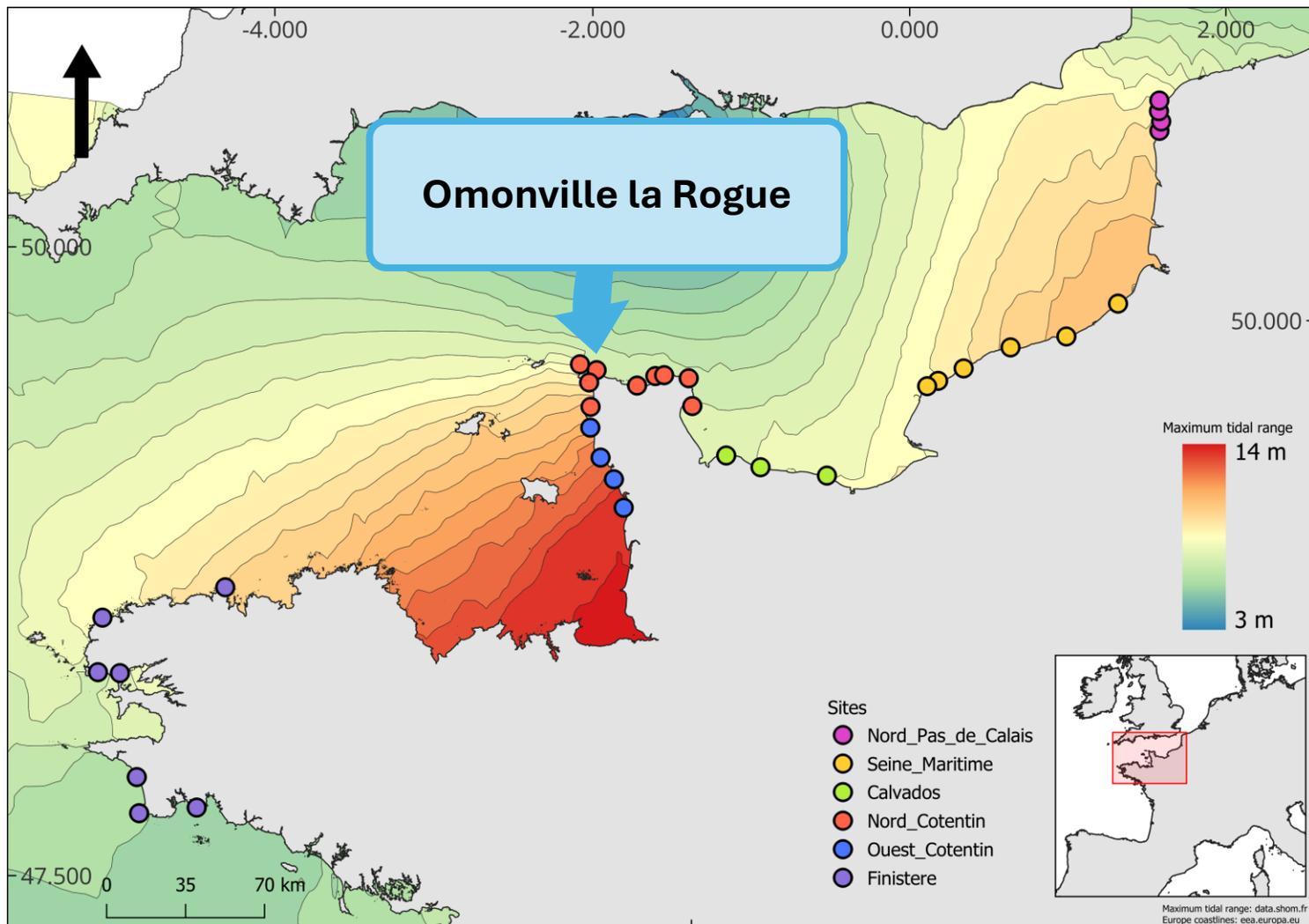
Patterns de zonation



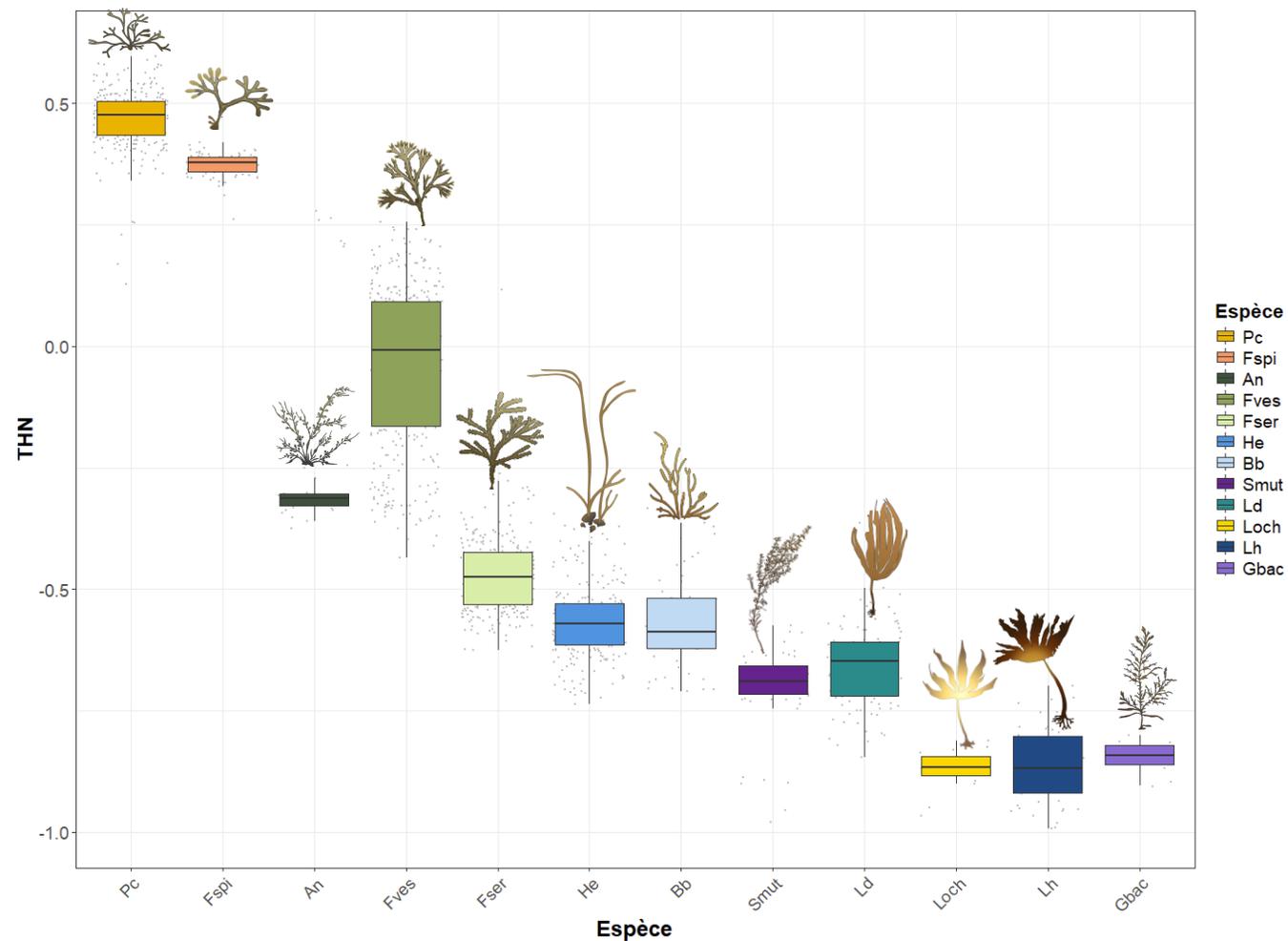
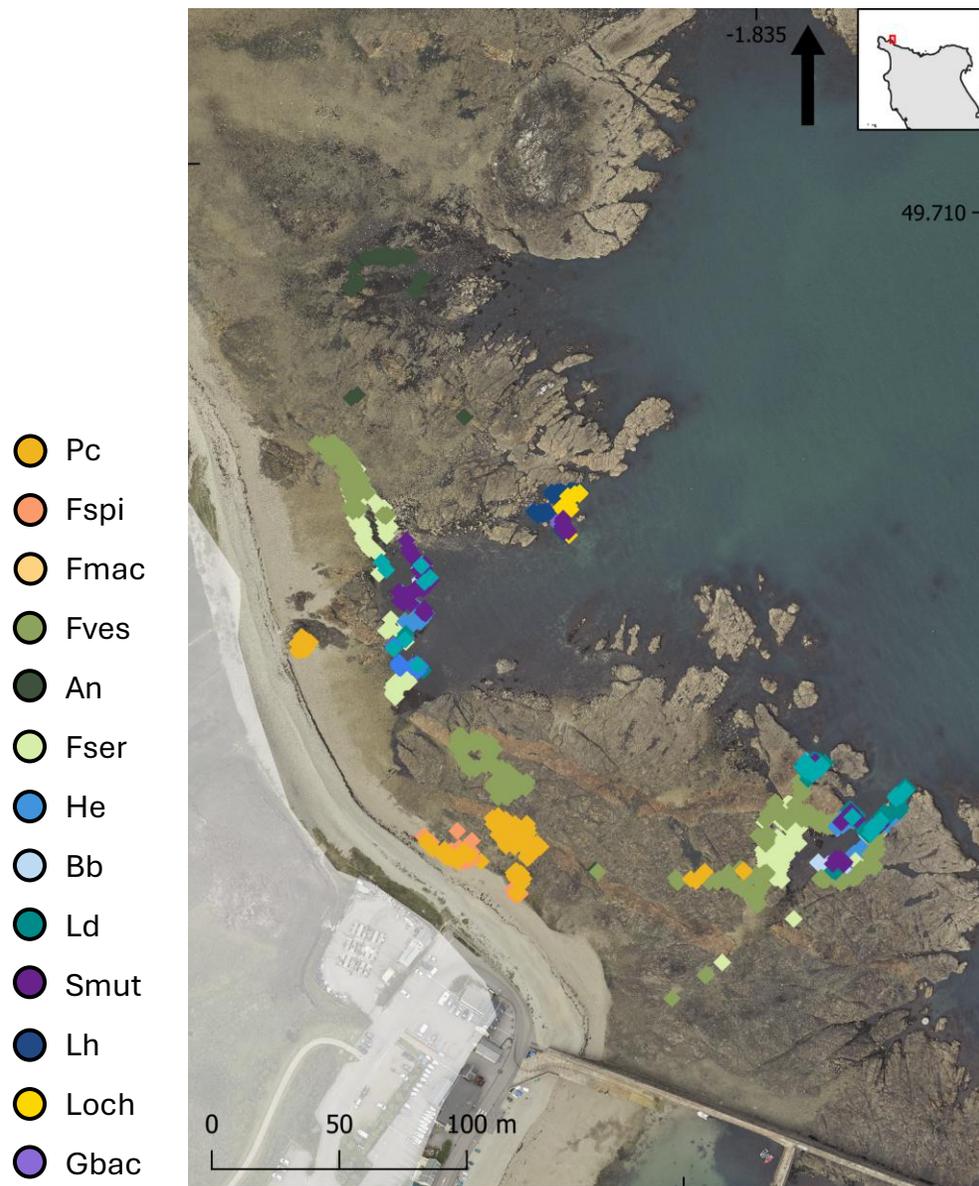
Les différentes zones géographiques présentent des **spécificités locales** dans la zonation des macroalgues intertidales

Influence des facteurs environnementaux

Site d'étude

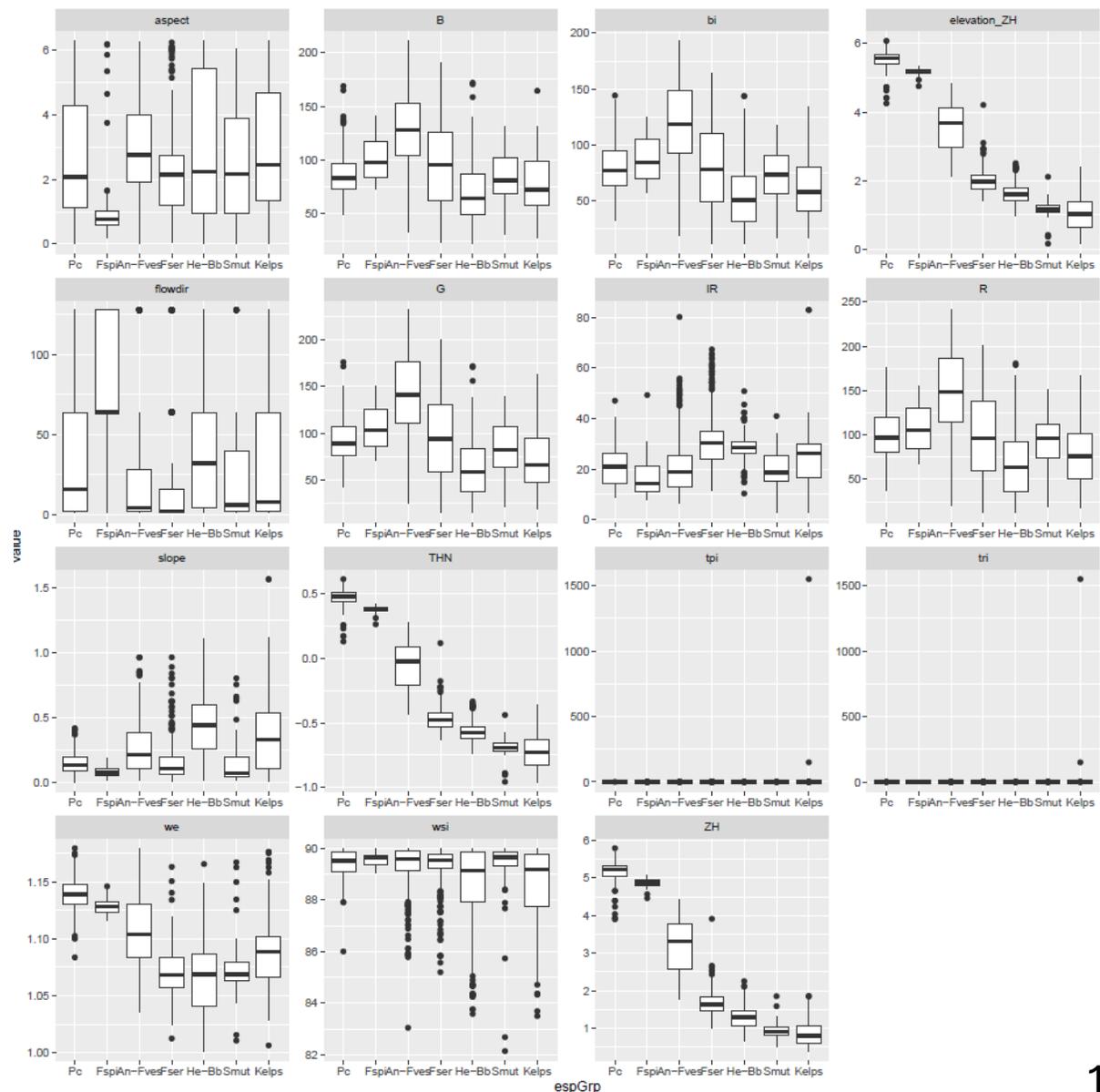
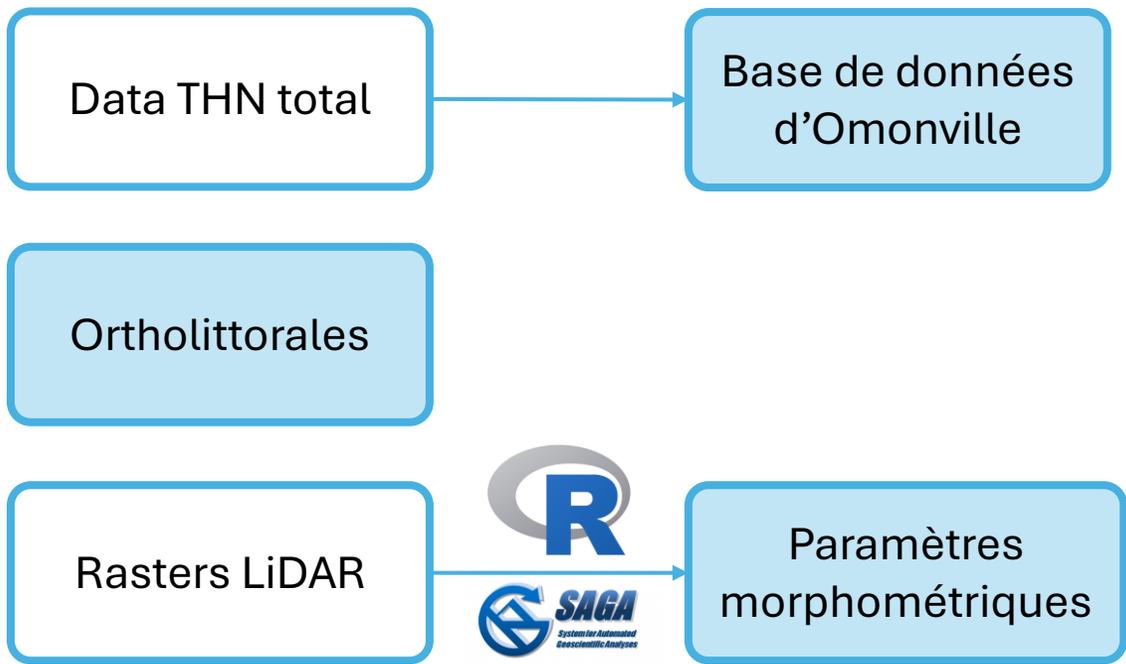


Cartographie du site de Omonville la Rogue

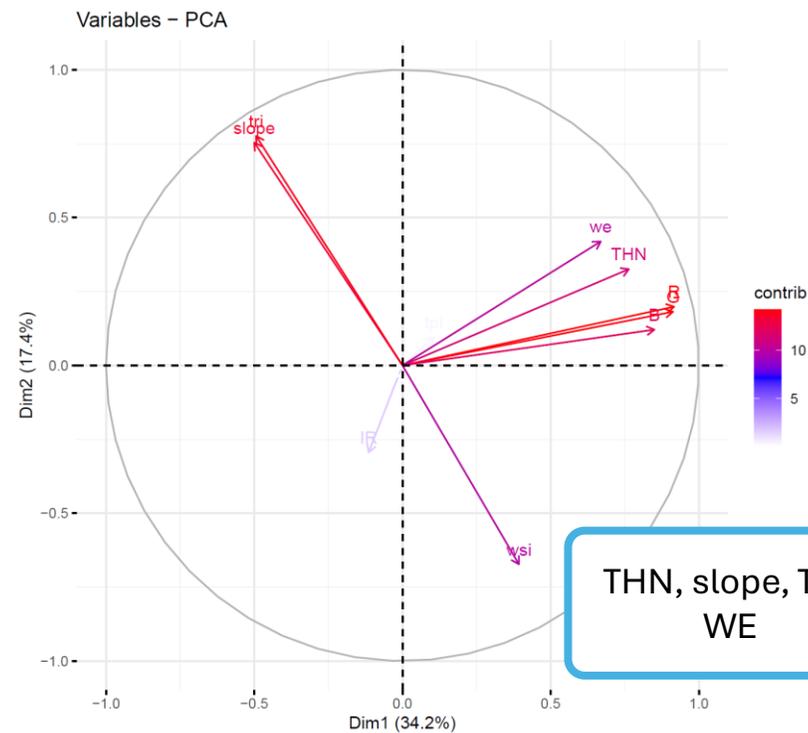
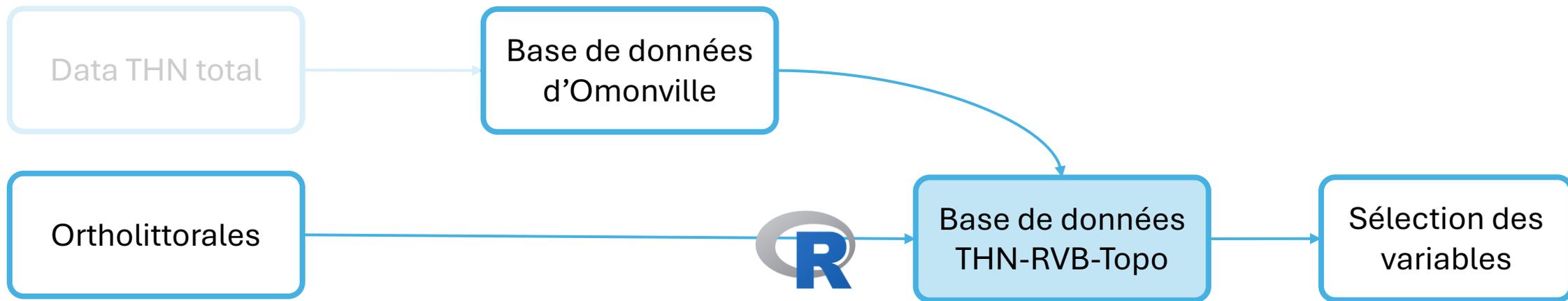


Résultat : **1691** points répartis dans **12** espèces

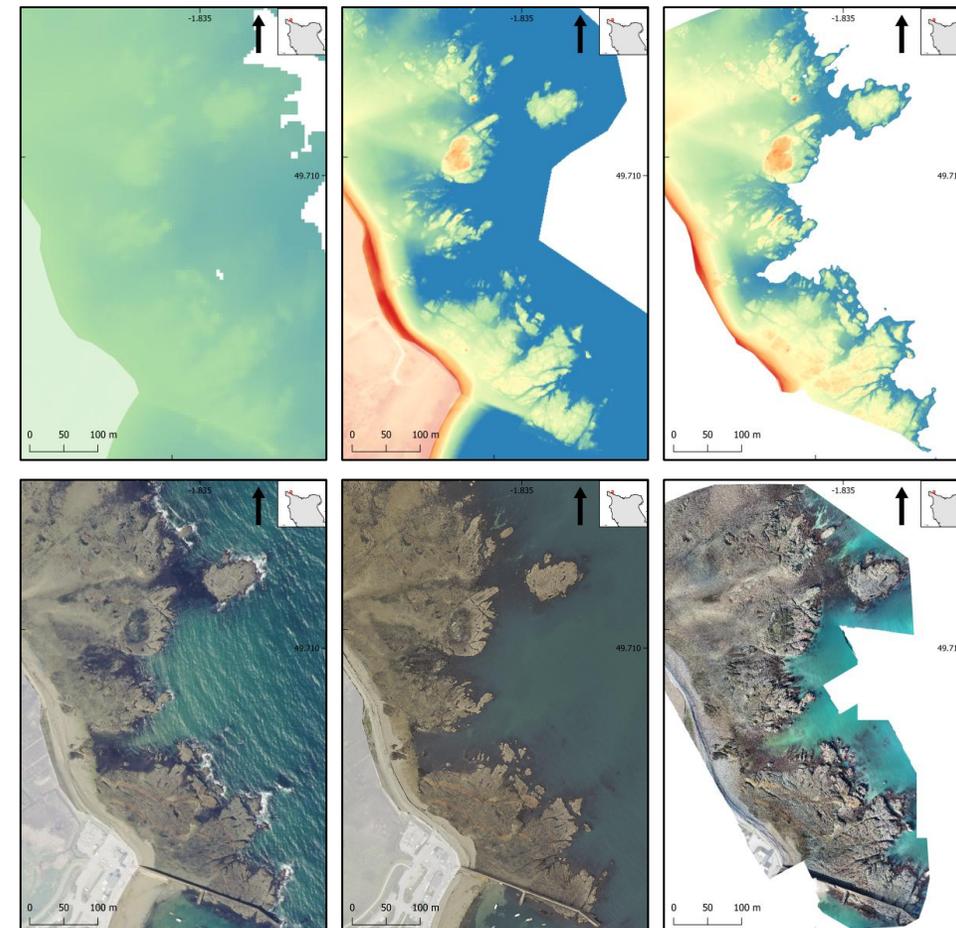
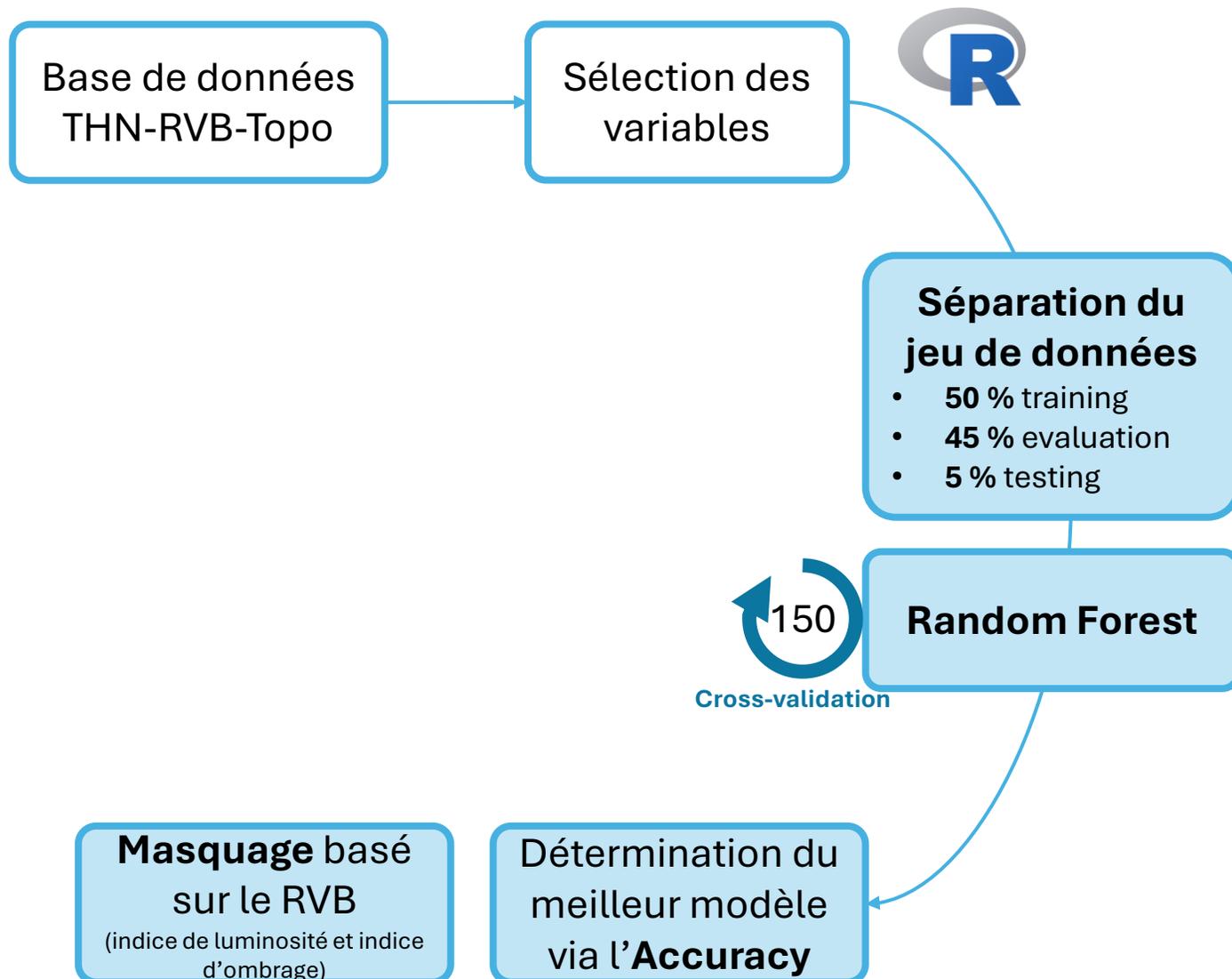
Cartographie du site de Omonville la Rogue



Cartographie du site de Omonville la Rogue



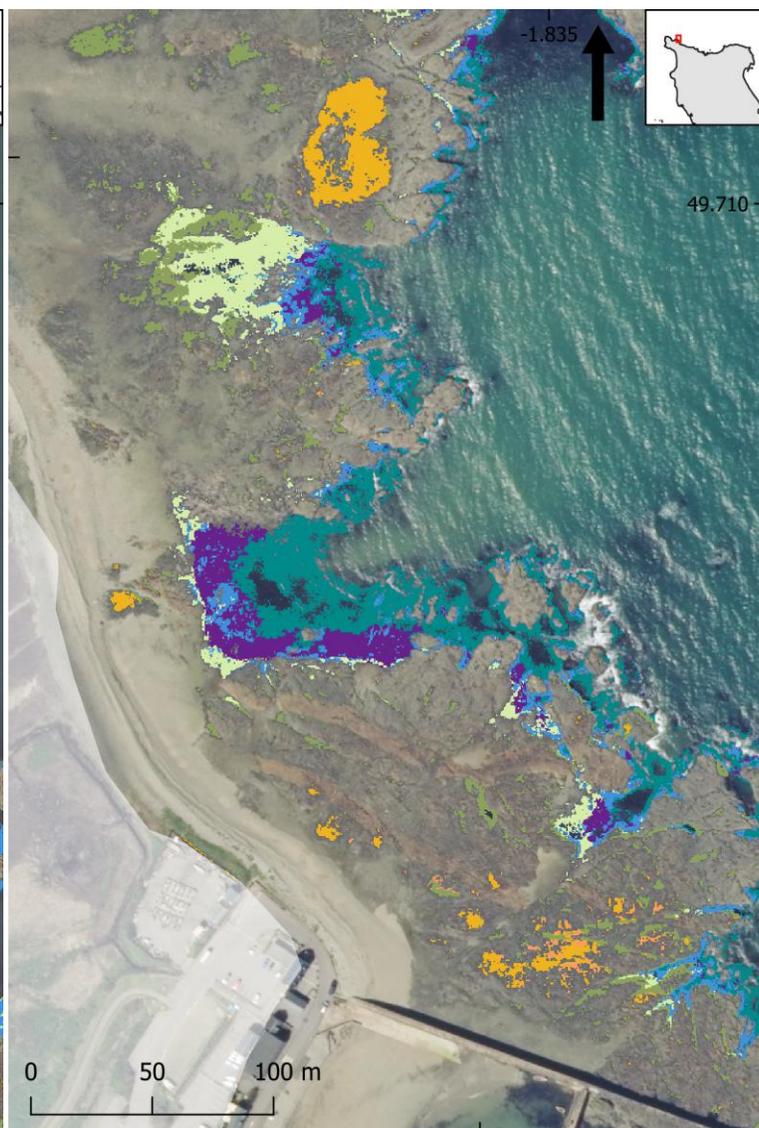
Cartographie du site de Omonville la Rogue



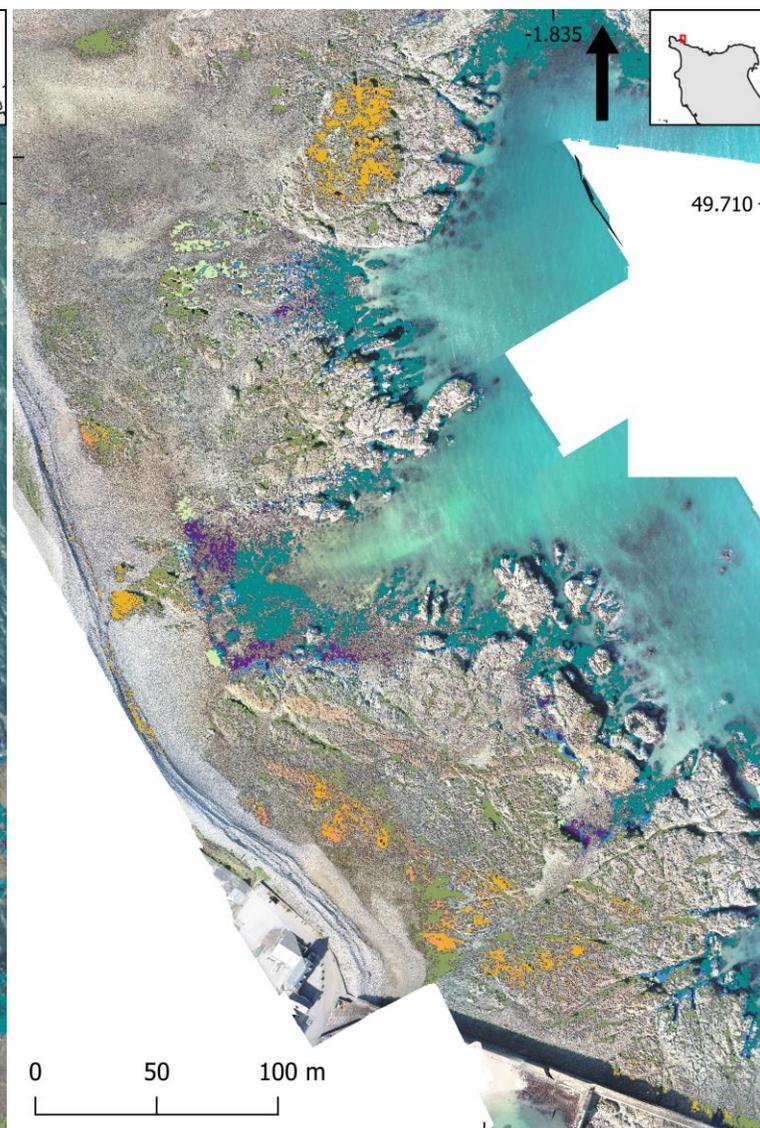
Cartographie du site de Omonville la Rogue



Accuracy : $0,821 \pm 0,015$



Accuracy : $0,880 \pm 0,012$

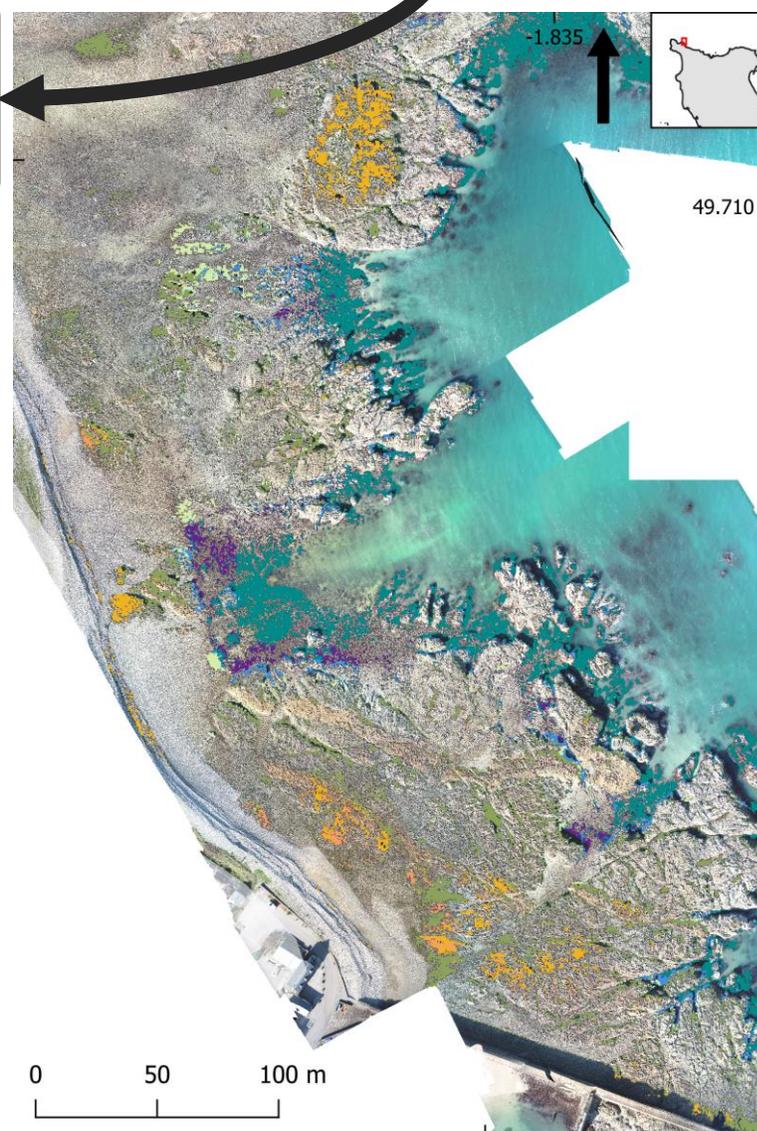


Accuracy : $0,830 \pm 0,021$

- Pc
- Fspi
- An-Fves
- Fser
- He-Bb
- Smut
- Kelps21

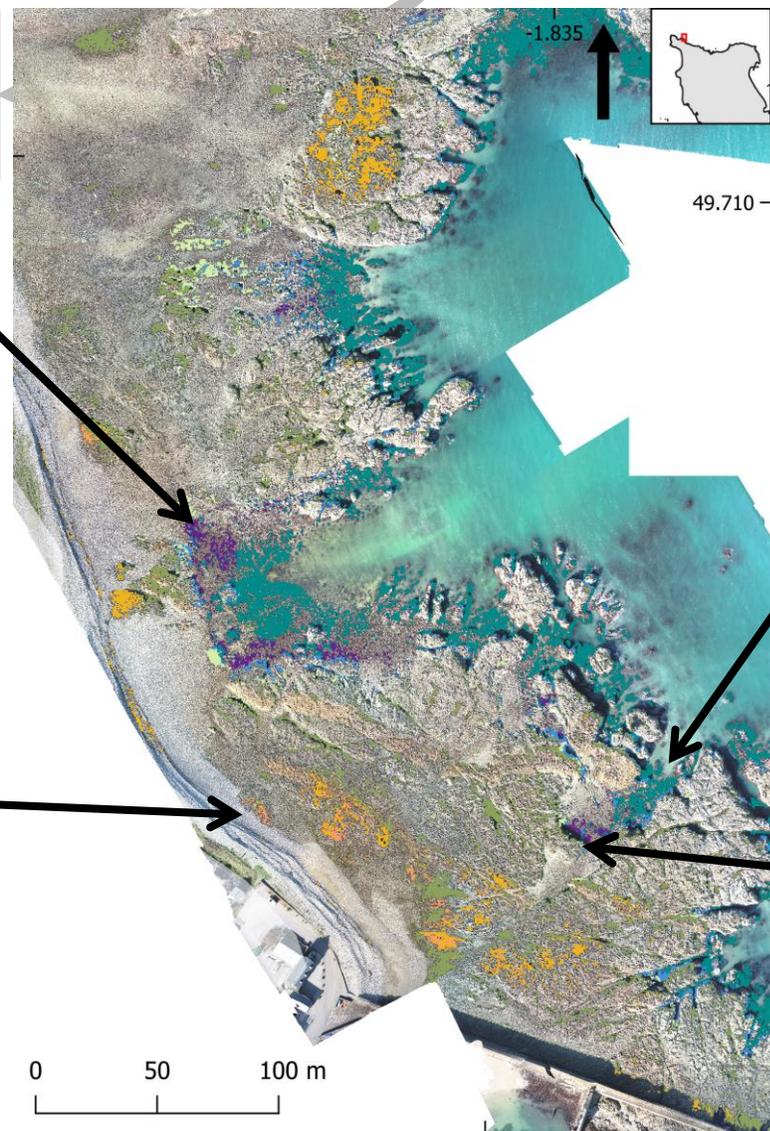
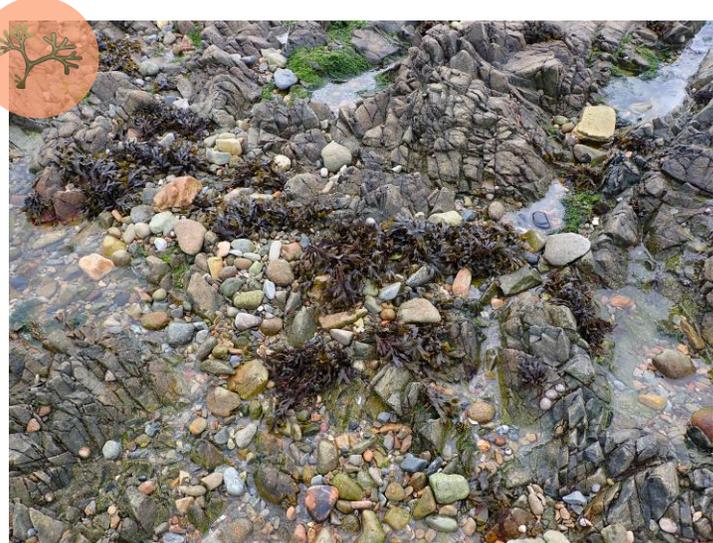
Discussion

Comparaison avec les
données terrain



- Pc
- Fspi
- An-Fves
- Fser
- He-Bb
- Smut
- Kelps

Discussion



- Pc
- Fspi
- An-Fves
- Fser
- He-Bb
- Smut
- Kelps

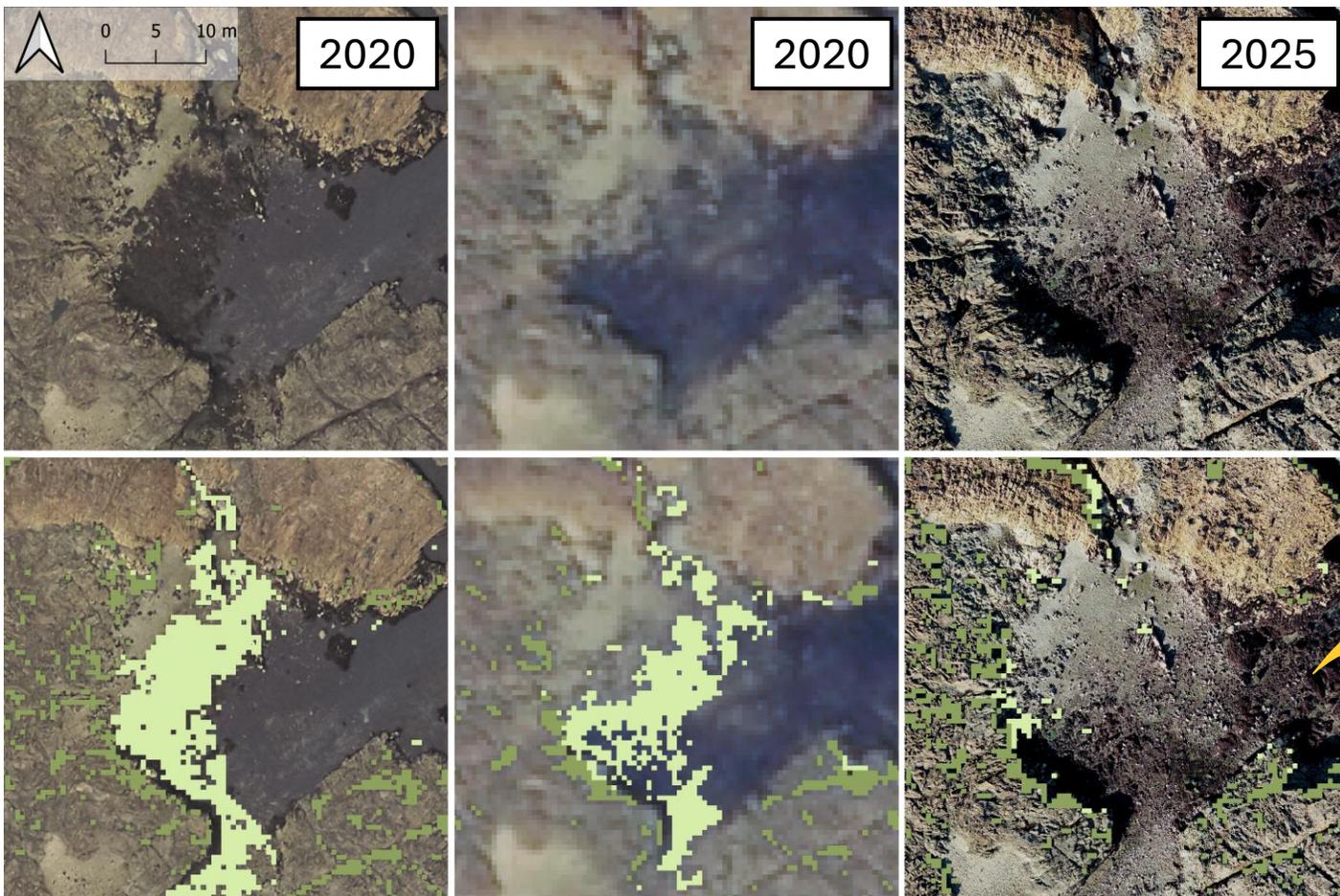


Discussion

Comparaison avec les données terrain

Aspect temporel

Zoom sur une partie de la ceinture à *Fucus serratus*



Cartographies des communautés de macroalgues Intertidales d'estran rocheux par combinaison de données LiDAR et de relevés *in-situ*

Le THN permet de **quantifier** de manière **normalisée** la zonation à différentes **échelles**



En combinant le THN, les paramètres morphométriques et le RVB, on peut réaliser des cartographies des habitats macroalgaux

Cartographies des communautés de macroalgues Intertidales d'estran rocheux par combinaison de données LiDAR et de relevés *in-situ*

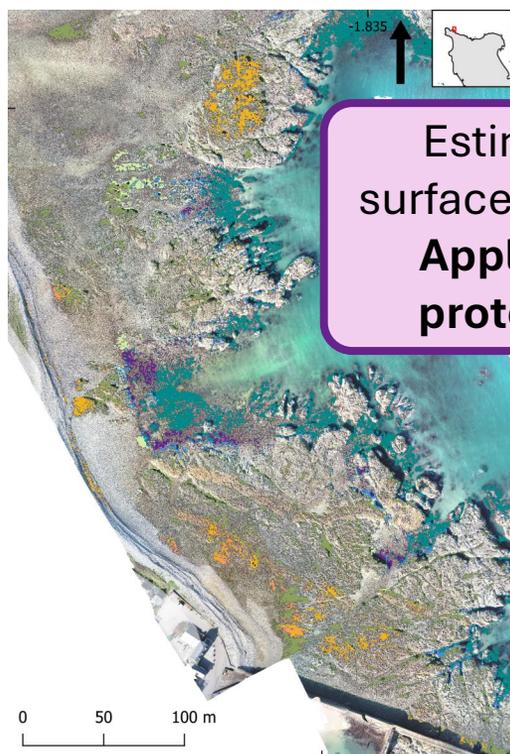
Le THN permet de **quantifier** de manière **normalisée** la zonation à différentes **échelles**



En combinant le THN, les paramètres morphométriques et le RVB, on peut réaliser des cartographies des habitats macroalgaux



Estimation des surfaces colonisées :
Application au protocole DCE



Cartographies des communautés de macroalgues Intertidales d'estran rocheux par combinaison de données LiDAR et de relevés *in-situ*

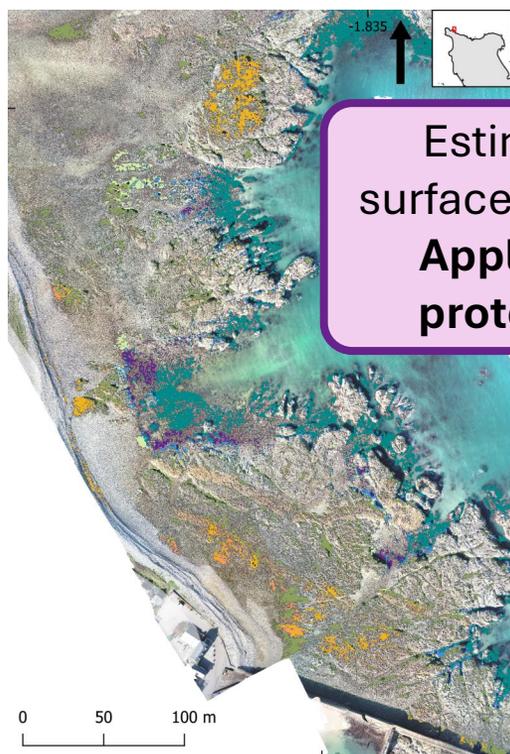
Le THN permet de **quantifier** de manière **normalisée** la zonation à différentes **échelles**



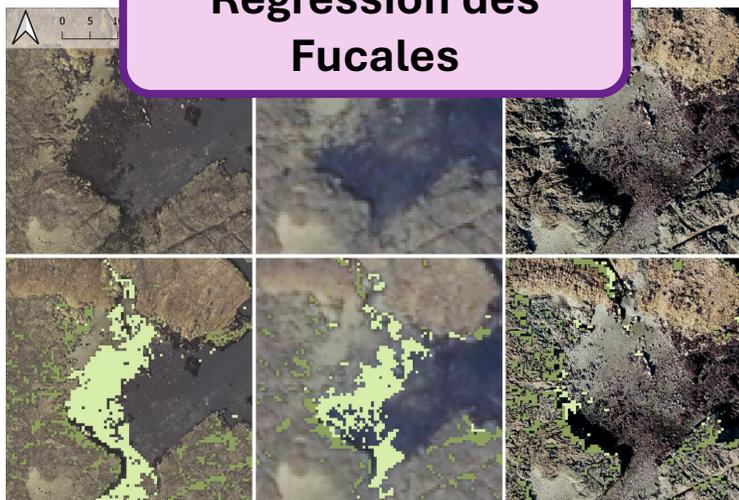
En combinant le THN, les paramètres morphométriques et le RVB, on peut réaliser des cartographies des habitats macroalgaux



Estimation des surfaces colonisées :
Application au protocole DCE



Changement à long terme :
Régression des Fucales



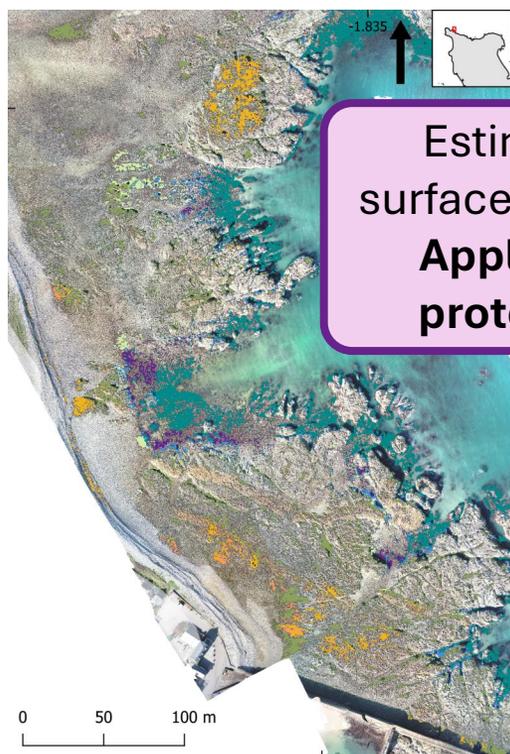
Cartographies des communautés de macroalgues Intertidales d'estran rocheux par combinaison de données LiDAR et de relevés *in-situ*

Le THN permet de **quantifier** de manière **normalisée** la zonation à différentes **échelles**

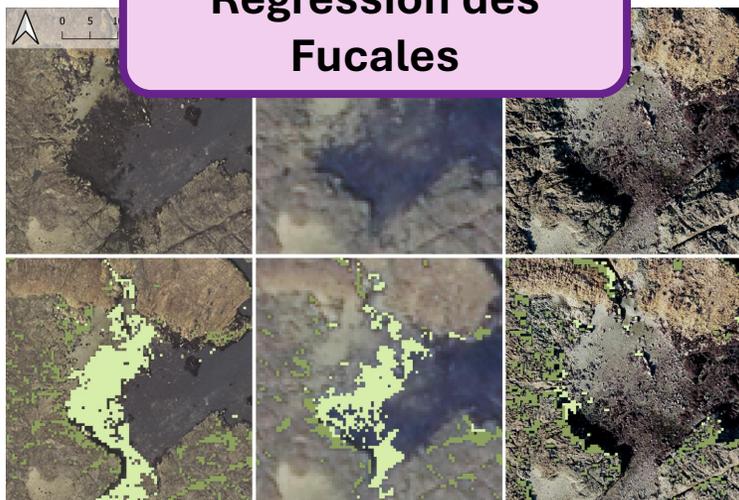


En combinant le THN, les paramètres morphométriques et le RVB, on peut réaliser des cartographies des habitats macroalgaux

Estimation des surfaces colonisées :
Application au protocole DCE



Changement à long terme :
Régression des Fucales



Approche **complémentaire au terrain**



Merci de votre attention !



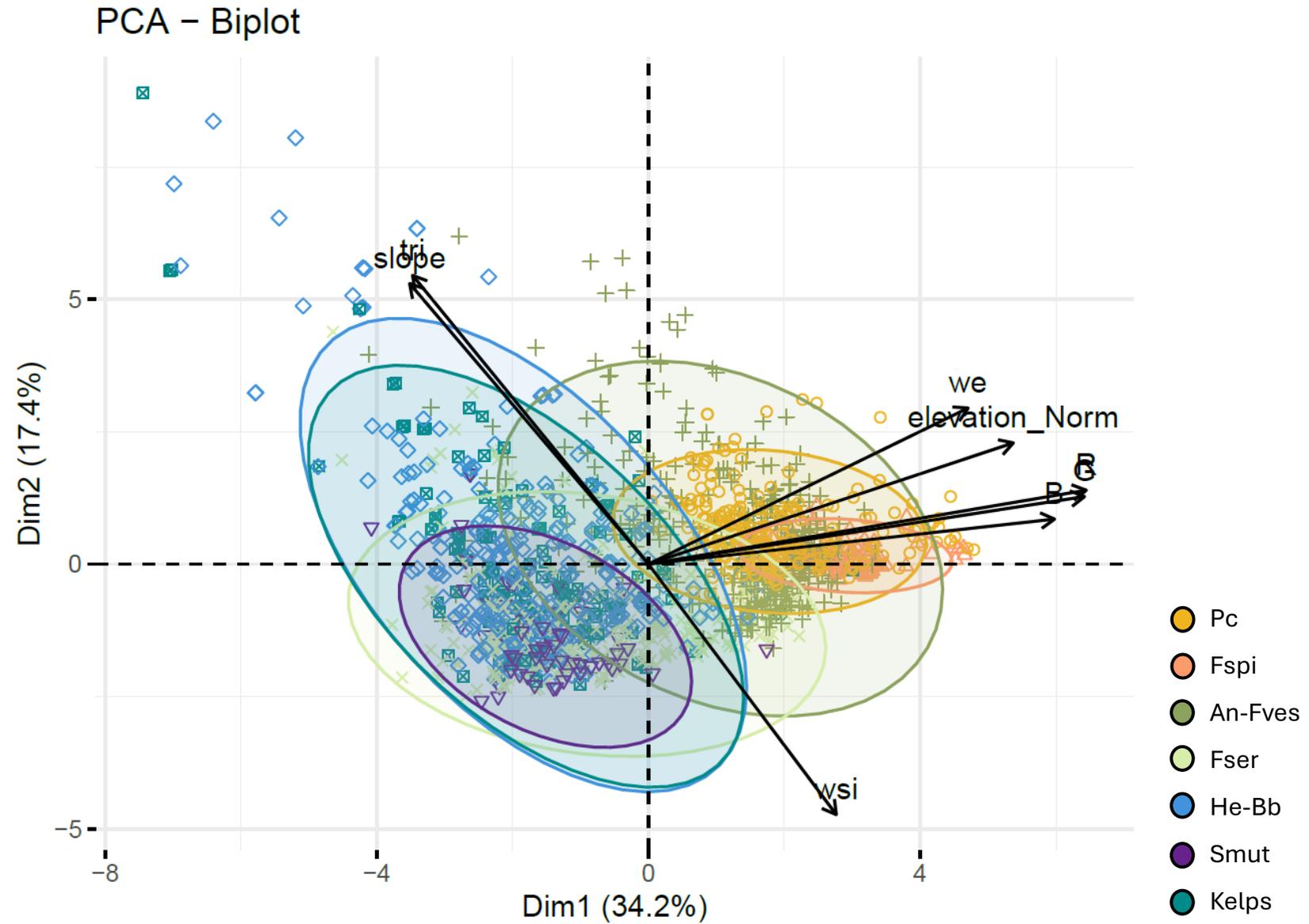
BIBLIOGRAPHIE

- Ar Gall, E., Le Duff, M., Sauriau, P. G., De Casamajor, M. N., Gevaert, F., Poisson, E., ... & Miossec, L. (2016). Implementation of a new index to assess intertidal seaweed communities as bioindicators for the European Water Framework Directory. *Ecological Indicators*, 60, 162-173.
- Ar Gall, E., & Le Duff, M. (2014). Development of a quality index to evaluate the structure of macroalgal communities. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 139, 99-109.
- Baker, S. M. (1909). On the causes of the zoning of brown seaweeds on the seashore. *New Phytologist*, 8(5), 196-202.
- Bizien, A., Toumi, C., Boyé, A., Sturbois, A., Le Duff, M., Grall, J., ... & Burel, T. (2024). Contrasted trends of intertidal macroalgal communities and sharp decline of canopy-forming species across two decades. *Marine Ecology Progress Series*, 742, 73-86.
- Børgesen, F. (1905). The algae-vegetation of the Faeroëse coasts, with remarks on the phyto-geography. *The algae vegetation of the Faeröese coasts*.
- Colman, J. (1933). The nature of the intertidal zonation of plants and animals. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 18(2), 435-476.
- Davy de Virville, A. (1940). Les zones de végétation sur le littoral atlantique. *Memoires de la Societe de Biogeographie*, 7, 205-251.
- Dizerbo, A. H., & Herpe, E. (2007). Liste et répartition des algues marines des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique. *Iles Normandes incluses*, Éditions Anaximandre, Landernau.
- Dizerbo, A. H. (1971). Les limites géographiques de quelques algues de la Manche occidentale entre l'île de Brehat et Saint-Vaast-Le-Hougue. *Bulletin. Société phycologique de France*, 16, 21-24.
- Floc'h, J. Y. (1964). Distribution verticale et écologie des algues marines sur les côtes bretonnes. *Penn ar bed*, 4, 182-190.
- Little, C., & Kitching, J. A. (1996). *The biology of rocky shores*. Oxford University Press.
- Stephenson, T. A., & Stephenson, A. (1949). The universal features of zonation between tide-marks on rocky coasts. *The Journal of Ecology*, 289-305.



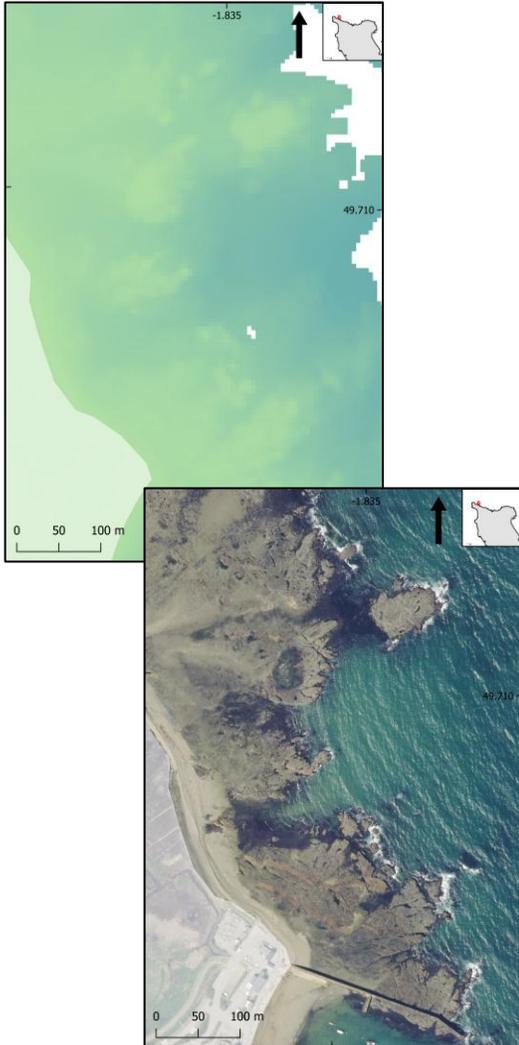
ANNEXE

ACP sélection des variables



ANNEXE

Modélisation Litto3D



esp	train	test
Pc	141	15
Fspi	49	4
An-Fves	202	18
Fser	141	14
He-Bb	158	15
Kelps	30	5
Smut	84	10

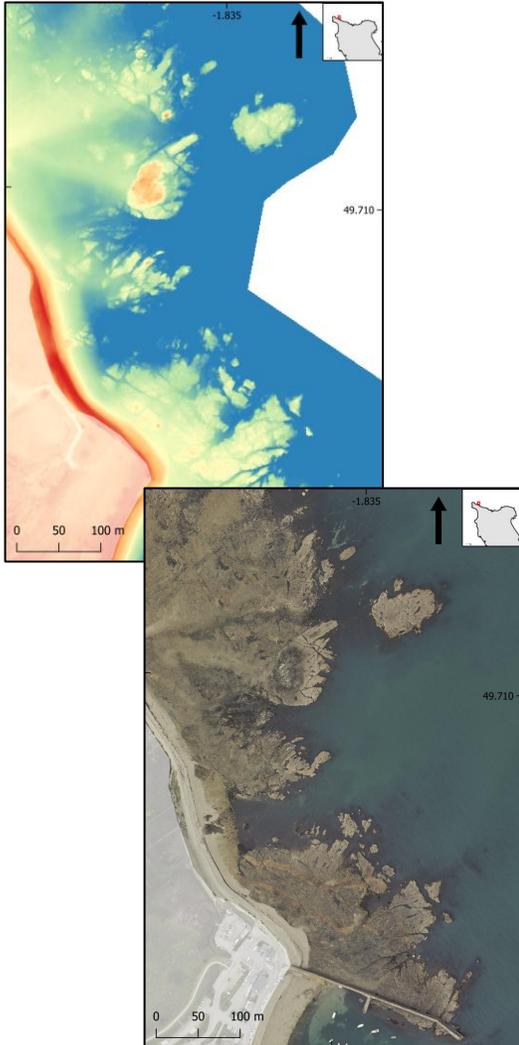
	Pc	Fspi	An-Fves	Fser	He-Bb	Smut	Kelps
Pc	14	1	0	0	0	0	0
Fspi	1	3	0	0	0	0	0
An-Fves	0	0	18	4	0	0	0
Fser	0	0	0	9	0	0	0
He-Bb	0	0	0	1	14	1	3
Smut	0	0	0	0	0	2	0
Kelps	0	0	0	0	1	2	7

Prediction

Truth

ANNEXE

Modélisation ROL



esp	train	test
Pc	139	16
Fspi	44	4
An-Fves	208	23
Fser	136	16
He-Bb	112	7
Kelps	3	0
Smut	11	0

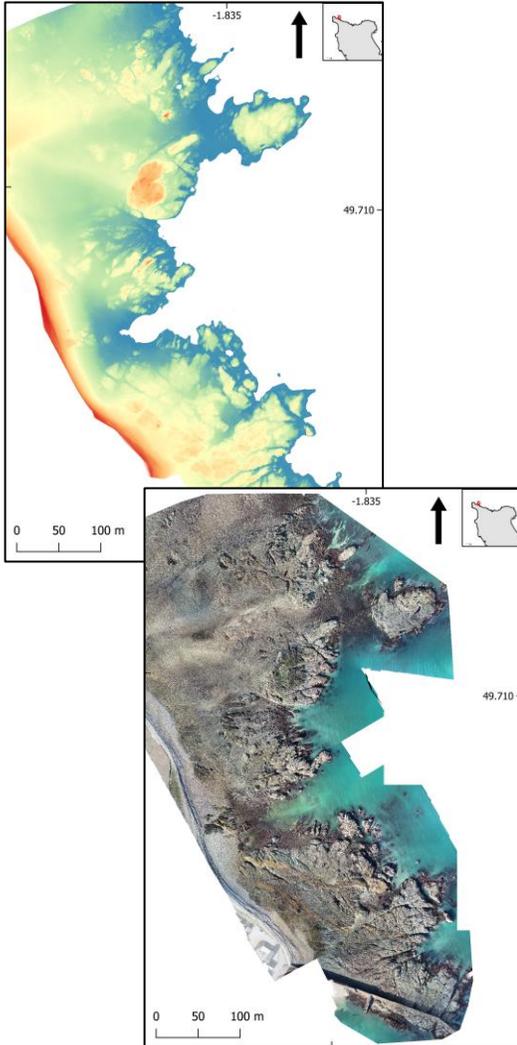
	Pc	Fspi	An-Fves	Fser	He-Bb	Smut	Kelps
Pc	16	0	0	0	0	0	0
Fspi	0	4	1	0	0	0	0
An-Fves	0	0	22	2	0	0	0
Fser	0	0	0	9	0	0	0
He-Bb	0	0	0	5	7	0	0
Smut	0	0	0	0	0	0	0
Kelps	0	0	0	0	0	0	0

Prediction

Truth

ANNEXE

Modélisation EQAMAT



esp	train	test
Pc	138	15
Fspi	44	6
An-Fves	210	16
Fser	138	13
He-Bb	158	15
Kelps	26	6
Smut	75	9

	Pc	Fspi	An-Fves	Fser	He-Bb	Smut	Kelps
Pc	14	1	0	0	0	0	0
Fspi	0	5	0	0	0	0	0
An-Fves	1	0	16	2	0	0	0
Fser	0	0	0	10	2	0	0
He-Bb	0	0	0	1	11	1	3
Smut	0	0	0	0	0	4	0
Kelps	0	0	0	0	2	1	6