



ISblue
The interdisciplinary
graduate school
for the blue planet

Journée PACTE – 3 juillet 2025

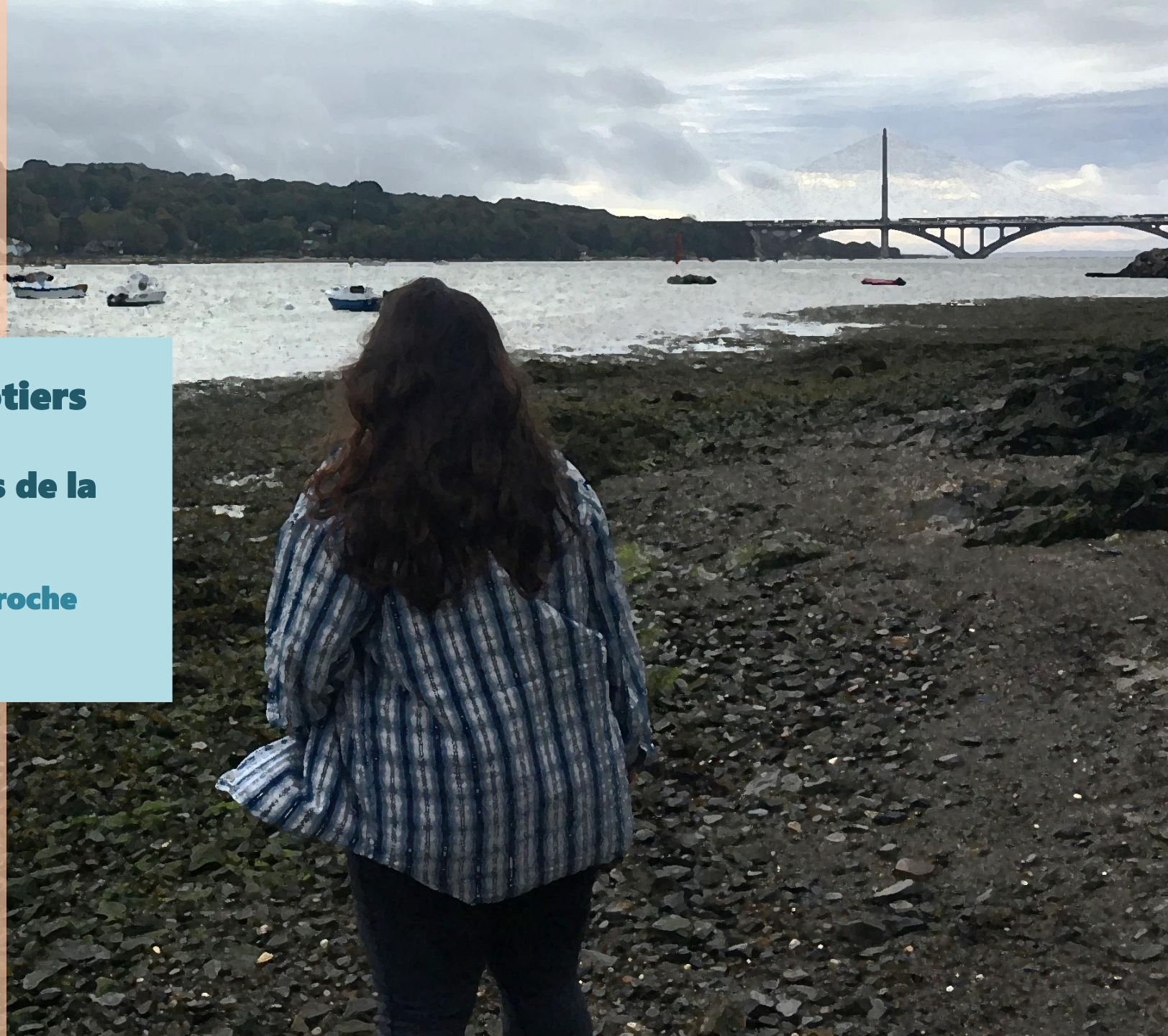
L'évolution des écosystèmes côtiers depuis le 19ème siècle : Quoi de neuf du côté des sédiments de la rade de Brest ?

Apport de la palynologie et d'une approche pluridisciplinaire

Encadrante de thèse : Aurélie Penaud
Co-encadrantes : Jill Sutton & Muriel Vidal



COLLEGE SCIENCES
DOCTORAL DE LA MER
BRETAGNE ET DU LITTORAL





Matériel
d'étude et
méthodologie

Résultats &
interprétations

Conclusions &
perspectives

Rappel de la problématique

Problématique principale

→ **Comment les changements de paysage dans les bassins versants de la rade de Brest ont-ils affecté la sédimentologie et les communautés planctoniques au cours des 150 dernières années ?**

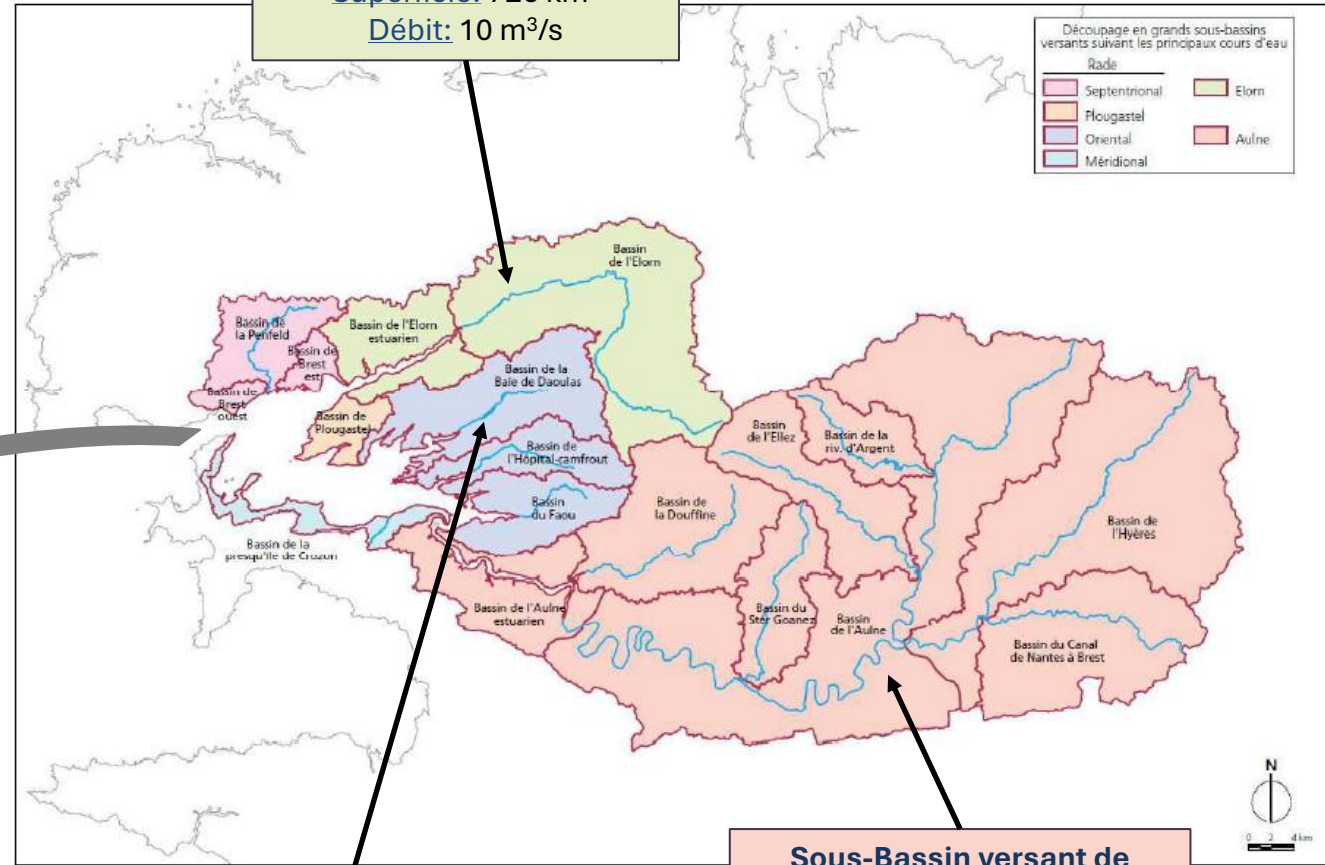


Sous-Bassin versant de l'Elorn

Superficie: 726 km²

Débit: 10 m³/s

Découpage hydrologique suivant les principaux cours d'eau sur le bassin versant de la rade de Brest (Troadek et al., 1997)



Sous-Bassin versant de Daoulas

Superficie: 1 842 km²

Débit: 54 m³/s

Sous-Bassin versant de l'Aulne

Superficie: 1 842 km²

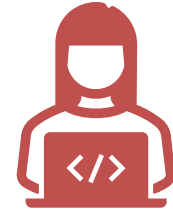
Débit: 54 m³/s

Questions complémentaires

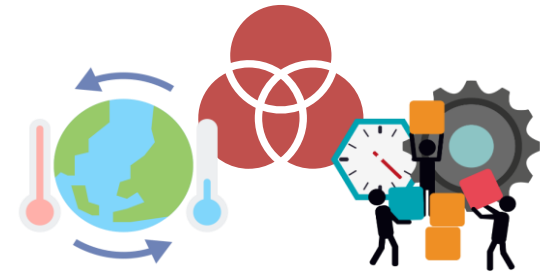
→ Comment les changements de paysage dans les bassins versants de la rade de Brest ont-ils affecté la sédimentologie et les communautés planctoniques au cours des 150 dernières années ?



1 Les données acquises en différents points de la rade sont-elles comparables ?



2 Peut-on détecter des points de rupture bien définis dans les données acquises ?



3 Ces points de rupture coïncident-ils avec des variations climatiques et/ou des perturbations anthropiques majeures ?

Problématique

Résultats & interprétations

Conclusions & perspectives

Matériel d'étude et méthodologie



VALERO
03.07.2025

Méthodologie

Problématique

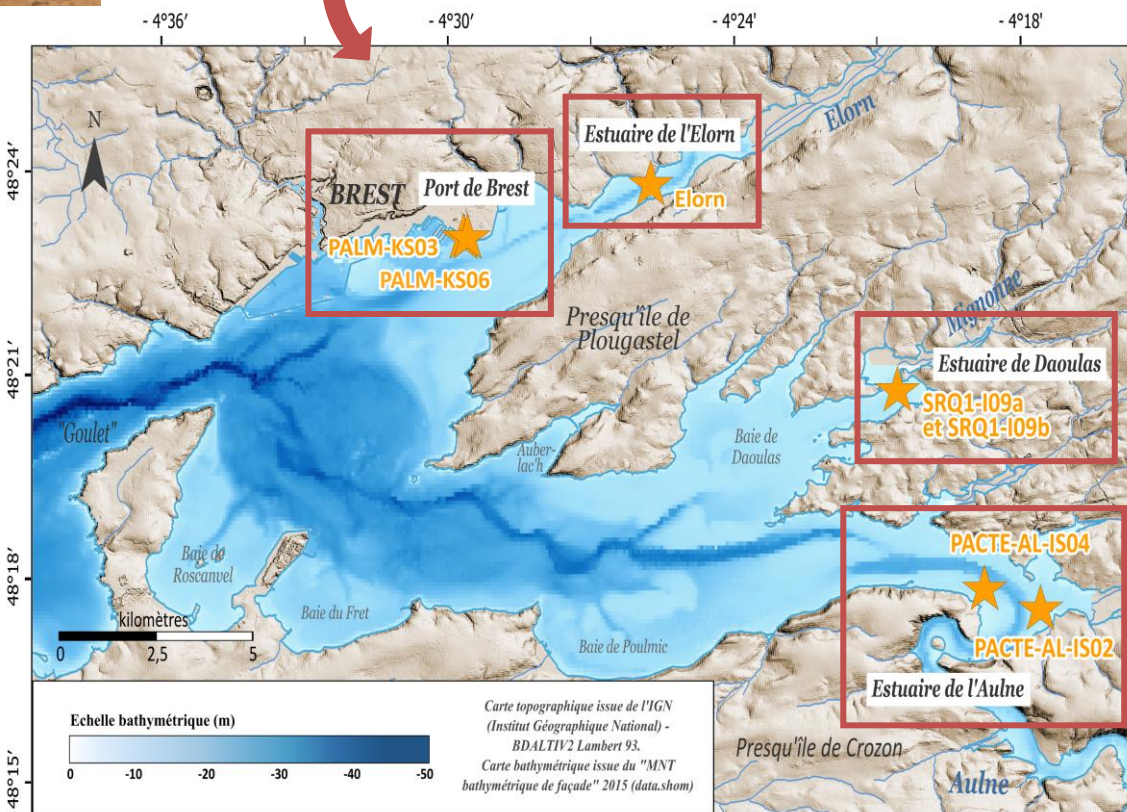
Matériel d'étude et Méthodologie

Résultats & Interprétations



Variabilité spatiale des données ?

4 sites étudiés



Méthodologie

Problématique

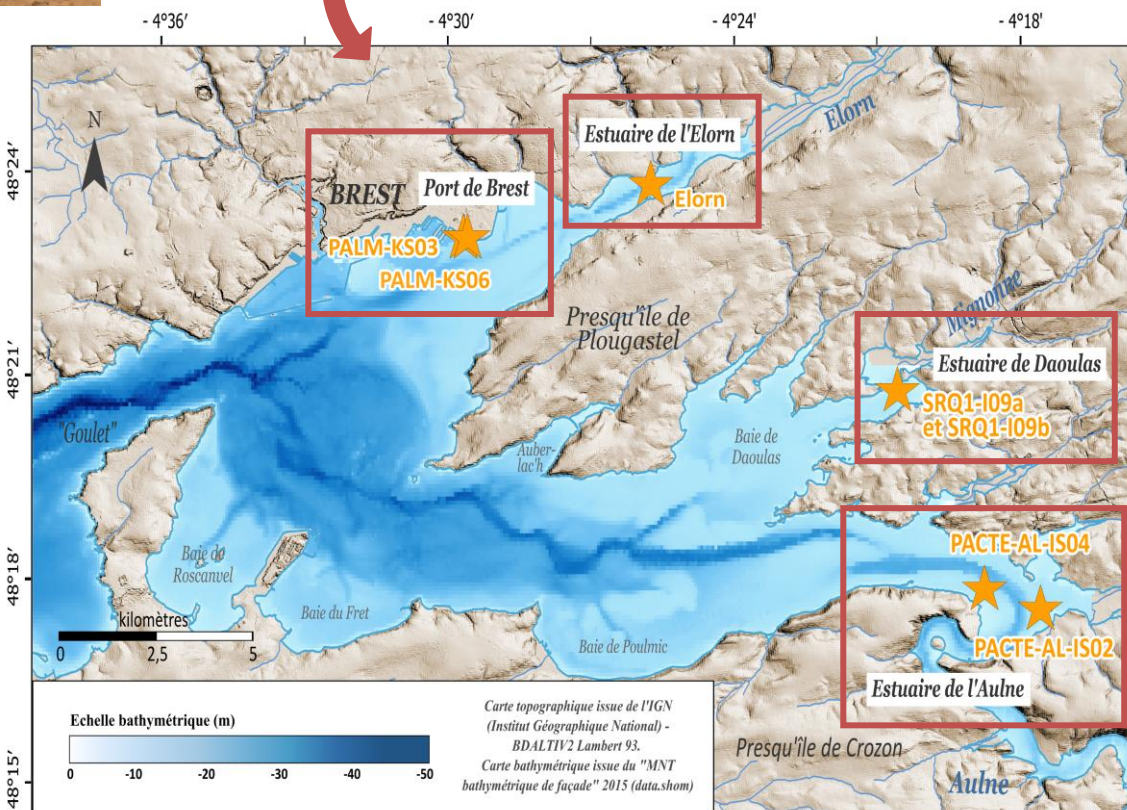
Matériel d'étude et Méthodologie

Résultats & Interprétations

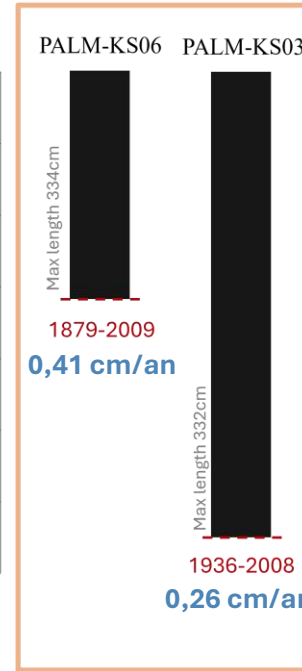


Variabilité spatiale des données ?

4 sites étudiés



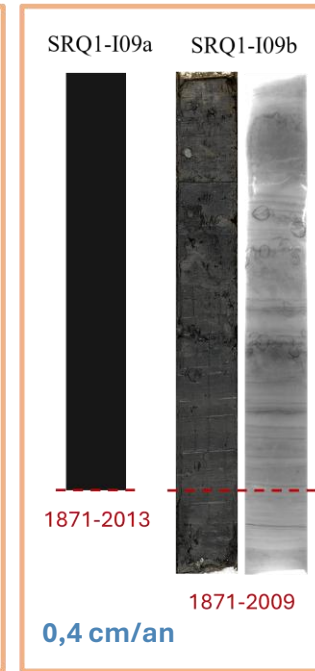
Brest harbour



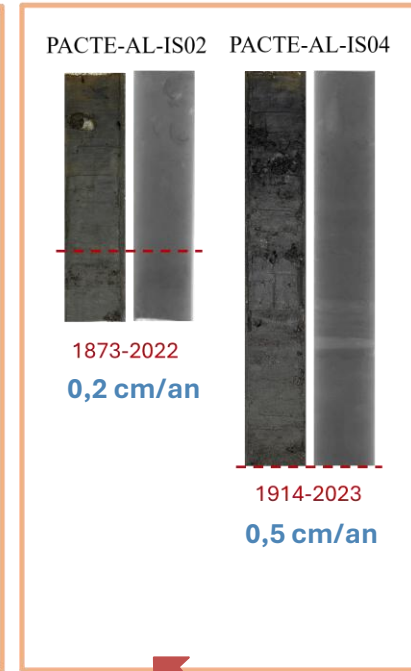
Elorn estuary



Daoulas estuary



Aulne estuary



--- Dating
■ Cores used for sediment DNA analysis



Variabilité temporelle des données ?



7 séries temporelles couvrant la période de 1871 à 2022

Outils principaux : analyses sédimentologiques

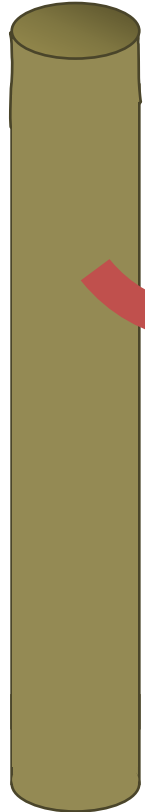
Problématique

Matériel
d'étude et
Méthodologie

Résultats &
interprétations

Conclusions &
perspectives

Analyse de la taille de la fraction détritique et de la composition du sédiment



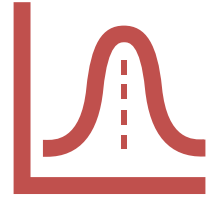
Décarbonatation
du sédiment sec

1g de sédiment
sec brut

Granulométrie



Granulomètre laser Malvern
Mastersizer 3000



Perte au feu



Four à moufle

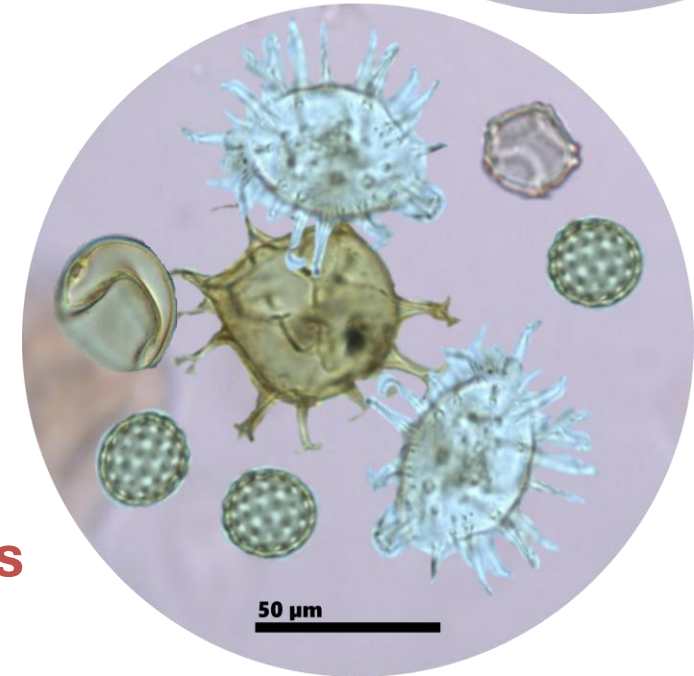
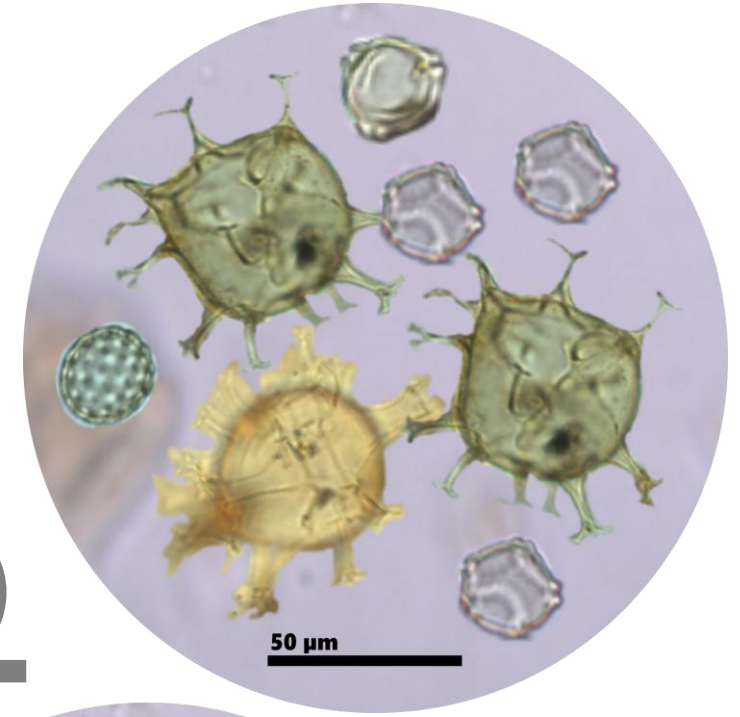
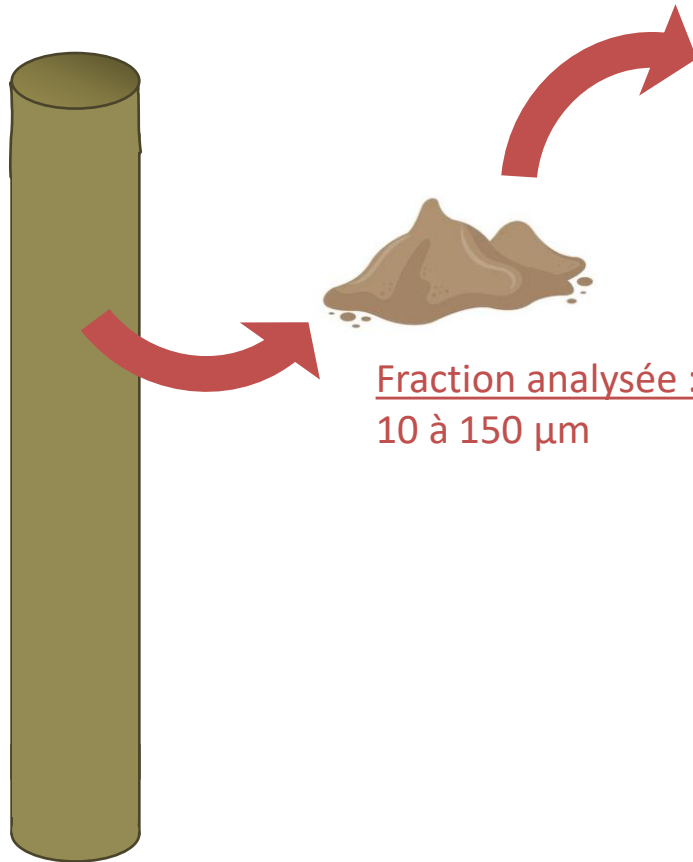
Cuissons successives
(Heiri et al., 2001) :

- 550°C → matière organique totale (% TOM)
- 950°C → calcimétrie (% CaCO₃)

Outils principaux : analyses palynologiques

Observation et détermination sous microscope de **micro-restes à paroi organique**

Comptages sur microscope
LEICA DM 2500 à un
grossissement x630



Palynomorphes

Problématique

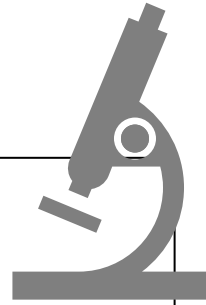
Matériel
d'étude et
Méthodologie

Résultats &
interprétations

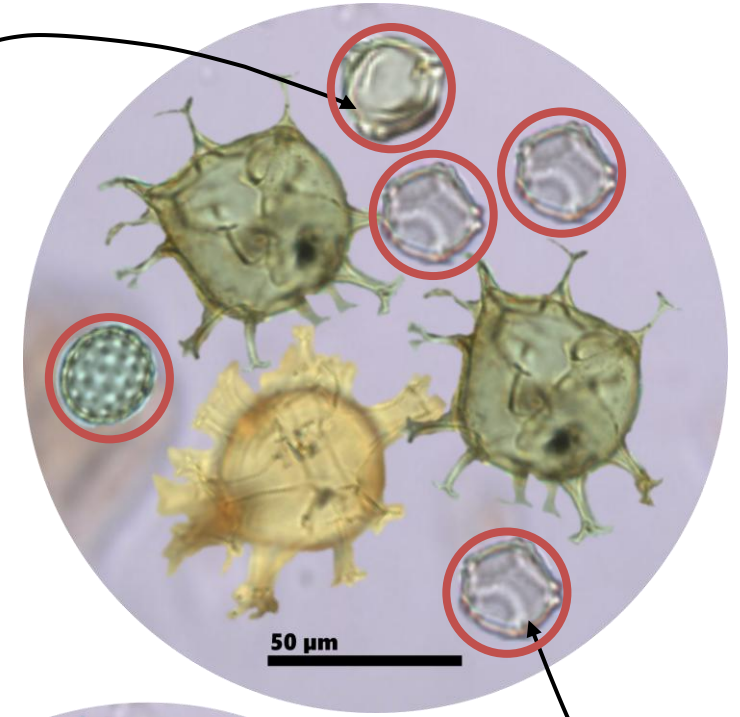
Conclusions &
perspectives

Outils principaux : analyses palynologiques

Les grains de pollen, vecteurs de la reproduction des plantes

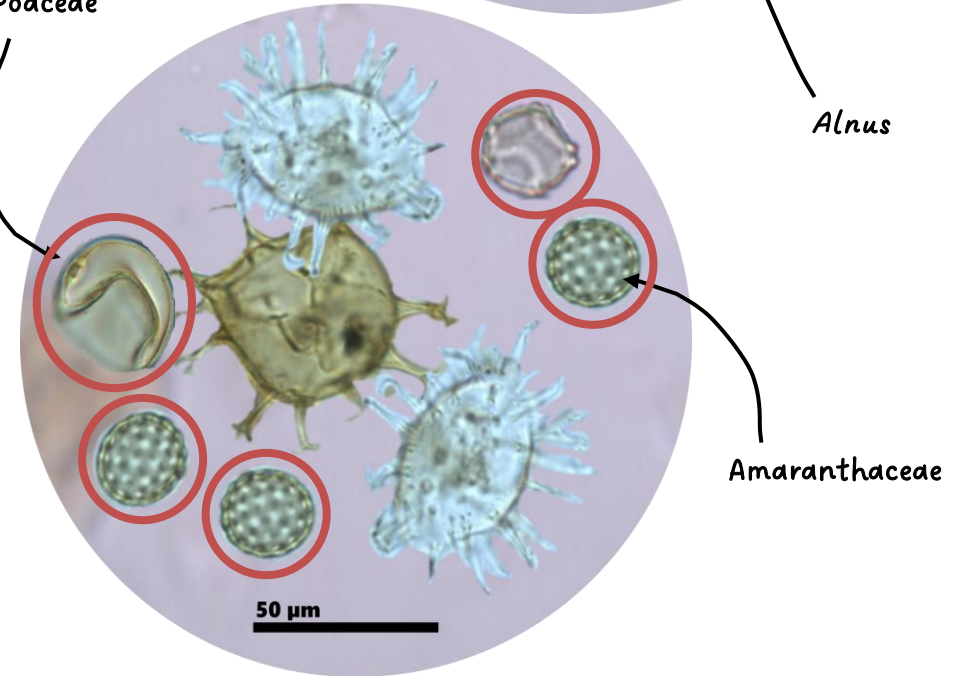


Betula

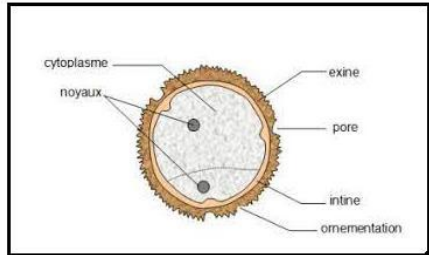


Alnus

Poaceae



Amaranthaceae



Reproduction in Plants

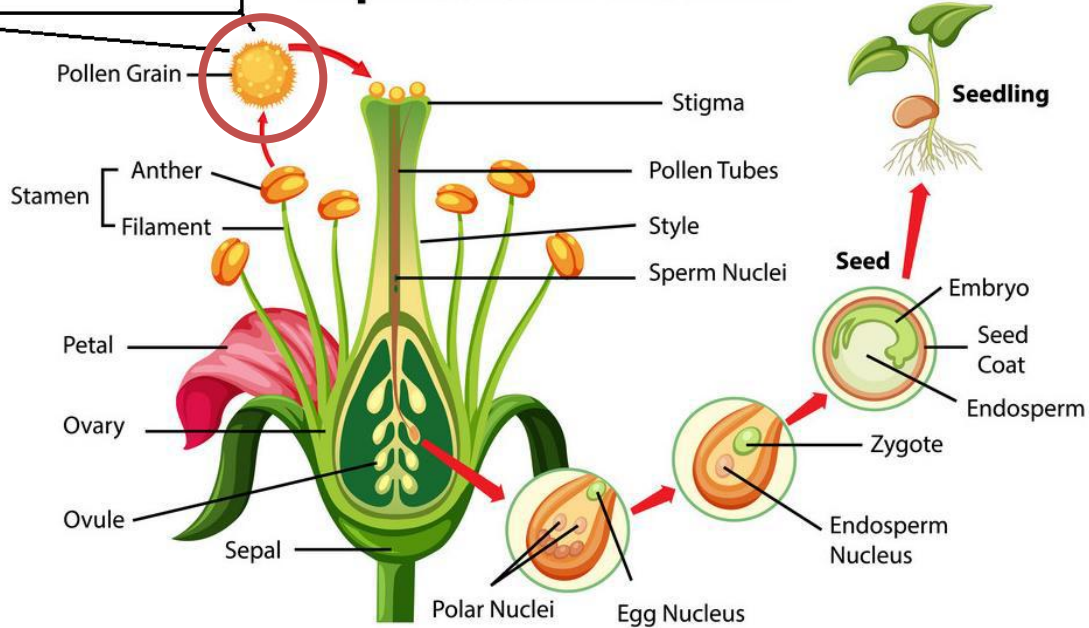


Schéma du cycle de reproduction des angiospermes et composition d'un grain de pollen (modifié d'après <http://acces.ens-lyon.fr>)

Problématique

Matériel d'étude et Méthodes

Résultats et Interprétation

Conclusion et Perspectives

Outils principaux : analyses palynologiques

Les grains de pollen, reflet de la végétation à terre et notion de transport

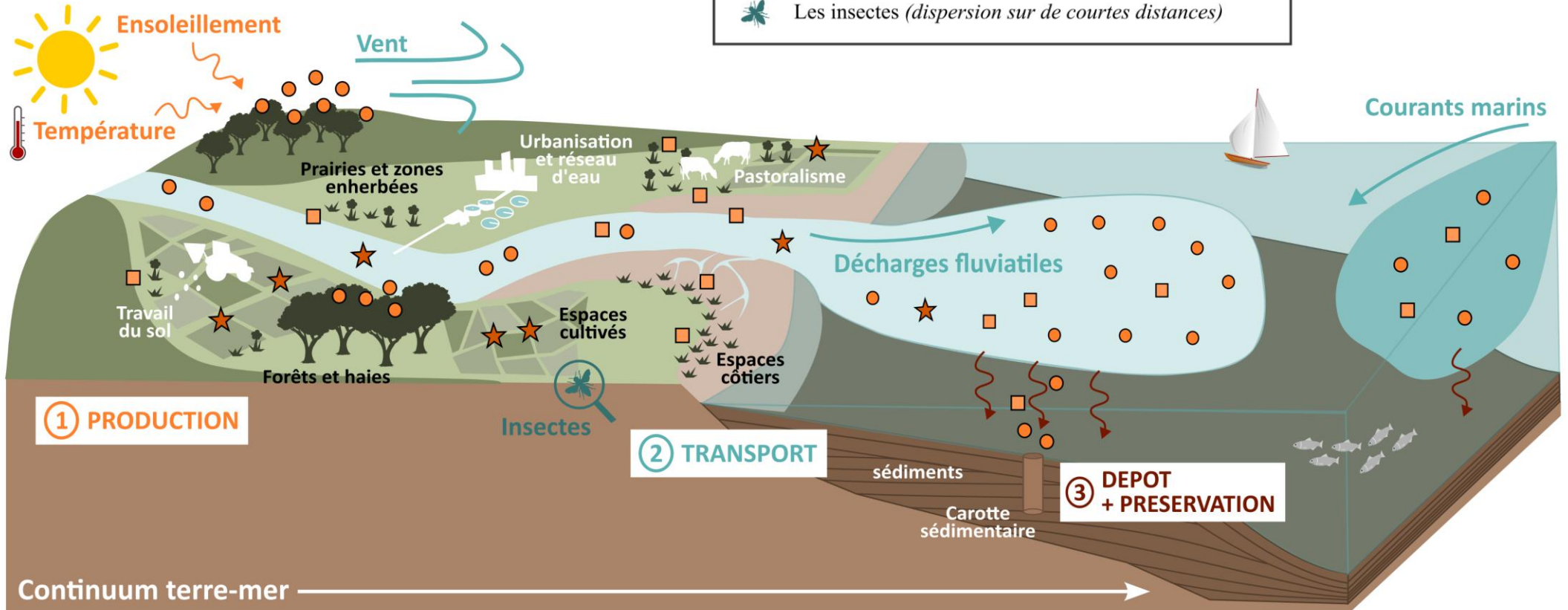
Production de pollen par :

- Les taxons arboréens (*forte pollinisation + grande dispersion des grains*)
- Les taxons herbacés (*résolution taxonomique faible*)
- ★ Les taxons cultivés ou accompagnant les cultures (*faible pollinisation + faible dispersion des grains*)

Transport du pollen par :

- ➡ Le vent (*dispersion sur de grandes distances*)
- ➡ L'eau (*dispersion sur de grandes distances*)
- 🦋 Les insectes (*dispersion sur de courtes distances*)

Palynologie



Modèle conceptuel des mécanismes impliqués dans les biais de représentation des grains de pollen au sein des assemblages polliniques le long du continuum terre-mer (inspiré de Chevalier et al., 2020 et thèse David, 2023).

Problématique

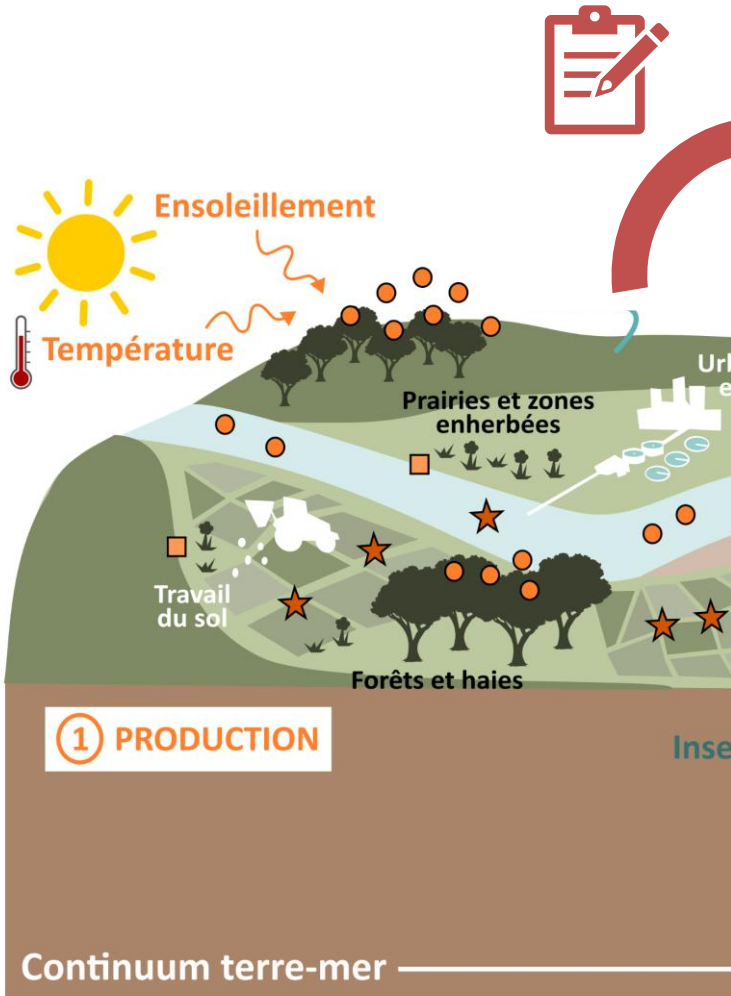
Matériel d'étude et Méthodologie

Résultats & Interprétations

Conclusions & Perspectives

Outils principaux : analyses palynologiques

Les grains de pollen, reflet de la végétation à terre et notion de transport



Regroupement des taxons polliniques en fonction de leur affinité écologique (d'après le *Conservatoire Botanique National de Brest*)

	Type de couverture végétale	Espèces ou familles associés
Taxons arborés (AP pour <i>Arboreal Pollen</i>)	Arbres plantés (Planted trees)	<i>Pinus</i> , <i>Abies</i> , <i>Cedra</i> , <i>Acacia</i> , <i>Juglans</i> , <i>Populus</i>
	Espaces forestiers (Woodland)	<i>Quercus</i> , <i>Castanea</i> , <i>Corylus</i> , <i>Betula</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Hedera</i> , <i>Fagus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Ilex</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Acer</i>
	Arbres hygrophiles (Hygrophilous trees)	<i>Alnus</i> , <i>Salix</i> , <i>Fraxinus</i>
Taxons herbacés (NAP pour <i>Non Arboreal Pollen</i>)	Milieu aquatique (Aquatic areas)	Cyperaceae, <i>Myriophyllum</i> , <i>Nuphar</i> , <i>Potamogeton</i> , <i>Sparganium</i> , <i>Typha</i>
	Espaces côtiers (Coastal environments)	Amaranthaceae, <i>Aristolochia</i> , <i>Armeria</i> , <i>Arenaria</i> , <i>Spergula</i> , <i>Spergularia</i> , <i>Ephedra</i> , <i>Euphorbia</i> , <i>Lotus</i> , <i>Ligustrum</i> , <i>Plantago coronopus</i> , <i>Plantago maritima</i> , <i>Sedum</i> , <i>Saxifraga</i>
	Espaces de lande (Heathland)	<i>Erica</i> , <i>Calluna</i> , <i>Cytisus</i> , <i>Ulex</i>
	Poaceae	Les Poacées ont été identifiées et triées par gammes de tailles : <20 µm, [20-30] µm, [30-40] µm, [40-45] µm et > 45 µm (avec un pore <11 µm)
	Cultures	<i>Cerealia</i> -type (>47 µm et pore >11 µm), <i>Fagopyrum</i>
	Compagnons de cultures (Cultivation companions)	<i>Asteroidae</i> , <i>Senecio</i> , <i>Mercurialis</i> , other <i>Plantago</i> sp., <i>Rumex acetosa</i>
	Prairies (Meadows)	<i>Crepis</i> , <i>Centaureae</i> , <i>Plantago lanceolata</i>
	Espèces herbacées des ourlet forestiers ou des haies (Herbaceous preforest fringes)	<i>Allium</i> , <i>Caryophyllaceae</i> , <i>Stellaria</i> , <i>Circaea lutetiana</i> , <i>Epilobium</i> , <i>Daphne</i> , <i>Geranium</i> , <i>Mentha</i> , <i>Primulaceae</i> , <i>Filipendula</i> , <i>Ribes</i> , <i>Rubia</i>
	Espaces de friches ou abords des chemins (Wastelands)	<i>Artemisia</i> , Cichorioideae, Brassicaceae, <i>Hypericum</i> , <i>Linaria</i> , <i>Polygonum</i> , <i>Urticaceae</i> , <i>Verbascum</i>
	Autres taxons non classifiés (Other unclassified taxa)	Apiaceae, Campanulaceae, Cannabaceae, Crassulaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Renonculaceae, Rosaceae, Scrofulariaceae

Problématique

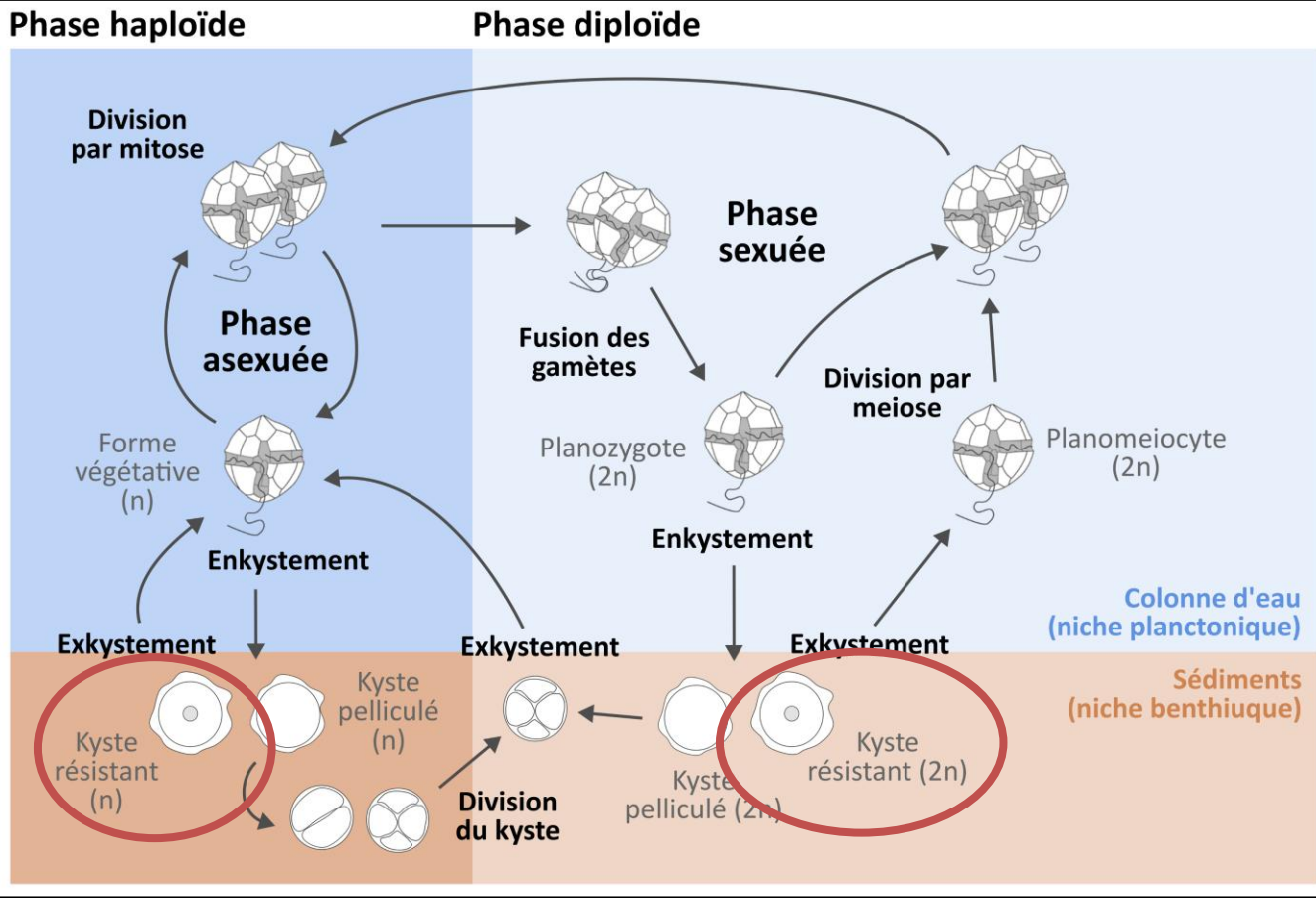
Matériel d'étude et Méthodologie

Résultats & Interprétations

Conclusions & Perspectives

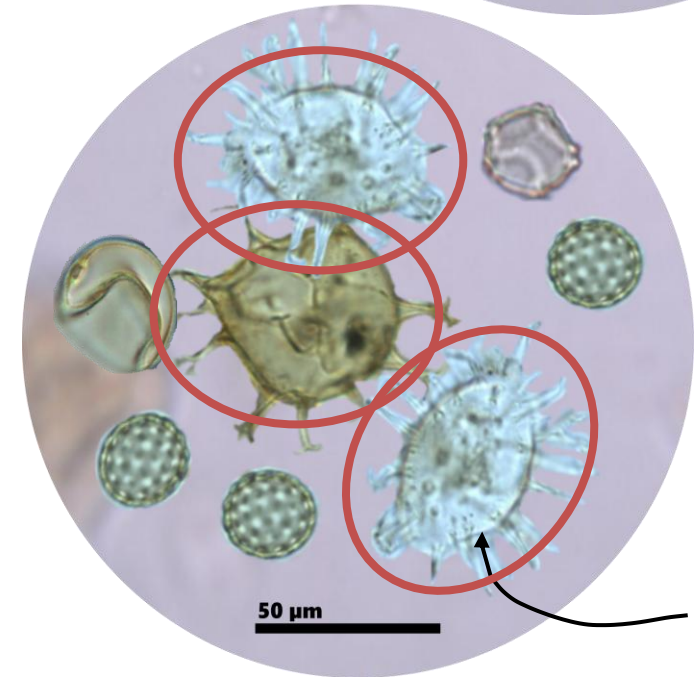
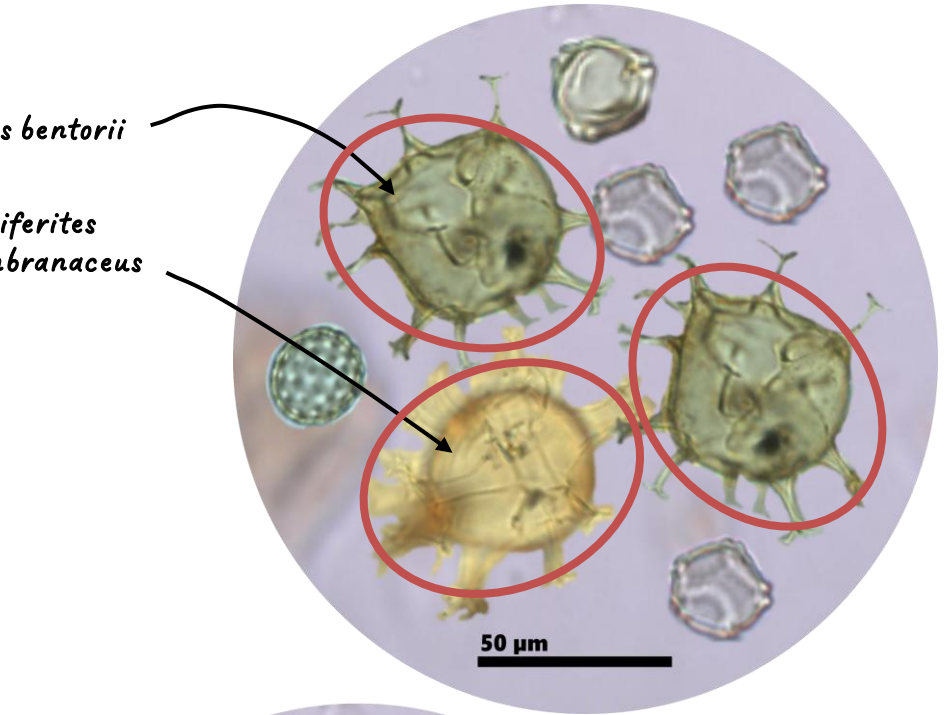
Outils principaux : analyses palynologiques

Les kystes de dinoflagellés (dinokystes), étape de la reproduction du phytoplancton



Spiniferites bentorii

Spiniferites membranaceus



Lingulodinium machaerophorum

Schéma du cycle de reproduction des dinoflagellés
(modifié d'après Bravo et Figueroa, 2014)

Outils principaux : analyses palynologiques

Les dinokystes, reflet des conditions hydrologiques de surface



○ Taxons autotrophes et mixotrophes :

1 Taxons estuariens :

Lingulodinium machaerophorum (L.mac)
Alexandrium-type (A.lex)

2 Taxons côtiers :

kystes de *Pentapharsodinium dalei* (P.dal)
Spiniferites bentorii (S.ben)
Spiniferites membranaceus (S.mem)
Spiniferites belerius (S.bel)
Spiniferites lazus (S.laz)
Spiniferites delicatus (S.del)
Spiniferites elongatus (S.elo)

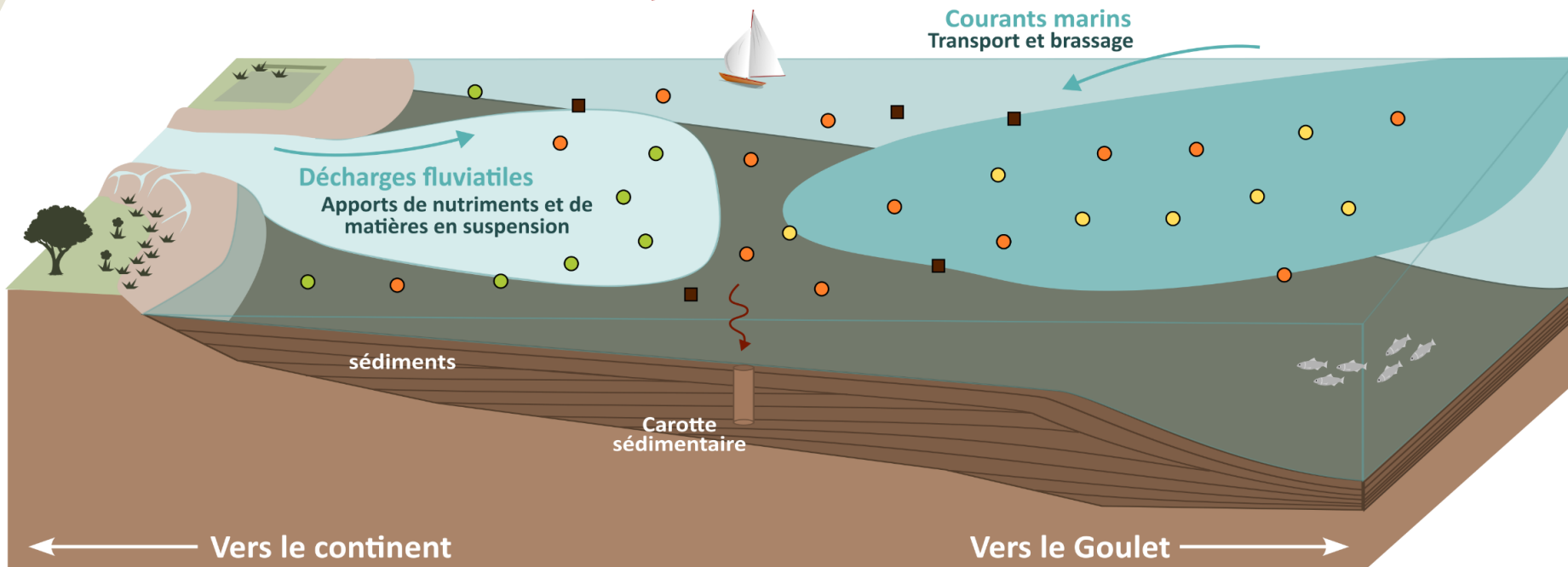
3 Taxons de la mer d'Iroise :

Operculodinium centrocarpum (O.cen)
Spiniferites ramosus (S.ram)
Spiniferites mirabilis (S.mir)
Achomosphaera spp. (A.spp)

■ Taxons hétérotrophes :

kystes de *Protoperidinium nudum* (P.nud)
Selenopemphix quanta (S.qua)
Echinidinium spp. (E.spp)
Protoperidinium stellatum (P.ste)
Trinovantedinium applanatum (T.app)
Brigantedinium spp. (B.spp)
Xandarodinium xanthum (X.xan)

Regroupement des taxons de dinokystes
en fonction de leur affinité écologique
(d'après Penaud et al., 2020)



Problématique

Matériel
d'étude et
Méthodologie

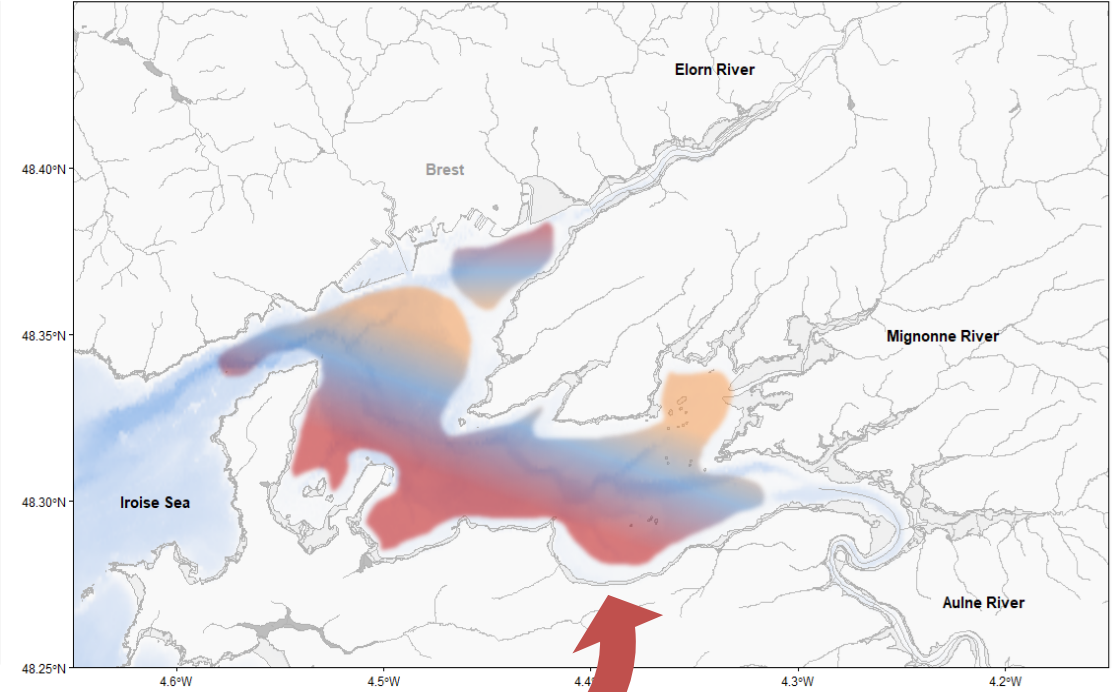
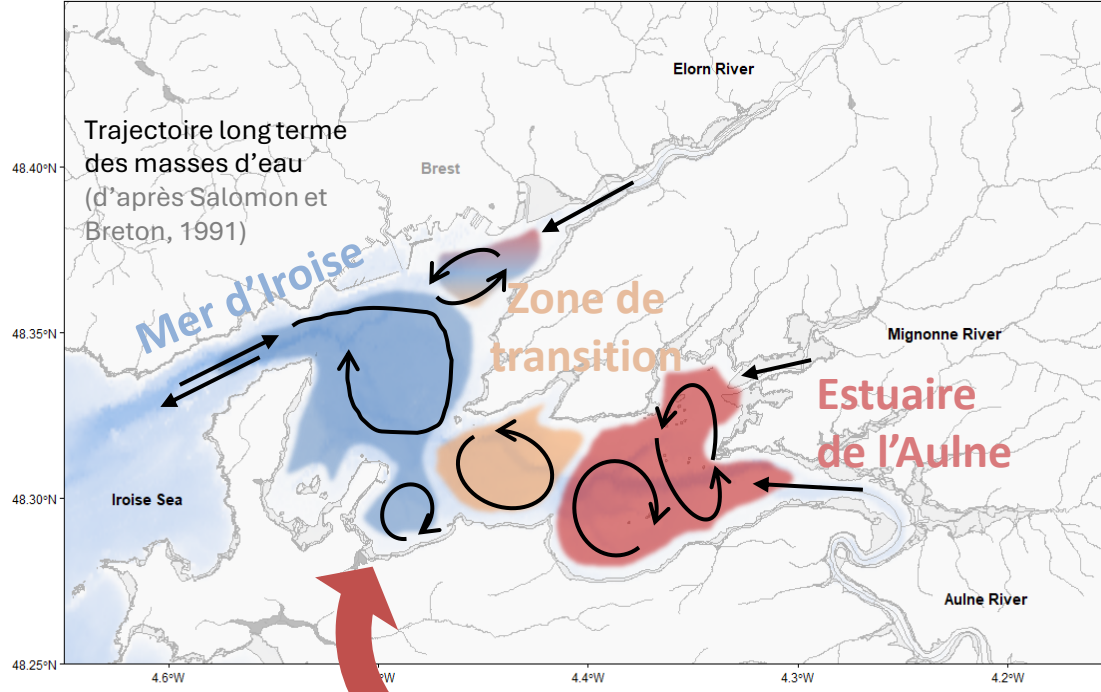
Résultats &
interprétations

Conclusions &
perspectives

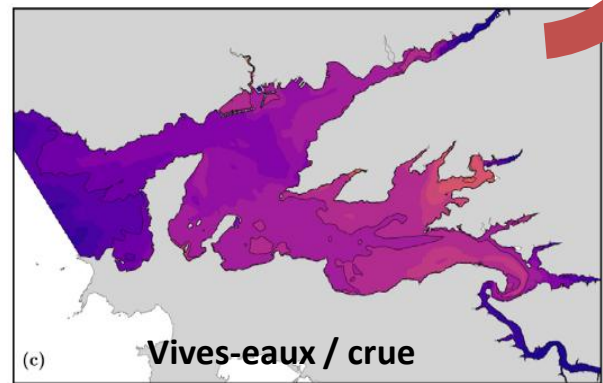
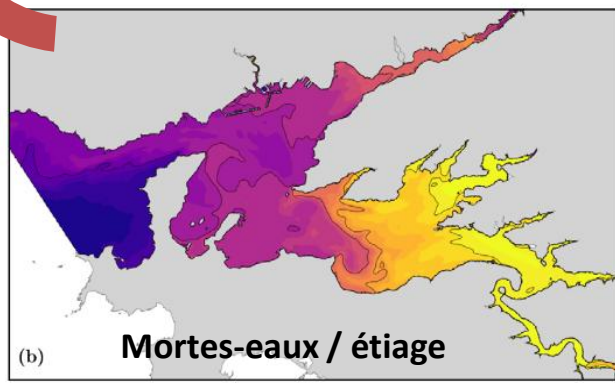
Outils principaux : analyses palynologiques

Deux principales configurations spatiales observées au niveau des communautés phytoplanctoniques de la rade de Brest (Thèse Laura Schweibold, 2025)

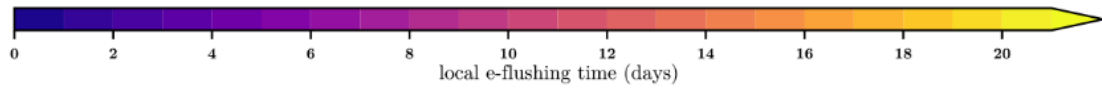
- Problématique
- Matériel d'étude et Méthodologie
- Résultats & Interprétations
- Conclusions & Perspectives



Forte spatialisation :
Les influences de l'Iroise et des estuaires sont équilibrées, les clusters sont compacts



Faible spatialisation :
L'influence de l'Iroise ou des estuaires domine, les clusters sont allongés



Temps de renouvellement des masses d'eau (Petton et al., 2023)

Problématique

Matériel
d'étude et
méthodologie

Conclusions &
perspectives

Résultats & interprétations



VALERO
03.07.2025

Problématique

Matériel
d'étude et
méthodologie

Conclusions &
perspectives

Résultats & interprétations

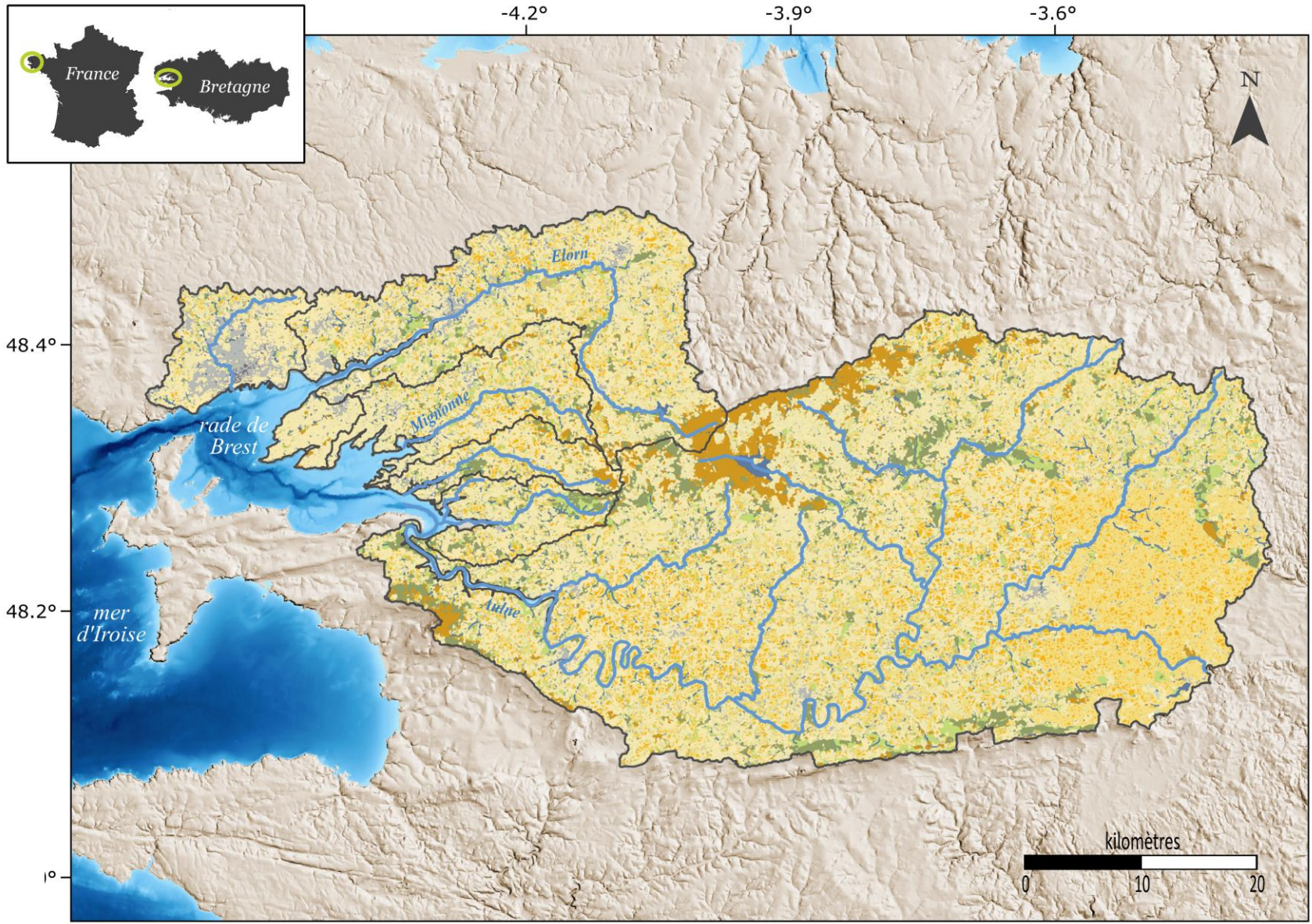


**Variabilité spatiale
des données ?**

1 ?

Répartition de la végétation sur les bassins versants de la rade de Brest

- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives



Echelle bathymétrique (m)

0 -10 -20 -30 -40 -50

Données topographique de l'IGN : Institut Géographique National, données bathymétriques BDALTI2 du MNT bathymétrique de façade, 2015 (data.shom) - Projection : Lambert 93

Distribution des principaux types de végétation

Adapté de la "carte de la végétation du Finistère" réalisée par le Conservatoire National Botanique de Brest (2020)

Végétation naturelle et semi-naturelle

- Espaces boisés
- Végétation des haies
- Arbres hygrophiles
- Environnements côtiers
- Milieus aquatiques
- Lande bretonne
- Broussailles
- Prairies

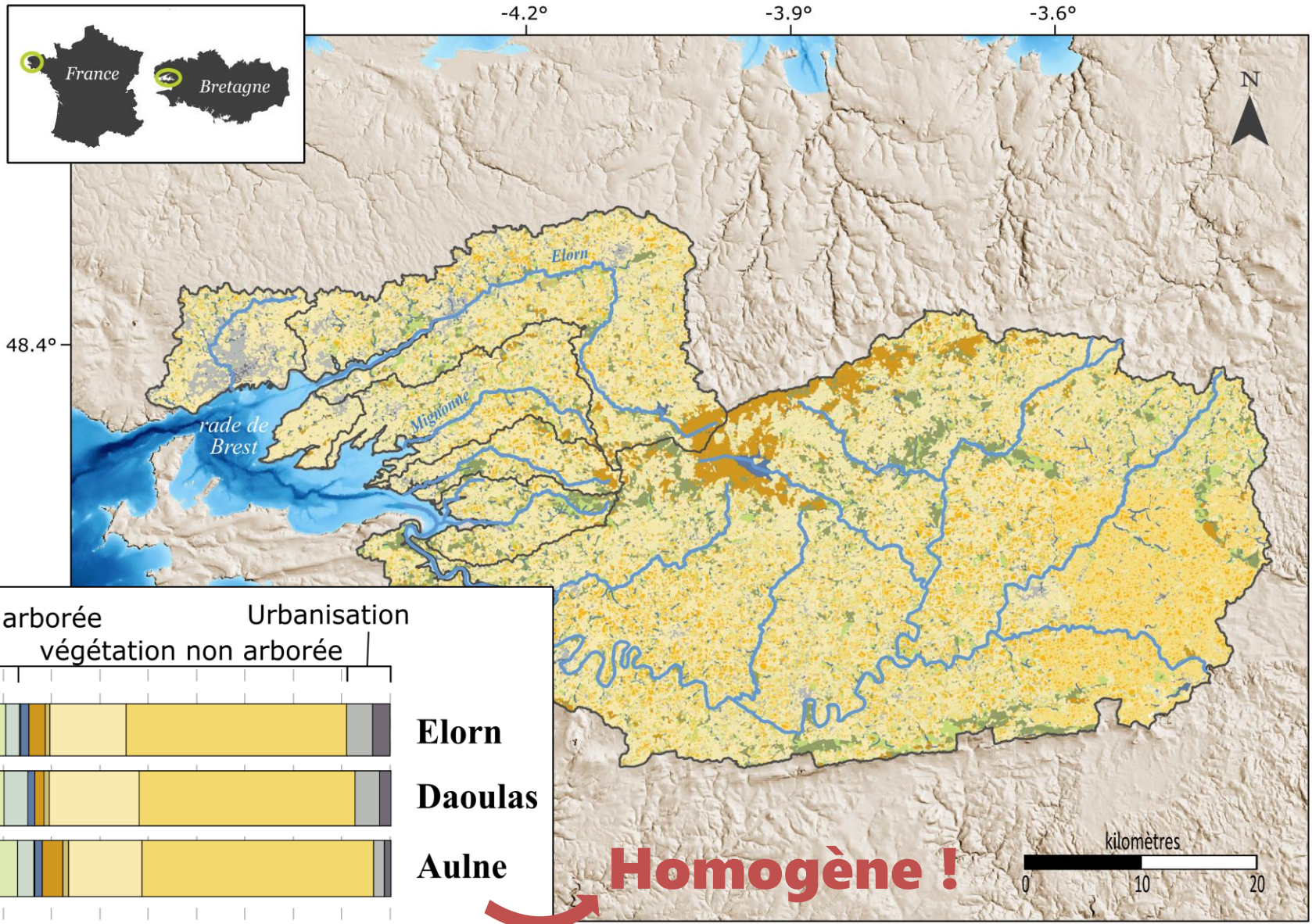
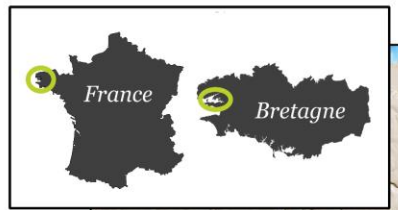
Anthropized areas

- Plantations de résineux
- Cultures
- Zones urbanisées
- Zones non végétalisées

1 ?

Répartition de la végétation sur les bassins versants de la rade de Brest

- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives



Echelle bathymétrique (m)

0 -10 -20 -30 -40 -50

Données topographique de l'IGN : Institut Géographique National, données bathymétriques BDALTI2 du MNT bathymétrique de façade, 2015 (data.shom) - Projection : Lambert 93

Distribution des principaux types de végétation

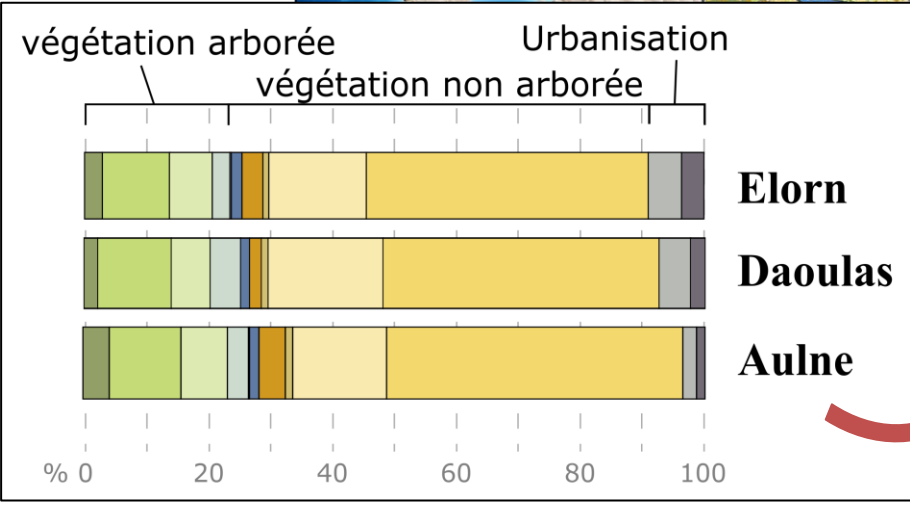
Adapté de la "carte de la végétation du Finistère" réalisée par le Conservatoire National Botanique de Brest (2020)

Végétation naturelle et semi-naturelle

- Espaces boisés
- Végétation des haies
- Arbres hygrophiles
- Environnements côtiers
- Milieus aquatiques
- Lande bretonne
- Broussailles
- Prairies

Anthropized areas

- Plantations de résineux
- Cultures
- Zones urbanisées
- Zones non végétalisées



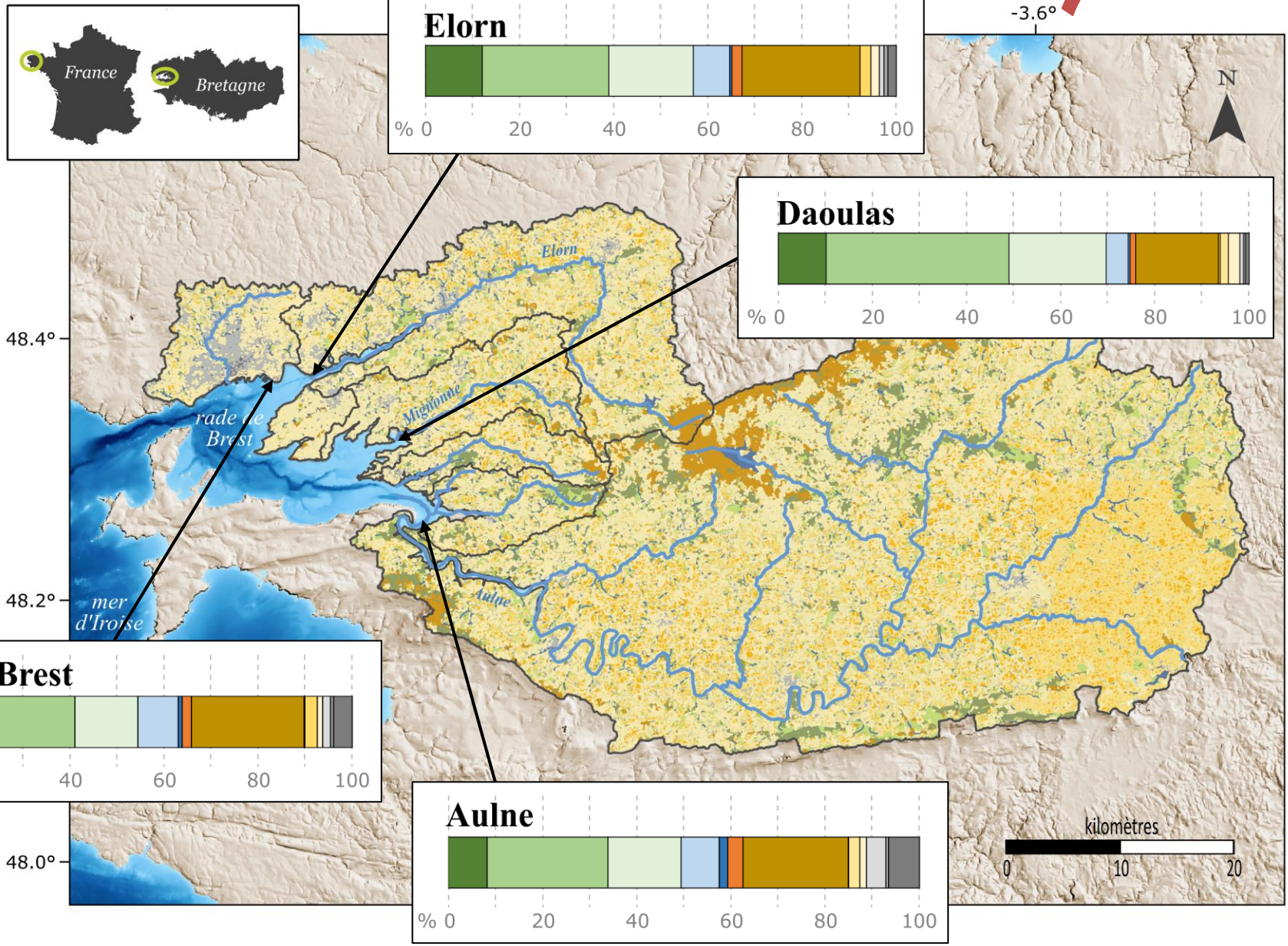
Homogène !

- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives

1 ?

Répartition spatiale des données pollen (1950-aujourd'hui)

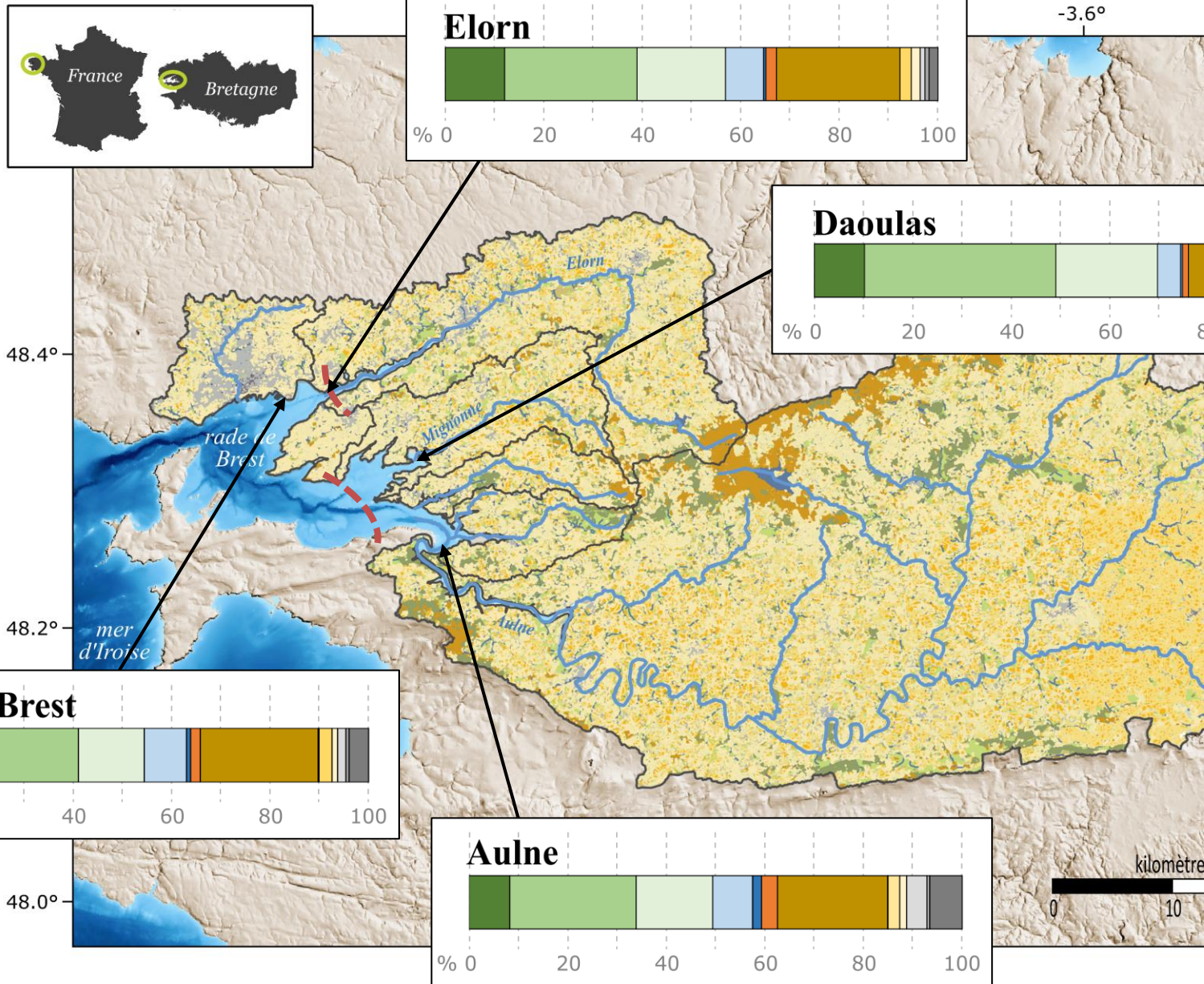
Non homogène !



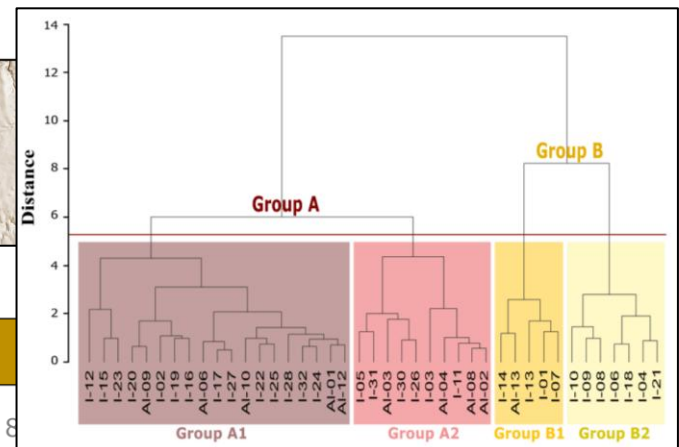
1 ?

Répartition spatiale des données pollen (1950-aujourd'hui)

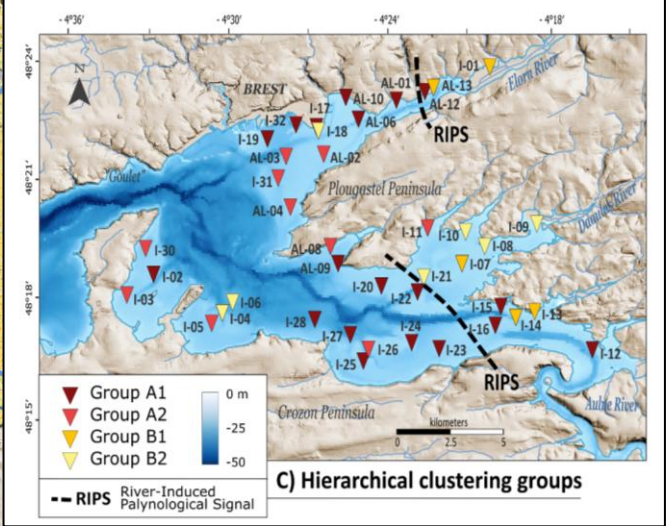
- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives



Définition de limites du signal palynologique induit par les rivières (Valero et al., 2025)



A) Hierarchical clustering on palynological samples

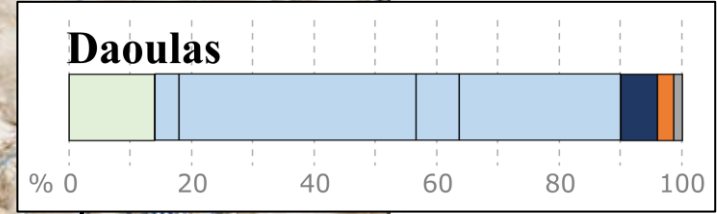
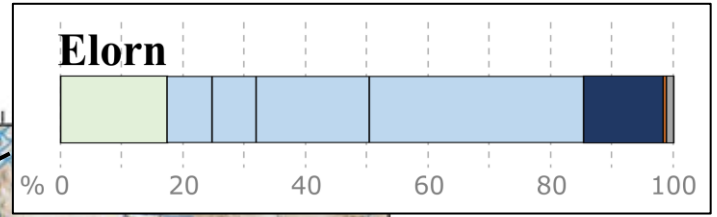
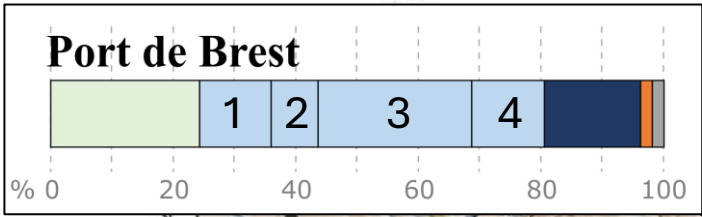


C) Hierarchical clustering groups

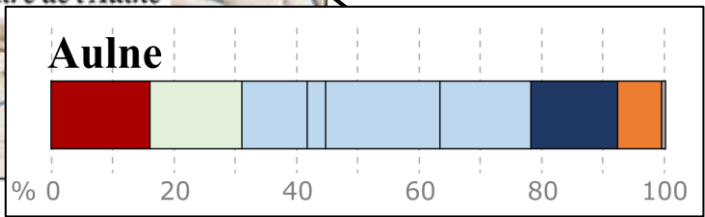
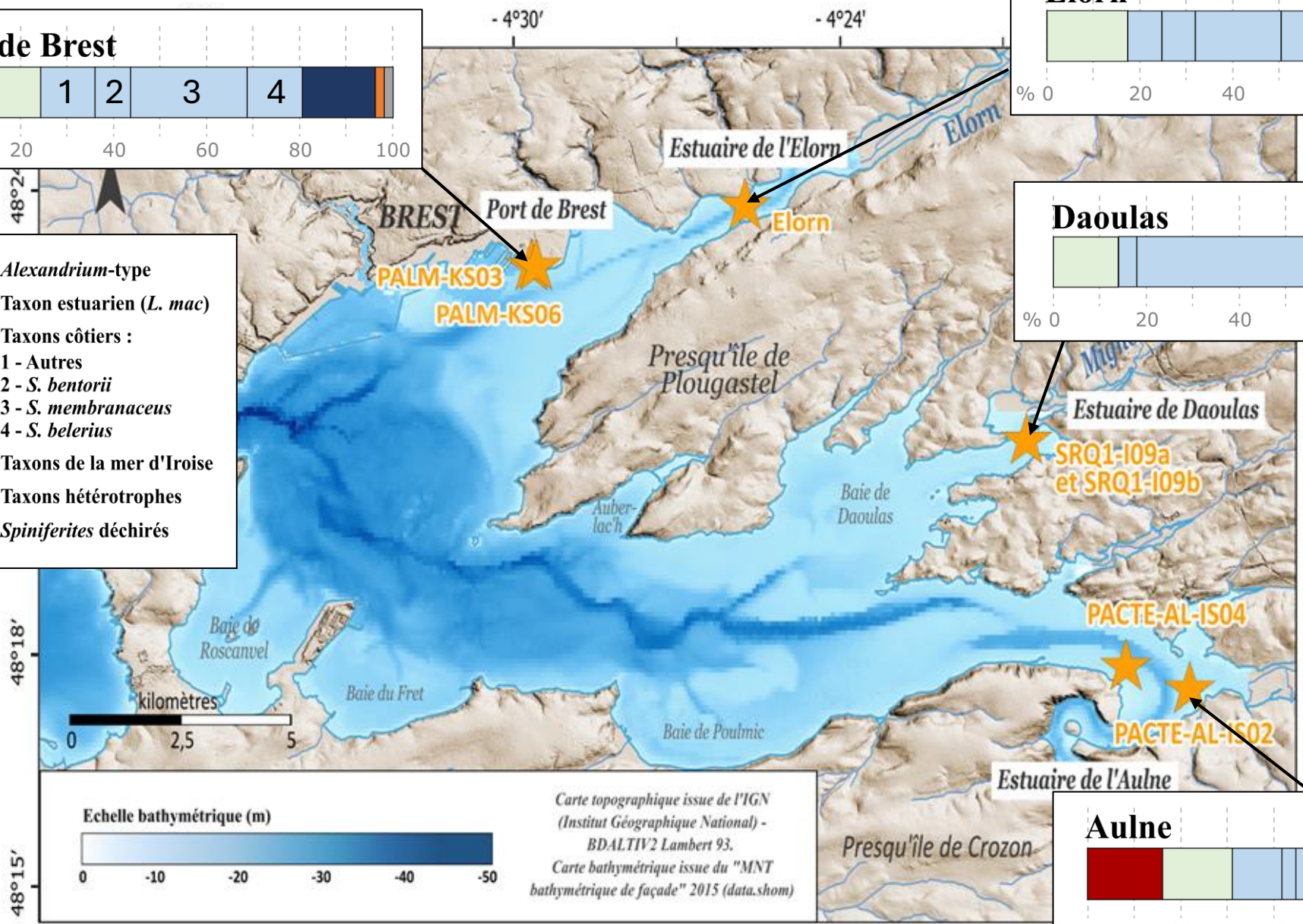
1 ?

Répartition spatiale des données dinokystes (1950-aujourd'hui)

- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives



- *Alexandrium*-type
- Taxon estuarien (*L. mac*)
- Taxons côtiers :
 - 1 - Autres
 - 2 - *S. bentorii*
 - 3 - *S. membranaceus*
 - 4 - *S. belerius*
- Taxons de la mer d'Iroise
- Taxons hétérotrophes
- *Spiniferites* déchirés



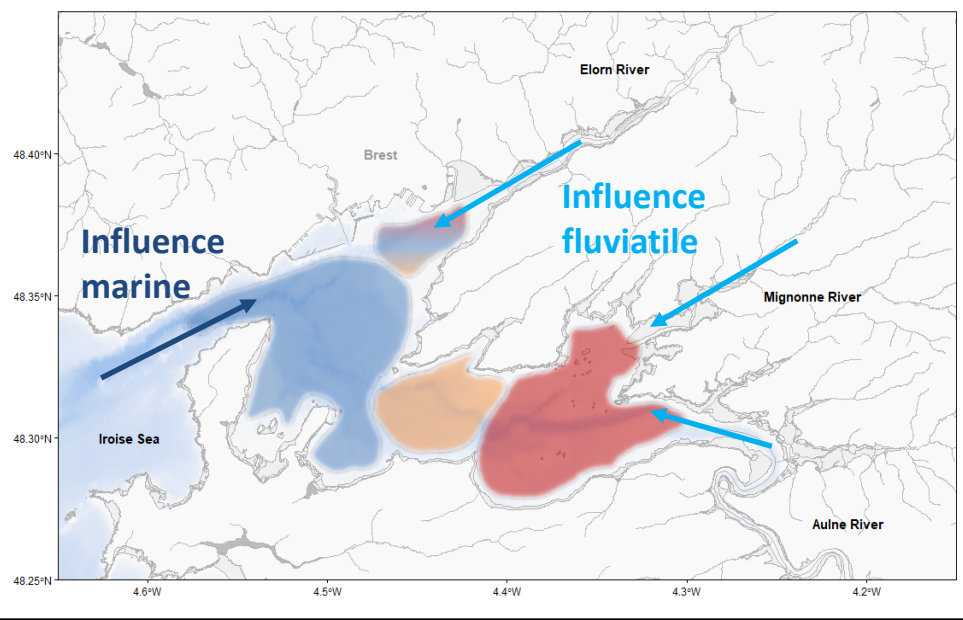
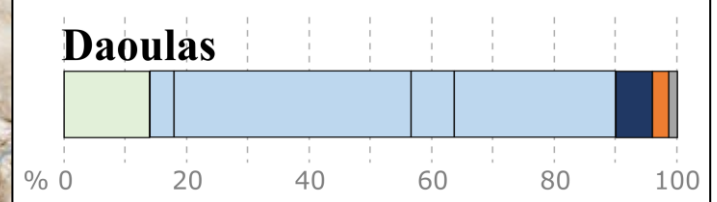
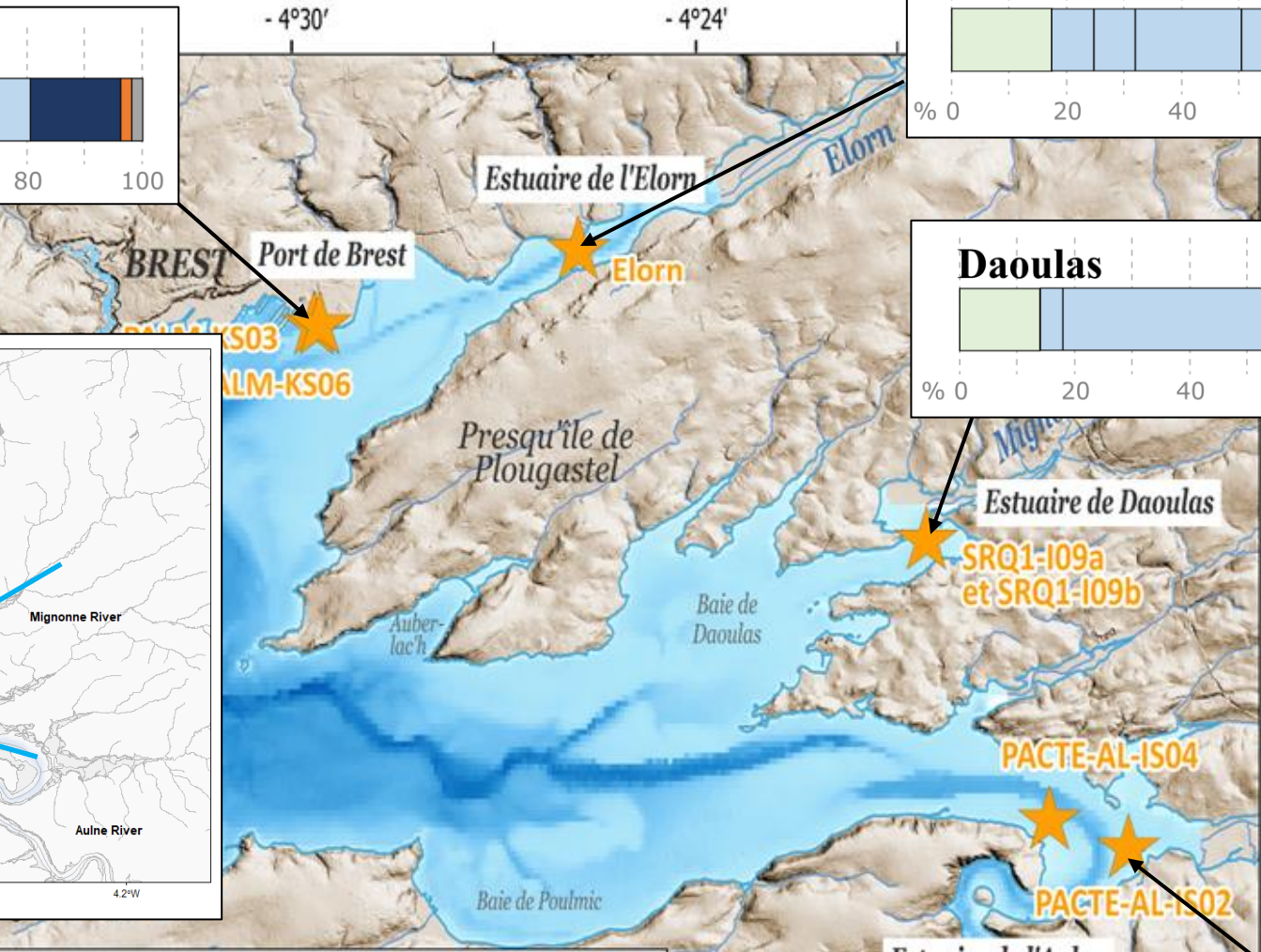
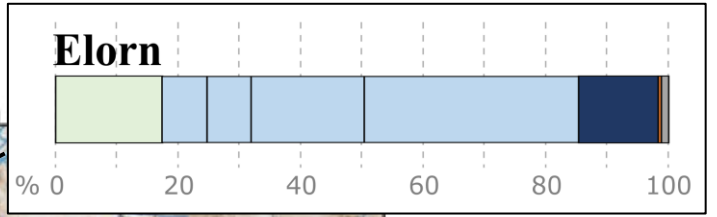
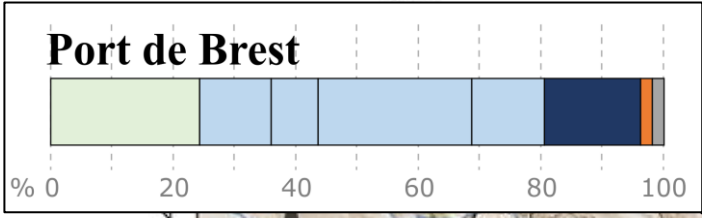
1 ?

Répartition spatiale des données dinokystes (1950-aujourd'hui)

Problématique

Matériel d'étude et méthodologie

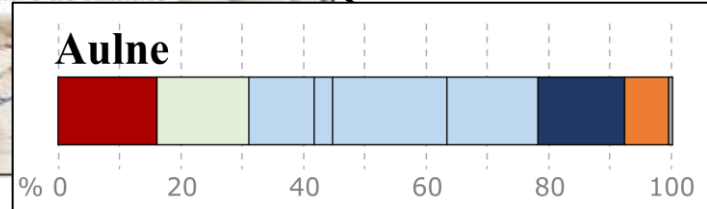
Résultats & interprétations



Configuration spatiale « forte spatialisation » des communautés phytoplanctoniques de la rade de Brest (Thèse Laura Schweibold, 2025)



Carte topographique issue de l'IGN (Institut Géographique National) - BDALTI2 Lambert 93. Carte bathymétrique issue du "MNT bathymétrique de façade" 2015 (data.shom)



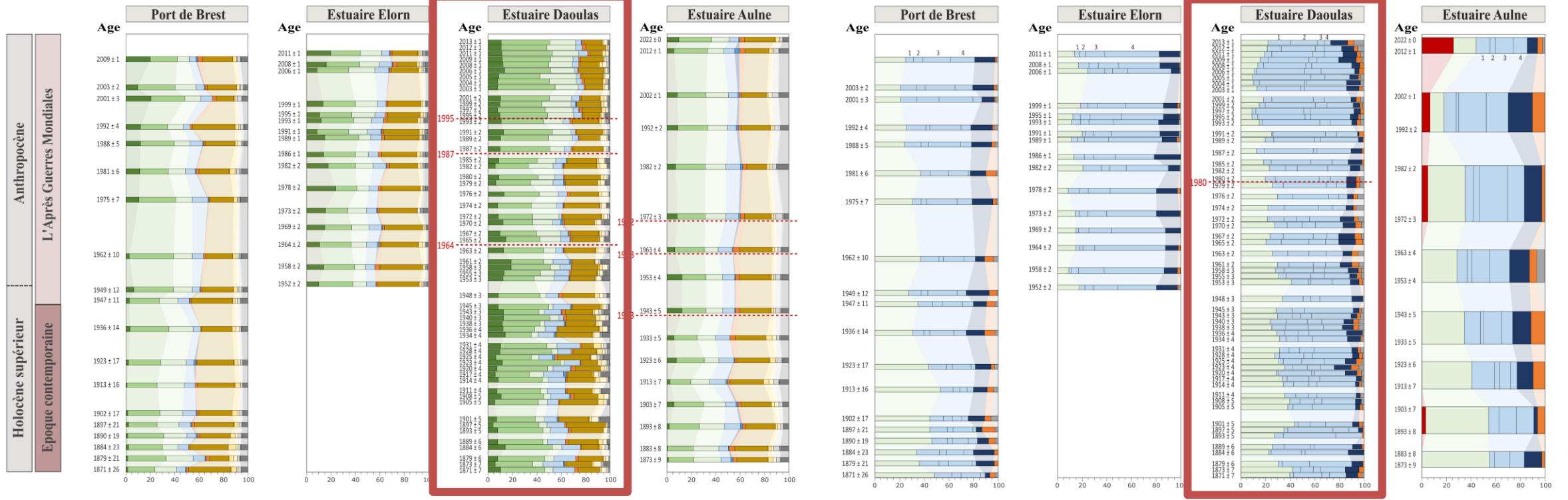
1 ?
2 ?

Répartition spatio-temporelle des données (1871-aujourd'hui)

Problématique

Matériel d'étude et

Choix des carottes de l'estuaire de Daoulas pour une reconstruction rétrospective fine



- Arbres plantés
- Environnements côtiers
- Poaceae
- Prairies
- Friches ou abords de chemins
- Espaces forestiers
- Milieu aquatique
- Cultures
- Herbacées des ourlets forestiers ou des haies
- Autres taxons non classifiés
- Arbres hygrophiles
- Lande bretonne
- Compagnons de cultures

- Alexandrium-type
- Taxon estuarien (*L. mac*)
- Taxons côtiers : 1 Autres 2 *S. bentorii* 3 *S. membranaceus* 4 *S. belerius*
- Taxons de la mer d'Iroise
- Taxons hétérotrophes
- Spiniferites* déchirés

Assemblages polliniques

Assemblages dinokystes

Problématique

Matériel
d'étude et
méthodologie

Conclusions &
perspectives

Résultats & interprétations



**Variabilité temporelle
des données ?**



Quelle trajectoire passée ?



Analyse des points de rupture des séries temporelles

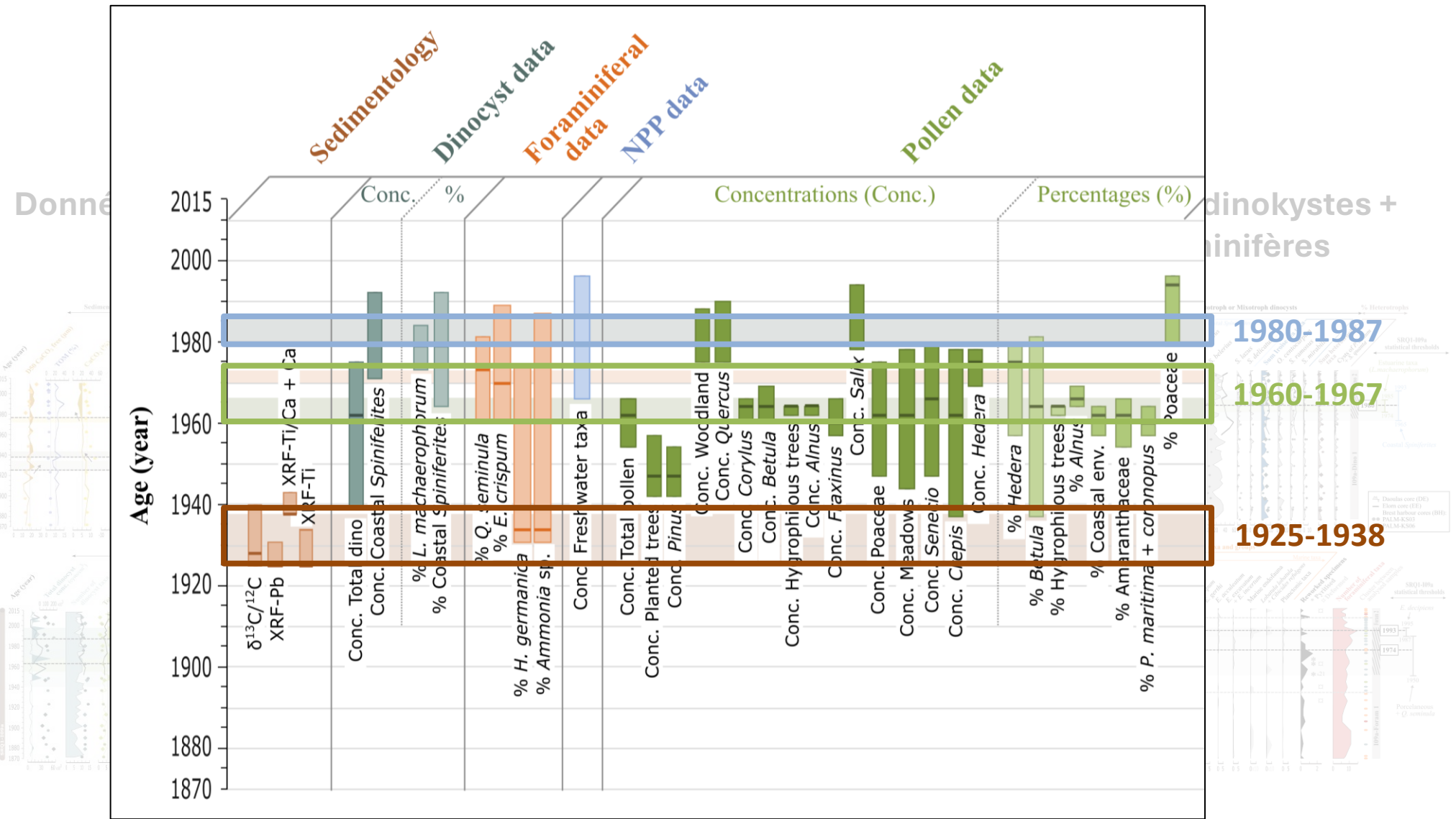
Seuils avec une $p = [0; 0,001]$

Problématique

Matériel d'étude et méthodologie

Résultats & interprétations

Conclusions & perspectives



3 ?

Trajectoire passée de la baie de Daoulas

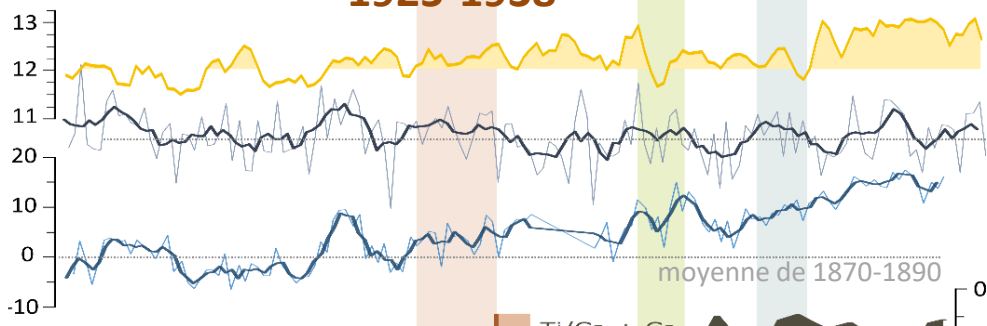
- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives



1925-1938

Températures moyennes annuelles BZH (°C)
(réanalyses NOAA)

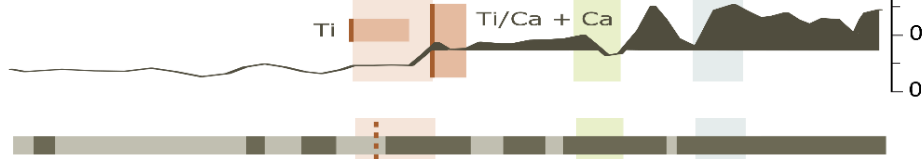
moyenne annuelle des masses d'eau résiduelles (cm)
(Pouvreau, 2008)



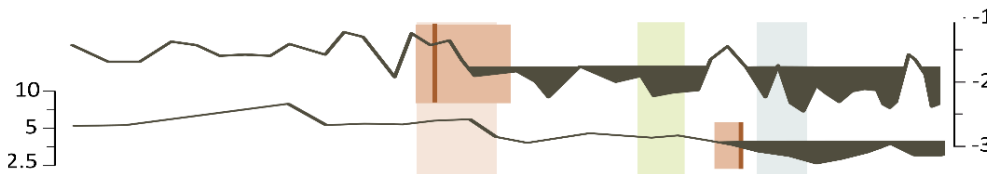
Pluviométries moyennes annuelles BZH (mm/an)
(réanalyses NOAA)

XRF - Ti/Ca
(Lambert et al., 2018)

D50 décarbonaté
■ <20µm ■ >20µm



LOI - % CaCO₃



IRMS - δ¹³C

Cluster foraminifères benthiques



1925-1938 Phase de perturbation des sédiments

Exploitations mixtes traditionnelles dans un environnement majoritairement bocager



3 ?

Trajectoire passée de la baie de Daoulas

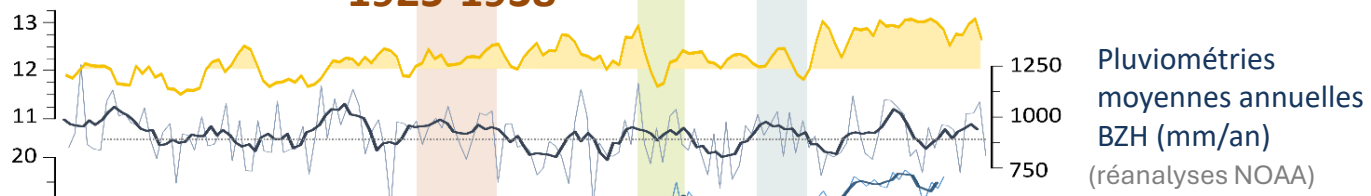
- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives



1925-1938

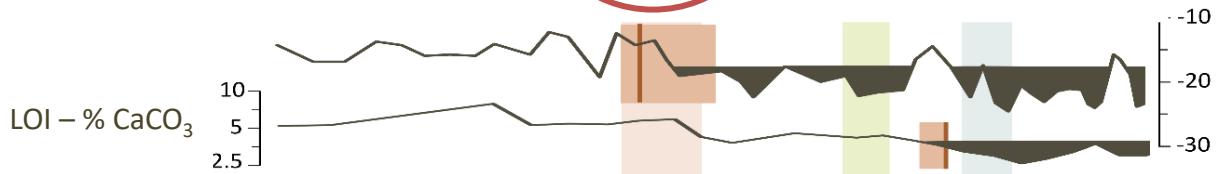
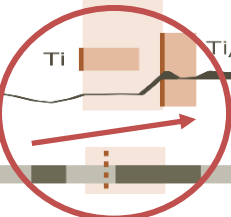
Températures moyennes annuelles BZH (°C) (réanalyses NOAA)

moyenne annuelle des masses d'eau résiduelles (cm) (Pouvreau, 2008)

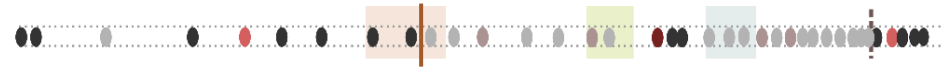


D50 décarbonaté

■ <20µm ■ >20µm



Cluster foraminifères benthiques



1925-1938 Phase de perturbation des sédiments

- Phase 1 : augmentation de l'érosion et du ruissellement

Exploitations mixtes traditionnelles dans un environnement majoritairement bocager



3 ?

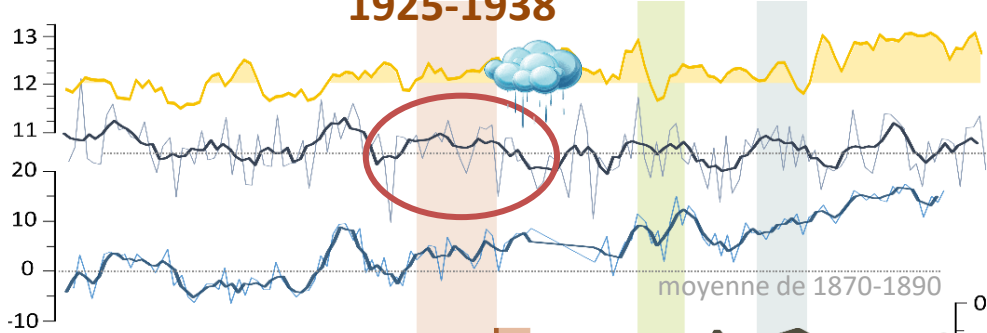
Trajectoire passée de la baie de Daoulas

- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives

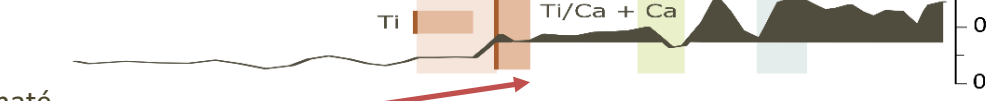


Températures moyennes annuelles BZH (°C) (réanalyses NOAA)

moyenne annuelle des masses d'eau résiduelles (cm) (Pouvreau, 2008)



Pluviométries moyennes annuelles BZH (mm/an) (réanalyses NOAA)

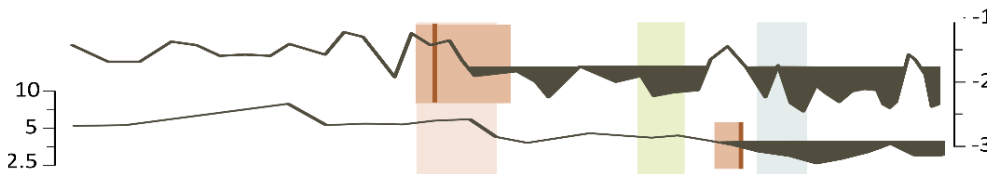


XRF - Ti/Ca (Lambert et al., 2018)

D50 décarbonaté <20µm >20µm

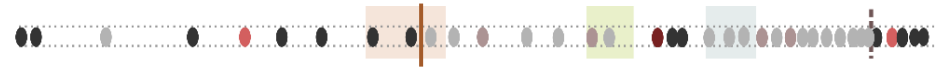


LOI - % CaCO₃



IRMS - δ¹³C

Cluster foraminifères benthiques



1925-1938 Phase de perturbation des sédiments

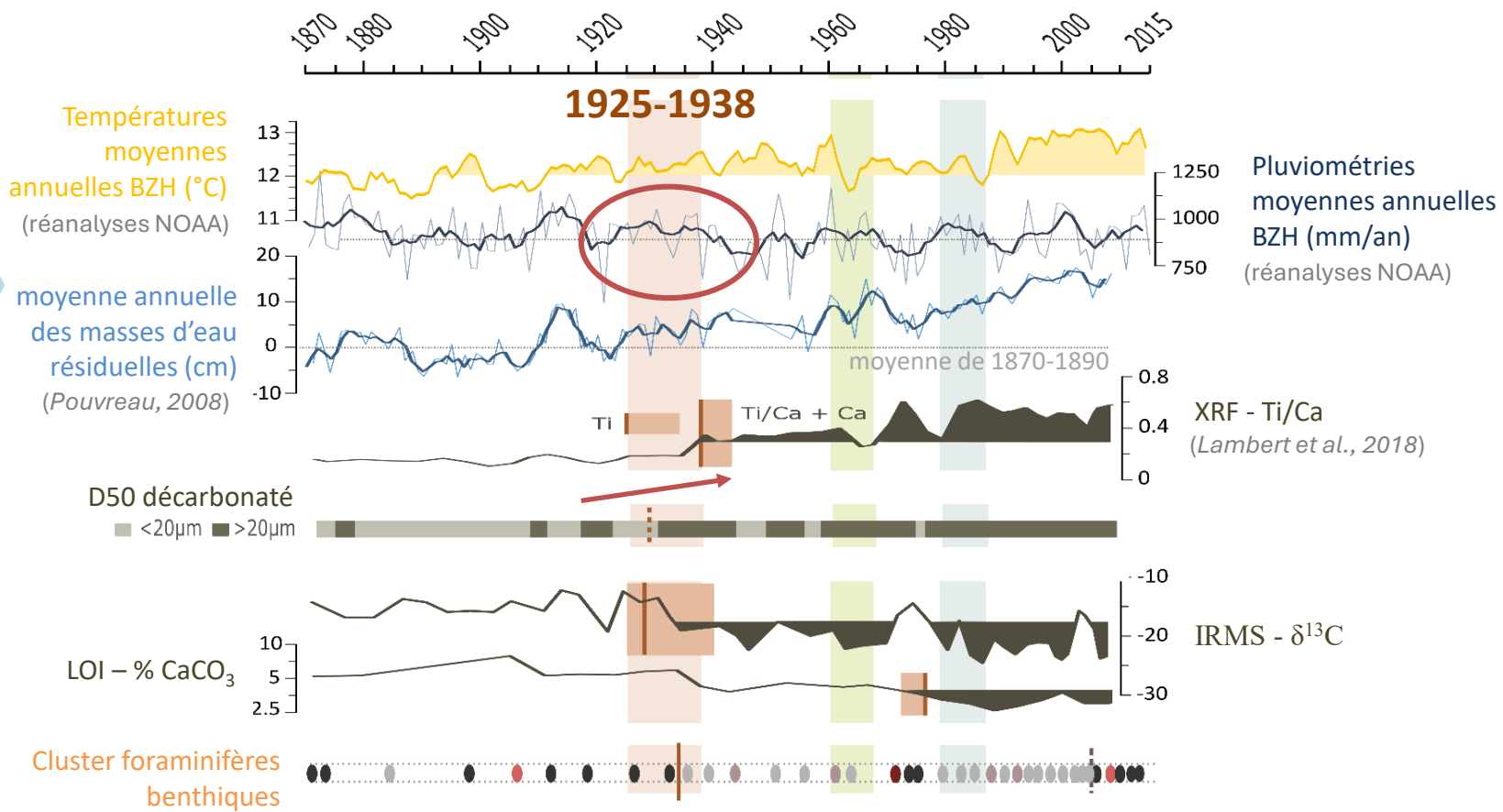
- Phase 1 : augmentation de l'érosion et du ruissellement
- Pluviométrie accrue

Exploitations mixtes traditionnelles dans un environnement majoritairement bocager



Trajectoire passée de la baie de Daoulas

- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives



1925-1938 Phase de perturbation des sédiments

- Phase 1 : augmentation de l'érosion et du ruissellement
 - Pluviométrie accrue
 - Augmentation du travail du sol à terre

Exploitations mixtes traditionnelles dans un environnement majoritairement bocager

Nouvelles cultures : blé, avoine et pomme de terre

Début de l'augmentation de la taille des exploitations



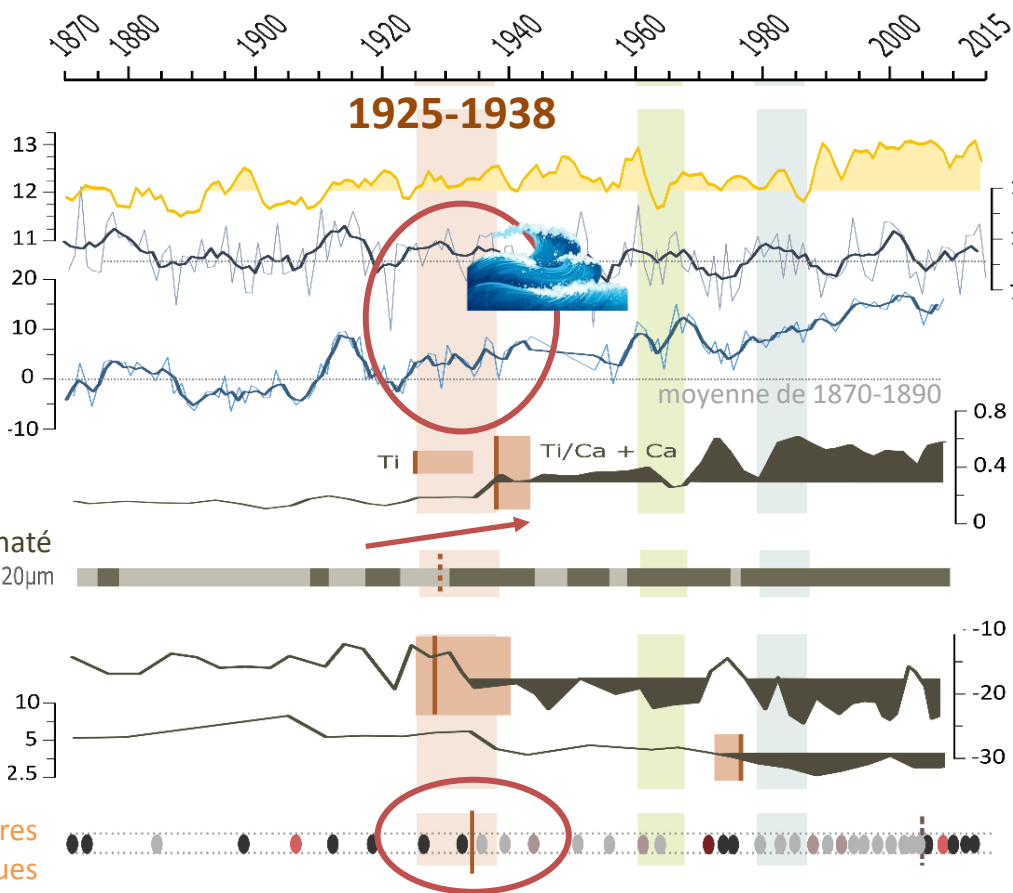

3 ?

Trajectoire passée de la baie de Daoulas

- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives

Températures moyennes annuelles BZH (°C) (réanalyses NOAA)

moyenne annuelle des masses d'eau résiduelles (cm) (Pouvreau, 2008)



Pluviométries moyennes annuelles BZH (mm/an) (réanalyses NOAA)

XRF - Ti/Ca (Lambert et al., 2018)

IRMS - $\delta^{13}C$

Cluster foraminifères benthiques

1925-1938 Phase de perturbation des sédiments

- Phase 1 : augmentation de l'érosion et du ruissellement
 - Pluviométrie accrue
 - Augmentation du travail du sol à terre
 - Remobilisation des berges avec remontée du niveau marin

Exploitations mixtes traditionnelles dans un environnement majoritairement bocager

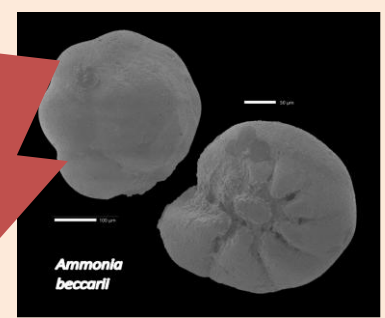
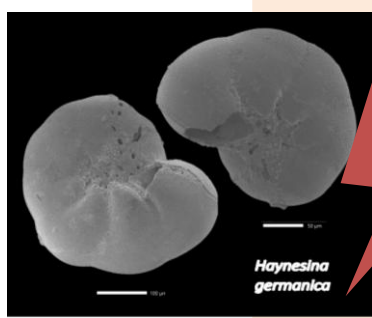
Nouvelles cultures : blé, avoine et pomme de terre

Début de l'augmentation de la taille des exploitations



Diminution taxon estuarien

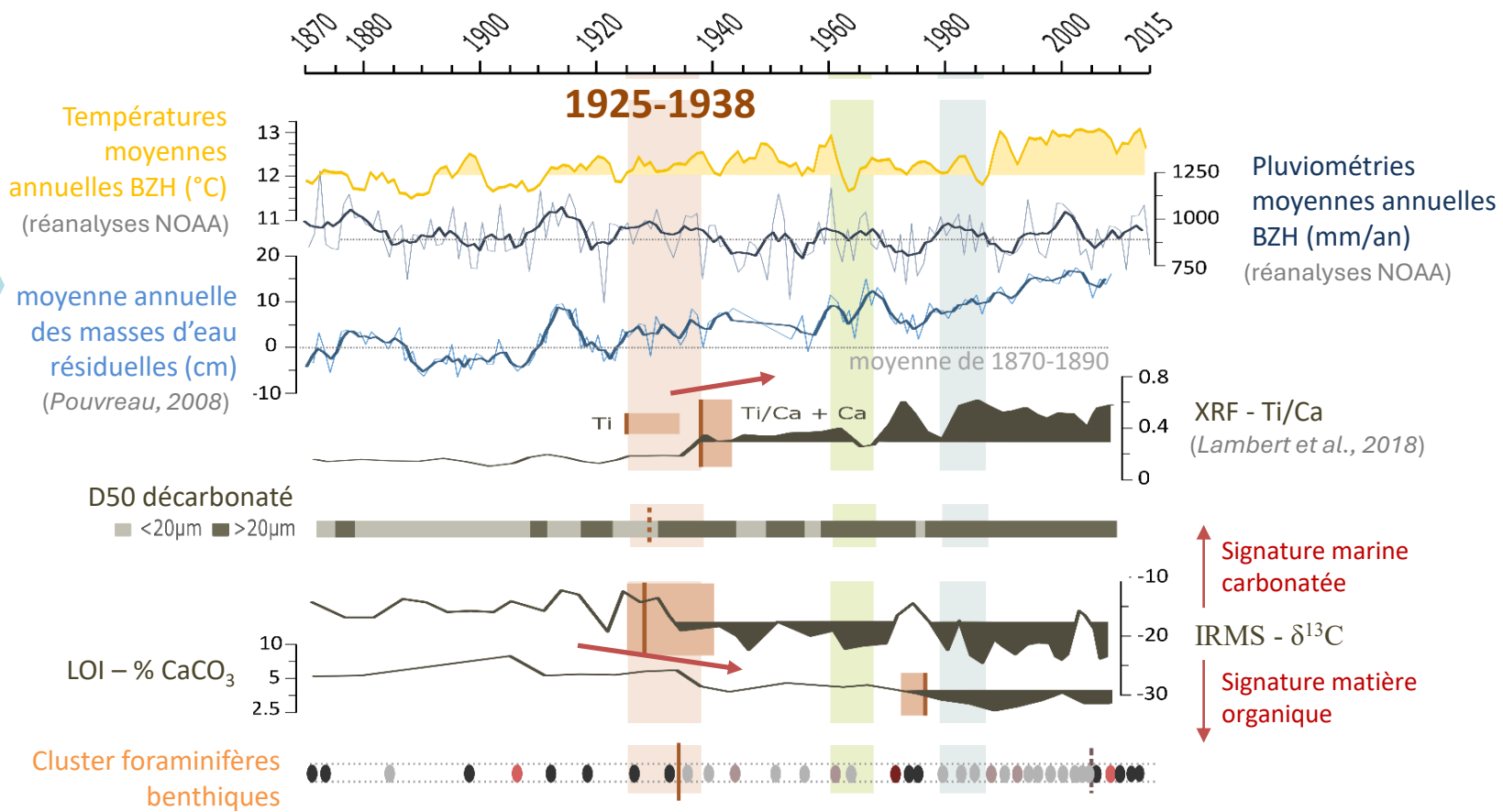
Augmentation taxon marin



3 ?

Trajectoire passée de la baie de Daoulas

- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives



1925-1938 Phase de perturbation des sédiments

- **Phase 1** : augmentation de l'érosion et du ruissellement
 - Pluviométrie accrue
 - Augmentation du travail du sol à terre
 - Remobilisation des berges avec remontée du niveau marin
- **Phase 2** : diminution de la fraction fine carbonatée
 - Diminution des amendements marins

Utilisation des amendements marins dans les champs (goémon, maërl, sable coquilliers)

Nitrates importés

Développement des engrais chimiques azotés



3 ?

Trajectoire passée de la baie de Daoulas

Problématique

Matériel d'étude et méthodologie

Résultats & interprétations

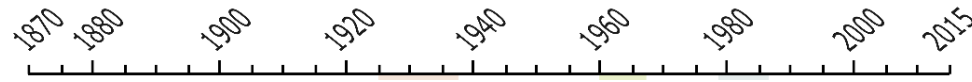
Conclusions & perspectives

Températures moyennes annuelles BZH (°C) (réanalyses NOAA)

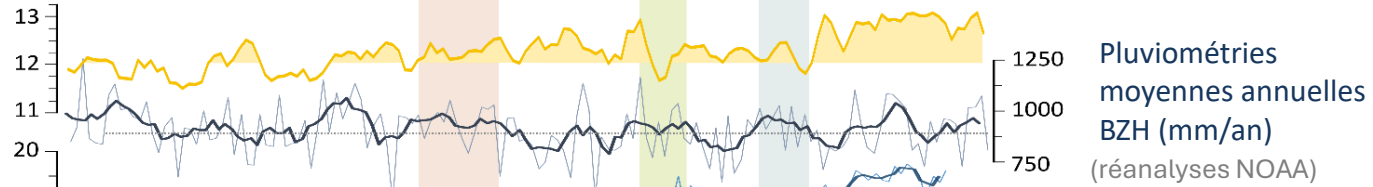
moyenne annuelle des masses d'eau résiduelles (cm) (Pouvreau, 2008)

Concentrations totales en palynomorphes (ind./cm³)

Pourcentages de pollen



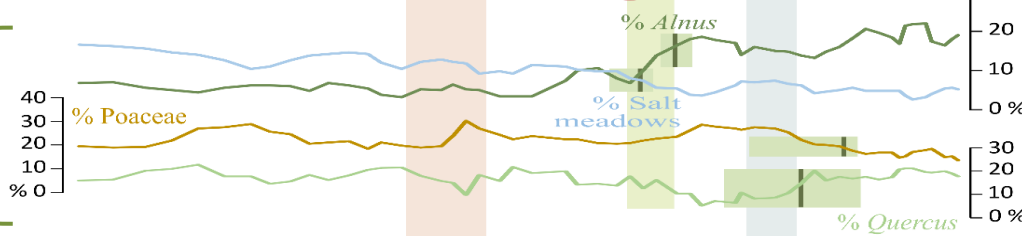
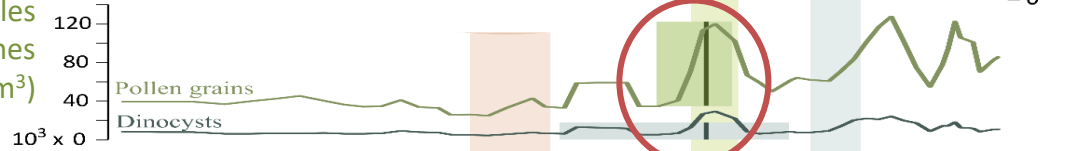
1960-1967



Pluviométries moyennes annuelles BZH (mm/an) (réanalyses NOAA)



XRF - Ti/Ca (Lambert et al., 2018)



1960-1967 Augmentation du ruissellement et changements dans les assemblages polliniques

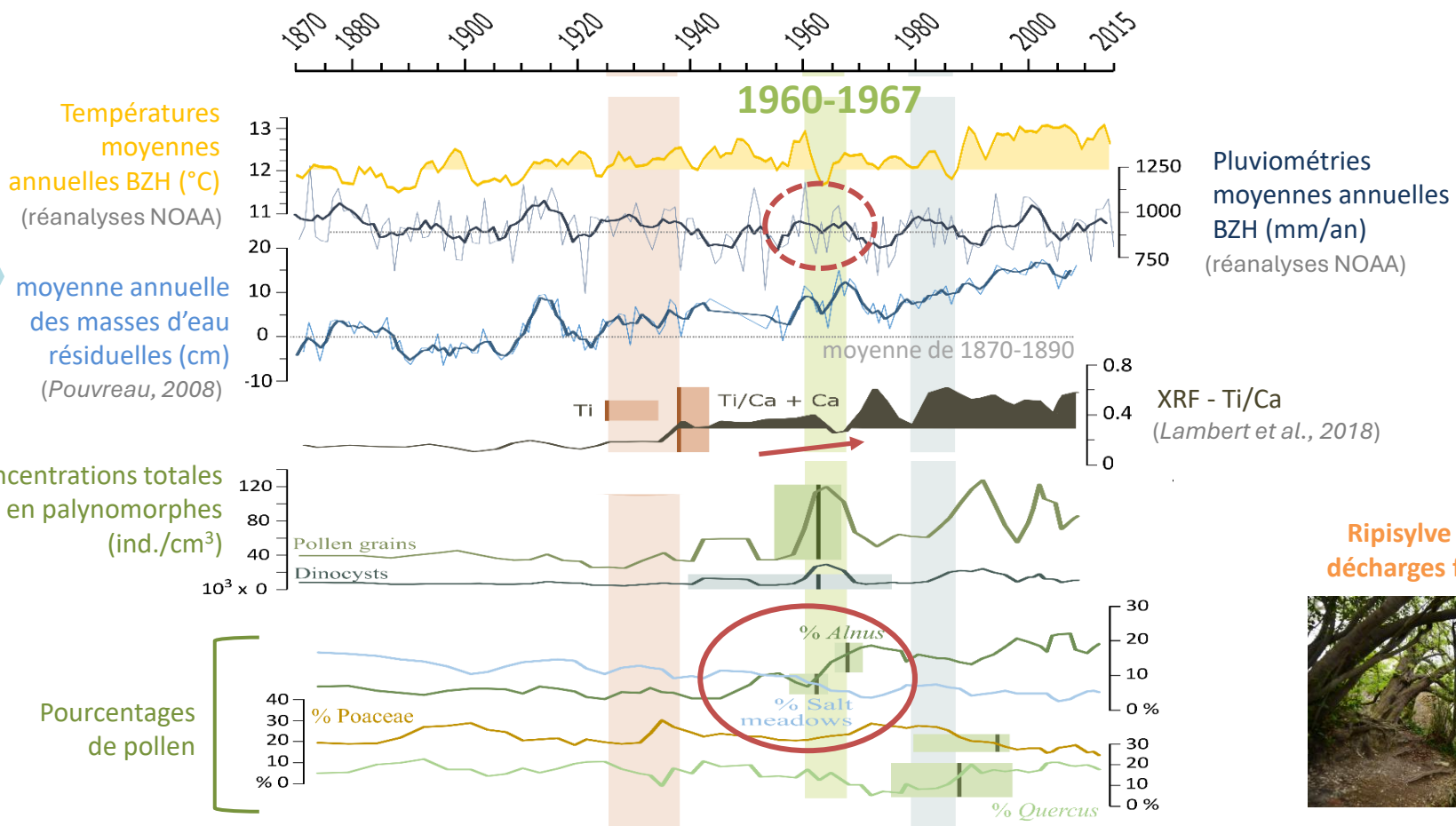
- Augmentation ++ de l'érosion et du ruissellement



3 ?

Trajectoire passée de la baie de Daoulas

- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives



1960-1967 Augmentation du ruissellement et changements dans les assemblages polliniques

- Augmentation ++ de l'érosion et du ruissellement
- Remobilisation importante des berges

Ripisylve (signature décharges fluviales)



Marais maritimes (signature locale)



3 ?

Trajectoire passée de la baie de Daoulas

Problématique

Matériel d'étude et méthodologie

Résultats & interprétations

Conclusions & perspectives

Températures moyennes annuelles BZH (°C) (réanalyses NOAA)

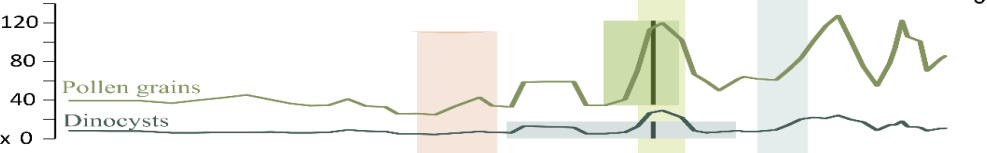
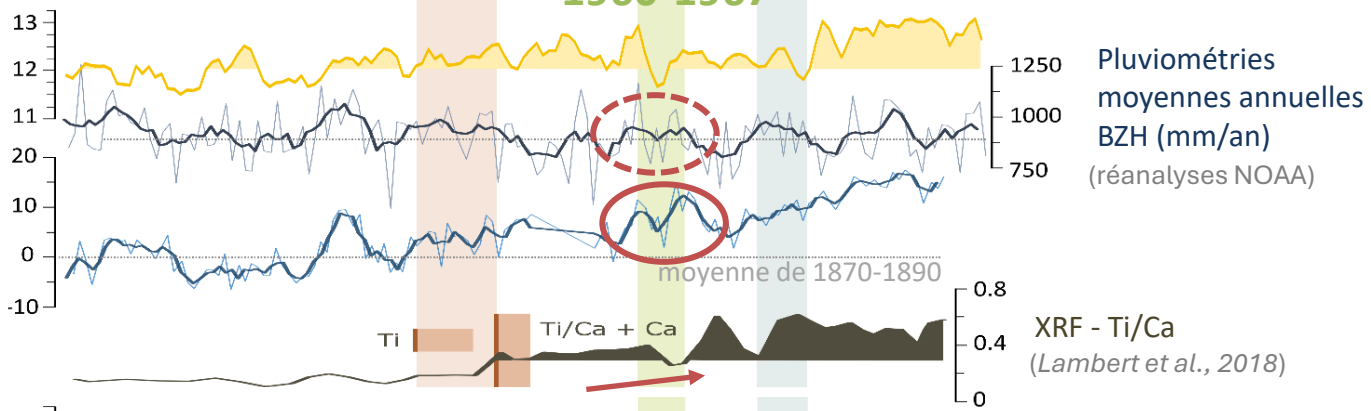
moyenne annuelle des masses d'eau résiduelles (cm) (Pouvreau, 2008)

Concentrations totales en palynomorphes (ind./cm³)

Pourcentages de pollen



1960-1967



1960-1967 Augmentation du ruissellement et changements dans les assemblages polliniques

- Augmentation ++ de l'érosion et du ruissellement
- Remobilisation importante des berges
- Changement dans les pratiques agricoles (remembrement)

Exploitations mixtes traditionnelles dans un environnement majoritairement bocager

★ 1959: Début du remembrement d'Irvillac

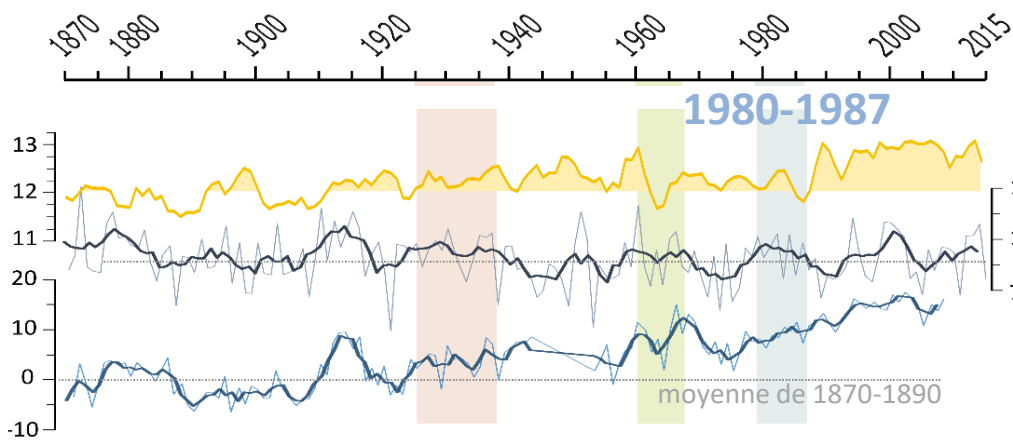
★ 1965-1098: Début des cultures de maïs et d'échalottes



3 ?

Trajectoire passée de la baie de Daoulas

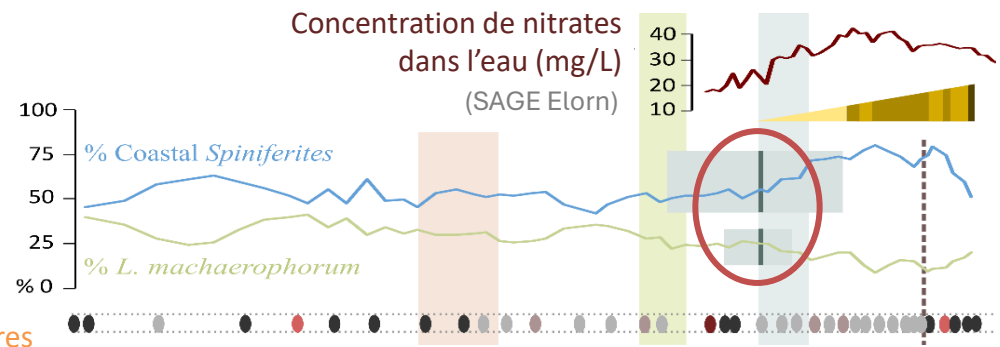
- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives



Températures moyennes annuelles BZH (°C) (réanalyses NOAA)

moyenne annuelle des masses d'eau résiduelles (cm) (Pouvreau, 2008)

Pluviométries moyennes annuelles BZH (mm/an) (réanalyses NOAA)



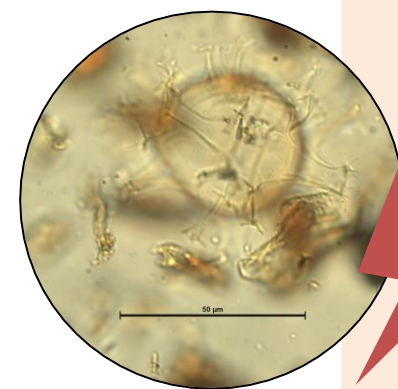
Pourcentages de dinokystes

Cluster foraminifères benthiques

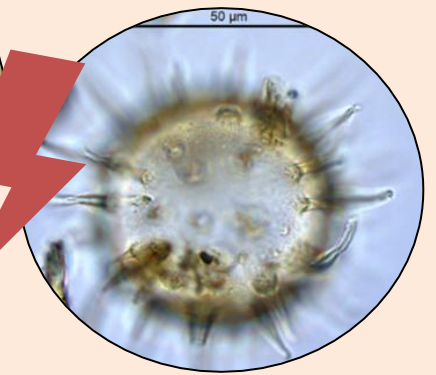


1980-1987 Perturbation des communautés planctoniques marines

- Changement dans les communautés de dinokystes



Augmentation des Spiniferites côtières

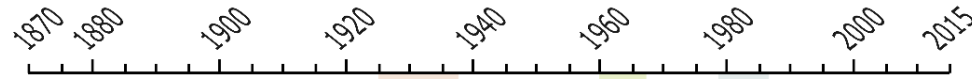


Diminution de L. machaerophorum

3 ?

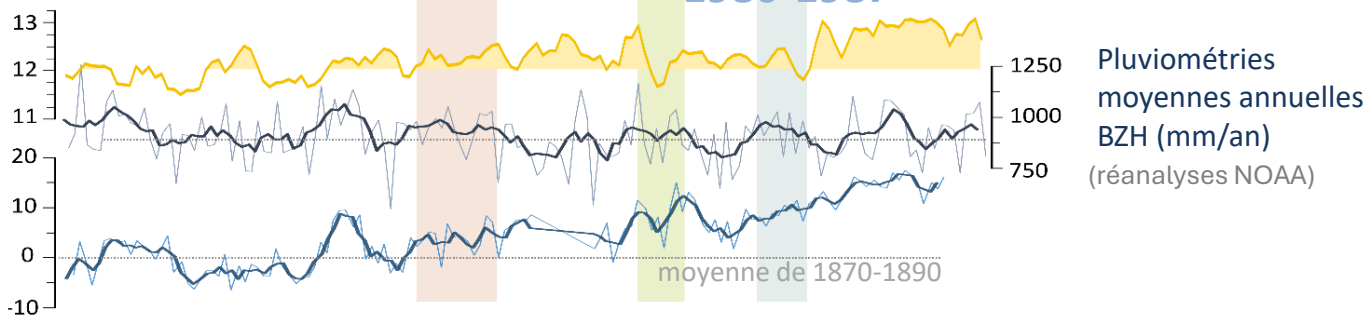
Trajectoire passée de la baie de Daoulas

- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives

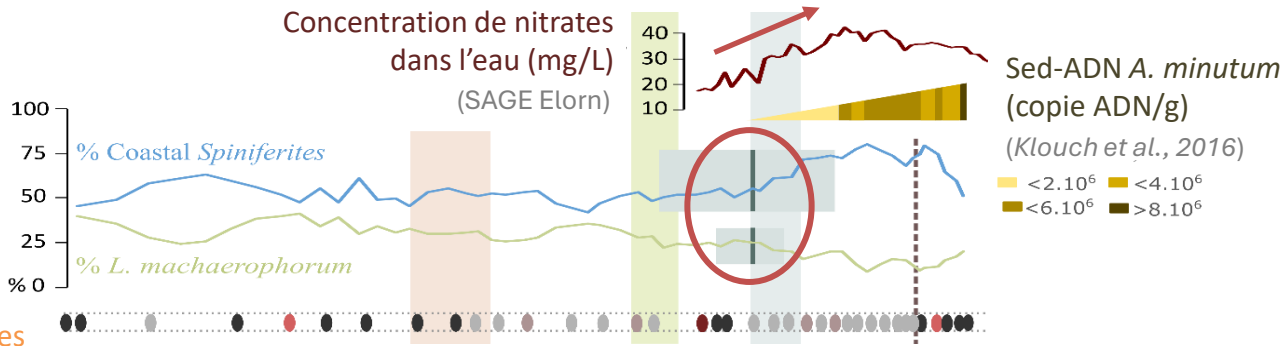


Températures moyennes annuelles BZH (°C) (réanalyses NOAA)

moyenne annuelle des masses d'eau résiduelles (cm) (Pouvreau, 2008)



Pourcentages de dinokystes



Cluster foraminifères benthiques



Utilisation des amendements marins dans les champs (goémon, maërl, sable coquilliers)

Nitrates importés

Développement des engrais chimiques azotés

1980-1987 Perturbation des communautés planctoniques marines

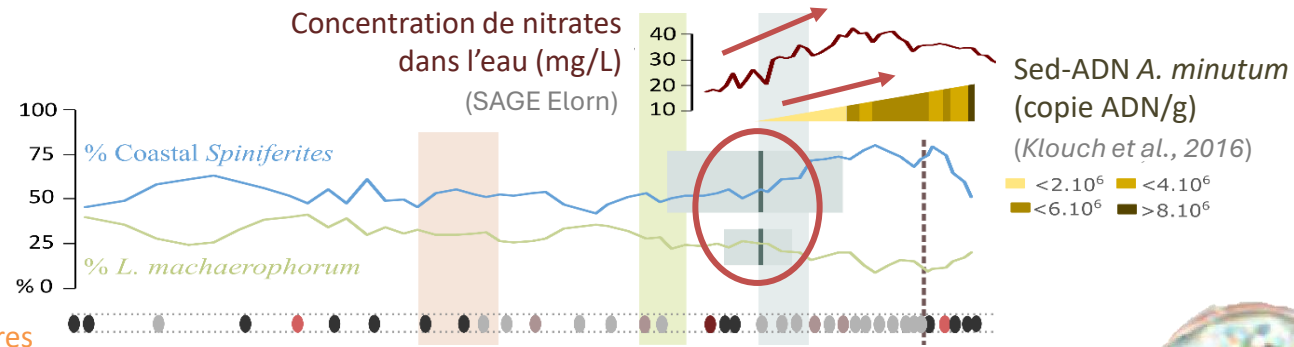
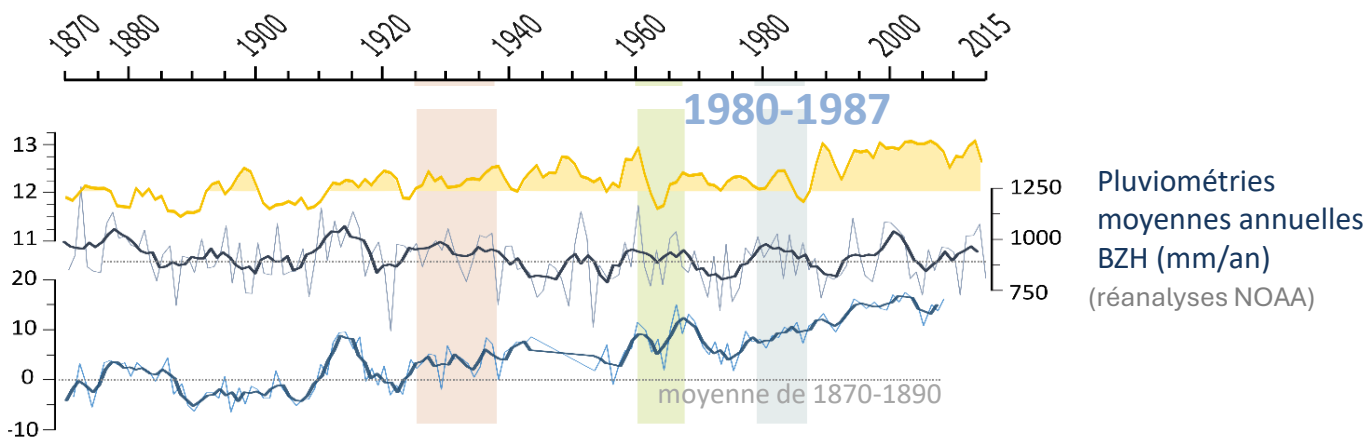
- Changement dans les communautés de dinokystes
- Changement dans les pratiques agricoles (remembrement)
- Apports azotés et phosphatés ++ dans les champs



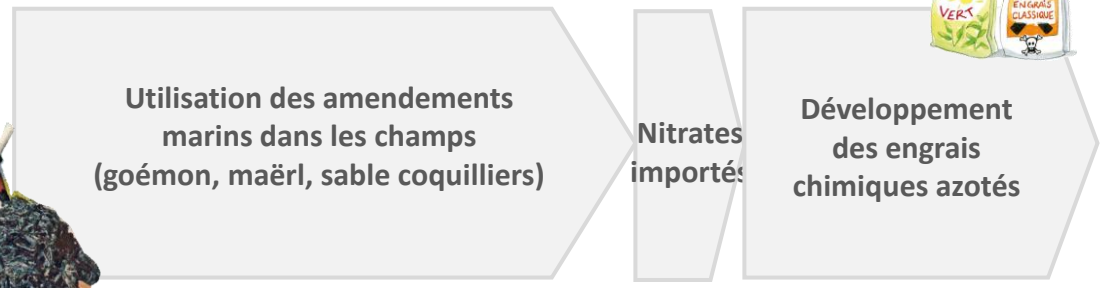
3 ?

Trajectoire passée de la baie de Daoulas

- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives



Cluster foraminifères benthiques



1980-1987 Perturbation des communautés planctoniques marines

- Changement dans les communautés de dinokystes
- Changement dans les pratiques agricoles (remembrement)
- Apports azotés et phosphatés ++ dans les champs

PSP (Alexandrium)
Toxine paralysante

15 mois de phycotoxicité mesurés entre 2010 et 2019

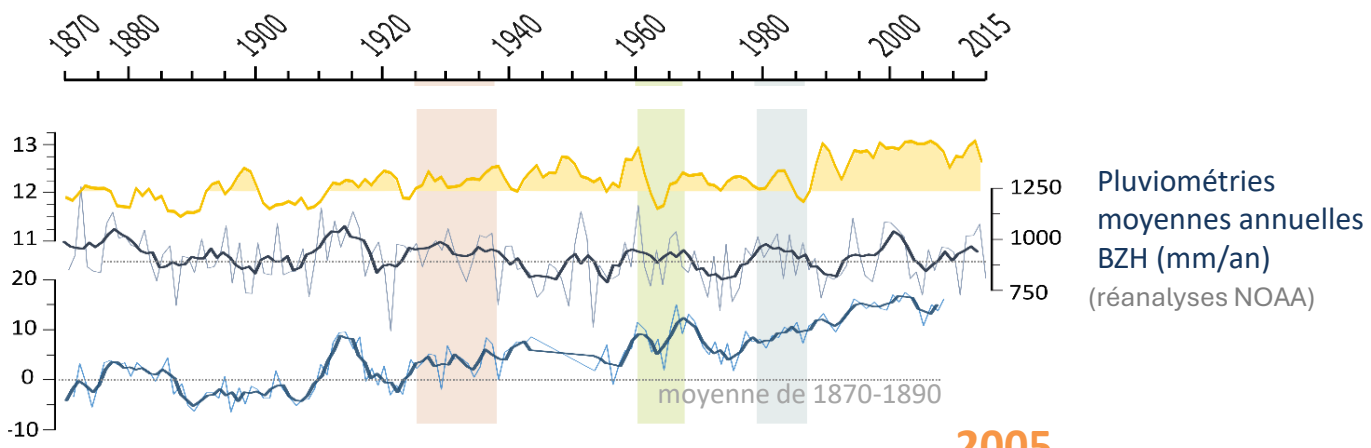
3 ?

Trajectoire passée de la baie de Daoulas

- Problématique
- Matériel d'étude et méthodologie
- Résultats & interprétations
- Conclusions & perspectives

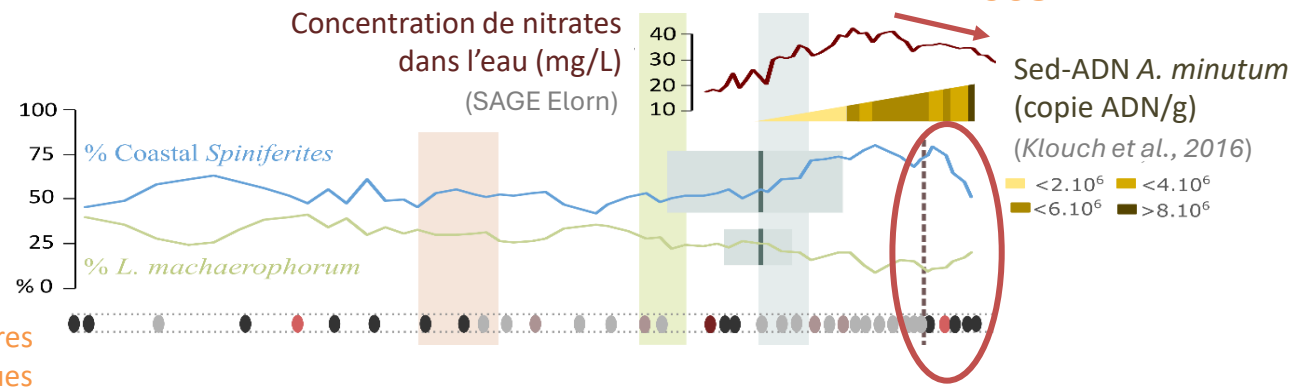
Températures moyennes annuelles BZH (°C) (réanalyses NOAA)

moyenne annuelle des masses d'eau résiduelles (cm) (Pouvreau, 2008)



Pourcentages de dinokystes

Cluster foraminifères benthiques



2005 Résilience de l'écosystème marin ?

- Les communautés planctoniques recouvrent leurs caractéristiques pré-guerres
- Diminution des apports azotés et phosphatés
- Prise de conscience des autorités et des acteurs de la rade de Brest

Problématique

Matériel
d'étude et
méthodologie

Résultats &
interprétations

Conclusions & perspectives



VALERO
03.07.2025

Conclusions

Problématique

Matériel
d'étude et
méthodologie

Résultats &
interprétations

Conclusions
&
perspectives



Variabilité spatiale des données ?

- Des **variations spatiales** des données **en fonction des conditions hydrodynamiques** → choix d'un **estuaire très confiné** pour une **reconstitution fine des évolutions du continuum terre-mer**



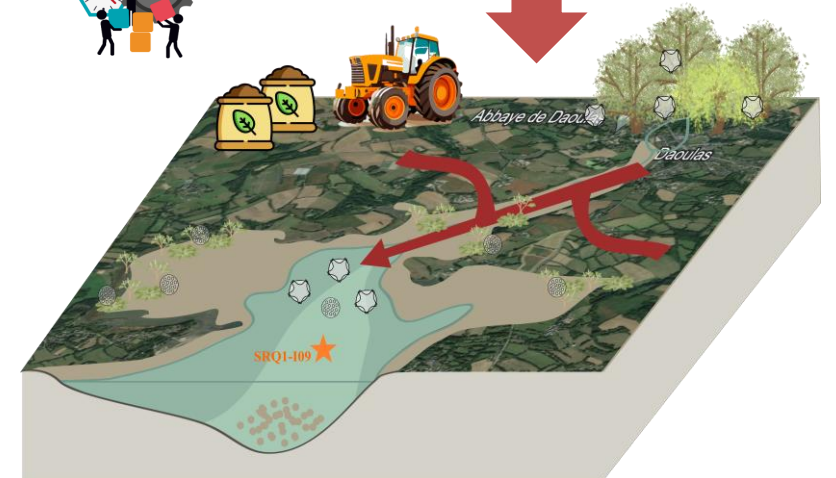
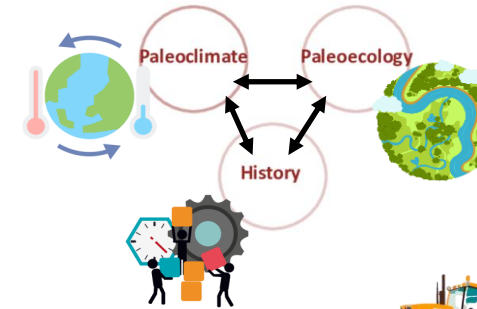
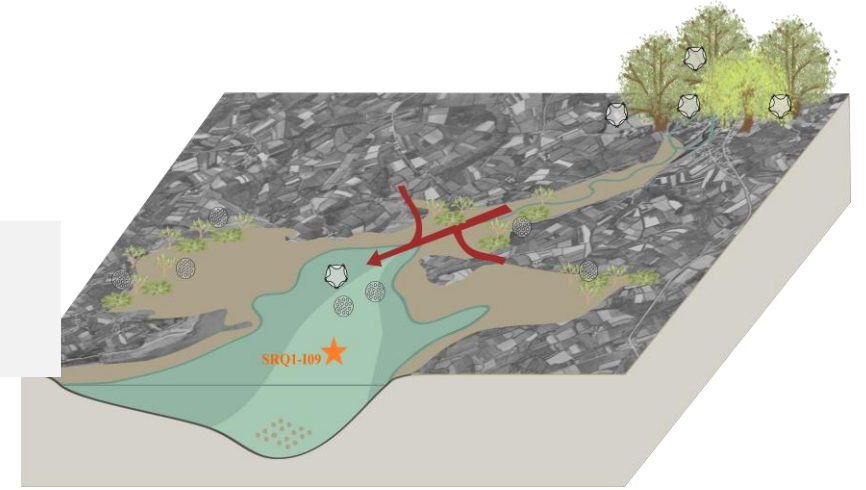
Variabilité temporelle des données ?

- Des **seuils significatifs** dans les **données sédimentologiques et paléoécologiques** de la baie de Daoulas et de l'Aulne



Quelle trajectoire passée ?

- Des **seuils de rupture** qui **coïncident avec des variations climatiques** et surtout des **changements dans les pratiques agricoles** sur le bassin versant de Daoulas
- La nécessité d'**approches inter/transdisciplinaires** pour comprendre les **interactions homme-climat-environnement** dans les **données sédimentaires estuariennes**





Comment faire mieux?

Un choix de carottes différent

Aulne :

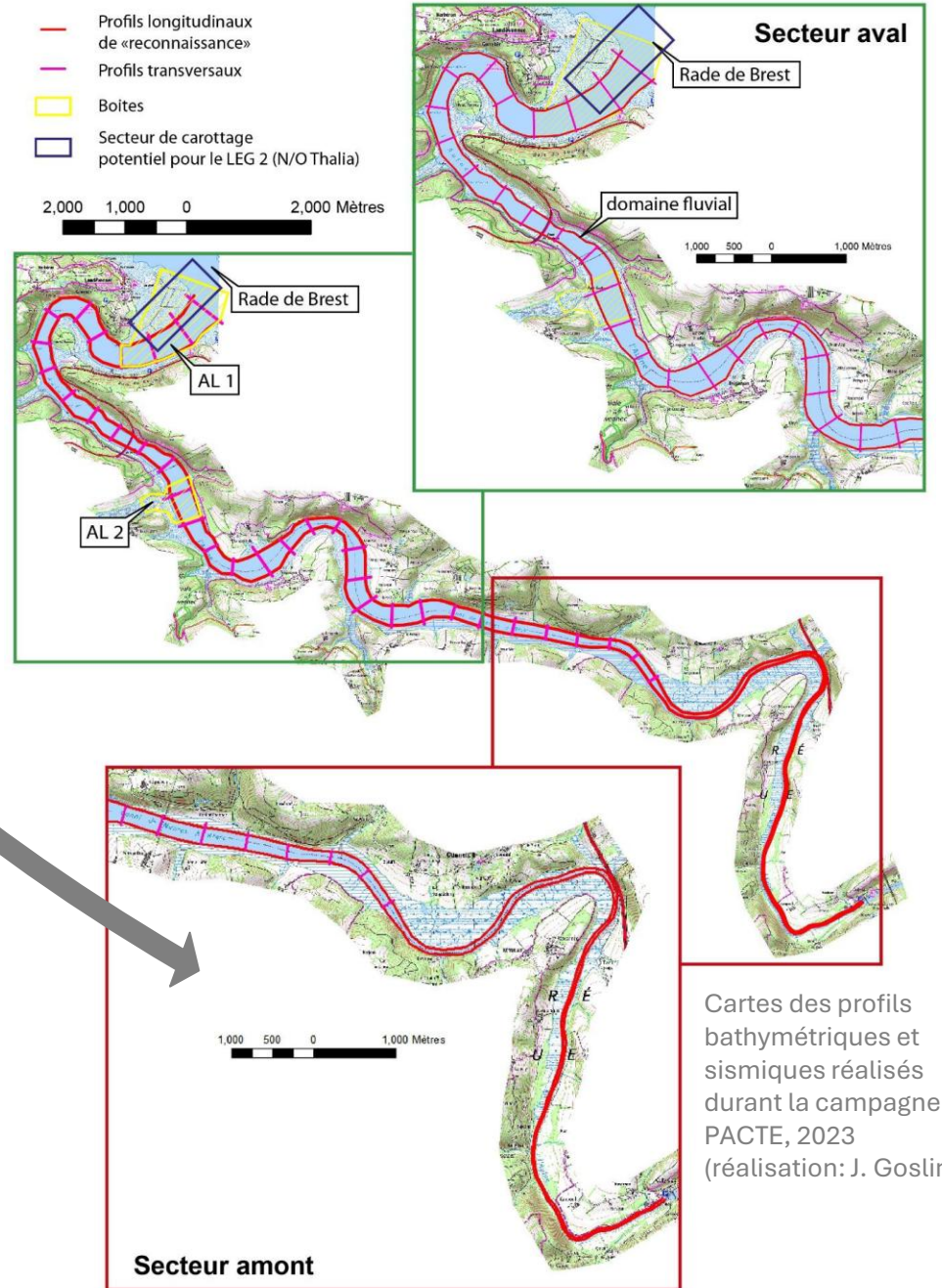
croisement avec des **données plus en amont** pour obtenir une **signature pollinique moins brassée** et pouvoir **mieux détecter des seuils de rupture**

Elorn :

Utilisation des **nouvelles carottes** acquises lors de la campagne PACTE



Carottes Elorn de la campagne PACTE, 2023



Perspectives

Problématique

Matériel d'étude et méthodologie

Résultats & interprétations

Conclusions & perspectives



Et après ?

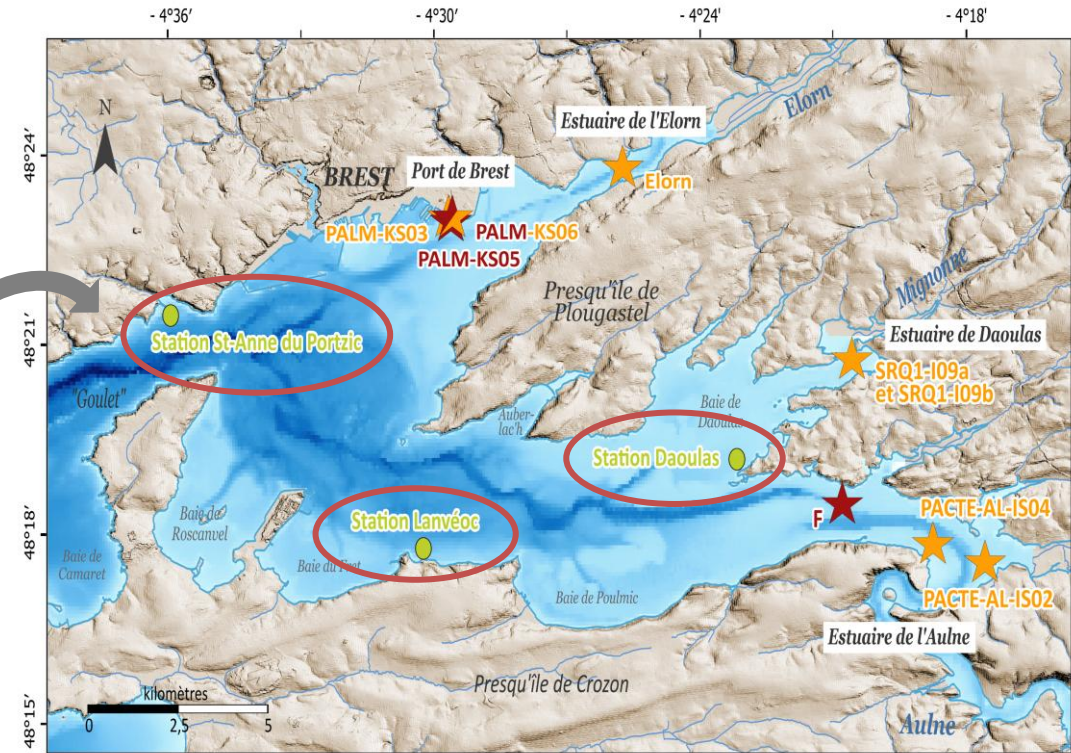
Etude de la sédimentation saisonnière en rade de Brest

Analyse palynologique des échantillons collectés dans le cadre du suivi mis en place pendant ma thèse (projet PIPERADE) : **suivi de la sédimentation saisonnière grâce à des pièges à particules**



OcéanOpolis
BREST
Objectif
Plancton

Analyse des **échantillons de surface de la colonne d'eau** récoltés dans le cadre du projet de science participative **Objectif Plancton**



Echelle bathymétrique (m)



- ★ Etudes holocènes
- ★ Etudes anthropocènes
- Pièges à particules, projet PIPERADE
- Carottes sédimentaires

Carte topographique issue de l'IGN (Institut Géographique National) - BDALTI2 Lambert 93.
Carte bathymétrique issue de "MNT bathymétrique de façade" 2015 (data.shom)



Photographie du piège à particule au site de Lanvéoc (crédit: Erwan Amice)

Perspectives

Problématique

Matériel
d'étude et
méthodologie

Résultats &
interprétations

Conclusions
&
perspectives



Et après ?

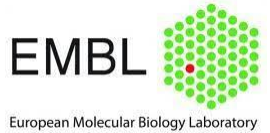
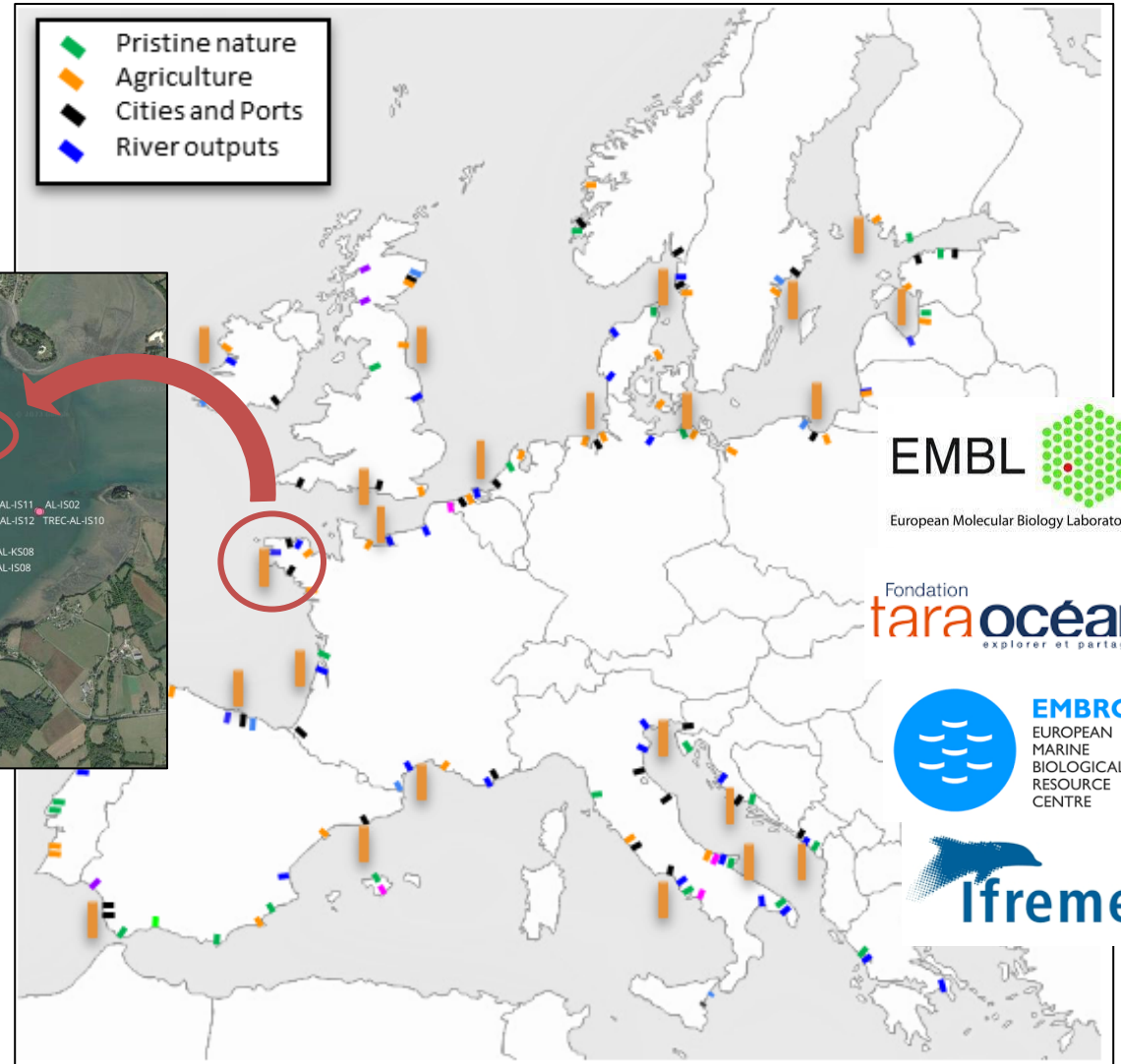
Croisement entre données palynologiques et génétiques

Comparaison possible dans un futur proche pour le **secteur Aulne** avec des **carottes** intégrées dans le cadre de TREC (R. Siano)



TRaversing European Coastlines (TREC)

- Pristine nature
- Agriculture
- Cities and Ports
- River outputs



Intercomparaison avec d'autres systèmes anthropisés

Dans le cadre de TREC pour la **façade Européenne** mais aussi dans d'**autres régions du monde** (données existantes et nouveaux projets comme en Nouvelle-Calédonie)



ISblue
The interdisciplinary
graduate school
for the blue planet

Journée PACTE – 3 juillet 2025

**Je vous remercie à tous pour votre
écoute mais aussi pour ce travail
collectif !**

Place aux questions



COLLEGE SCIENCES
DOCTORAL DE LA MER
BRETAGNE ET DU LITTORAL



