LICENCE BIOLOGIE, CHIMIE, PHYSIQUE, GEOLOGIE

1ere ANNEE

Parcours Biologie

ANNEE UNIVERSITAIRE 2023-2024

Etude de macroéléments en baie de Daoulas à partir d'une carotte couvrant la période 1871-2013

Laure-Anne GODEREAUX

Laboratoire d'accueil : laboratoire LEMAR (IUEM, Plouzané)

Maître de stage : Yves-Marie Paulet

En collaboration avec : Clara Valero et Aurélie Penaud

NB : Ce travail correspond à une initiation à la recherche et ne peut être considéré comme une publication scientifique.

Remerciements

Je souhaite remercier dans un premier temps Yves-Marie PAULET, pour m'avoir donné l'opportunité de faire un stage au LEMAR en première année de licence, pour m'avoir aidé et conseillé durant ces deux mois.
Merci à Aurélie PENAUD, Clara VALERO et Charlotte GASNE--DESTAVILLE pour les discussions, les conseils et leur patience avec ma timidité.
Merci également à mes parents qui m'ont toujours encouragé à suivre ma curiosité et ne pas avoir peur d'apprendre de nouvelles choses.

Table des matières

TABLE DES FIGURES 3

1- INTRODUCTION 5

2- CONTEXTE 5

3- MATERIELS ET METHODES 6

A- CAROTTE D'ETUDE : CAROTTE SRQ1-I09 6
B- PREPARATION DES ECHANTILLONS 6
C- LES MACROELEMENTS 7

4- RESULTATS 7

5- DISCUSSION 9

A- PERIODE 1 9
B- PERIODE 2 9
C- PERIODE 3 10

6- CONCLUSION 11

7- BILAN PERSONNEL 11

8- ANNEXE 12

Table des figures

FIGURE 1 : BATHYMETRIE DE LA RADE DE BREST ET LOCALISATION DE LA CAROTTE I09 DANS LA BAIE DE DAOULAS 5
FIGURE 2 : PHOTOGRAPHIE ET RADIOGRAPHIE DE LA CAROTTE I09 6
FIGURE 3 : MODELE D'AGE DE LA CAROTTE I09 6
FIGURE 4 : PRESENCE DES GASTEROPODES ET DES BIVALVES AU COURS DU TEMPS 7
FIGURE 5 : PRESENCE DE DEBRIS COQUILLIERS (NON IDENTIFIABLES) AU COURS DU TEMPS 8
FIGURE 6 : PRESENCE DE DEBRIS VEGETAUX AU COURS DU TEMPS 8
FIGURE 7 : COMPARAISONS DE DONNEES 9
FIGURE 8 : FRISE CHRONOLOGIQUE DE L'ANTHROPISATION DE LA BAIE DE BREST DURANT LES DEUX DERNIERS SIECLE (CREEE PAR C. VALERO ET L. BOSSEBOEUF) 10
FIGURE 9 : DIFFERENCES ENTRE UN NIVEAU 0 (A GAUCHE, ECHANTILLON C17) ET UN NIVEAU 5 (A DROITE, ECHANTILLON C58) DANS GRILLE A APPROCHE SEMI-QUANTITATIVE (EXEMPLE DES DEBRIS VEGETAUX) 12
FIGURE 10 : TENDANCE DES DEBRIS VEGETAUX VS. DEBRIS COQUILLIERS 12
FIGURE 11 : HINIA RETICULATA 14
FIGURE 12 : TAXON 1 14

FIGURE 13 : PARTULIDA SPIRALIS 14
FIGURE 14 : BITTIUM RETICULATUM 14
FIGURE 15 : CERITHIOPSIS TUBERCULARIS 14
FIGURE 16 : TAXON 2 14
FIGURE 17 : PLANCHE PHOTOS DES GASTEROPODE 14
FIGURE 18 : TAXON 3 15
FIGURE 19 : TAXON 4 15
FIGURE 20 : TAXON 5 15
FIGURE 21 : TAXON 6 15
FIGURE 22 : TAXON 7 15
FIGURE 23 : TAXON 8 15
FIGURE 24 : TAXON 9 15
FIGURE 25 : PARVICARDIUM MINIMUM 15
FIGURE 26 : ABRA ALBA 15
FIGURE 27 : : MOERELLA PYGMAEA 15
FIGURE 28 : PLANCHE PHOTOS DES BIVALVES 15

1- Introduction

Les scientifiques de la communauté brestoise de l'IUEM et de l'Ifremer développent des recherches sur l'histoire environnementale de la rade de Brest. Ces travaux sont interdisciplinaires et concernent plusieurs laboratoires : LEMAR, GEO-CEAN, LETG, LOPS, DYNECO.

Une des approches utilisées dans ces recherches réside dans la réalisation de campagnes de carottages dans les sédiments de la rade, afin de retracer l'histoire de cet environnement complexe (domaines marin, côtier et terrestre) et de l'évolution de pratiques et des usages sur ses bassins versants. Ces carottes peuvent permettre de remonter le temps sur plusieurs millénaires (jusqu'à 9000 ans avant aujourd'hui). Pour les périodes les plus récentes (quelques décennies à siècles), ces données peuvent être mises en relation avec des données historiques consignées dans des archives locales ou dans la mémoire collective.

Les carottes sédimentaires font l'objet de très nombreuses et diverses observations (granulométrie, géochimie sédimentaire, analyse des espèces planctoniques fossiles, ADN sédimentaire ancien, isotopes stables, assemblages polliniques, etc.). Néanmoins, l'observation et l'analyse des macroéléments dans les carottes n'avait jamais été effectuée à ce jour.

2- Contexte

La rade de Brest, située à l'extrémité Ouest de la Bretagne, dans le Finistère, est une baie de 180 km² et un lieu de confluence entre deux principaux fleuves que sont l'Aulne et l'Elorn. La rade est reliée à la mer d'Iroise (Océan Atlantique) par un étroit chenal appelé « Goulet » dans lequel s'engouffrent des courant de marée allant jusqu'à 2.57m/s, faisant de la rade un écosystème en mouvement constant.

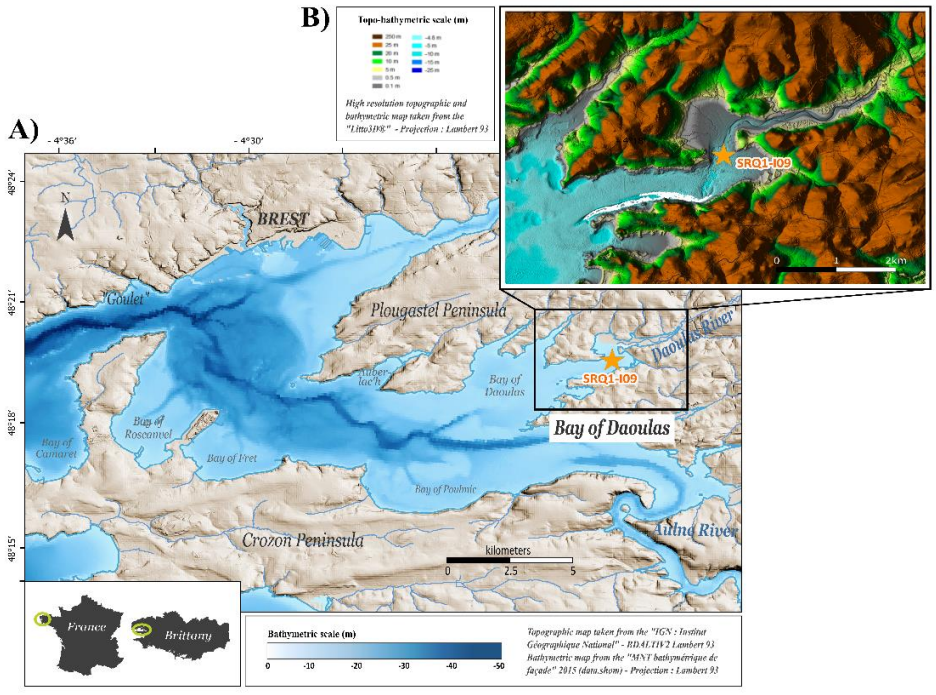

Figure 1 : Bathymétrie de la rade de Brest et localisation de la carotte I09 dans la baie de Daoulas

La baie de Daoulas fait partie des anses et baies de la rade qui sont protégées des forts courants tidaux, permettant une sédimentation fine. C'est un environnement idéal pour le carottage et l'étude du passé de la rade.

3- Matériels et méthodes

A- Carotte d'étude : carotte SRQ1-I09

La carotte SRQ1-I09 (I09 par la suite, Figure 2) a été prélevée dans la rade de Brest, précisément en baie de Daoulas (48°20'46.6"N; 4°17'41.208"W, 70 cm de long) par 4,4 mètres de profondeur à l'aide d'un carottier manuel en PVC long de 1m lors de la campagne SERABEQ I (2014, navire Albert-Lucas, Ifremer).

La carotte I09 avait déjà été décrite et étudiée (Figure 2 : Photographie et radiographie de la carotte I09 ; analyses faites ou en cours : Lambert et al., 2018 ; Valero et al., in prep). Un modèle d'âge a été effectué sur cette carotte grâce aux radionucléides ($^{210}Pb_{xs}$ et ^{137}Cs ; Figure 3 ; Klouch et al., 2016). De plus, des assemblages palynologiques (Lambert et al., 2018 ; Valero et al., in prep), foraminifères benthiques (stage L3 Théo Guérin, 2023) et diatomées (stage M2 Charlotte Gasne—Destaville, 2024) ont été effectués. L'analyse des restes >150 µm s'inscrit dans la continuité des travaux acquis ou en cours d'acquisition sur cette carotte.

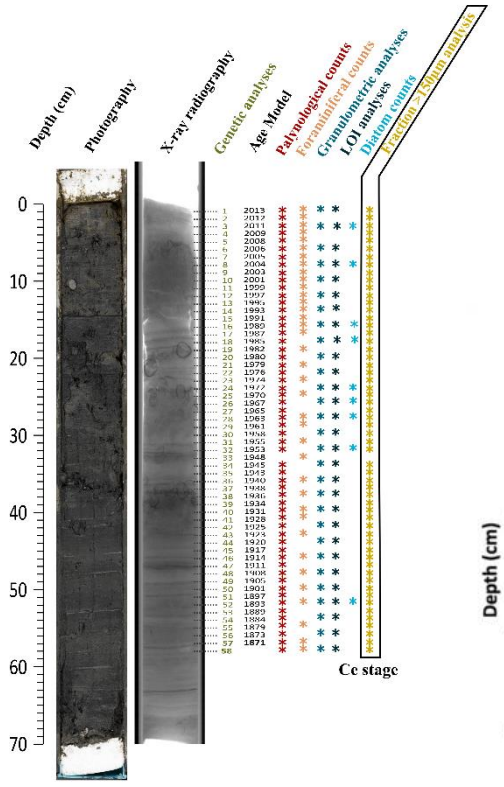

Figure 2 : Photographie et radiographie de la carotte I09

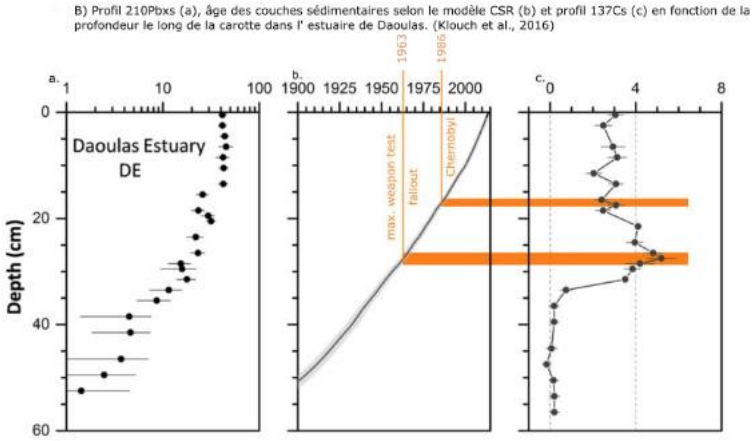

Figure 3 : Modèle d'âge de la carotte I09

B- Préparation des échantillons

Les échantillons de la carotte I09 ont été tamisés au préalable à 150 µm pour faire l'étude des assemblages de foraminifères benthiques (stage L3 Théo Guérin, 2023). J'ai donc récupéré les piluliers dénués de cette fraction biogène. Ensuite, j'ai séparé mes échantillons en deux fractions >250 µm et <250 µm à l'aide d'un tamis ce qui m'a permis d'observer de manière optimale les individus présents.

C- Les macroéléments

Chaque échantillon a été observé à la loupe binoculaire ZEISS Stemi 508 ou Leica M60 (selon la disponibilité) avec des grossissements adaptés à la taille des individus. Un critère semi-quantitatif (0 : absence et 5 : le plus haut niveau que nous ayons rencontré ;
Figure 9) a été appliqué à la suite des premières observations pour chacune des catégories identifiées : débris végétaux, débris coquilliers, minéraux, foraminifères, ostracodes, bivalves et gastéropodes

Numéro de l'échantillon	Fraction	Débris végétaux	Débris coquilliers	Minéraux	Foramminifères	Ostracodes	Bivalves	Nb sp estimé	Gastéropodes	Nb.sp estimé	Piq. Oursins	Observations diverses
C0 5	> 250 µm	5	0	0	1	0	2	2	0	0	0	
C0 5	< 250 µm	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
C01	< 250 µm	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	
C01	> 250 µm	1	0	3	1	2	0	0	0	0	0	

Tableau 1: Catégories de la grille à approche semi-quantitative

(Tableau 1).

Finalement, les catégories des gastéropodes et des bivalves de la fraction >250 µm, qui présentaient le plus grand nombre d'individus identifiables, ont été isolés dans les piluliers différents afin d'effectuer un second tri pour identifier les taxons présents. Cette identification a été menée sur une sélection d'échantillons qui avaient la plus grande diversité d'espèces.

4- Résultats

La carotte I09 présente une granulométrie fine structurée en couches qui ont une nuance de gris qui diffère en fonction de la signature calcaire d'origine biogène. Plus la couche est sombre plus la signature est calcaire (Figure 2).
On retrouve dans la carotte des gastéropodes et bivalves entiers, signe d'un milieu calme et propice au dépôt de sédiments.
L'observation des échantillons a permis de décrire l'évolution des quantités de gastéropodes et bivalves dans la carotte I09 (Figure 4). On observe deux pics autour des échantillons C36 à C28 et autour des échantillons C18 à C16, correspondant respectivement deux périodes centrées autour de 1953 et 1989.
A l'inverse, on observe des zones d'absence de bivalves et gastéropodes comme l'échantillon C26 qui se trouve encadré entre deux périodes d'abondances.

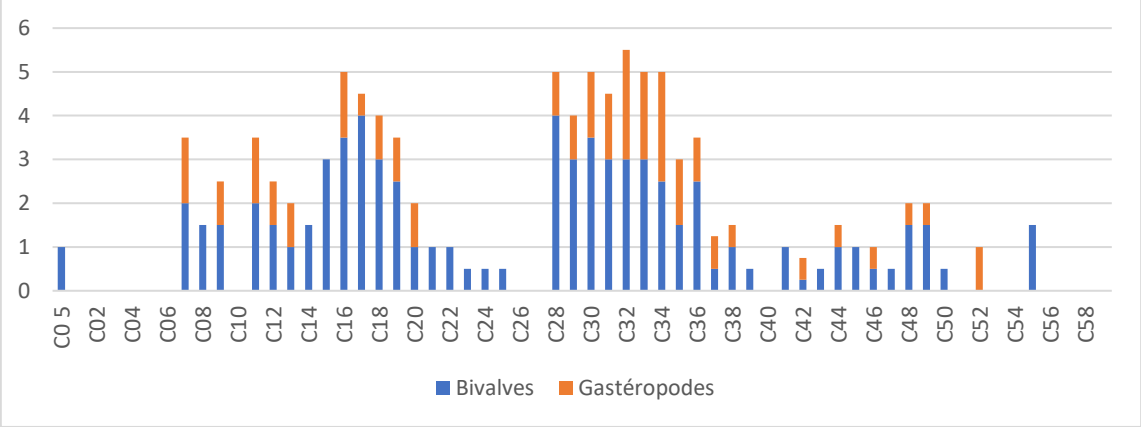

Figure 4 : Présence des gastéropodes et des bivalves au cours du temps

Ce profil est également retrouvé lorsqu'on observe les données des débris coquilliers non identifiables (Figure 5), pour lesquels observe deux piques autour des échantillons C36 à C28 et autour des échantillons C18 à C16 (centrées autour de 1955 et 1985 respectivement).

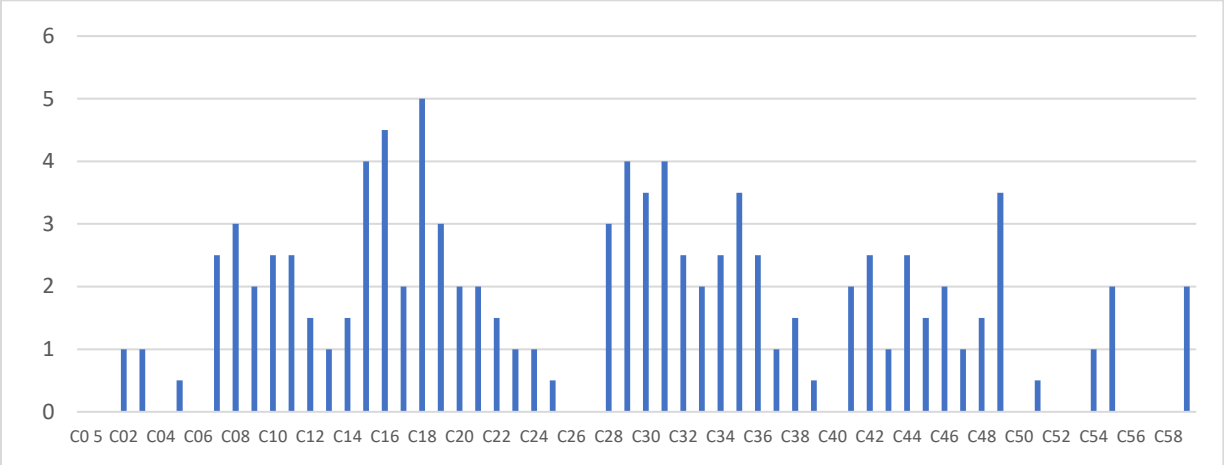

Figure 5 : Présence de débris coquilliers (non identifiables) au cours du temps

Lorsqu'on observe les données des débris végétaux (Figure 6), on constate de faibles quantités, voire l'absence, de ces débris lors de ces périodes d'abondance de bivalves et gastéropodes (exemple : échantillon C16). A l'inverse, alors qu'on observe peu ou pas de bivalves et gastéropodes, la présence de débris végétaux est au maximum (par exemple pour l'échantillon C58).

Ainsi, la présence/ absence des débris végétaux semble être anti-corrélée avec celle des bivalves et gastéropodes retrouvés tout au long de la carotte I09 (Voir annexe

Figure 10).

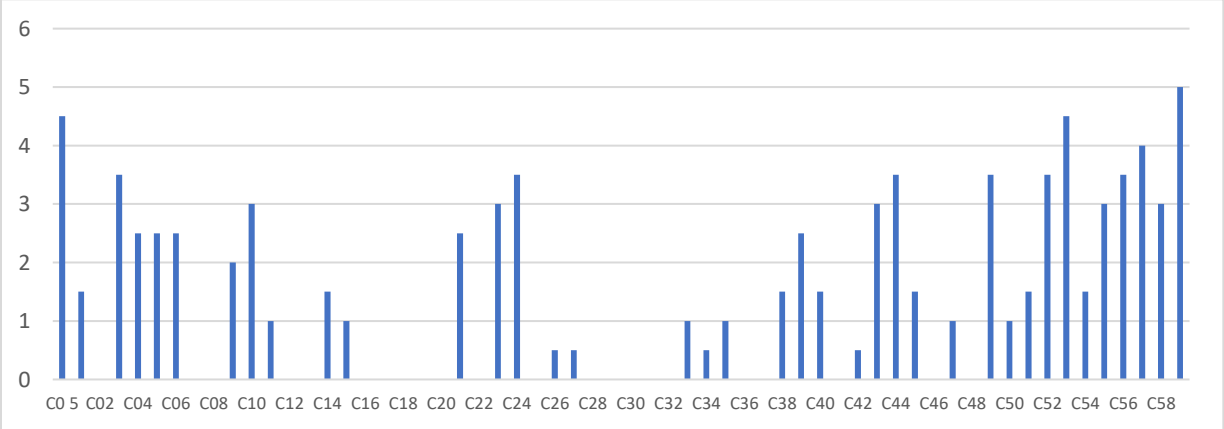

Figure 6 : Présence de débris végétaux au cours du temps

5- Discussion

La carotte I09 est divisée en 4 périodes, dont une qui représente une zone perturbée (période entre 1995 et 2013, sur les 15 premiers cm). On ne considère pas cette zone puisqu'on soupçonne un remaniement par bioturbation ou chalutage, ce qui n'est pas le cas sur le reste de la carotte puisqu'en dessous de 15cm la carotte présente des laminations visibles en radiographie RX (Figure 2).
La période 1 concerne les années 1871 à 1904, la période 2 les années 1905 à 1944 et la période 3 les années 1945 à 1995. Ces périodes temporelles ont été choisies à la suite des résultats obtenus par observation des courbes issues de ces résultats de stage et sont différenciées par les variations des valeurs obtenues.

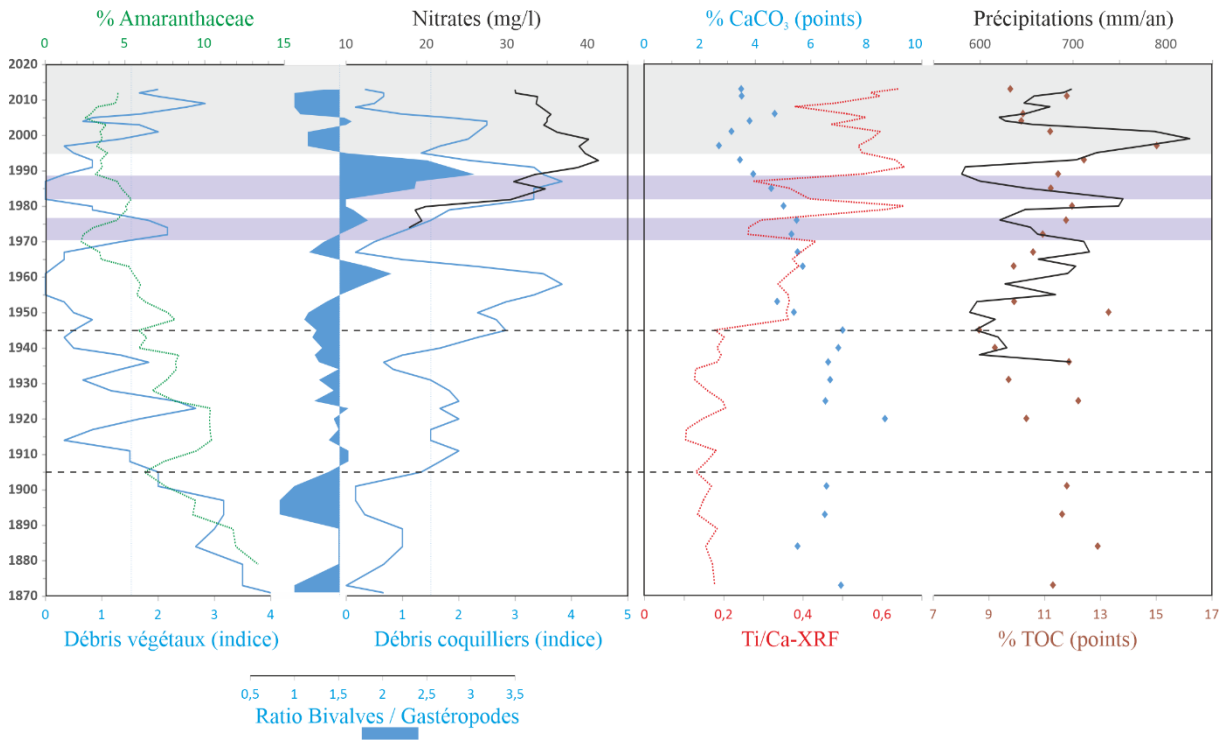

Figure 7 : Comparaisons des données issues dans le cadre de ce stage (débris végétaux, débris coquilliers, ratio Bivalves vs. Gastéropodes : moyennes mobiles sur 3 points) avec les données pollen (pourcentages d'Amaranthaceae), XRF (Titane vs. Calcium), calcimétrie (%$CaCO_3$) et Total Organic Carbon (TOC) obtenues dans le cadre des thèses de Lambert C. (2014-2017) et Valero C. (2022-2026). Les données nitrates sont les concentrations mesurées à la prise d'eau de Pont Ar Bled par le Syndicat de Bassin versant de l'Elorn (SBE) et les données de précipitations moyennes annuelles sont celle issues de la station météorologique de Rennes (moyenne mobile sur 3 ans).

A- Période 1

La période 1 est caractérisée par une faible variation des résultats obtenus, notamment sur le graphe présentant les débris coquilliers où la courbe est en dessous de la moyenne de la série totale (trait vertical bleu). On observe une forte décroissance au niveau des débris végétaux, suivant la tendance du pourcentage des pollen d'Amaranthaceae (Valero et al., in prep).

B- Période 2

La période 2 est caractérisée par une variation moyenne des valeurs observées, avec le dépassement de la moyenne globale par la courbe des débris coquilliers tandis que la courbe des débris végétaux passe en dessous de la moyenne de la série.
La valeur du signal XRF Ti/Ca varie également plus que dans la période 1. Chaque pic ascendant ou descendant fait écho aux pics de débris végétaux. Cela laisse à penser que l'hydrodynamisme fluvial

de la rivière de Daoulas pourrait impacter la concentration des débris végétaux : plus il y a de débit plus il y a de débris végétaux.

C- Période 3

La période 3 est caractérisée par une grande variation des valeurs reconstruites par différentes méthodologies, mais également par un déséquilibre dû à une révolution des zones agricoles enlevant les zones tampon (Valero et al., in prep). L'élargissement des parcelles agricoles a engendré l'arasement des talus et le retrait des haies (Figure 8).

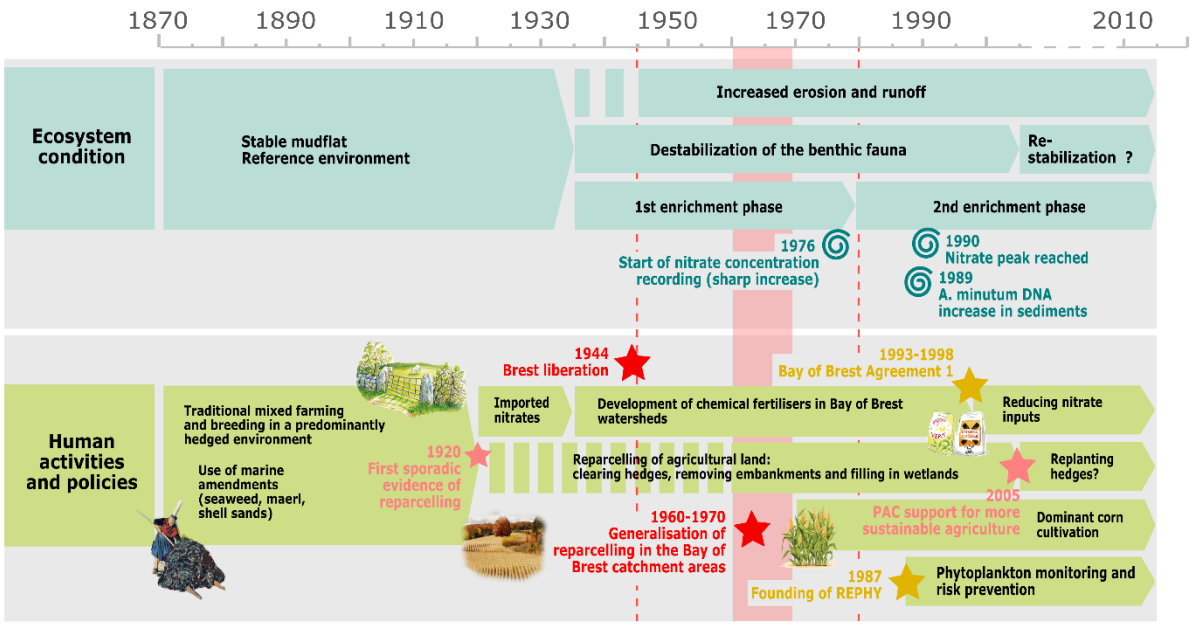

Figure 8 : Frise chronologique de l'anthropisation de la baie de Brest durant les deux derniers siècle (créée par C. Valero et L. Bosseboeuf). Des seuils sont représentés par des limites verticales: ils correspondent à des seuils statistiques déduits des études sédimentologiques (1945) et palynologiques (seuils principaux avec les pollen :1960-1970 et avec les dinokystes : 1980) menés en collaboration avec le laboratoire de mathématiques de l'UBO (LMBA).

La courbe des débris végétaux qui, jusqu'à présent, suivait la courbe du signal Ti/Ca montre une tendance inverse : moins il y a de courant, plus il y a de débris. L'accumulation étant plus lente, la baie de Daoulas pourrait représenter une zone tampon pour ces végétaux, nécessitant un fort courant pour les évacuer.

De plus, on distingue deux phases dans cette période (cf. zones violettes sur la Figure 7) : une allant de 1970 à 1975 et une autre allant de 1980 à 1990. Or, les années 1970-1975 correspondent à l'intensification de l'usage des nitrates, et dans les années 1980-1990 on atteint les plus hautes concentrations de nitrates. La forte concentration de nitrates pourrait influer la concentration des débris coquilliers et le ratio bivalves/gastéropodes (Figure 7). En effet, avant les années 70, on retrouvait peu ou pas de débris et d'individus complets. Durant ces années-là, on constate une croissance de leur abondance. Puis, durant les années 80 on retrouve un pic d'abondance de débris et d'individus entiers. Les engrais pourraient augmenter la quantité de nourriture disponible dans l'écosystème, permettant la prolifération des organismes dans le milieu, plus précisément des bivalves. Lorsque la courbe des concentrations en nitrate baisse, on remarque une baisse du nombre d'individus également.

6- Conclusion

L'objectif de ce stage était de déterminer si les macroéléments, plus précisément les restes calcifiés d'organismes marins, pouvaient aider à la détermination du passé écosystémique de la rade de Brest sur la période 1871-2013.

La carotte a été divisée en trois périodes, dont la période 1871 à 1905 qui n'avait jusqu'alors pas été identifiée et qui a toujours été rattachée à la période plus large allant jusqu'à 1945.

Durant les deux derniers siècles, la rade de Brest a connu une forte anthropisation, notamment via les pratiques agricoles qui ont influencé la prolifération d'organismes marins après la seconde guerre mondiale. Le facteur ayant le plus d'impact sur les restes calcifiés semble être l'introduction massive des engrais par les pratiques agricoles.

De plus, dans les macroéléments de la carotte I09 on retrouve des débris végétaux qui pourraient nous permettre d'en apprendre davantage sur l'hydrodynamisme fluvial de la baie de Daoulas.

7- Bilan personnel

Ce stage m'a permis de connaitre mieux le fonctionnement d'un laboratoire de recherche et le fonctionnement d'un travail de recherche. J'ai pu apprendre des techniques (loupe binoculaire, identification de macro-restes terrigènes et biogènes, taxonomie des bivalves et gastéropodes, traitements statistiques) ainsi que développer des compétences d'analyse, interprétation et de rédaction.

8- Annexes

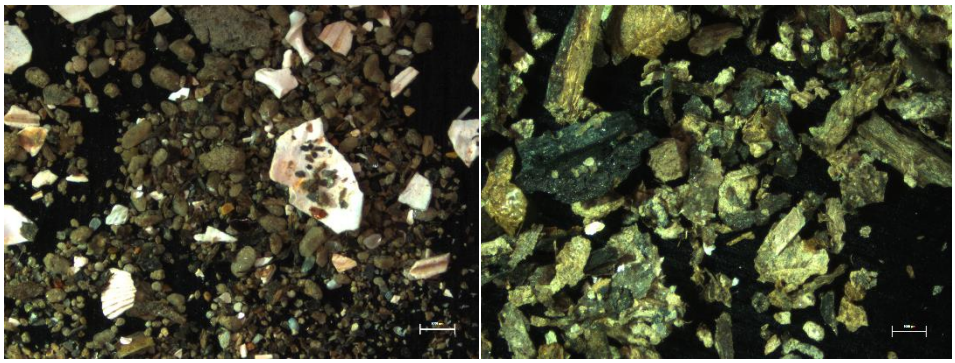

Figure 9 : Différences entre un niveau 0 (à gauche, échantillon C17) et un niveau 5 (à droite, échantillon C58) dans grille à approche semi-quantitative (exemple des débris végétaux)

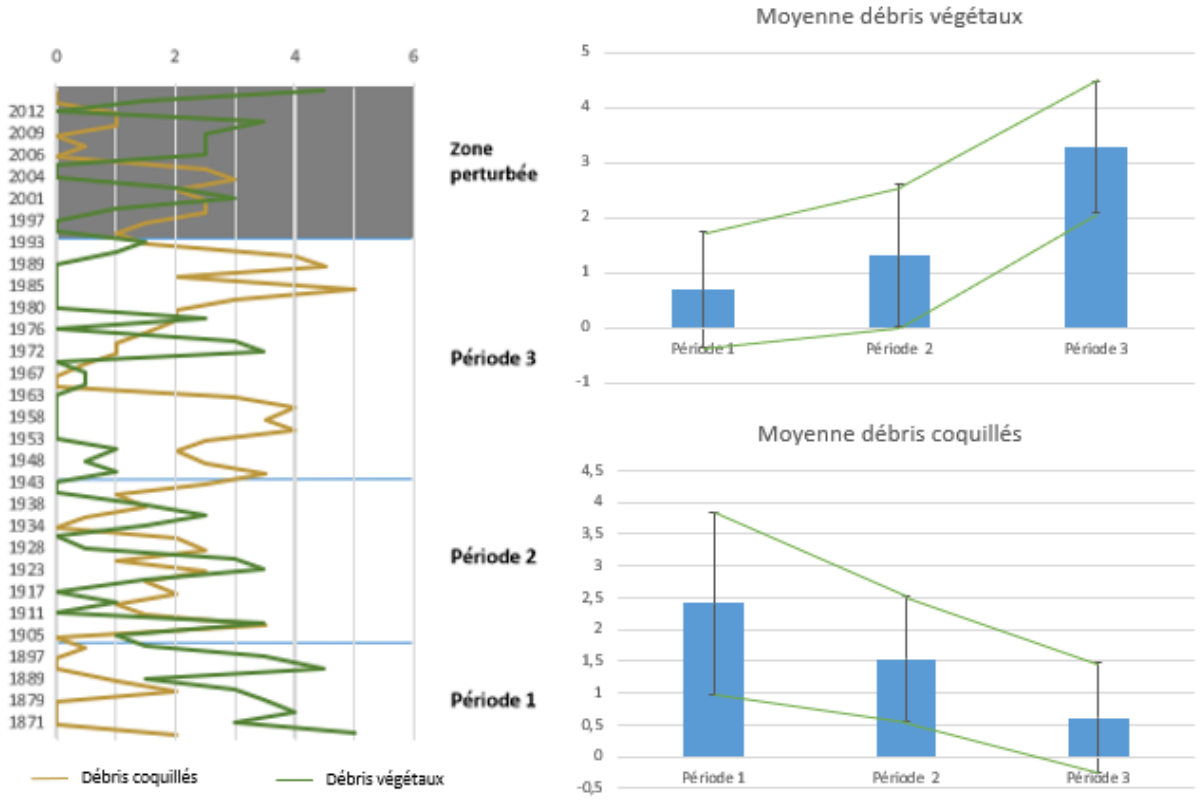

Figure 10 : Tendance des débris végétaux vs. débris coquilliers

Espèces	Ecologie
Hinia reticulata	Habite les zones subtidales jusqu'à 15 mètres de profondeur dans des fonds rocheux et sédimentaires. Animal nécrophage et détritivore.
Taxon 1	-
Partulida spiralis	Habite les zones humides et boisées, souvent sous des feuilles, roches et débris forestiers. Se nourrit de de matière végétale en décomposition, contribue à la décomposition et au recyclage de la matière organique.
Bittium reticulatum	Habite les zones intertidales et subtidales peu profondes, sur des fonds sablonneux ; vaseux ou dans des herbiers. Se nourrit de microalgues et de détritus organiques, participe à la régulation des microalgues.
Cerithiopsis tubercularis	Habite les eaux côtières peu profondes, dans les zones intertidales et subtidales de l'Atlantique Nord et de la Méditerranée. Principalement herbivore, se nourrit d'algues et de microorganismes présents sur les roches ou les sédiments.
Taxon 2	-

Tableau 2 : Liste des taxons (Gastéropodes)

Espèce	Ecologie
Taxon 3	-
Taxon 4	-
Taxon 5	-
Taxon 6	-
Taxon 7	-
Taxon 8	-
Taxon 9	-
Parvicardium minimum	Habite les zones intertidales et subtidales jusqu'à 20 m de profondeur, sur des fonds sableux ou vaseux. Animal filtreur qui se nourrit de micro-organismes et de phytoplanctons. Il contribue à la clarification de l'eau.
Abra alba	Habite les zones intertidales et subtidales jusqu'à 100 m de profondeur, sur des fonds sableux ou vaseux. Animal filtreur qui se nourrit de matière organique en suspension et de particules de sédiments. Il contribue à la clarification de l'eau.
Moerella pygmaea	Habite les zones intertidales et subtidales jusqu'à 50 m de profondeur, sur des fonds sableux ou vaseux. Animal filtreur qui se nourrit de de phytoplanctons, bactéries et de la matière organique en décomposition. Il contribue à la clarification de l'eau et la régulation des matières organique sen suspension.

Tableau 3 : Liste des taxons (Bivalves)

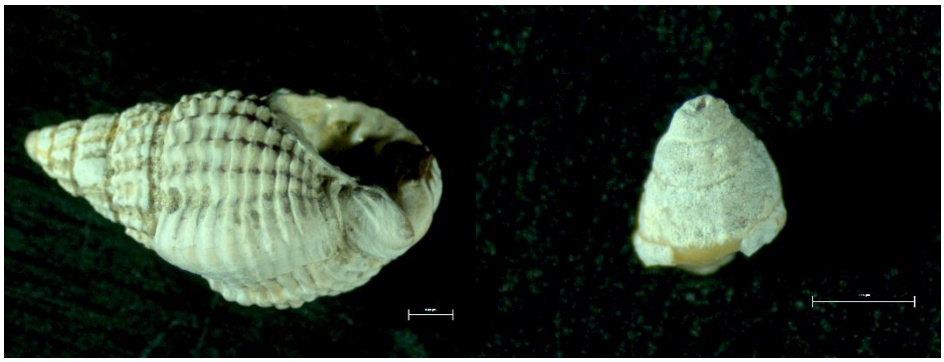

Figure 11 Hinia reticulata

Figure 12 Taxon 1

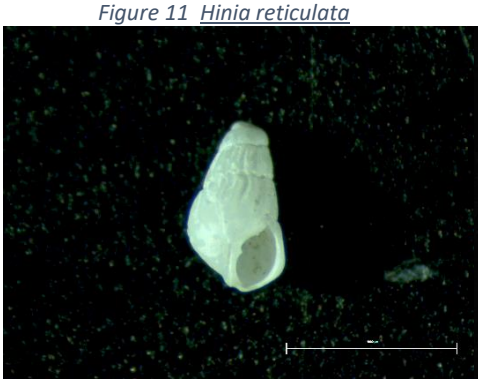

Figure 13 Partulida spiralis

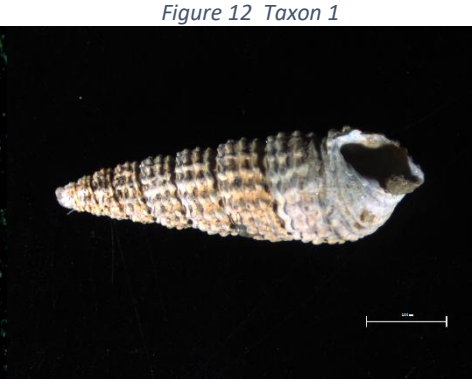

Figure 14 Bittium reticulatum

Figure 15 Cerithiopsis tubercularis

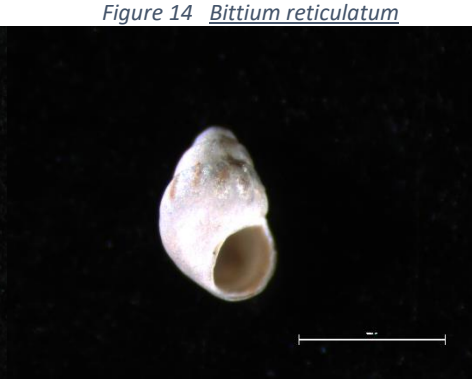

Figure 16 Taxon 2

Figure 17 : Planche photos des Gastéropodes

Figure 18 Taxon 3

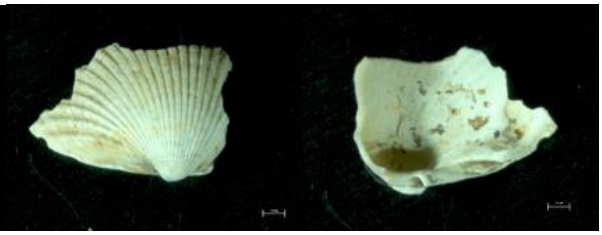

Figure 19 Taxon 4

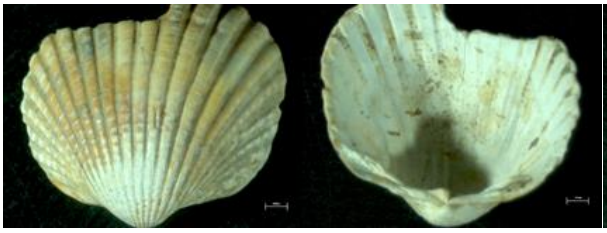

Figure 20 Taxon 5

Figure 21 Taxon 6

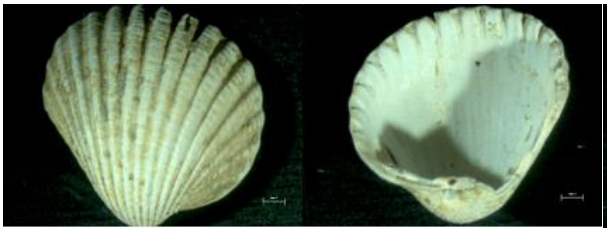

Figure 22 Taxon 7

Figure 23 Taxon 8

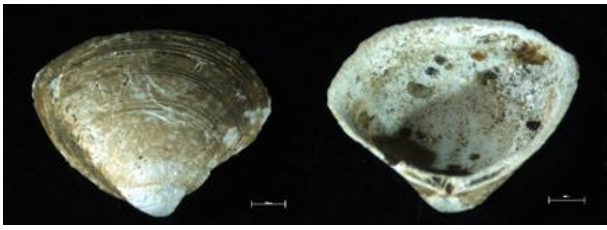

Figure 24 Taxon 9

Figure 25 <u>Parvicardium minimum</u>

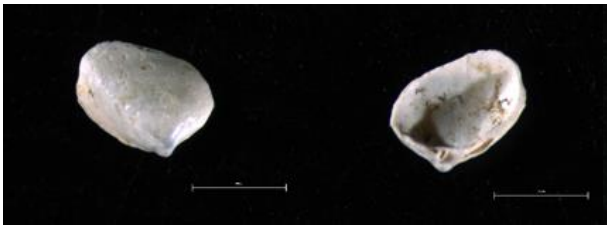

Figure 26 <u>Abra alba</u>

Figure 27 <u>Moerella pygmaea</u>

Figure 28 : Planche photos des Bivalves