

Réserve Naturelle BAIE DE SAINT-BRIEUC



**Evaluation spatiale et temporelle des mollusques
bivalves** (*Scrobicularia plana*, *Macoma balthica*,
Macomangulus tenuis, *Fabulina fabulina*, *Cerastoderma edule*, *Donax vittatus*...)
de la baie de Saint-Brieuc

version 2023



Introduction

Les fonds de baie et estuaires revêtent une importance écologique et fonctionnelle en lien avec des caractéristiques physiques et biologiques particulières (zone abritée, production primaire élevée). Les communautés qui y sont associées jouent un rôle important dans la structuration des sédiments (Gibson *et al.*, 2001 ; Reise 2002) et dans les réseaux trophiques (Baird et Milne, 1981 ; Cloern 1982 ; Levin *et al.*, 2001). Elles assurent de ce fait un rôle fondamental dans le recyclage des nutriments (Levin *et al.*, 2001) et influencent la distribution et l'abondance des consommateurs secondaires tels que les crustacés, poissons, oiseaux...(Mc Lusky, 1981 ; Mac Lusky et Elliot, 2004 ; van de Kam *et al.*, 2004).

Au sein du benthos, les mollusques bivalves constituent une composante importante de l'écosystème marin benthique (Dame, 1996 ; Berke *et al.*, 2012). C'est plus particulièrement une ressource alimentaire essentielle pour les juvéniles de poissons plats ou de crustacés et surtout pour un certain nombre d'espèces de limicoles (Moreira, 1997). Enfin certaines espèces de bivalves sont exploitées par les pêcheurs dans le cadre de la pêche professionnelle ou de loisir (van Gils *et al.*, 2006). Les écosystèmes côtiers sont soumis à de fortes pressions naturelles et anthropiques qui affectent, parfois fortement, la structure et le fonctionnement des communautés benthiques (Harris, 2012 ; Cimon et Cusson, 2018). Bien que l'évaluation de la stabilité/variabilité des communautés benthiques ait reçu une grande attention de la part des scientifiques, fréquemment en relation avec des considérations de gestion, elle reste un point central dans les domaines de l'écologie et de la conservation (Ellis *et al.*, 2000, Sturbois *et al.*, 2021a).

En baie de Saint-Brieuc, zone d'importance internationale pour l'hivernage de l'avifaune, le macrobenthos constitue une composante essentielle, nécessaire à l'accueil et au maintien de 35 000 oiseaux hivernants chaque année (Sturbois et Ponsero, 2014).

La cartographie et l'évaluation d'un gisement de bivalves permet d'en déterminer la répartition spatiale, la structure par classe d'âge ainsi que la production en biomasse. Mise en œuvre annuellement, cette démarche permet d'identifier les dynamiques d'évolution des gisements de bivalves du fond de baie pour répondre à un objectif de développement de la connaissance et *in fine* en améliorer la gestion.

- Objectifs de connaissance de la biologie des espèces :

- Identifier les zones favorables au recrutement, c'est-à-dire à l'installation des larves dans le sédiment. Si des mesures de protection d'un gisement sont prises, elles doivent obligatoirement inclure ces zones de recrutement.
- Mesurer les paramètres qui caractérisent la distribution des espèces : densité, biomasse, croissance, mortalité.
- Etudier les variations interannuelles de recrutement et de production du gisement et en comprendre les causes.
- Mettre en évidence les potentialités trophiques pour l'avifaune et en suivre l'évolution.

- Gestion du gisement :

- La pêche professionnelle et amateur, sont respectivement encadrées par des réglementations qui leur sont propres. La connaissance et le suivi de ces gisements permet d'adapter la réglementation afin de ne pas les surexploiter et donc permettre une activité de pêche durable.
- Dans les écosystèmes côtiers les bivalves représentent souvent une ressource ali-



2°40'0"O

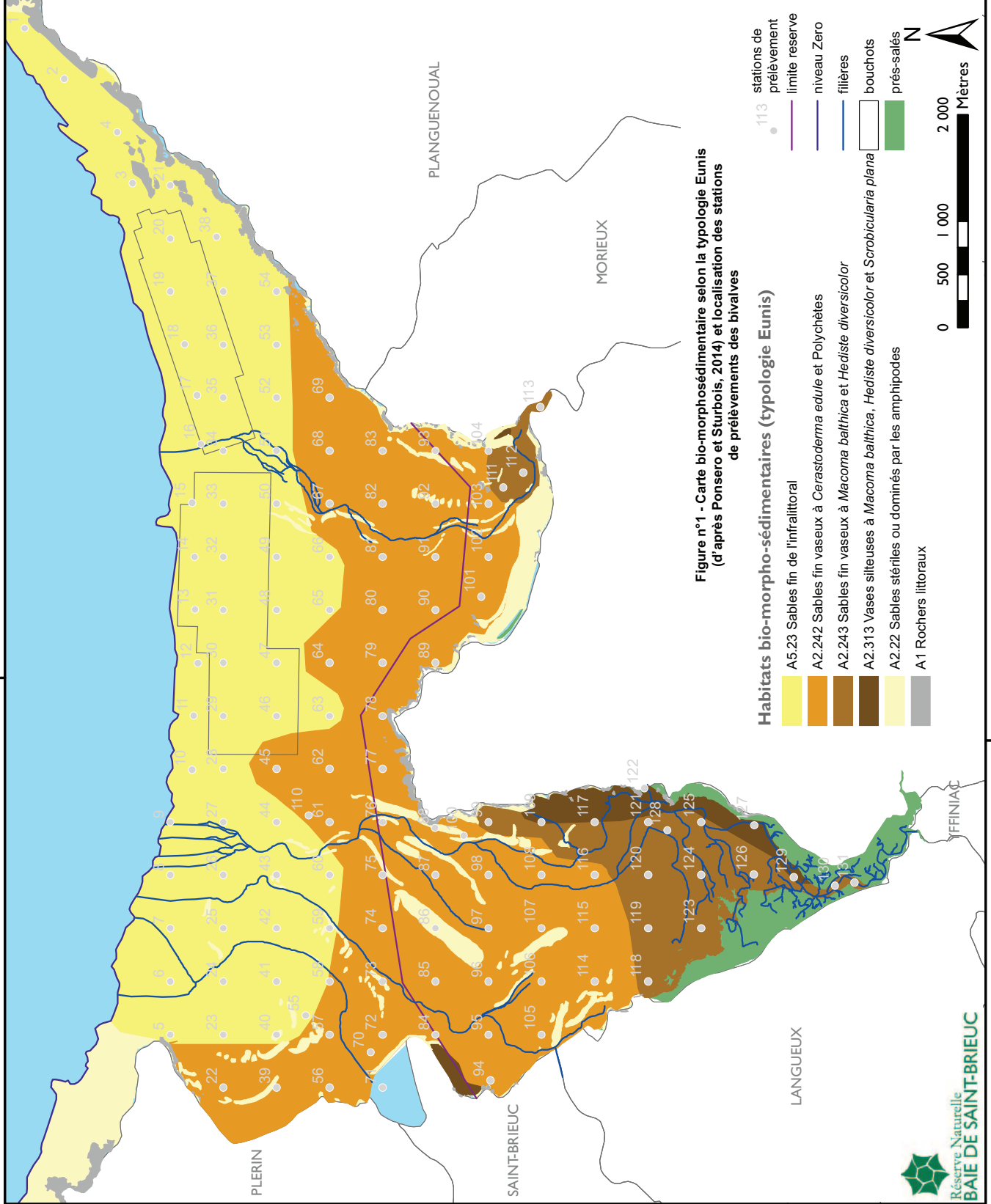


Figure n°1 - Carte bio-morphosédimentaire selon la typologie Eunis (d'après Ponsero et Sturbois, 2014) et localisation des stations de prélèvements des bivalves

Habitats bio-morpho-sédimentaires (typologie Eunis)

- A5.23 Sables fin de l'infralittoral
- A2.242 Sables fin vaseux à *Cerastoderma edule* et Polychètes
- A2.243 Sables fin vaseux à *Macoma balthica* et *Hediste diversicolor*
- A2.313 Vases silteuses à *Macoma balthica*, *Hediste diversicolor* et *Scrobicularia plana*
- A2.22 Sables stériles ou dominés par les amphipodes
- A1 Rochers littoraux

- 113 stations de prélèvement
- limite reserve
- niveau Zero
- filères
- bouchots
- prés-salés



48°30'N

2°40'0"O

48°30'N

mentaire essentielle pour certains prédateurs crustacés, poissons ou oiseaux et cela à différents stades de leur croissance (œuf, larve planctonique, naissain, juvénile, adulte). Lorsque le gestionnaire souhaite par exemple protéger des populations d'oiseaux, il est indispensable de connaître leurs ressources alimentaires afin d'être en mesure de les protéger.

Pour une Aire Marine Protégée telle que la Réserve naturelle de la Baie de Saint-Brieuc, c'est l'ensemble de ces enjeux de connaissance et de gestion qui ont conduit à inscrire le développement des études sur les gisements de bivalves dans le plan de gestion. Depuis 2001, la Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc réalise chaque année une évaluation du gisement de coques (*Cerastoderma edule*) sur l'ensemble de l'estran (3000 ha) au delà de son périmètre de classement (1140 ha). Elle donne lieu à un rapport annuel disponible sur le site internet de la Réserve Naturelle. A partir de 2013, le même protocole est étendu aux espèces de mollusques bivalves, plus particulièrement *Scrobicularia plana*, *Macoma balthica*, *Macomangulus tenuis*, *Fabulina fabulina*, *Cerastoderma edule*, *Donax vittatus* présentes dans les anses de Morieux et d'Yffiniac.

II. Matériels et Méthodes

I.1. Caractéristiques biomorphosédimentaire du site d'étude

Différentes campagnes d'étude des faciès sédimentaires conduites depuis la fin des années 1980 (1987, 2001, 2010, 2011 et 2019) ont permis d'identifier quatre principaux faciès biomorphosédimentaire en fond de baie de Saint-Brieuc (Gros & Hamon, 1987; Ponsero et Sturbois, 2014). Ces faciès (figure 1) se distribuent sur l'estran le long d'un *continuum*. En haut d'estran dans les parties abritées se trouvent les vases sableuses à *Macoma balthica*, *Hediste diversicolors* et *Scrobicularia plana* (typologie EUNIS A2.213) suivie des sables fin vaseux à *Macoma balthica* et *Hediste diversicolor* (A2.243). En milieu d'estran se trouve des sables fin vaseux à *Cerastoderma edule* et polychètes (A2.242) qui laissent place progressivement à des sables fins de l'infralittoral sur les parties les plus basses de l'estran (A5.23).

I.2. Plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage comprend 132 stations (figure 1), couvrant les anses d'Yffiniac et de Morieux, depuis la pointe du Roselier jusqu'à Jospinet. L'ensemble des stations de prélèvement est repéré géographiquement par GPS (précision de l'ordre de 3m). La distance entre chaque station est de 500 m. Les prélèvements sont effectués fin juillet - début août de chaque année lors d'un épisode de grande marée.

Pour chaque station, les mollusques bivalves sont collectés à l'intérieur d'un quadrat de 0.25 m². Le sédiment prélevé sur 5 cm de profondeur (jusqu'à 10 cm dans les faciès favorable à la scrobiculaire) est tamisé sur un tamis de maille de 1 mm. L'ensemble des bivalves présents dans le refus de tamis est collecté par station. De retour au laboratoire, les individus sont dénombrés et mesurés (dans leur plus grande longueur) à l'aide d'un pied à coulisse. La densité (nombre d'individus par unité de surface) et la structure de taille de la population sont ensuite déterminées.

I.3. Modélisation du gisement

La structuration spatiale des espèces est abordée par cartographies réalisées par l'interpolation des données (Sheshinski, 1979). Il s'agit de prendre en compte et de restituer la complexité des structures spatiales observées dans la population (Legay et



Cerastoderma edule



Donax vittatus



Macoma balthica



Macomangulus tenuis



Fabulina fabulina



Scrobicularia plana



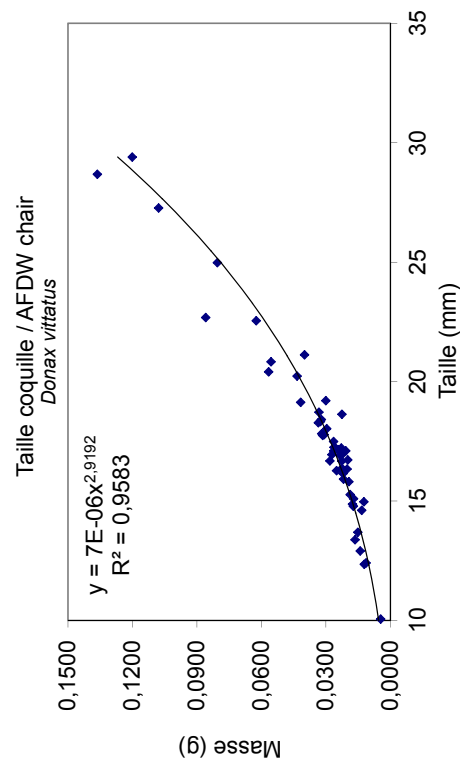
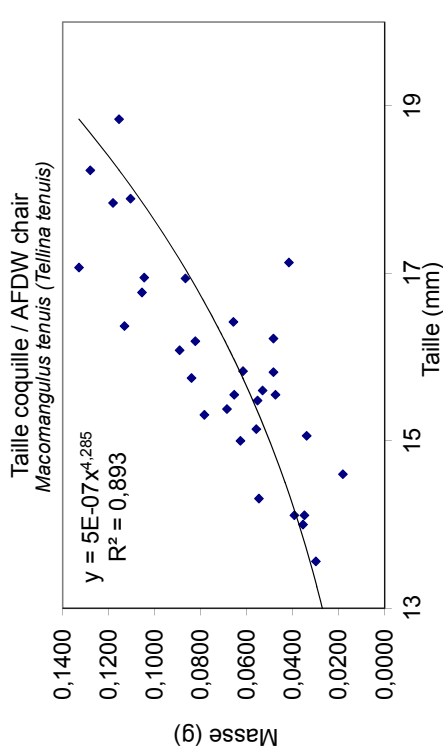
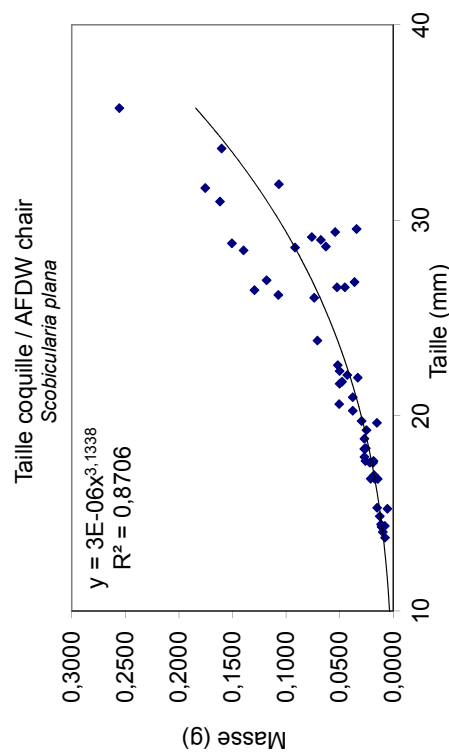
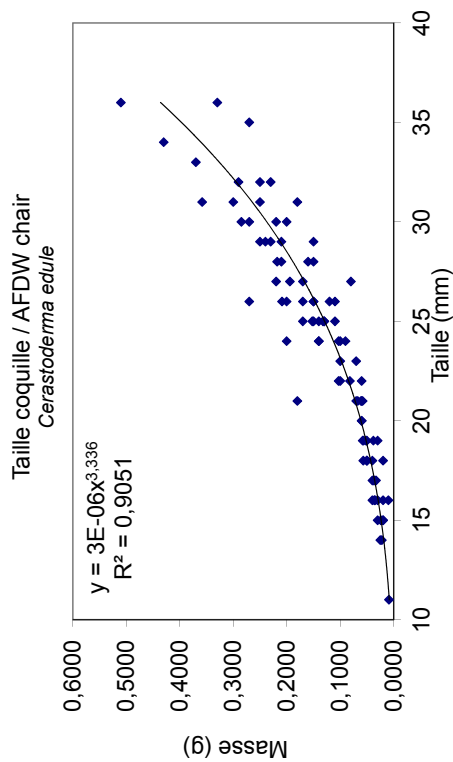
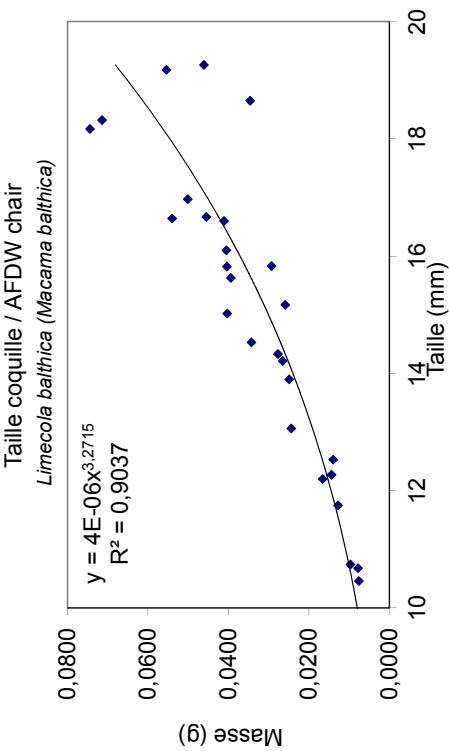


figure 2 - Relations entre la taille des bivalves (en mm) et leur masse (en g) AFDW : ash free dry weight (poids sec sans cendres)

Debouzie, 1985). Le krigeage (Krige, 1951) est une méthode géostatistique qui permet l'estimation de valeurs locales en considérant l'organisation spatiale des variables étudiées. C'est donc une méthode d'interpolation qui peut générer des surfaces estimées à partir d'un échantillon de points géoréférencés. Par rapport à d'autres méthodes d'interpolation, le krigeage se distingue par ses caractéristiques d'estimation non-biaisée et d'estimation d'une variance associée.

Les modélisations ont été réalisées afin de cartographier la répartition spatiale des espèces en baie de Saint-Brieuc, leur évolution au cours du temps et leur productivité (pour avoir plus de détail sur la méthodologie : voir Ponsero *et al*, 2009). L'ensemble des analyses a été réalisé sous R version 4.3.1 (R Development Core Team, 2023) à l'aide des bibliothèques *sp*, *gstat*, *automap*, *sf*, *mapsf*

1.3. Estimation des biomasses

L'évaluation de la biomasse produite par les six principales espèces de mollusque bivalve du fond de baie de Saint-Brieuc est estimée à partir de la relation allométrique taille-masse corporelle déterminée localement pour chaque espèce à partir d'un échantillon de 60 individus. L'équation (Figure 2) relie la taille des individus (mesurée en mm) et la masse de matière vivante produite (masse de matière sèche libre de cendre- AFDW exprimé en gramme).

Cette équation s'exprime sous la forme : $W=aLb$

où :

W : masse sèche libre de cendre (g MOm-2)

L : taille des individus (mm)

a et b : paramètres de l'équation établie pour le site.

Les relations établies :

- pour *Scobicularia plana* :

$$W=(3.10^{-6})L^{3.1338} \text{ (corrélation } r^2 = 0.8706, n=60, p<0.01)$$

- pour *Macoma balthica* :

$$W=(4.10^{-6})L^{3.2715} \text{ (corrélation } r^2 = 0.9037, n=60, p<0.01)$$

- pour *Macomangulus tenuis* :

$$W=(5.10^{-7})L^{4.285} \text{ (corrélation } r^2 = 0.893, n=60, p<0.01)$$

- pour *Cerastoderma edule* :

$$W=(3.10^{-6})L^{3.336} \text{ (corrélation } r^2 = 0.9051, n=60, p<0.01)$$

- pour *Donax vittatus* :

$$W=(7.10^{-6})L^{2.9192} \text{ (corrélation } r^2 = 0.9583, n=60, p<0.01)$$

Les cartes modélisées des différentes espèces (moyennes et annuelles) sont accessibles sur l'application shiny⁽¹⁾ : <https://rnbaiestbrieuc.shinyapps.io/cartoBivalves>



(1) Une application shiny a été développée pour permettre la visualisation l'ensemble des cartographies depuis 2001 pour *Cerastoderma edule* et depuis 2013 pour les autres espèces de mollusques bivalves.



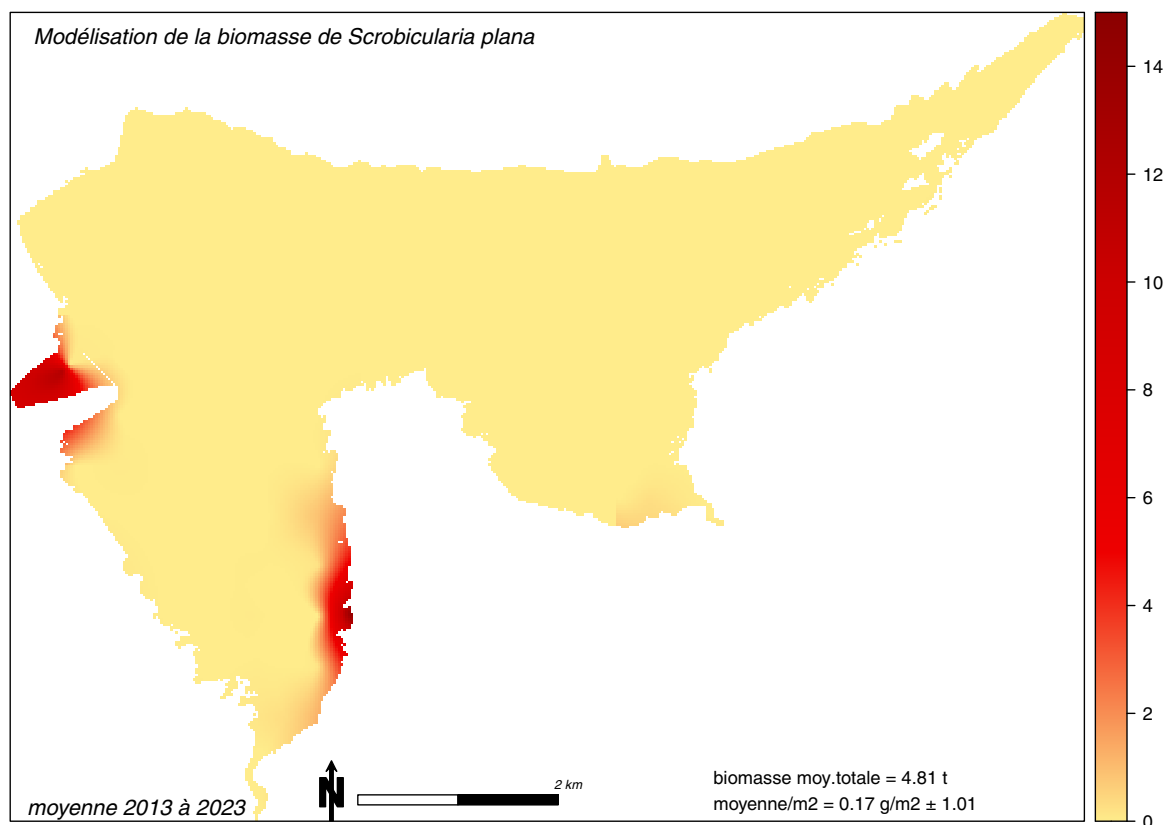
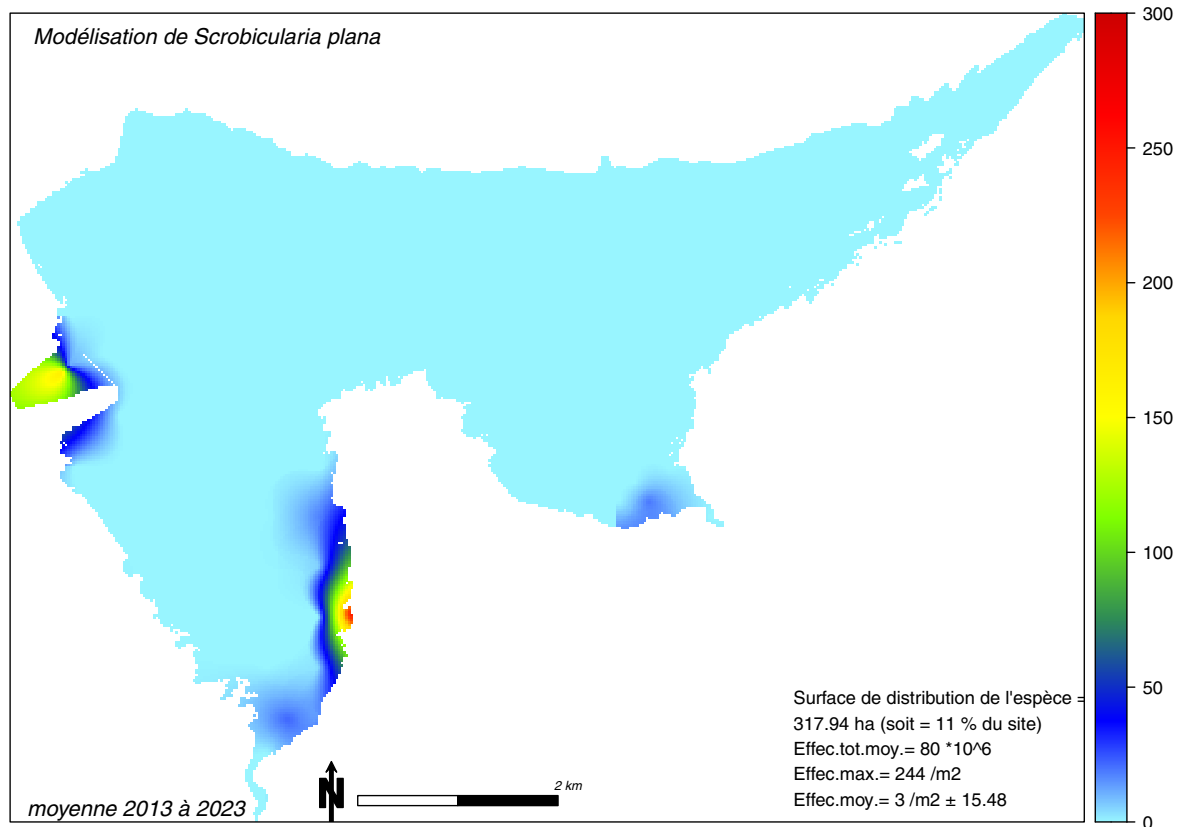
2-Résultats

21- Analyse par espèces



Scrobicularia plana

situation moyenne depuis 2013



Scrobicularia plana

(Da Costa, 1778)

Scrobiculaire

Peppery furrow shell

Pfeffermuschel

Phylum: **Mollusca**

Class: **Bivalvia**

Order : **Veneroida**

Family : **Scrobiculariidae**



Description

Scrobicularia plana possède une coquille mince, ovale et fragile. Sa coloration varie du blanc au gris-argenté/brun clair et peut être localement teintée de noir. La coquille peut atteindre jusqu'à 65 mm de long pour une épaisseur maximum de 11 mm. Les stries de croissance sont nombreuses, concentriques et fines. Le siphon inhalant est long et mesure jusqu'à six fois la longueur de la coquille. Présente dans les secteurs de vase, elle laisse à la surface une marque caractéristique en forme d'étoile autour d'un trou.

Biologie

Il s'agit d'une espèce du médiolittoral, présente jusqu'à 30 mètres de profondeur. Elle est caractéristique des zones vaseuses estuariennes en particulier dans les zones de haute slikke. Il s'agit d'une espèce qui supporte bien les variations de salinité (espèce euryhaline).

Répartition sur le site

Sur l'estran de la baie de Saint-Brieuc, l'espèce est distribuée dans l'estuaire du Gouët, du Gouessant et en fond d'anse d'Yffiniac, où l'on observe les densités les plus fortes dans le secteur de la plage de l'Hôtellerie.

A noter que, de 2014 à 2018, *Scrobicularia plana* était présente au sud de Roc-verd dans l'anse de Morieux. Ce secteur est caractérisé par l'arrivée du Gouessant dans l'anse de Morieux. Les mouvements sédimentaires et la formation de bancs de sables et de zones abritées entraînent l'apparition de conditions favorables à son installation et à son développement de manière plus ou moins temporaire. Cette zone n'est plus observée en 2019. En 2020, *Scrobicularia plana* a été observé dans une station située à l'ouest de Saint-Maurice. Aucune présence de l'espèce n'a été observé dans l'anse de Morieux depuis 2021 (à l'exception de l'estuaire du Gouessant).

On observe une forte réduction de la répartition de cette espèce en 2021 qui a pu être impacté par de forts échouages d'algues vertes sur les vasières.

En 2022, les effectifs et les biomasses des scrobiculaires ont fortement ré-augmenté dans les 3 principaux sites de l'anse d'Yffiniac.

Groupe trophique :

Suspensivore - Dépositivore

Distribution :

Mer du Nord,
Manche,
Atlantique
(Norvège-Afrique)
Méditerranée

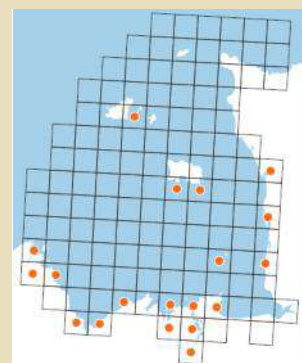
Habitat

biosédimentaire :

A2.213 Vases silteuses à *Macoma balthica*, *Hediste diversicolor* et *Scrobicularia plana*

Niveau bathymétrique principal :

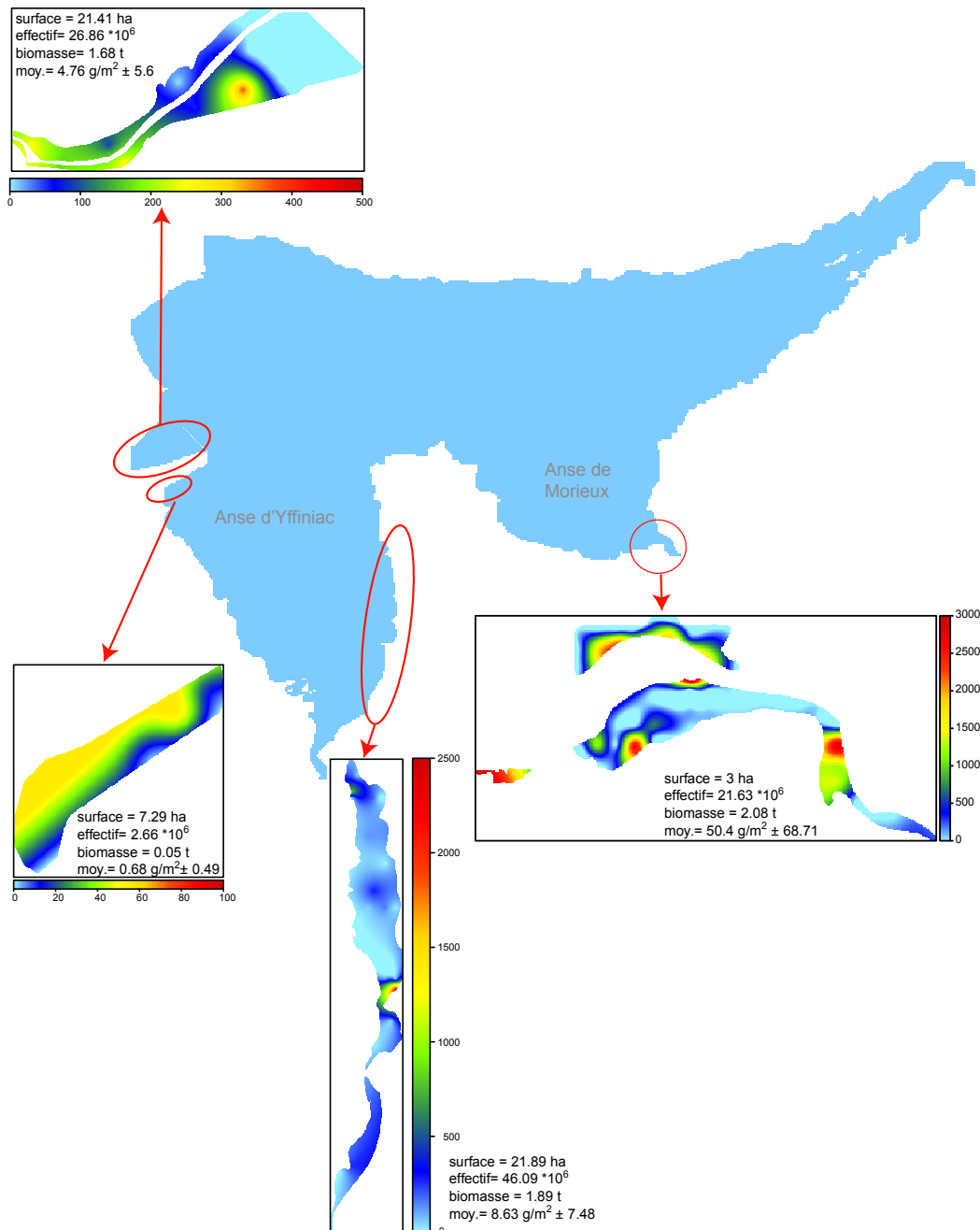
Haut d'estran



Carte de répartition de *Scrobicularia plana* à l'échelle du golfe normano-breton (Le Mao *et al.*, 2019).

Scrobicularia plana

	Morieux	Yffiniac			total	Total
	Gouessant	Gouet	Valais	Côte Hillion		
nb scrobiculaires total (en million)	21,63	26,86	2,66	46,09	75,61	97,24
production en tMS	2,08	1,68	0,05	1,89	3,62	4,68
biomasse MS en g par m carré	50,40	4,76	0,68	8,63	5,85	8,68
sd	68,71	5,6	0,49	7,48		
surface du gisement (ha)	3,00	21,41	7,29	21,89	50,59	53,59



Cartographie des sites de présence de *Scrobicularia plana*
réalisée dans l'anse d'Yffiniac en 2014
et dans l'anse de Morieux en 2015

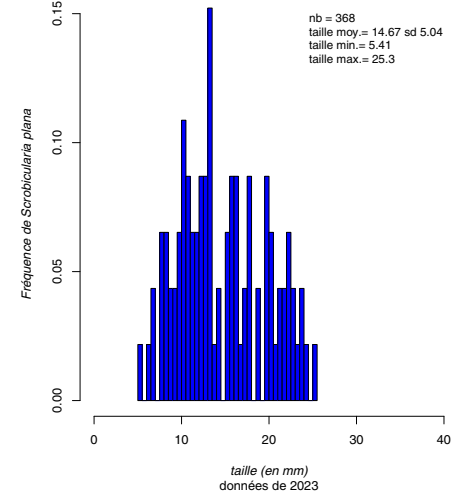
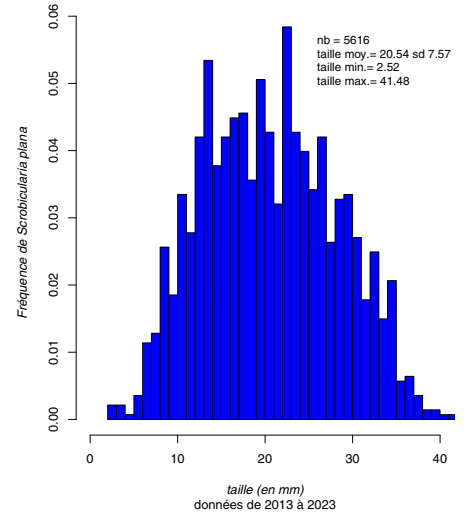
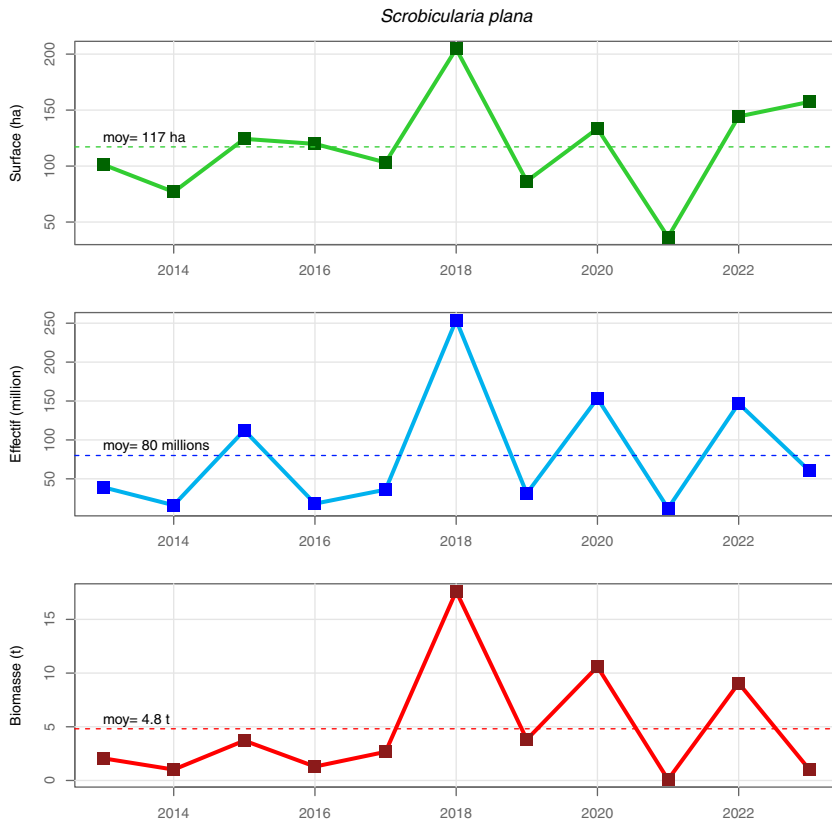
Scrobicularia plana

Le plan d'échantillonnage utilisé pour l'évaluation des mollusques bivalves ne permet pas de cartographier finement la répartition de cette espèce. En février 2014, une cartographie fine des sites de présence de l'espèce a été réalisée sur l'anse d'Yffiniac et en 2015 sur l'anse de Morieux. Cette espèce est présente sur 53.6 ha dont 50.6 ha dans l'anse d'Yffiniac soit sur 1.8 % de l'estran du fond de baie de Saint-Brieuc.

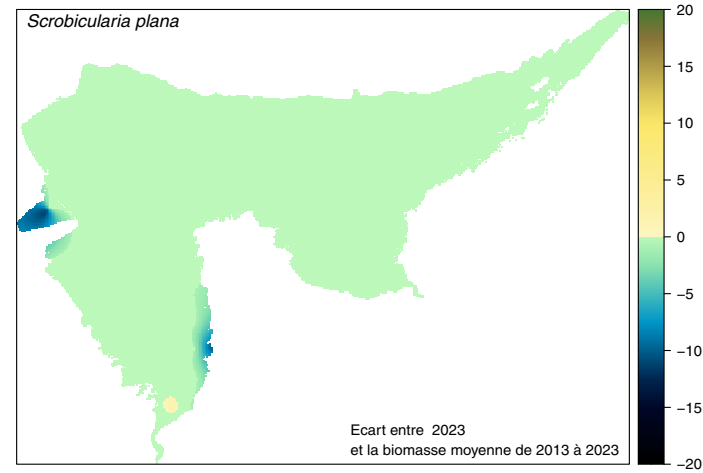
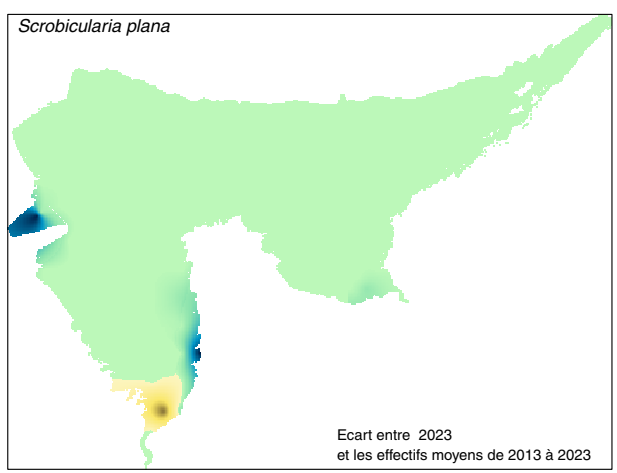
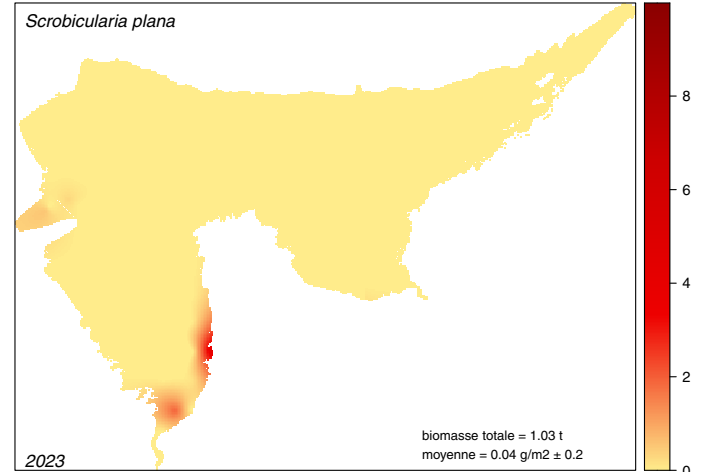
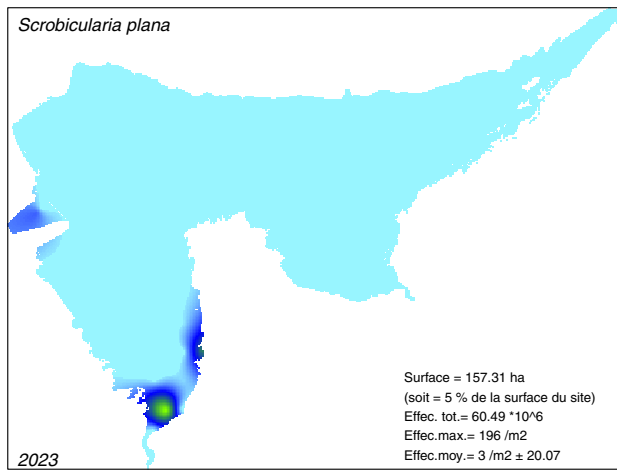
Les principaux sites sont localisés le long de la côte d'Hillion dans le secteur de la plage de l'Hôtellerie et dans l'estuaire du Gouët. La biomasse totale est évaluée à 4.7 t avec ce protocole.

Scrobicularia plana

évolution depuis 2013



Situation pour cette année

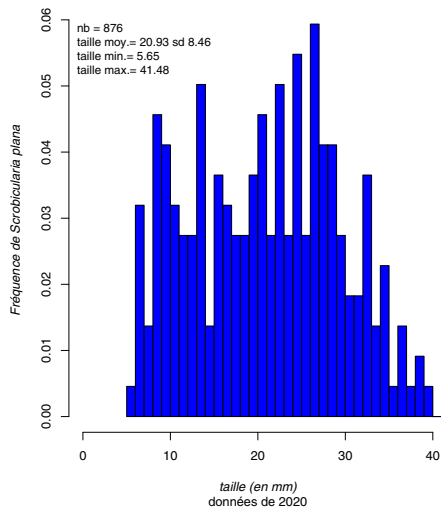


Scrobicularia plana

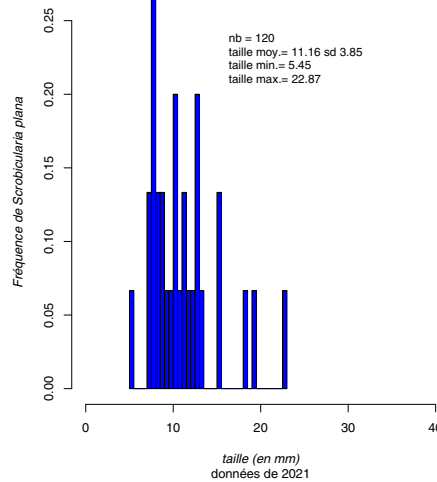
Structure démographique

La longueur de l'axe antéro-postérieur de *Scrobicularia plana* en baie de Saint-Brieuc atteint 41 mm, avec une taille moyenne de l'ordre de 20 mm. L'histogramme en classe de taille ne permet pas de distinguer de classes d'âges. Il y en a probablement 4 ou 5 classes d'âges sur l'ensemble des données.

En 2020, un très fort recrutement de scrobiculaires avec des effectifs élevés d'individus d'une dizaine de millimètres est observé en particulier dans l'estuaire du Gouët.



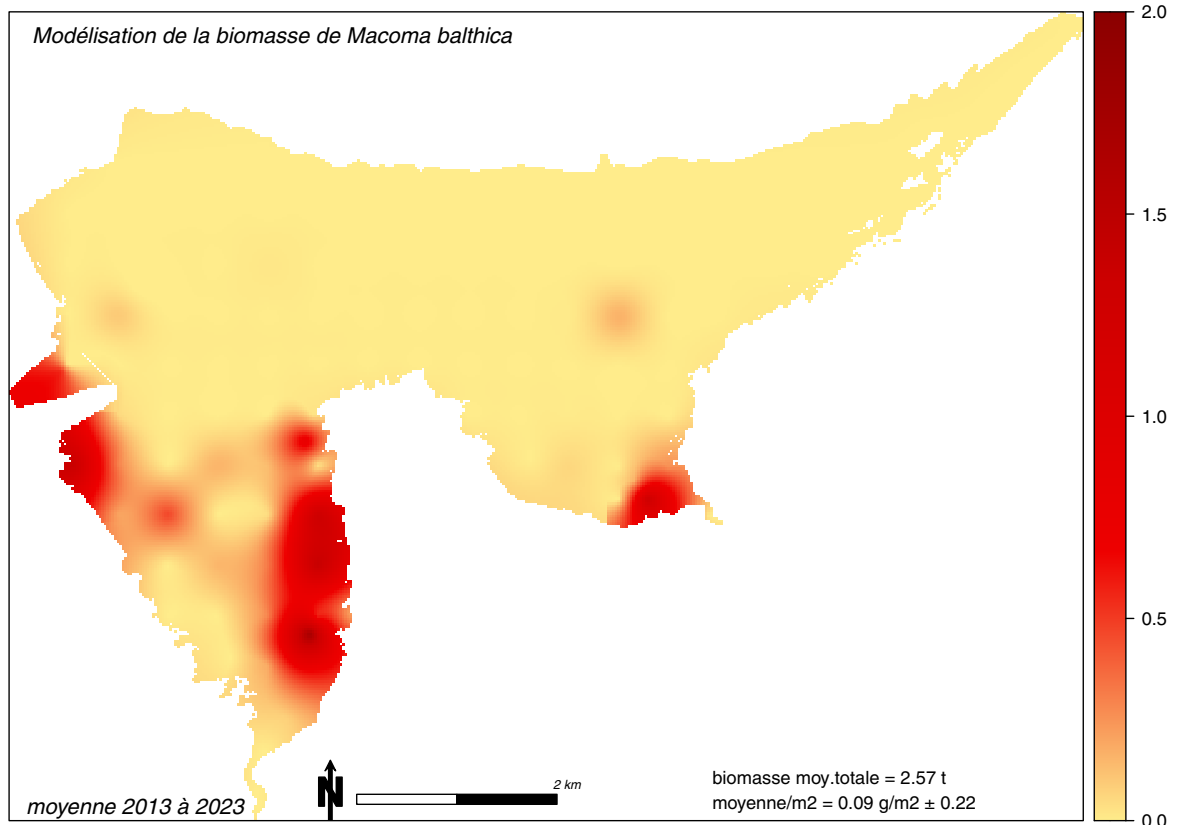
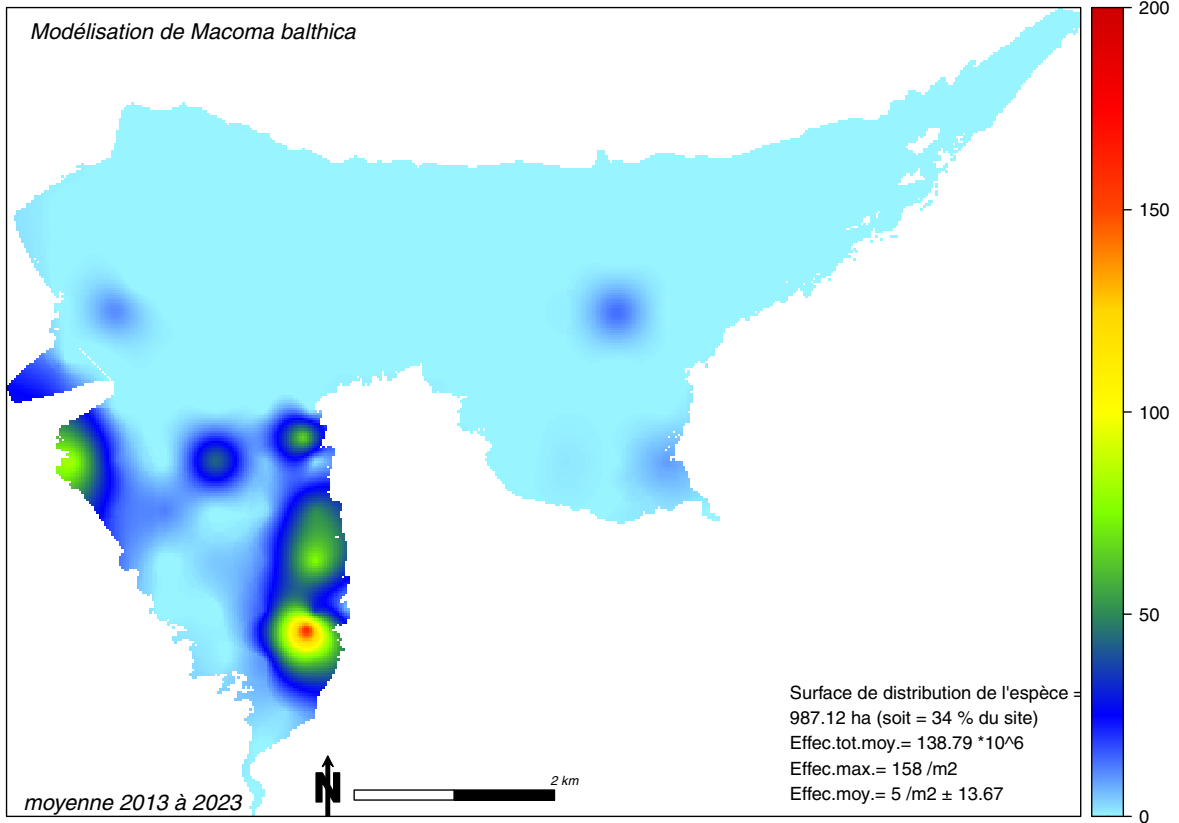
En 2021, on observe une forte mortalité des scrobiculaires dans les stations suivies avec uniquement la présence d'individus mesurant un à deux centimètre environ.



En 2022, on observe une dominance de scrobiculaires mesurant entre 10 et 30 mm. A noter la présence de très jeunes d'individus mesurant moins de 10 mm. En 2023, on observe des individus dont la taille est comprise entre 5 et 25 mm.

Macoma balthica

situation moyenne depuis 2013



Macoma balthica

(Linnaeus, 1758)

Telline de la Baltique

Baltic tellin

Plattmuschel



Phylum: **Mollusca**
Class: **Bivalvia**
Order : **Veneroida**
Family : **Tellinidae**

Description

Macoma balthica possède une coquille lisse, assez épaisse, globalement ovale ou légèrement triangulaire, et mesurant généralement moins de 30 mm de long. Sa surface est brillante et sculptée de fines lignes de croissance concentriques. Elle peut être marquée d'une alternance de bandes sombres et claires. La plupart des coquilles sont souvent blanches ou roses, parfois jaunes ou oranges.

Biologie

Macoma balthica est une espèce euryhaline pouvant tolérer une salinité très réduite, typique des zones calmes. Elle vit enfouie sur le côté de préférence dans les cinq premiers centimètres des sédiments vaseux ou sableux fins recouverts de vase en zone intertidale. Elle a tendance à préférer les sédiments très fins (granulométrie médiane <200 µm) avec des teneurs de vases élevées (> 20%). La période de reproduction principale se situe entre février et mai, avec une deuxième ponte à l'automne. La larve a une vie pélagique durant sept ou huit semaines. Lorsque la croissance est rapide, la longévité est d'environ trois ans, mais dans les populations à croissance lente les spécimens peuvent vivre jusqu'à six ou sept ans (record : 25 ans). Genelt-Yanovskiy *et al.*, (2017) ont montré qu'une combinaison d'hiver doux et d'été chaud entraîne une augmentation de la densité de *Macoma balthica* l'année suivante.

Macoma balthica peut changer de comportement alimentaire en fonction des conditions de milieu. Dans des habitats exposés, elle est suspensivore alors qu'elle devient dépositivore en milieux abrités (Törnroos *et al.*, 2015).

Ce bivalve semble d'ores et déjà être affecté par les changements globaux contemporains (Saunier, 2016, Sturbois *et al.*, 2021b). Au cours des 40 dernières années, cette espèce a vu son aire de répartition se contracter de 300 km vers le nord-est des côtes européennes (Bachelet, 1980) se traduisant par la disparition des populations méridionales. Cette remontée progressive de la limite sud d'aire de répartition pourrait être liée à la hausse des températures des eaux de surface du Golfe de Gascogne (Goikoetxea *et al.*, 2009). Les populations du golfe Normano-Breton se situent en limite méridionale de l'aire de répartition continue de l'espèce. La baie du Mont-Saint-Michel constitue la plus importante population de la Manche, mais il existe de multiples populations plus réduites qui assurent probablement une continuité génétique depuis la baie de Saint-Brieuc jusqu'aux populations de Manche orientale. La baie de Saint-Brieuc se situe à l'extrémité Ouest de répartition de cette espèce (Le Mao *et al.*, 2019). Dans la zone intertidale de la baie, la température de l'eau en surface varie de 4.6°C à 21°C (données enregistrées depuis 2007 à la St Guimond - Hillion) et montre une tendance à l'augmentation de 1.1°C par décennie.

Plusieurs auteurs suggèrent que la décomposition de quantités très importantes d'algues peuvent affecter certaines espèces de bivalves (comme *Macoma balthica*) et plus particulièrement leur recrutement (Olafsson, 1989)

Groupe trophique :

Suspensivore - dépositivore

Distribution :

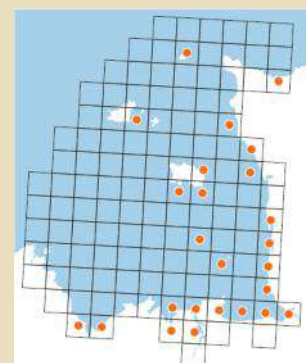
Mer Baltique,
Mer du Nord,
Manche,
Atlantique
(Sibérie- estu. Gironde)
(USA, Canada)
Pacifique Nord-Est

Habitat biosédimentaire :

A2.243 Sables fin vaseux à
Macoma balthica et *Hediste diversicolor*

Niveau bathymétrique principal :

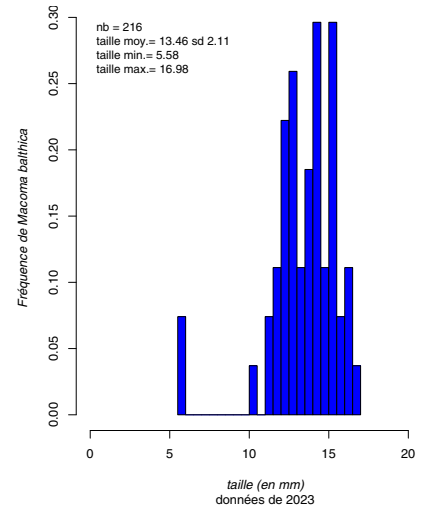
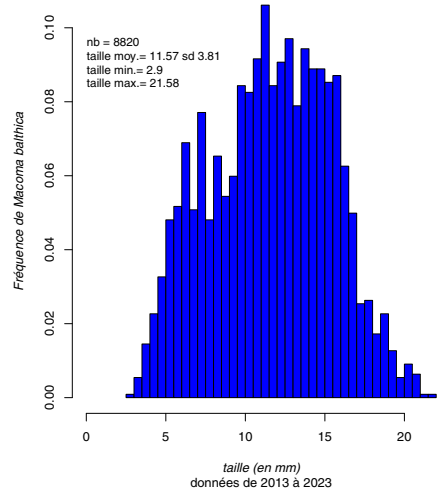
Médio-littoral supérieur



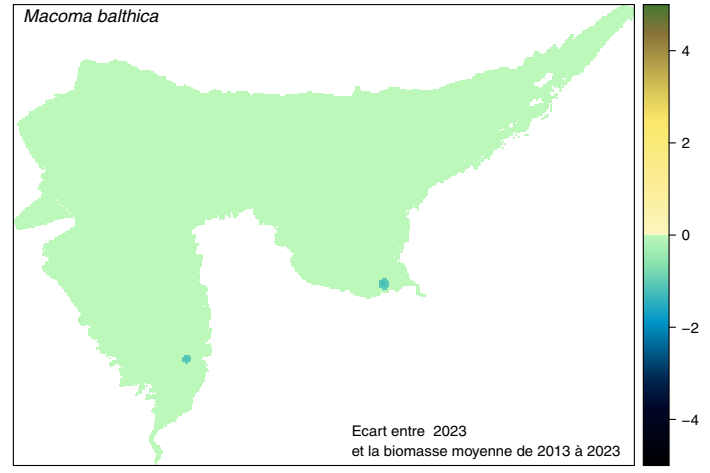
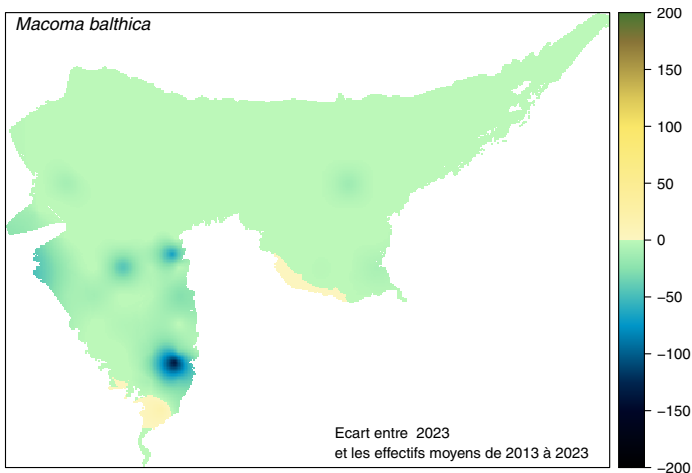
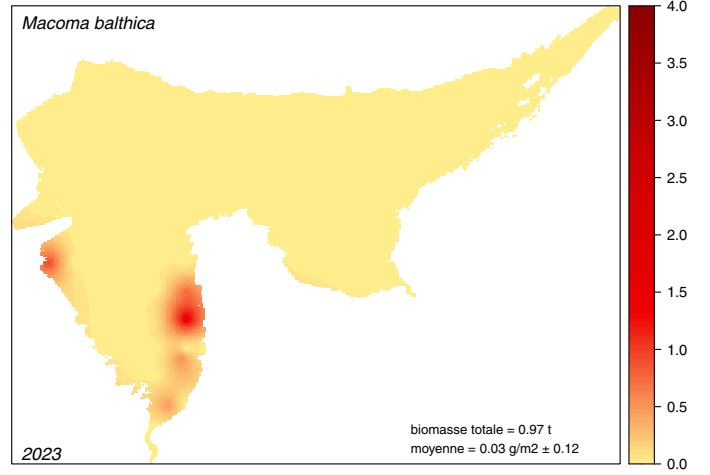
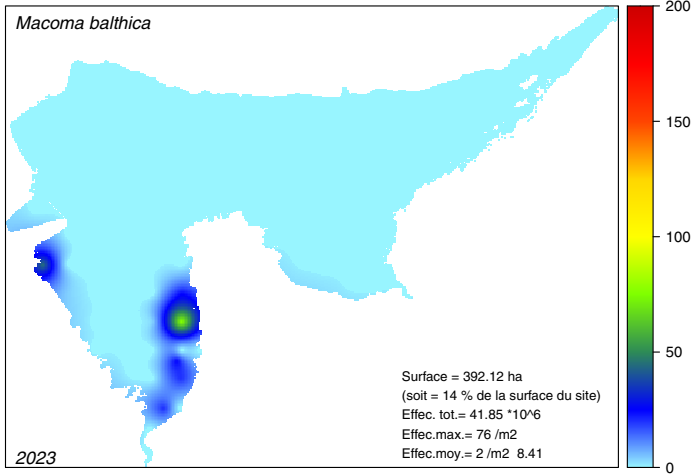
Carte de répartition de *Macoma balthica* à l'échelle du golfe normano-breton (Le Mao *et al.*, 2019).

Macoma balthica

évolution depuis 2013



Situation pour cette année



Macoma balthica

Structure démographique

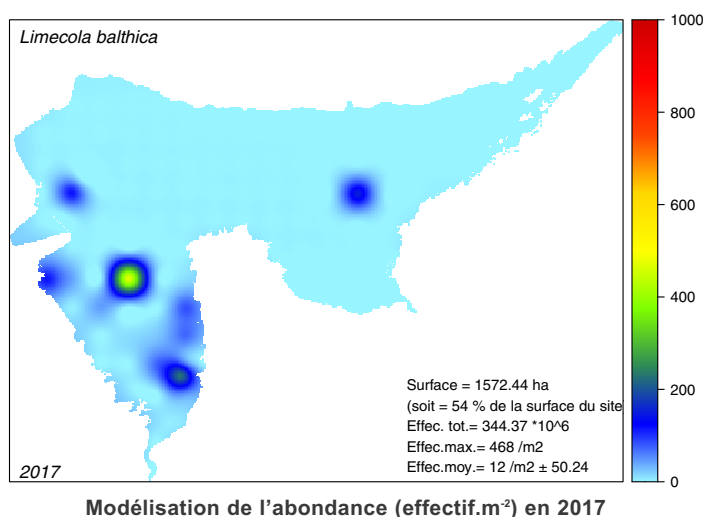
La longueur de l'axe antéro-postérieur de *Macoma balthica* observé en Baie de Saint-Brieuc ne dépasse pas 22 mm, avec une taille moyenne de l'ordre de 10 à 14 mm.

La structure démographique s'approche d'une structure trimodale avec une cohorte centrée vers 5 mm, une seconde vers 12 mm et une troisième vers 15 mm.

Dynamique de l'espèce

Elle est distribuée en fond de baie sur 300 à 400 ha environ de 2013 à 2016, pour doublé en 2017 avec 760 ha. De 2018 à 2020, la surface de présence de l'espèce est stable (environ 600 ha). En 2021 et 2022, cette distribution a fortement diminuée (260 ha environ). En 2023, elle est distribuée sur 392 ha, correspondant à la surface moyenne observé depuis 2013.

Les densités les plus fortes sont concentrées le long des côtes, dans les zones de silt vaseux, dont la bathymétrie est comprise entre 6.5 m et 9.5 m. En 2017, elle est présente dans l'ensemble du fond de l'anse d'Yffiniac. Depuis 2018, elle est absente dans la région centrale de l'anse.



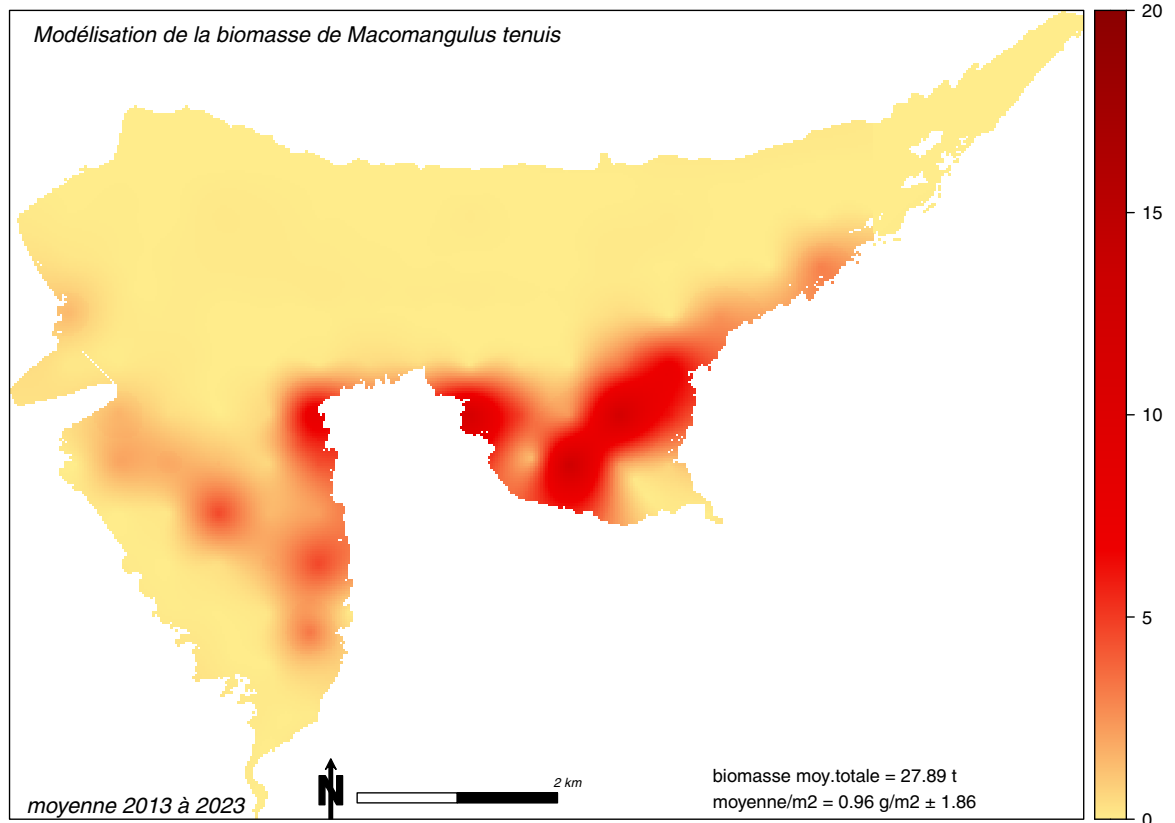
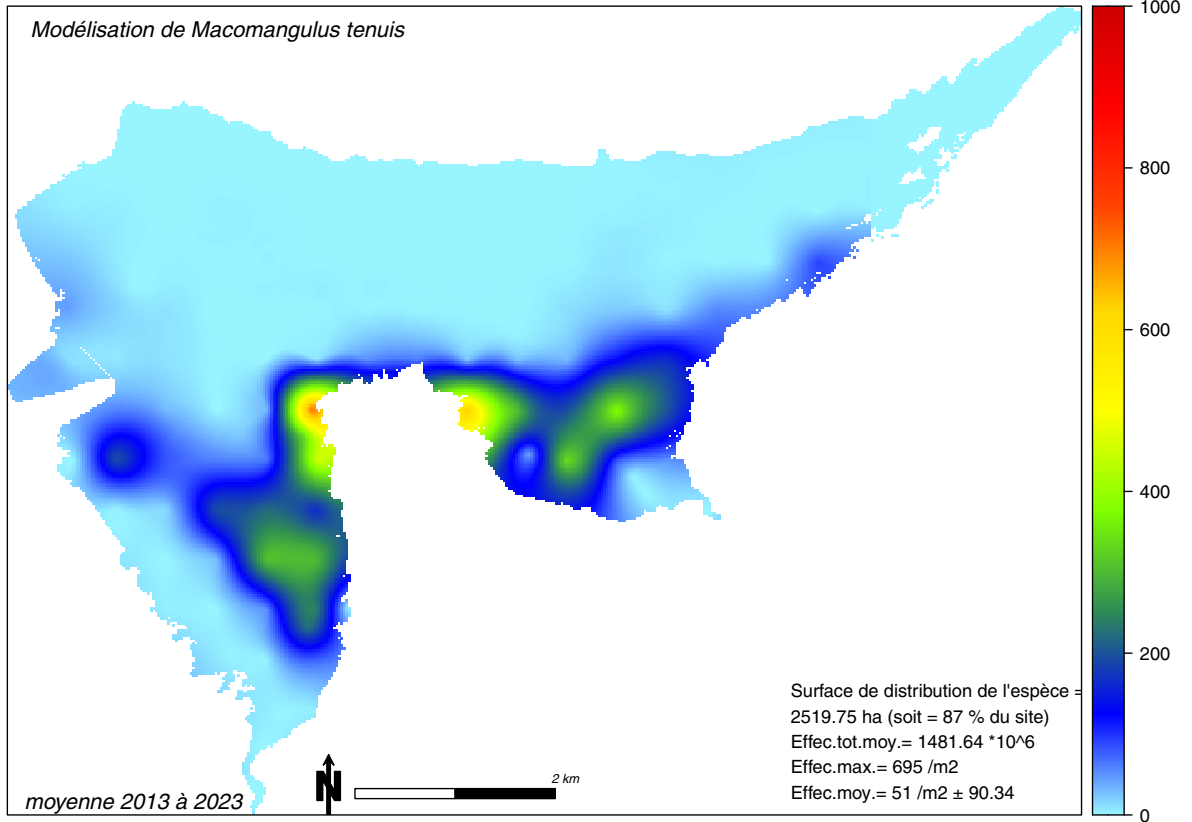
On observe une extension de son aire de répartition à partir de 2014, en particulier dans l'anse de Morieux, au sud de Roc-Verd. Ce secteur est caractérisé par l'arrivée du Gouessant dans l'anse de Morieux. Les mouvements sédimentaires et la formation de bancs de sables et de zones abritées entraînent l'apparition de conditions favorables à son installation et à son développement de manière plus ou moins temporaire. Cette zone est plus restreinte en 2021 avec de très faible densité de *Macoma*. Elle n'y est plus présente en 2022.

Sa biomasse est estimée à 1.6 t en 2013/2014 et double en 2015/2016 avec plus de 3 t, pour atteindre 4.3t en 2017. Cette augmentation serait à mettre en relation avec l'évolution sédimentaire du fond de l'anse d'Yffiniac. On observe une réduction de sa biomasse en 2018 et 2019, avec de réaugmenter légèrement en 2020. En 2021 la biomasse diminue fortement (1 t) avant de ré-augmenté en 2022 (2 t), pour revenir à 1t en 2023.

On a observé en 2020, un très important recrutement de cette espèce (comparable à 2017 en terme d'effectif mais sur une superficie moindre), le long de la côte d'Hillion, en particulier au sud de la plage de l'hôtellerie (secteur de Fronteven) et à proximité de la pointe du Grouin. Malgré ce fort recrutement, les effectifs observé depuis 2021 reste faible.

Macomangulus tenuis

situation moyenne depuis 2013



Macomangulus tenuis

(Da Costa, 1778)

Telline-papillon

Thin tellin

platte Tellmuschel



Phylum: **Mollusca**
Class: **Bivalvia**
Order : **Veneroida**
Family : **Tellinidae**

Description

Macomangulus tenuis, anciennement *Tellina tenuis*, possède une coquille asymétrique, d'aspect triangulaire sur la face supérieure et de forme ovale irrégulière sur le bord inférieur des valves. Les valves de couleur rose (plus rarement blanche) sont fines, fragiles et légères. La surface des valves est pratiquement lisse et ne laissent apparaître que des fines stries de croissance. L'espèce peut atteindre 30 mm.

Biologie

L'espèce affectionne les sables fins (150 à 500 µm) et relativement propres (particules fines < 20%) dans lesquels elle s'enfouit à quelques centimètres de profondeur. La profondeur d'enfouissement dépend des marées et peut atteindre 10 à 12 cm à marée basse. L'espèce est sensible aux hivers rigoureux et présente en général des densités plus faibles à la suite de telles situations. La durée de vie de *Macomangulus tenuis* varie entre 2 et 10 ans.

Le Bécasseau maubèche est un prédateur de la Telline en fond de baie (Quaintenne *et al.*, 2013 ; Sturbois *et al.*, 2015). Les poissons plats peuvent également s'alimenter de ses siphons qui possèdent une capacité d'auto-régénération.

Répartition sur le site

L'espèce est distribuée sur plus de 50 % de la surface de l'estran de la baie de Saint-Brieuc, avec les plus fortes densités au niveau de la mi-marée en particulier dans l'anse de Morieux et le long de la côte Est de la baie.

Groupe trophique :

Suspensivore

Distribution :

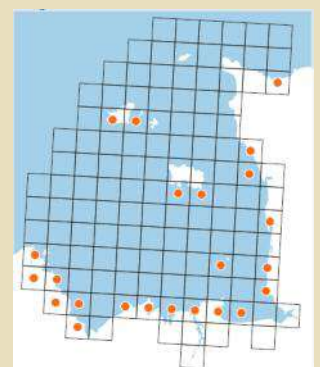
Mer du Nord,
Manche,
Atlantique
Méditerranée

Habitat biosédimentaire :

A2.242 Sables fins vaseux à *Cerastoderma edule* et Polychètes

Niveau bathymétrique principal :

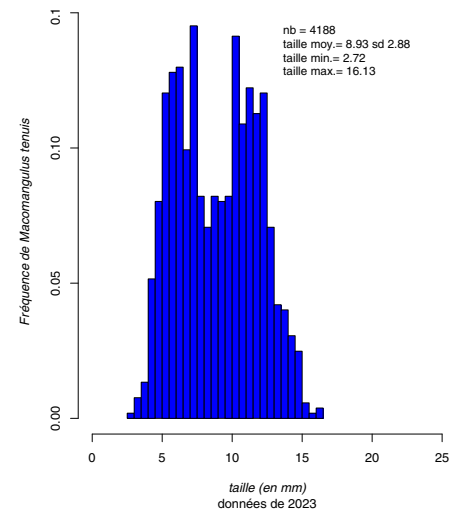
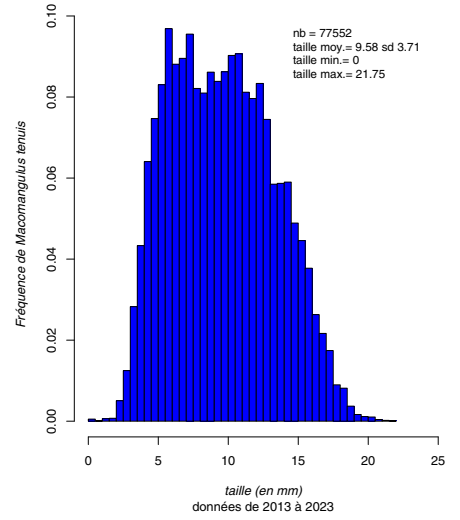
Mi-marée



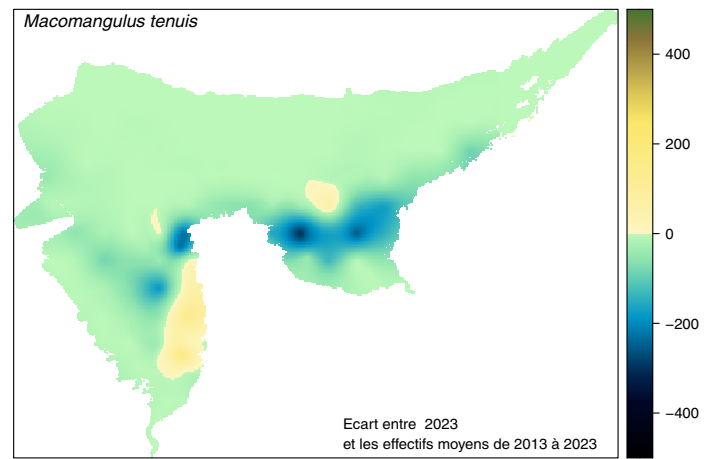
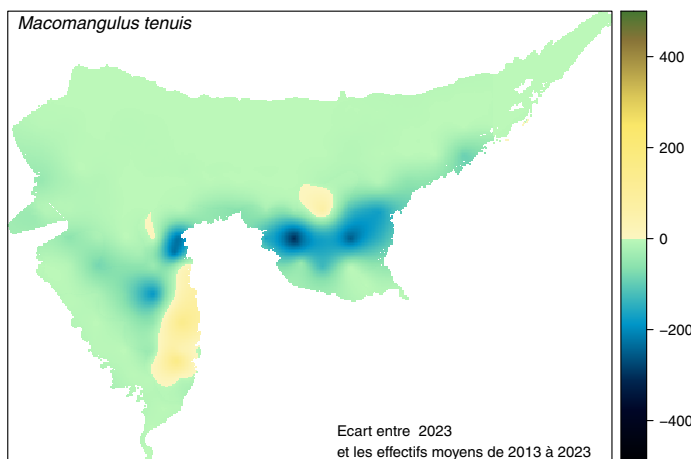
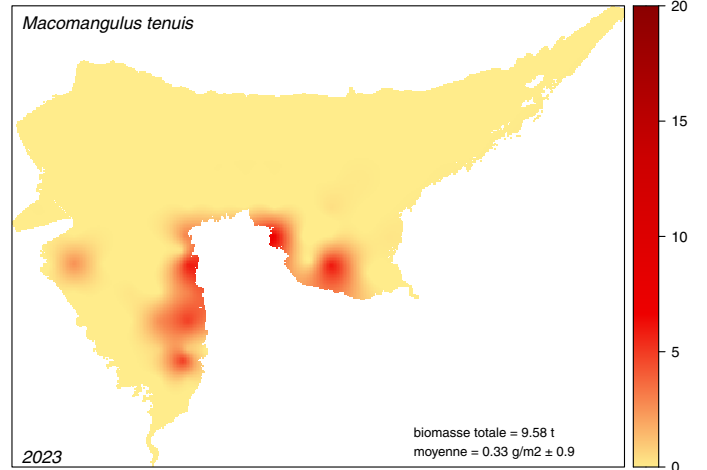
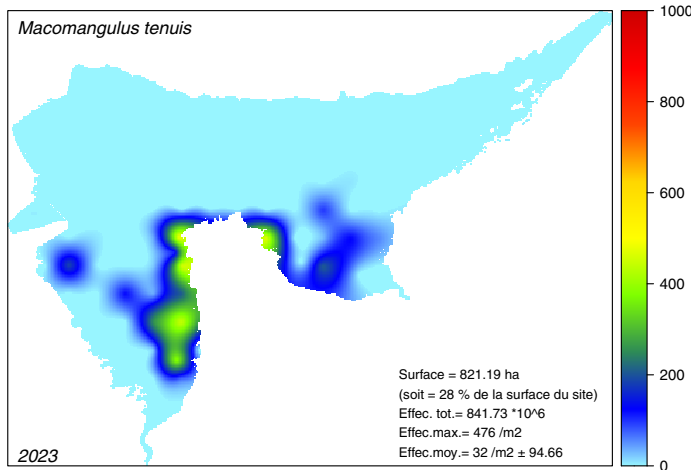
Carte de répartition de *Macomangulus tenuis* à l'échelle du golfe normano-breton (Le Mao *et al.*, 2019).

Macomangulus tenuis

évolution depuis 2013



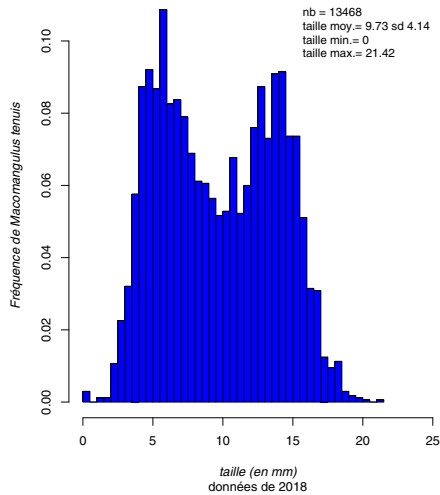
Situation pour cette année



Macomangulus tenuis

Structure démographique

La longueur de l'axe antéro-postérieur en baie de Saint-Brieuc est inférieur à 22 mm, avec une valeur moyenne proche de 10 mm.



En 2018, la structure démographique était de type bimodal mettant en évidence un abondant naissain centré vers 5 mm, à proportion égale avec une cohorte adulte dont le pic se situe vers 15 mm.

En 2019, l'histogramme est principalement centré sur une taille de 10 mm environ avec 2 modes secondaires centrés sur 5 mm et 15 mm.

En 2020, on observe, comme en 2018, un fort recrutement (individus mesurant moins de 10 mm), et un second mode centré vers 12 mm.

En 2021, l'histogramme est unimodal avec un mode principal centré vers 5 mm indiquant un recrutement important mais tardif de cette espèce. En 2022, l'histogramme est unimodal avec un mode principal centré vers 10 mm. On observe l'absence d'individus de taille supérieure à 16 mm. En 2023, l'histogramme est à nouveau bimodale avec un mode centré sur 7 mm et un autre sur 12 mm. On n'observe pas de *Macomangulus* de taille supérieure à 16 mm.

Dynamique de l'espèce

La surface de répartition de l'espèce était maximal en 2014 (2100 ha) et a depuis régulièrement diminué pour atteindre 1160 ha en 2023 (moyenne : 1365 ha). La régression de l'espèce se fait sentir essentiellement dans l'anse de Morieux.

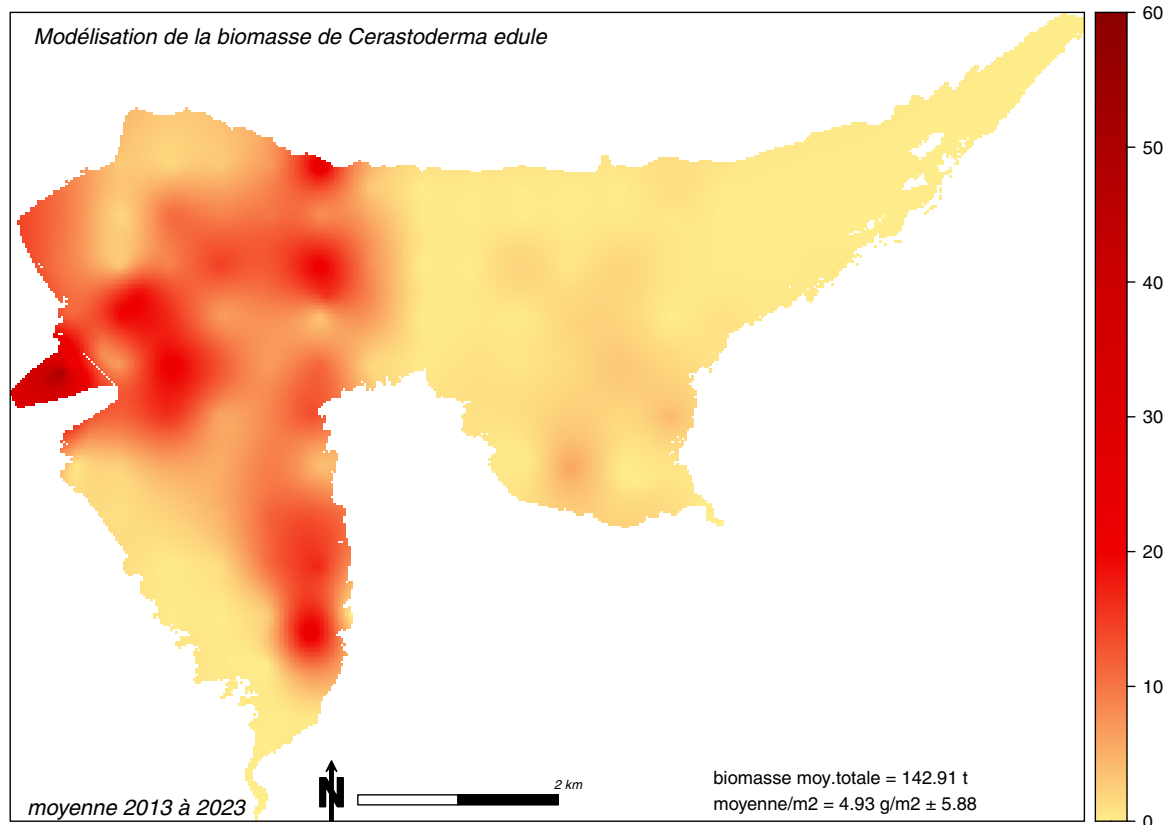
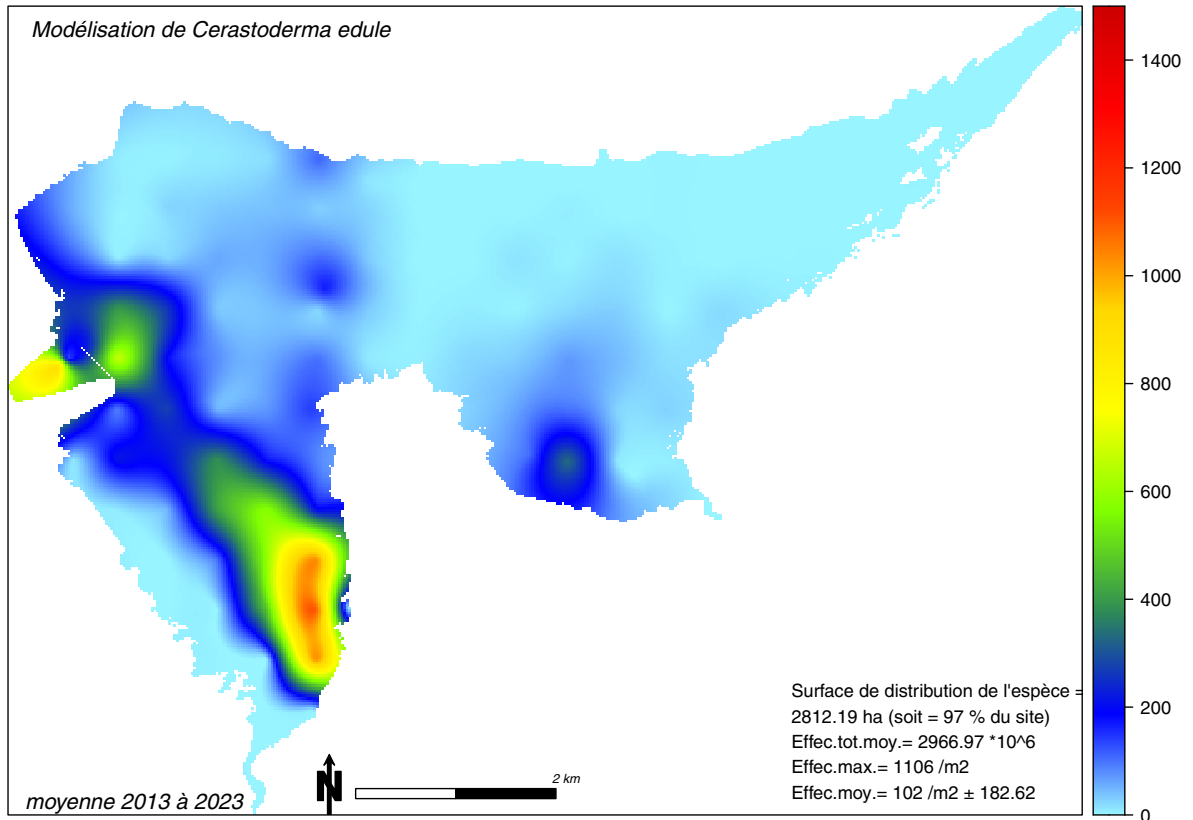
Malgré la diminution de la surface de répartition de l'espèce, on a observé une augmentation à la fois des effectifs et des biomasses de 2014 à 2018. À partir de 2019, on observe une diminution des effectifs et des biomasses. En 2021 on enregistre une légère augmentation des effectifs due à un bon recrutement et une stabilité de la biomasse. En 2022, les effectifs et les biomasses poursuivent leur diminution.

Les effectifs de *Macomangulus* varient de 527 millions (2014) à 2900 millions (en 2018) soit 5 fois plus.

La biomasse varie de 7 à 63 t, soit entre 3% (en 2022) et 28% (en 2018) de la biomasse totale des bivalves de l'estran.

Cerastoderma edule

situation moyenne depuis 2013



Cerastoderma edule

(Linnaeus, 1758)

Coque

Common Cockle

kokkel

Phylum: **Mollusca**

Class: **Bivalvia**

Order : **Veneroida**

Family : **Cardiidae**



Description

La coque peut atteindre la taille de 50 mm mais la moyenne observée plus communément sur le littoral oscille entre 15 et 39 mm. Les valves symétriques sont globalement rondes et bombées donnant une allure très ventrue à l'espèce. Elles sont ornées de fortes sculptures radiales caractéristiques. Les stries de croissance sont bien marquées. La couleur est variable, généralement blanche ou beige. Elle se rencontre de la Mauritanie à la mer de Barentz. Elle est probablement absente de Méditerranée.

Biologie

La coque affectionne les sédiments intertidaux sableux à sablo-vaseux ou graviers fins dans lesquels elle s'enfouit à quelques centimètres de profondeur. Elle est présente des niveaux haut de l'estran aux niveaux bas et déborde juste sous la limite du zéro des marées. Le naissain est présent sur les niveaux les plus hauts de l'estran et les individus adultes migrent au cours de la vie pour atteindre les parties basses de l'estran. La coque possède un pied robuste qui lui permet de s'enfoncer dans le sédiment et de s'y maintenir en présence de fortes contraintes hydrodynamiques (Dabouineau *et al.*, 2015).

Répartition sur le site

L'espèce est largement répartie sur l'estran. Depuis 2001, la surface couverte fluctue entre 1500 ha et 2500 ha (moyenne : 1969 ha \pm 288). La concentration de coques la plus élevée est observée dans le fond de l'anse d'Yffiniac depuis Saint-Guimond à la plage de l'Hôtellerie.

Groupe trophique :

Suspensivore

Distribution :

Mer du Nord,
Manche,
Atlantique
(Norvège - Sénégal)

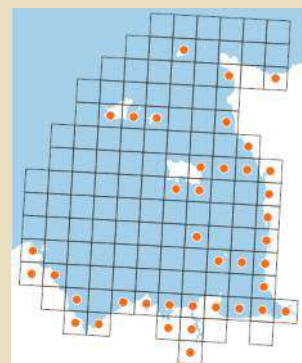
Habitat

biosédimentaire :

A2.242 Sables fin vaseux à
Cerastoderma edule et Polychètes

Niveau bathymétrique principal :

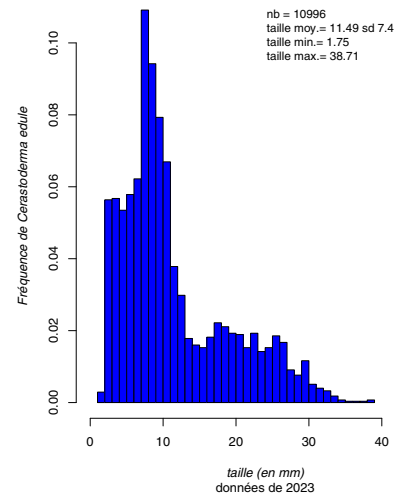
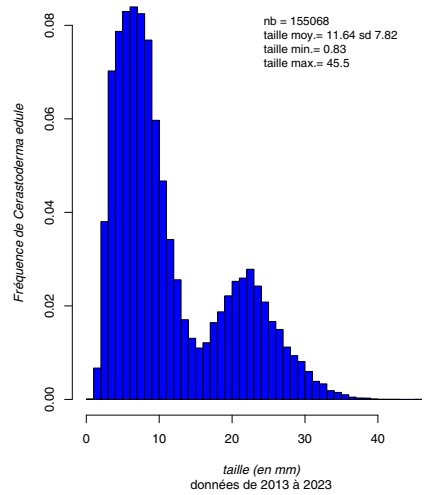
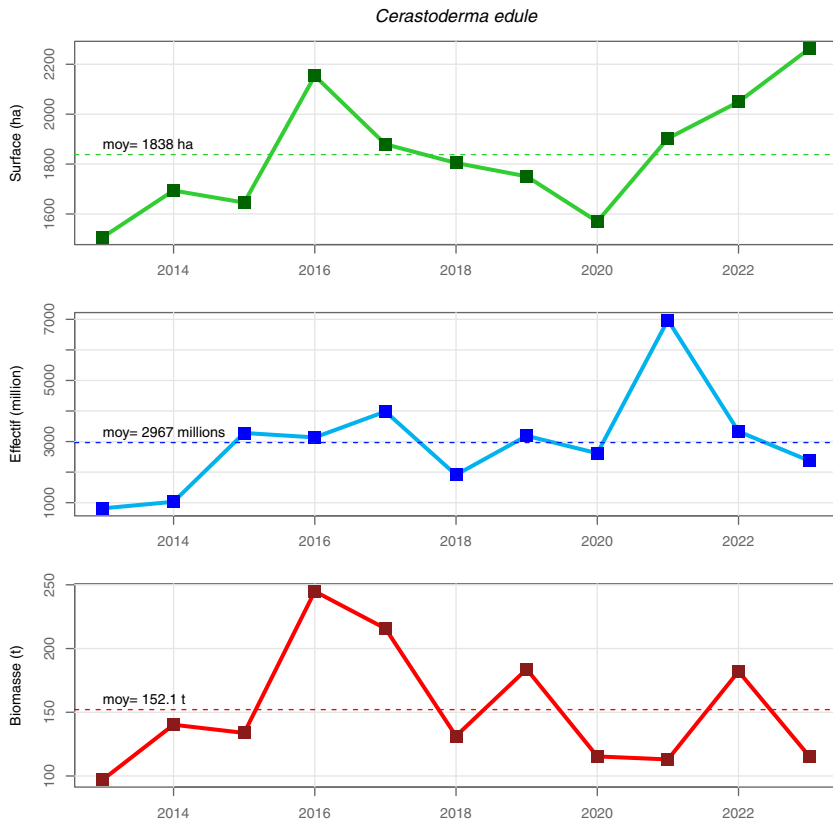
Mi-marée



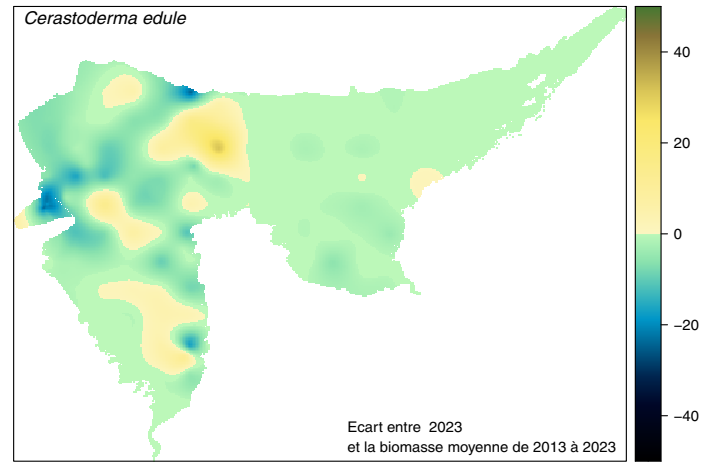
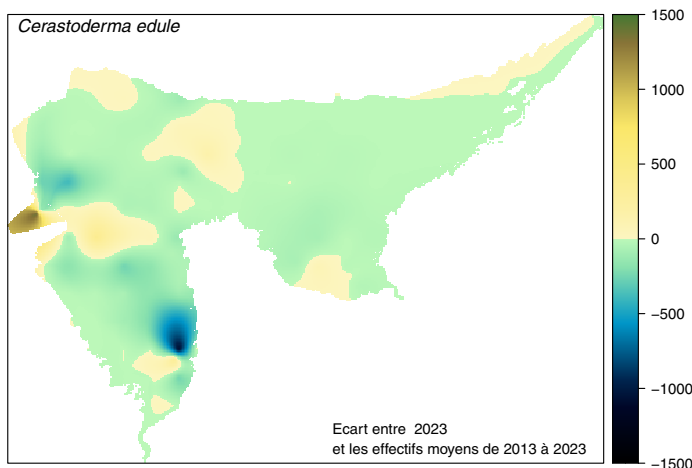
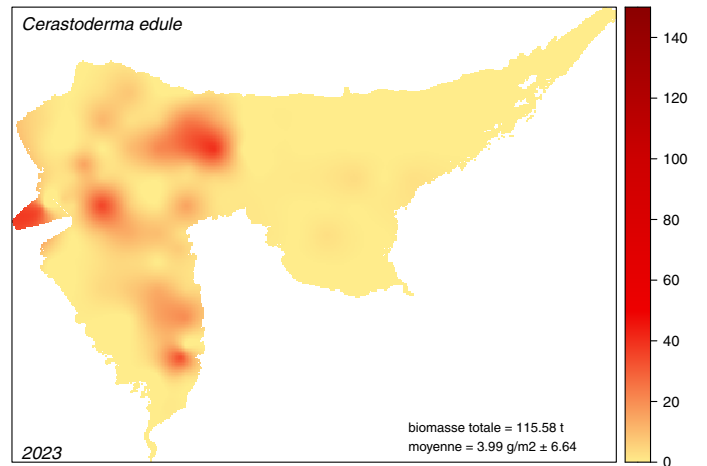
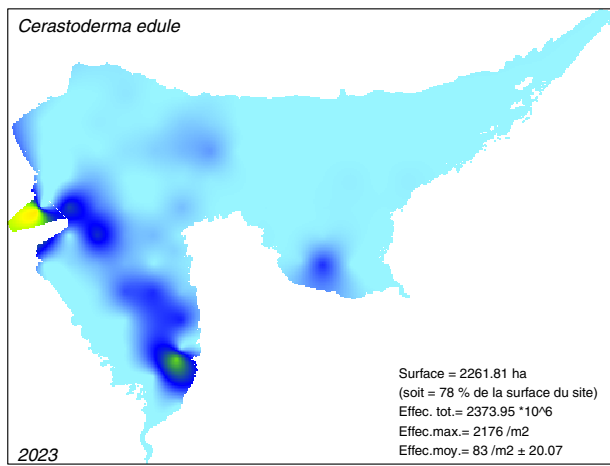
Carte de répartition de
Cerastoderma edule à l'échelle du
golfe normano-breton
(Le Mao *et al.*, 2019).

Cerastoderma edule

évolution depuis 2013



Situation pour cette année



Cerastoderma edule

Structure démographique

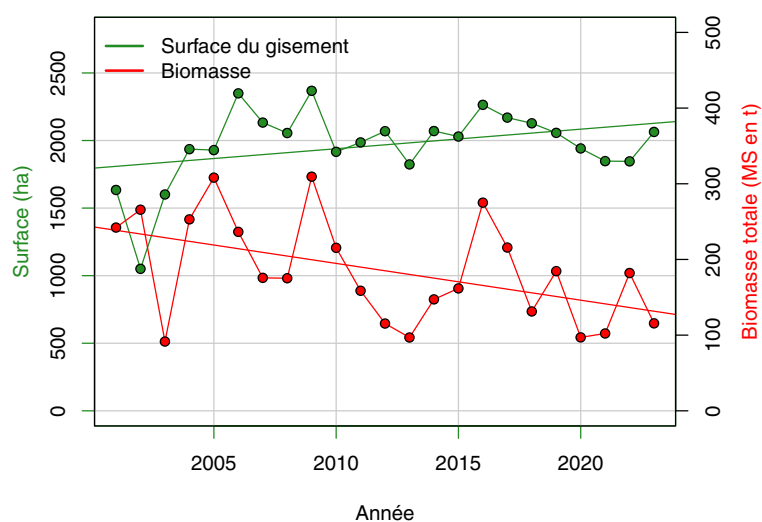
Les histogrammes en classes de tailles, en Baie de Saint-Brieuc, sont généralement polymodaux (le plus souvent bimodaux) avec un chevauchement des différentes cohortes pour les classes d'âges les plus élevées. Un premier mode généralement centré autour de 8 à 10 mm qui correspond au recrutement printannier de l'année. Ce recrutement peut être précoce comme en 2014, tardif comme en 2013, très tardif comme en 2018 ou 2019, ou s'étendre sur une longue période comme en 2015. Le second mode est généralement centré sur des classes de taille de 20 à 25 mm et correspond aux coques nées l'année précédente.

En 2021, le recrutement est 3.8 fois supérieur à la moyenne depuis 2001. Les deux modes observés pour le naissan l'un centré sur des coques de 9 mm et l'autre centré sur 3 mm, suggère une période de recrutement étendue. En 2022, le recrutement est estimé à 1.25 fois supérieur à la moyenne. En 2023, il est proche de la valeur moyenne (0.91 fois).

Dynamique de l'espèce

Depuis 2013, la surface du gisement de coque reste assez stable, à environ 2000 ha. Depuis 2001, on a observé une augmentation de cette surface, puis une stabilisation à partir de 2010.

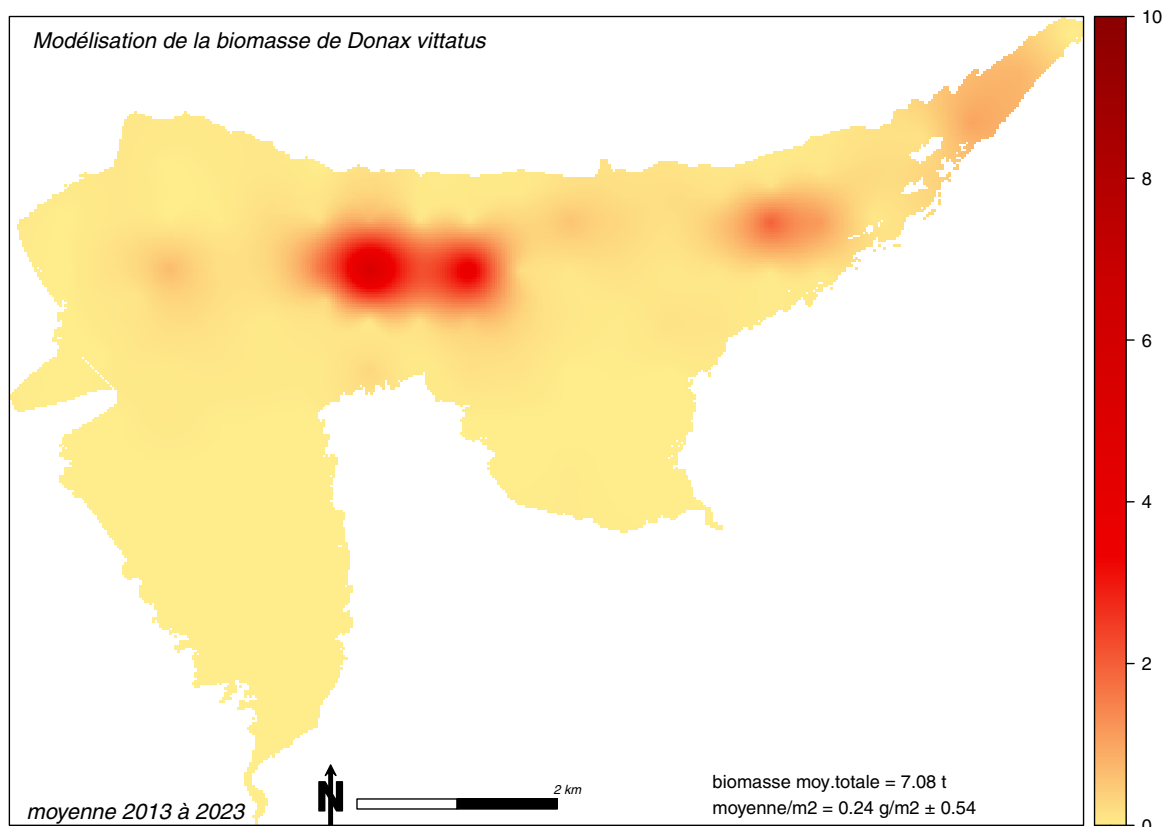
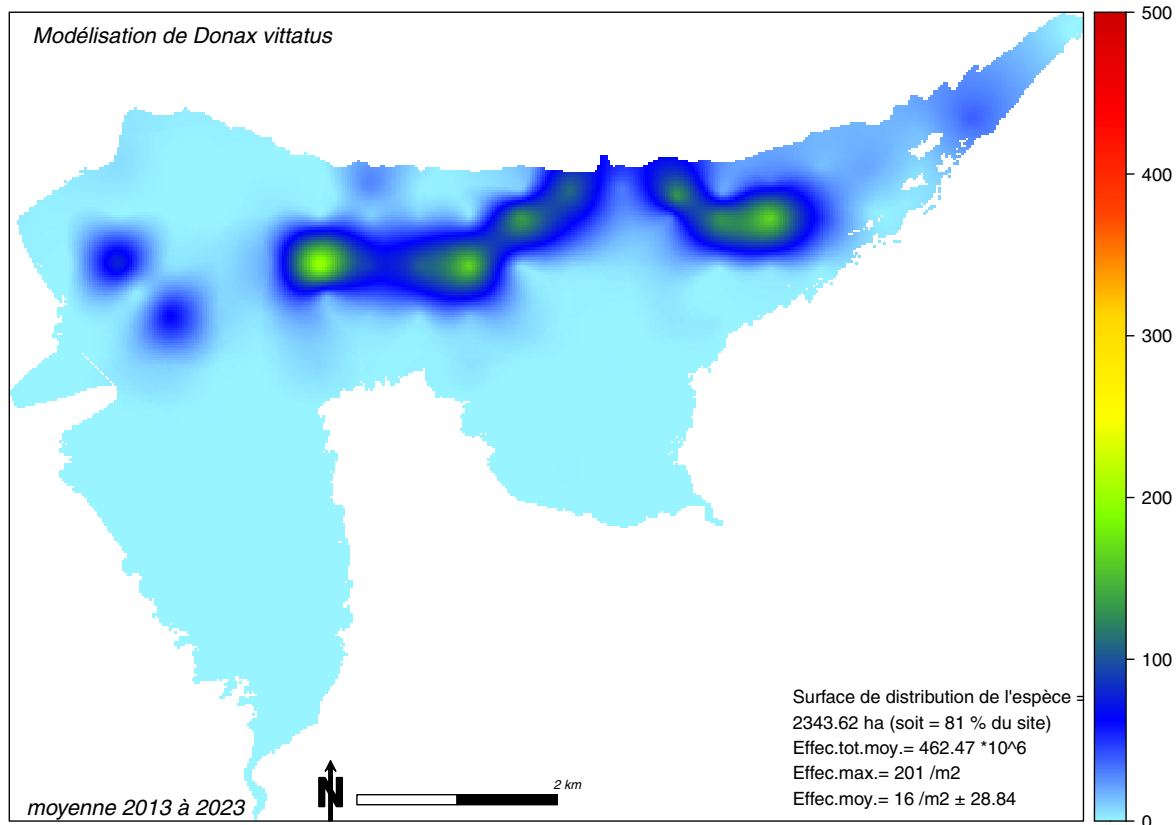
La biomasse de cette espèce peut fortement varier entre les années en fonction du niveau de recrutement. Depuis 2001, la biomasse (en matière sèche) moyenne de cette espèce est évaluée à environ 188 t (Ponsero *et al.*, 2022). Elle est de 151 t depuis 2013. La tendance globale montre une diminution depuis 2001. Cette espèce représente entre 63% et 87% de la biomasse des bivalves.



Evolution de la surface et de la biomasse du gisement de coque de la baie de Saint-Brieuc depuis 2001

Donax vittatus

situation moyenne depuis 2013



Donax vittatus

(da Costa, 1778)

Donace

Banded wedge shell

Sägezähnen

Phylum: **Mollusca**
Class: **Bivalvia**
Order : **Veneroida**
Family : **Donacidae**

Description

La coquille est de forme triangulaire et allongée. Son aspect est vernissé et les valves sont épaisses et robustes. Elle peut atteindre 40 mm de long et 16 mm de haut. La couleur est très variable : jaune orangé, blanc, marron-verdâtre, bleuté violacée. Elle est sculptée d'une fine structure rayonnante et de sillons longitudinaux ondulés. Le bord inférieur est très nettement crénelé.

Biologie

Comme les autres *Donax*, *D. vittatus* vit en bas de plages soumises à un fort hydrodynamisme, dans les zones de déferlement des vagues. Il est extrêmement abondant sur les bas de plages de la baie de Saint-Brieuc de Binic à Erquy (Le Mao *et al.*, 2019). Elle est présente sur l'estran, du médiolittoral au haut de l'infralittoral en quantité parfois très abondante. Elle affectionne les grandes plages ouvertes de sables fins propres (50/250 µm) où elle s'enfonce juste sous la surface du sédiment. Munie d'un grand pied, la Donace peut effectuer des "sauts" sur le sable et s'enfouir rapidement pour échapper par exemple à la Naticie (l'un de ses principaux prédateurs). Il a été démontré que la Donace constitue une proie non négligeable pour le Bécasseau maubèche sur les bas niveaux de l'estran en baie de Saint-Brieuc (Sturbois *et al.*, 2015). Elle est également consommée par les Macreuses (Kaiser *et al.*, 2006 ; Tolon, 2013).

Répartition sur le site

L'espèce est présente sur les niveaux bas de l'estran du fond de baie sur une surface d'environ 2000 ha et représentant une biomasse moyenne de 10 t. *D. vittatus* est sujette à d'importants pics d'abondance sur la zone d'étude comme lors des campagnes benthiques de 2001 et 2011 où les densités observées atteignent respectivement 21487 et 14685 ind.m².



Groupe trophique :

Suspensivore

Distribution :

Mer du Nord,
Manche,
Atlantique
(Norvège - Afrique Nord)
Méditerranée

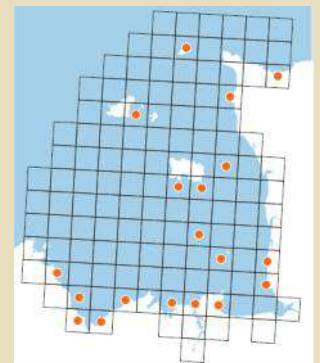
Habitat

biosédimentaire :

A5.23 Sables fins de l'infralittoral

Niveau bathymétrique principal :

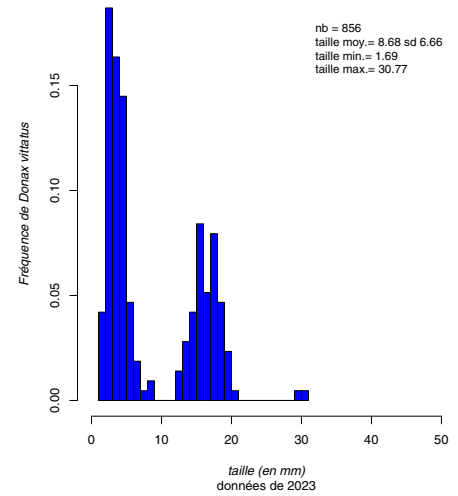
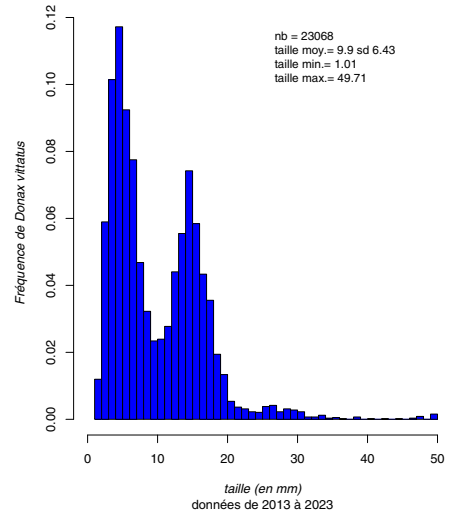
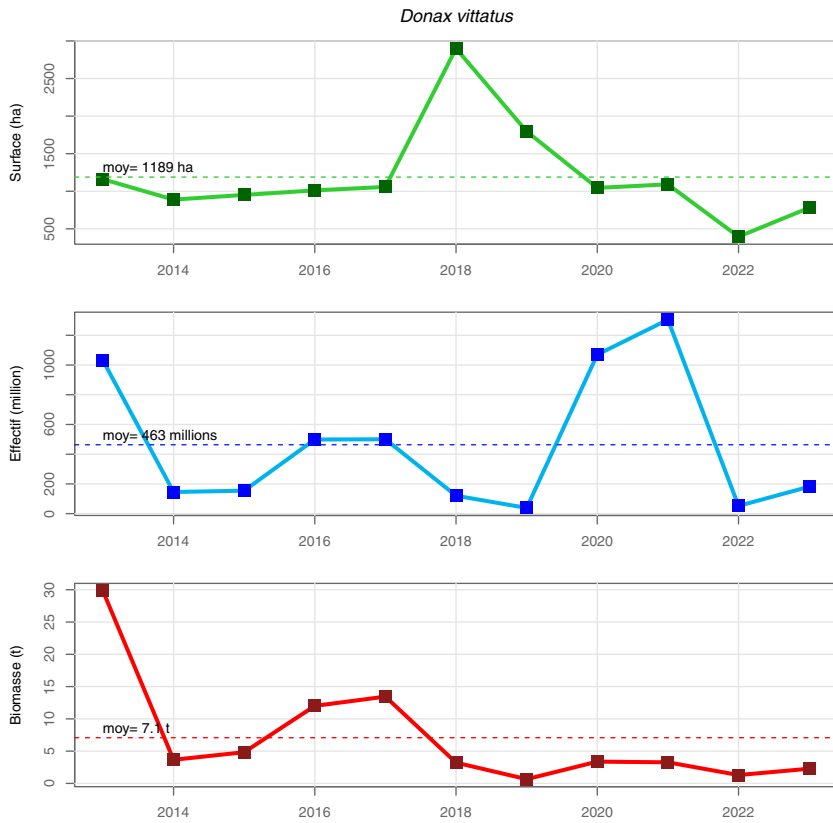
Bas d'estran



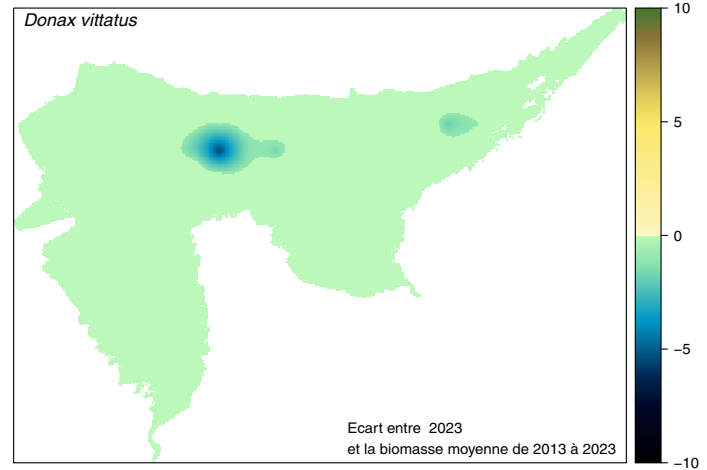
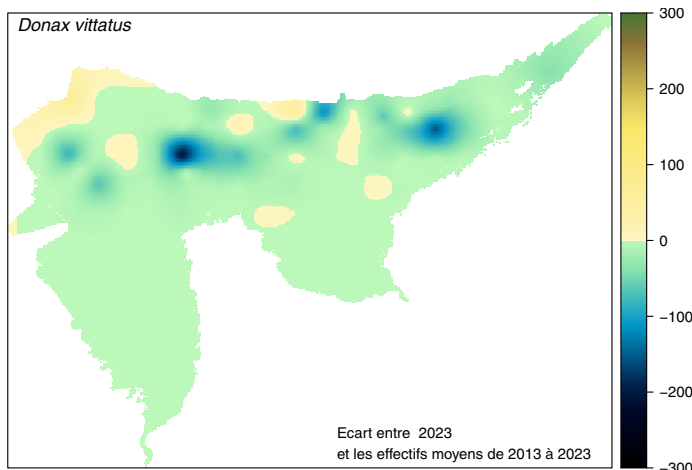
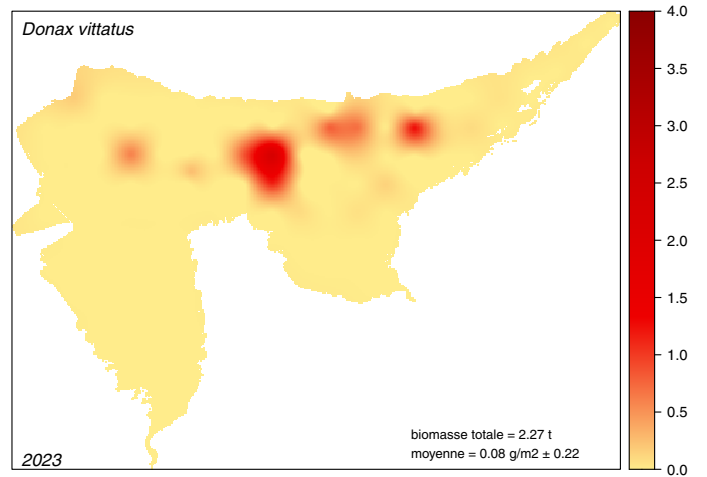
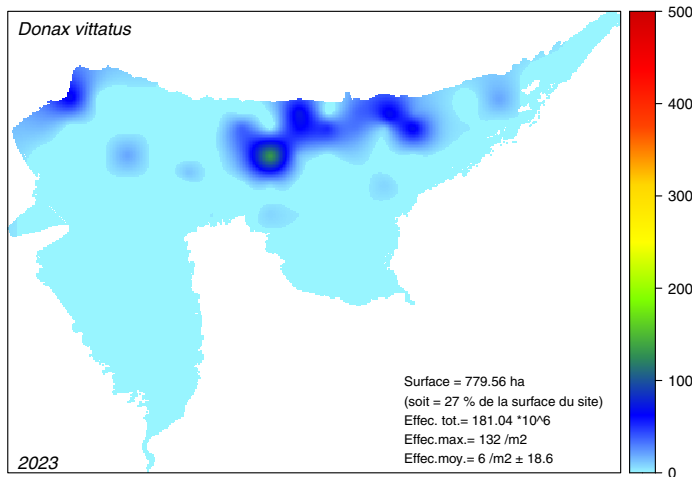
Carte de répartition de *Donax vittatus* à l'échelle du golfe normano-breton (Le Mao *et al.*, 2019).

Donax vittatus

évolution depuis 2013



Situation pour cette année



Donax vittatus

Structure démographique

La taille des individus collectés varie entre 1 mm et 49.7 mm. La taille moyenne est de l'ordre de 11 mm. Les histogrammes sont unimodaux pour 2013, 2015 ou 2019 et bimodaux pour 2014, 2016, 2018, 2020, 2021, 2022 et 2023.

La cohorte de 10 à 18 mm, individus d'un an, est habituellement nettement dominante. Lorsqu'elle est accessible, cette fraction du gisement représente une ressource essentielle pour des prédateurs se nourrissant de petits bivalves en bas d'estran. Les individus de grandes tailles (entre 20 et 50 mm), individus reproducteurs, sont très peu représentés ce qui pourrait s'expliquer par la distribution en partie située dans l'espace subtidale proche.

En 2020 et 2021, on a observé un fort recrutement de cette espèce avec une très forte proportion d'individus de moins de 10 mm.

Dynamique de l'espèce

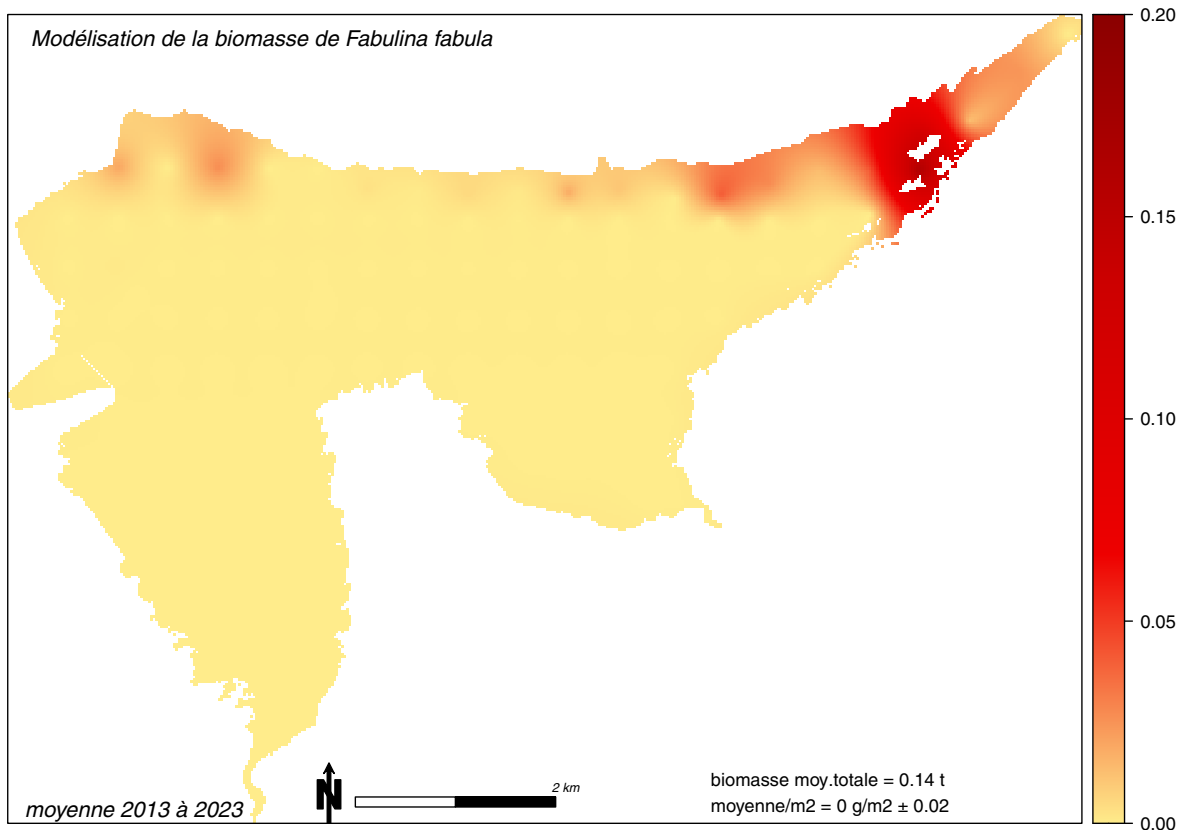
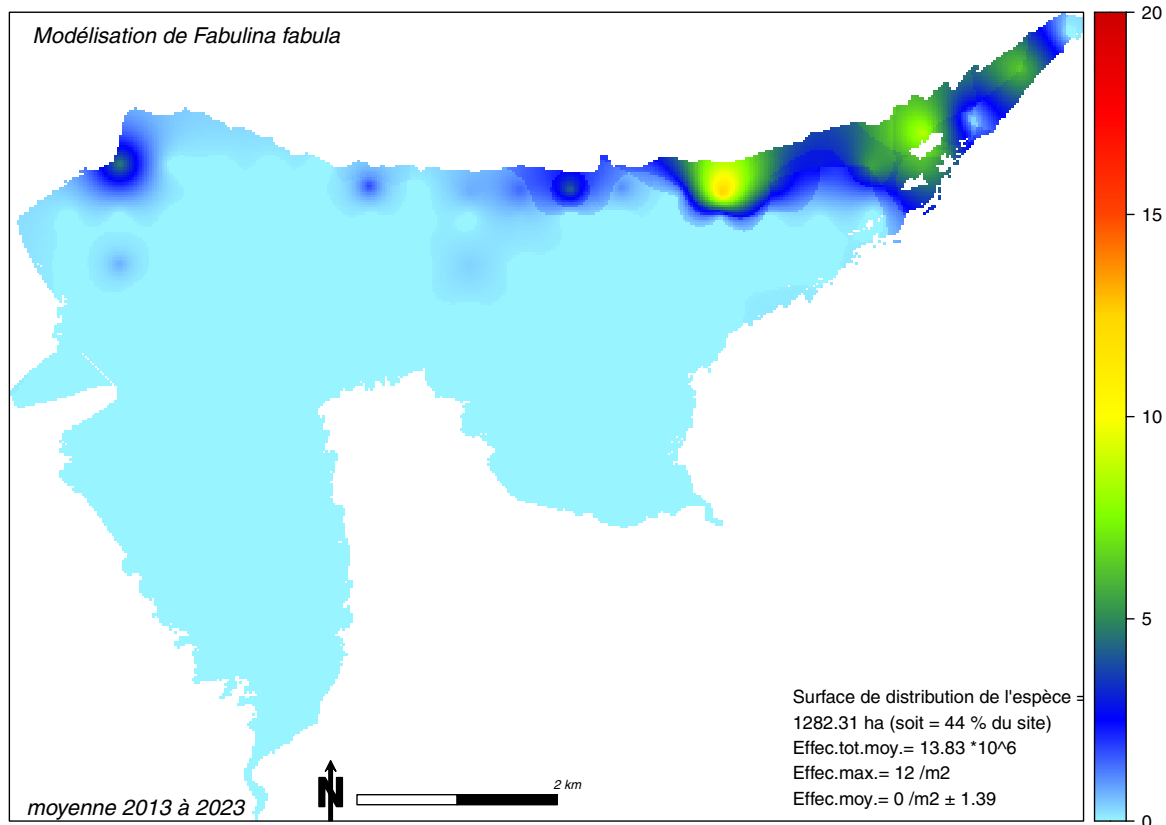
La surface de répartition de l'espèce était relativement stable de 2013 à 2017 (sur environ 1200 ha). Elle augmente fortement en 2018 et dans une moindre mesure 2019. En 2020 et 2021, on retrouve une surface de répartition de l'espèce comparable à la situation d'avant 2018 (proche une surface moyenne de 1200 ha). En 2022, on observe une forte diminution de la répartition de cette espèce sur l'estran (395 ha). Elle augmente légèrement en 2023 (780 ha).

Les densités sont assez variables, avec des années à faibles densité (2014, 2015, 2018, 2019, 2022). En milieu intertidal, les densités de *Donax* dépendent notamment de l'importance du recrutement, et des phénomènes météorologiques particuliers tels les fortes tempêtes associées à des vents de nord qui peuvent charrier des individus de la zone subtidale vers l'estran. Quillien *et al.* (2015) ont discuté de l'influence potentielle des tapis d'*Ulva* sp. sur les fortes abondances de *Donax vittatus* par l'amélioration des recrutements et par un effet négatif sur les prédateurs des larves.

En 2013, 2020 et 2021, dans quatre stations, nous avons observé de très fortes densités (supérieures à 500 ind.m⁻², avec un maximum de plus de 1000 ind.m⁻²). En 2016 et 2017, seule une station avait des densités qui dépassaient 500 ind.m⁻², et aucune les autres années.

Fabulina fabula

situation moyenne depuis 2013



Fabulina fabula

(Linnaeus, 1758)

telline striée

bean-like tellin

gerippte Tellmuschel

Phylum: **Mollusca**
Class: **Bivalvia**
Order : **Veneroida**
Family : **Tellinidae**



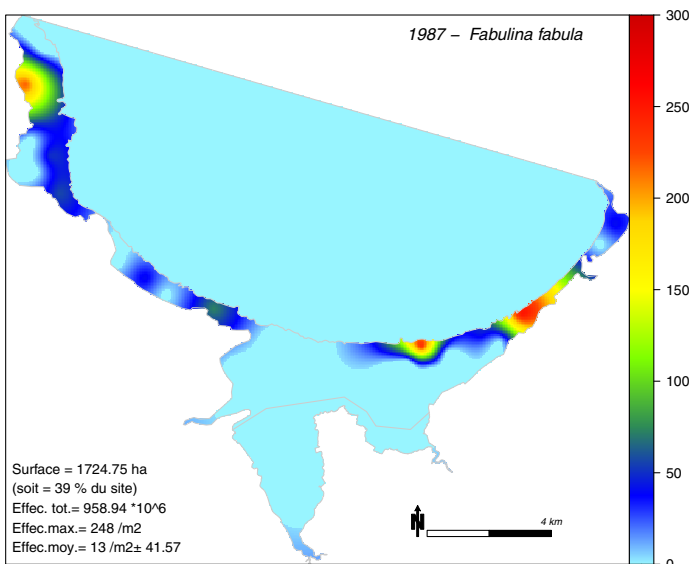
Description

La coquille ovale est mince et fragile pouvant mesurer jusqu'à 20 mm de long. La valve de droite présente des stries s'étendant depuis le bord avant dorsal sur le bord arrière ventral, tandis que la demi-coquille gauche est lisse. La couleur de la coquille varie du blanc au jaune-orange. Répartie de la Norvège au Maroc et en Méditerranée, cette telline vit dans le sable fin, depuis le bas de l'estran jusqu'à -50 m.

Biologie

Elle est présente du médiolittoral au haut de l'infra-littoral en quantité parfois très abondante. *Fabulina fabula* s'observe dans un large éventail de sédiments, mais affectionne néanmoins les sédiments de sable moyen (150 à 250 µm) propre ayant des teneurs en vase inférieure à 20%. Sa longévité est de quatre ou cinq ans.

Répartition sur le site



Modélisation de l'abondance (effectif.m⁻²)
à partir des données de Gros et Hamon, 1987

L'espèce est présente sur les niveaux bas de l'estran à l'est du fond de baie. Elle était abondante en 1987 (Gros et Hamon, 1987) et caractérisait le peuplement. Cette espèce n'a pas été observée lors des autres campagnes benthiques (2001, 2010 et 2011).

Groupe trophique :

Suspensivore

Distribution :

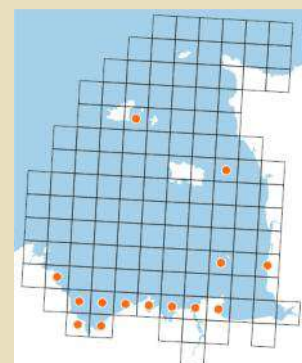
Mer du Nord,
Manche,
Atlantique
Méditerranée
mer Noire

Habitat biosédimentaire :

A5.23 Sables fin de l'infra-littoral

Niveau bathymétrique principal :

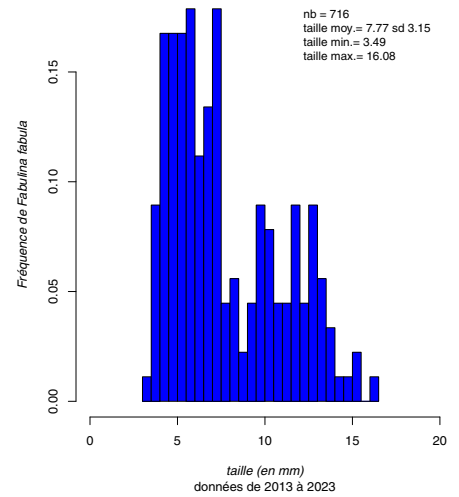
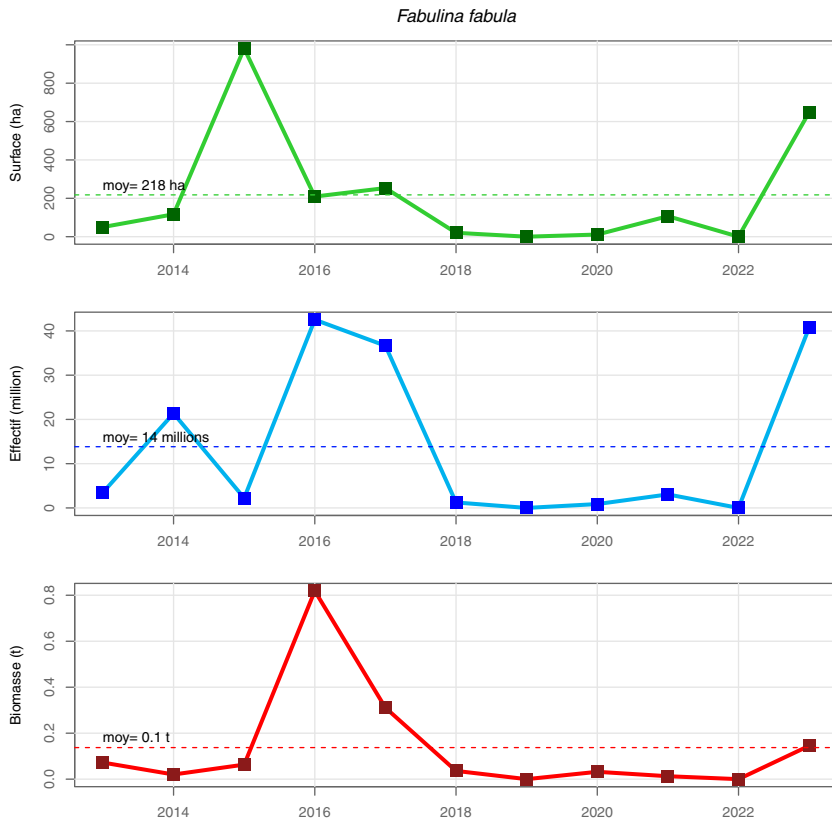
Bas d'estran



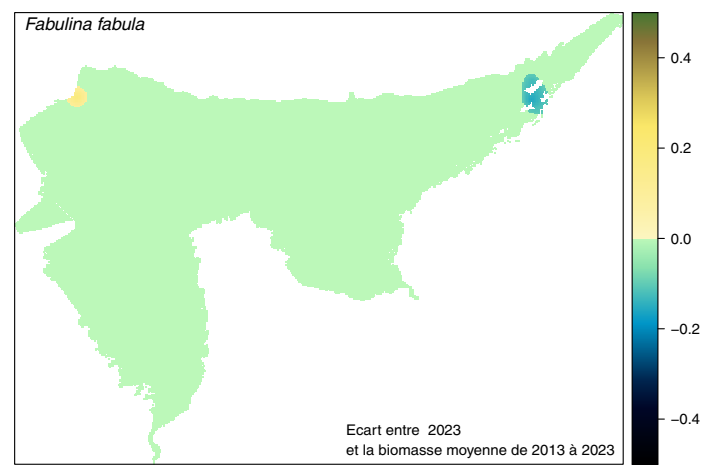
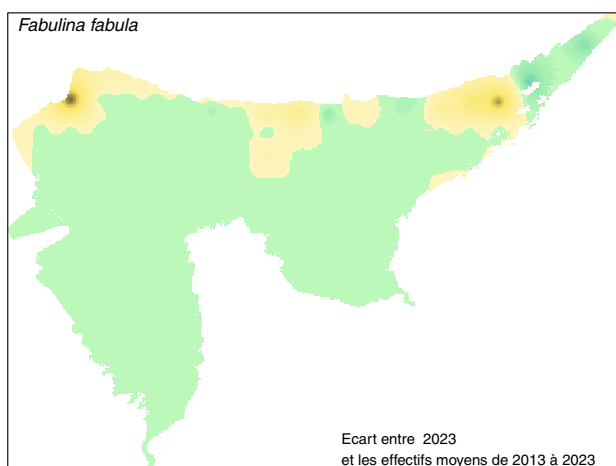
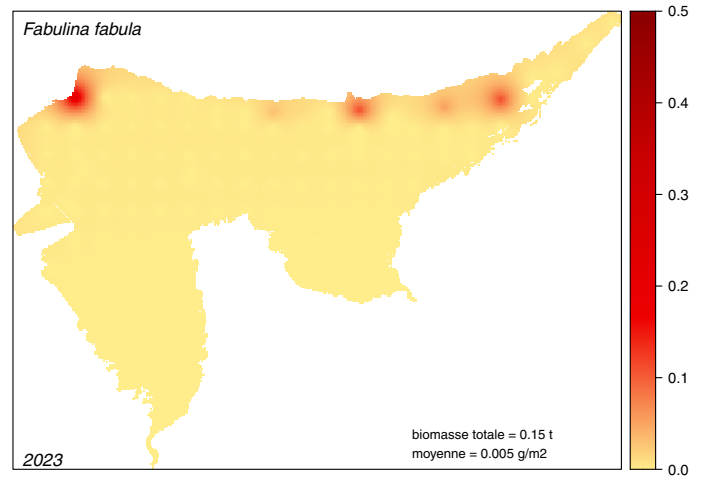
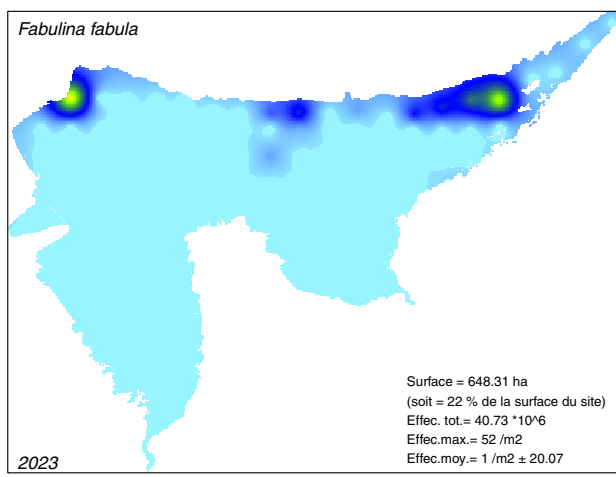
Carte de répartition de *Fabulina fabula* à l'échelle du golfe normano-breton (Le Mao *et al.*, 2019).

Fabulina fabula

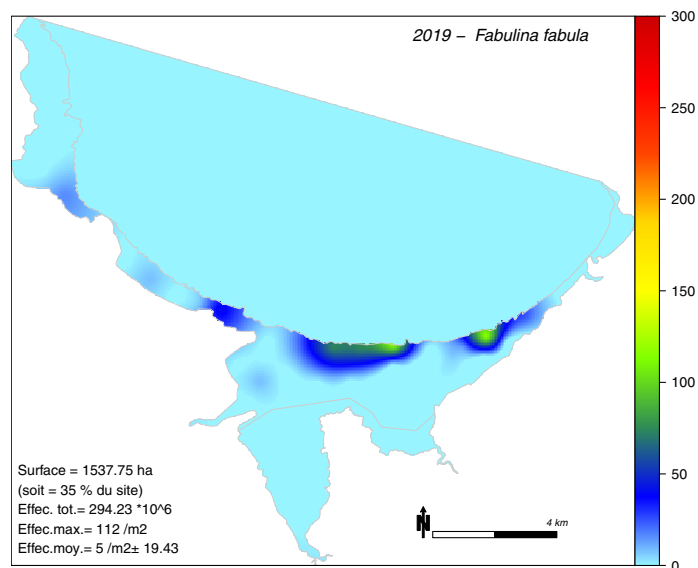
évolution depuis 2013



Situation pour cette année



Fabulina fabula



Modélisation de l'abondance (effectif.m²)
à partir des données de Sturbois et al., 2021

En février 2019 lors de la campagne benthique du programme ResTroph, *Fabulina fabula* a été observée sur tout le littoral, dans les niveaux proches du zéro de la mer, mais à de plus faible densité qu'en 1987.

Dans le cadre du programme de suivi des bivalves mené annuellement depuis 2013, cette espèce a été retrouvée dans 11 stations en 2023, 10 stations en 2017, 7 stations en 2016, 4 stations en 2014 et 2021, dans 3 stations en 2013, 2 stations en 2015 et 1 station en 2018 et 2020. En 2019, cette espèce n'a pas été observée lors de la phase terrain de juillet (alors qu'elle avait été observée en février 2019).

Dans le cadre du suivi des mollusques bivalves, cette espèce n'a pas été observée en 2022.

Depuis 2013, l'espèce se répartit sur environ 200 ha et représente une biomasse d'environ 0.1 t.

Structure démographique

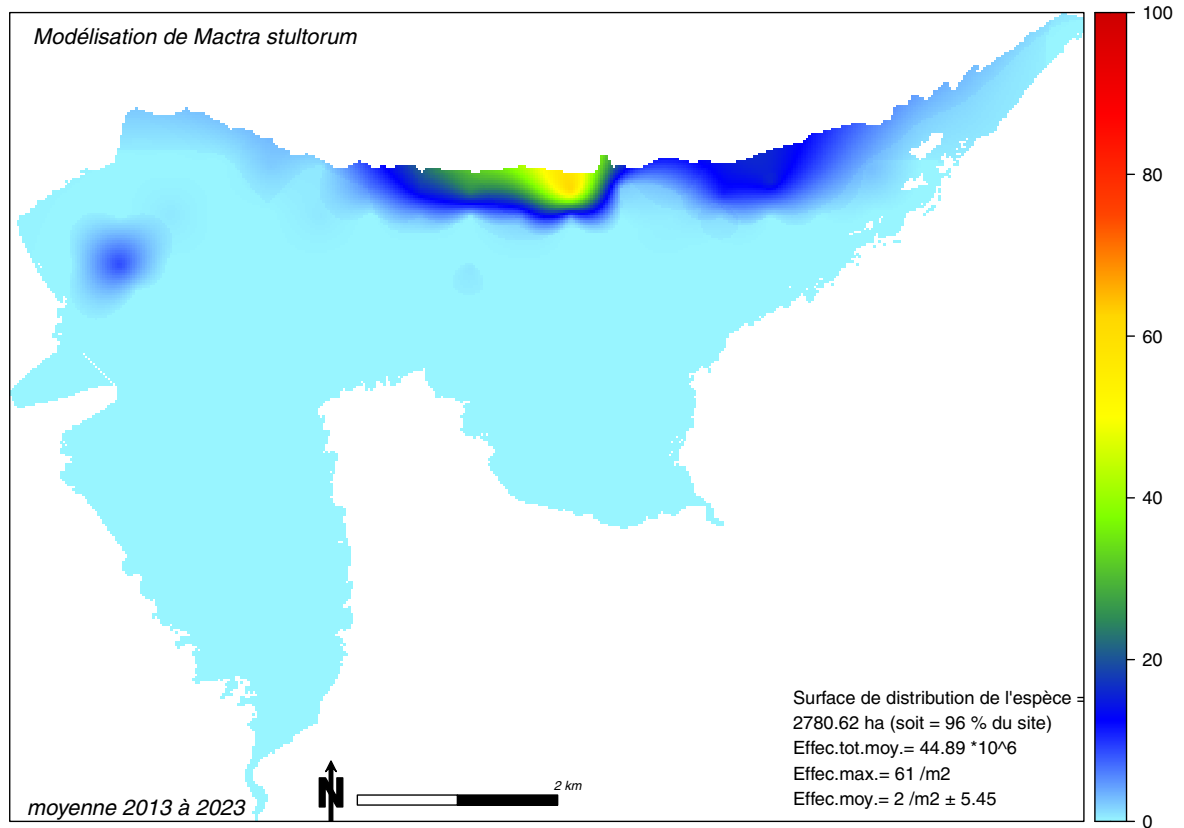
Les individus prélevés avaient une taille comprise entre 3.49 et 16.08 mm, avec une taille moyenne d'environ 8 mm.

Dynamique de l'espèce

Les densités maximales ont été observées en 2014 et 2016 avec plus de 80 individus par mètre carré dans l'Est de la baie et dans les stations proches du zéro marin. À noter en 2023, la présence de l'espèce à l'ouest de la baie, à proximité de la pointe du Roselier.

Macra stultorum

situation moyenne depuis 2013



Mactra stultorum

(Linnaeus, 1758)

Mactre

Rayed trough clam



Phylum: **Mollusca**
Class: **Bivalvia**
Order : **Veneroida**
Family : **Mactridae**

Description

Cette espèce a une coquille très fine et délicate, qui a des lignes de croissance concentriques et parfois aussi des bandes rayonnantes colorées. Cette espèce est présente dans les mêmes habitats que *Mactra glauca* mais elle est beaucoup plus petite. Elle mesure de 5 à 6 cm à l'âge adulte.

Biologie

Ce bivalve vit sur des fonds sableux à des profondeurs jusqu'à 30 m de profondeur. Ce mollusque s'enfouit entièrement, le plus souvent dans du sable ou du sédiment fin, laissant dépasser ses siphons pour assurer la circulation de l'eau nécessaire à la respiration et à la nutrition.

Répartition sur le site

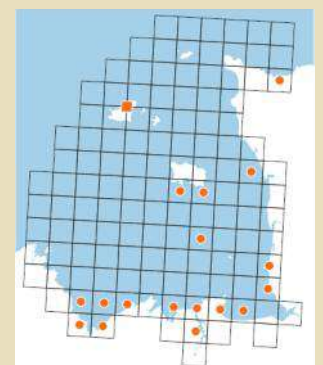
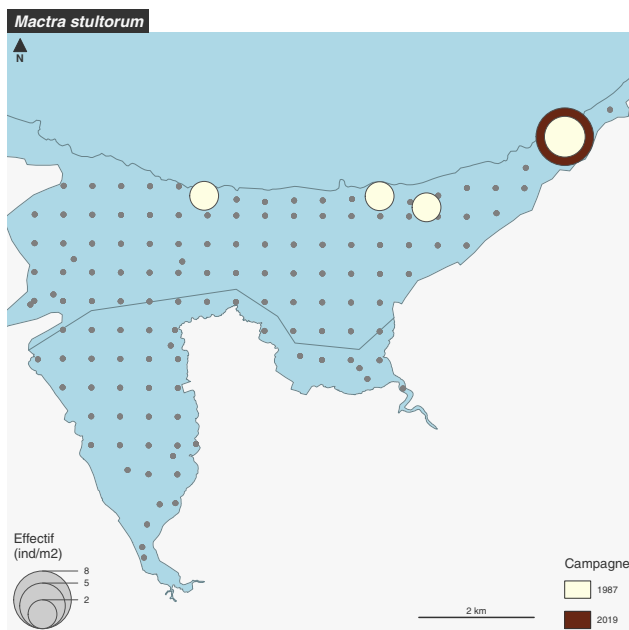
L'espèce est présente sur les niveaux bas de l'estran plutôt à l'est du fond de baie. Elle a été observée ponctuellement lors de la campagne benthique de 1987 (Gros et Hamon, 1987) et en 2019 lors de la campagne benthique ResTroph. Elle n'a pas été observée au cours des autres campagnes de 2001 et de 2011.

Groupe trophique :
Suspensivore

Distribution :
Mer du Nord,
Manche,
Atlantique
Méditerranée
mer Noire

Habitat biosédimentaire :
A5.23 Sables fins de l'infralittoral

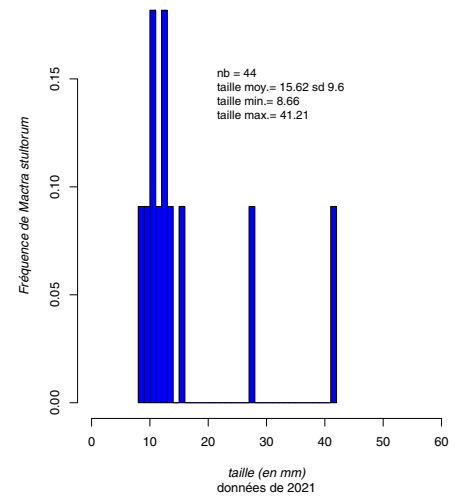
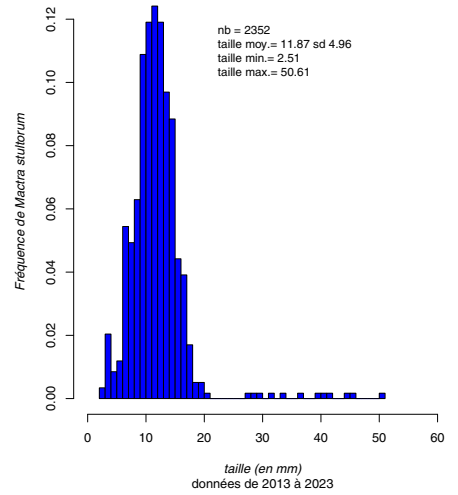
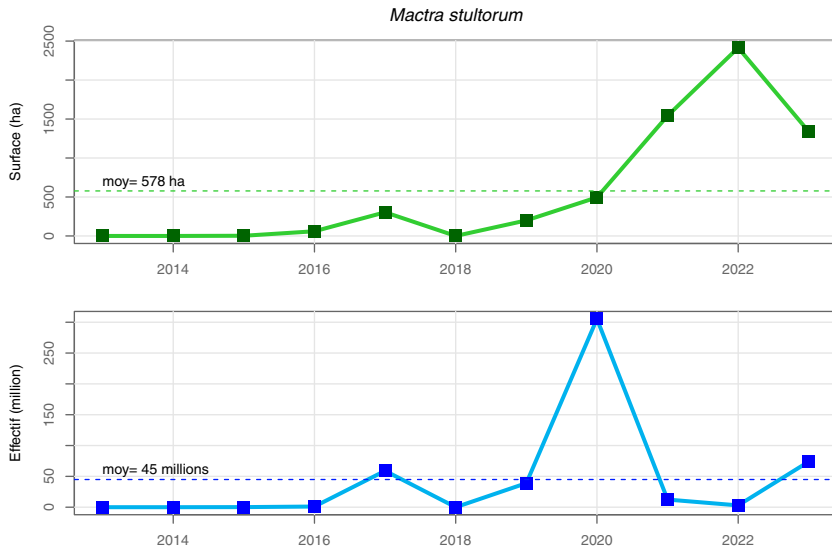
Niveau bathymétrique principal :
Bas d'estran



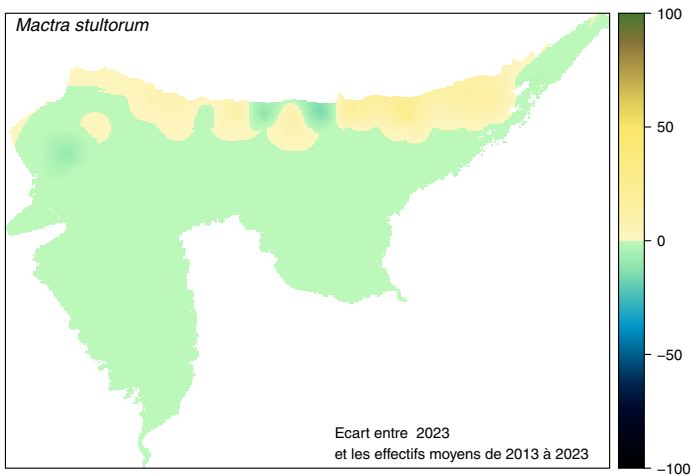
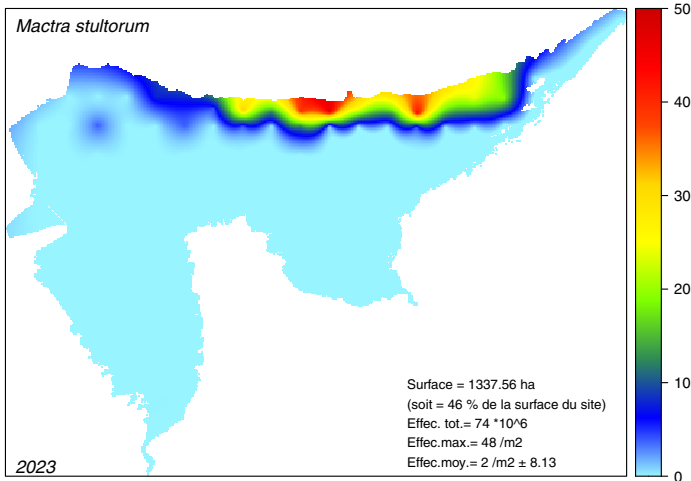
Carte de répartition de *Mactra stultorum* à l'échelle du golfe normano-breton (Le Mao *et al.*, 2019).

Mactra stultorum

évolution depuis 2013



Situation pour cette année



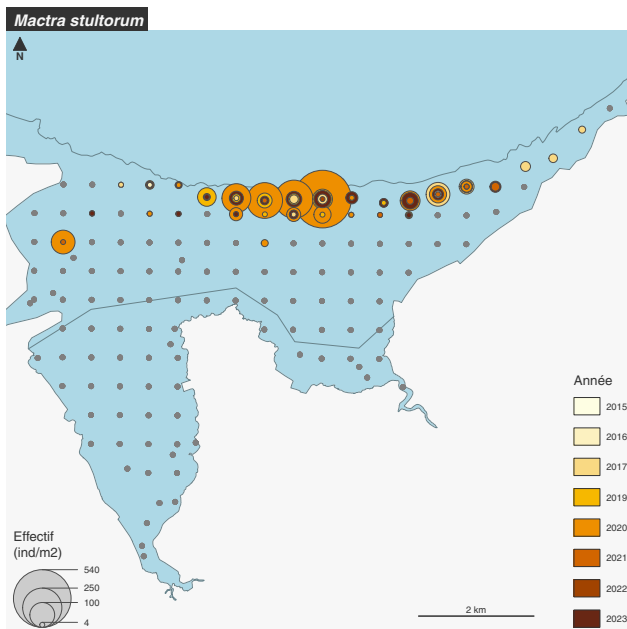
Mactra stultorum

Structure démographique

Les individus prélevés sont majoritairement de petite taille (inférieur à 20 mm), mais on observe ponctuellement des individus adultes pouvant atteindre 50 mm.

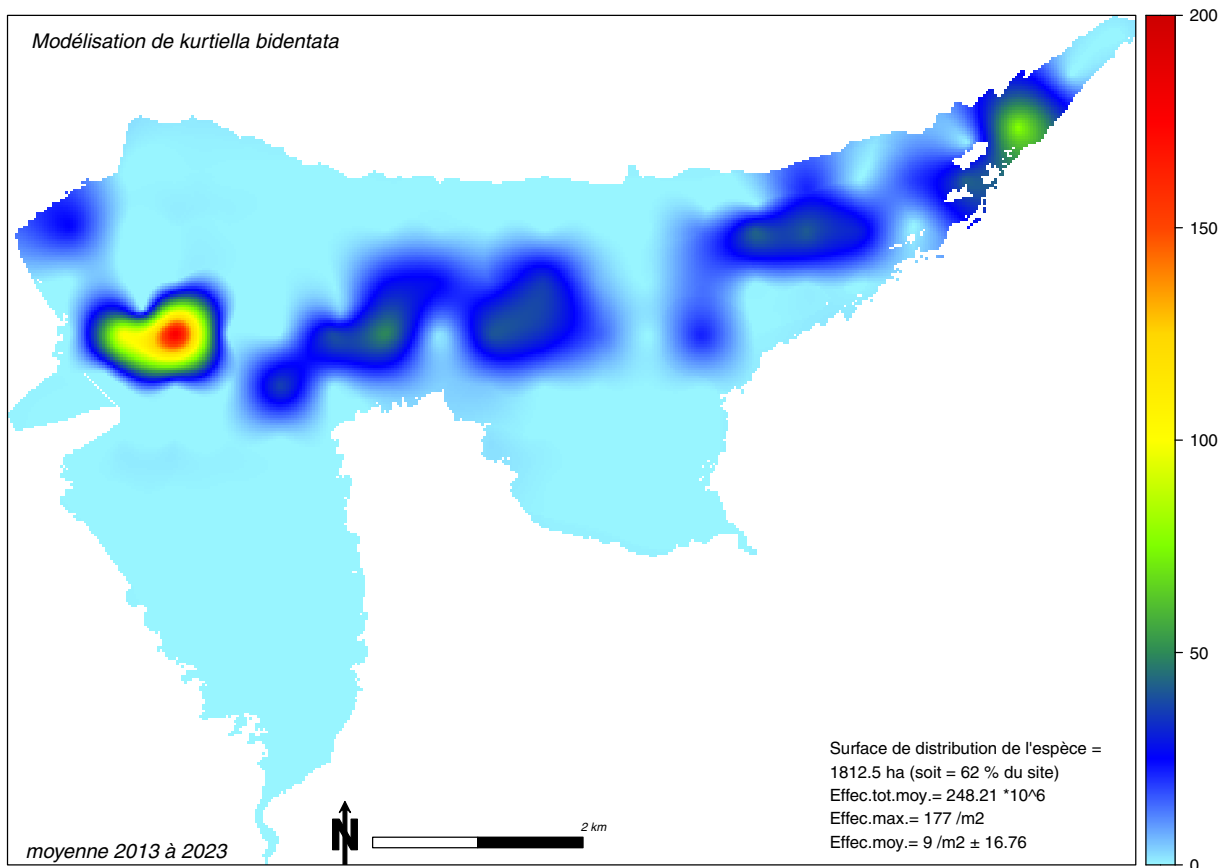
Dynamique de l'espèce

Depuis le démarrage du programme annuel de suivi des bivalves en 2013, cette espèce a été observée dans 2 stations en 2015, 2016, dans 12 stations en 2017 et 2019 (avec une densité maximale de 92 individus/m² en 2017, et 64 en 2019). En 2020, l'espèce est présente dans 19 stations avec une densité maximale de 540 individus/m². En 2021, elle est présente dans 8 stations (avec une densité maximale de 12 individus/m²). En 2022, elle n'est présente que dans 3 stations. En 2023, elle est présente sur 18 stations en bas d'estran avec une densité maximale de 48 ind/m².



Kurtiella bidentata

situation moyenne depuis 2013



Kurtiella bidentata

(Montagu, 1803)



Phylum: **Mollusca**
Class: **Bivalvia**
Order : **Galeommatida**
Family : **Lasaeidae**

Description

Bivalves de 6 mm au maximum, *Kurtiella bidentata* est subovale avec une coquille fine et fragile, de couleur blanche.

Biologie

Ce bivalve vit dans les crevasses rocheuses envasées et sur les fonds de sable depuis le bas estran jusqu'à -2500 m de profondeur. Elle est souvent en association avec des ophiures mais parfois avec des sipunculien ou des polychètes (Le Mao *et al.*, 2019).

Répartition sur le site

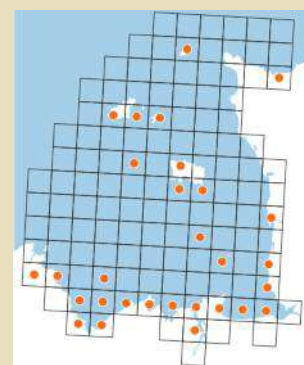
Elle est largement répartie dans la zone très cotière du Golfe Normand Breton et est particulièrement abondante en baie de Saint-Brieuc et en baie du Mont-Saint-Michel (Le Mao *et al.*, 2019).

Groupe trophique :
Su

Distribution :
Mer du Nord,
Manche,
Atlantique
Méditerranée
mer Noire

Habitat biosédimentaire :
A5.23 Sables fin de l'infralittoral

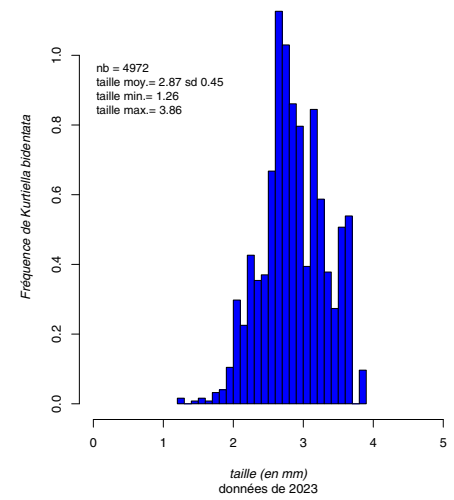
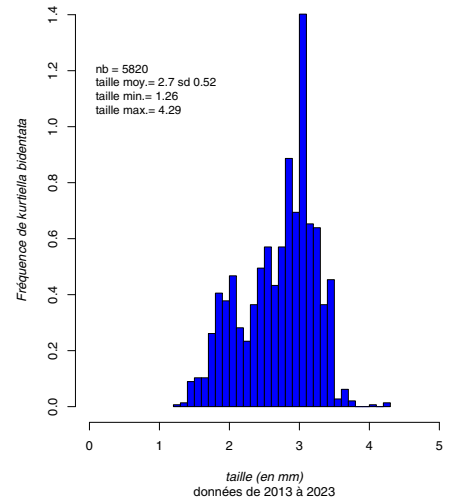
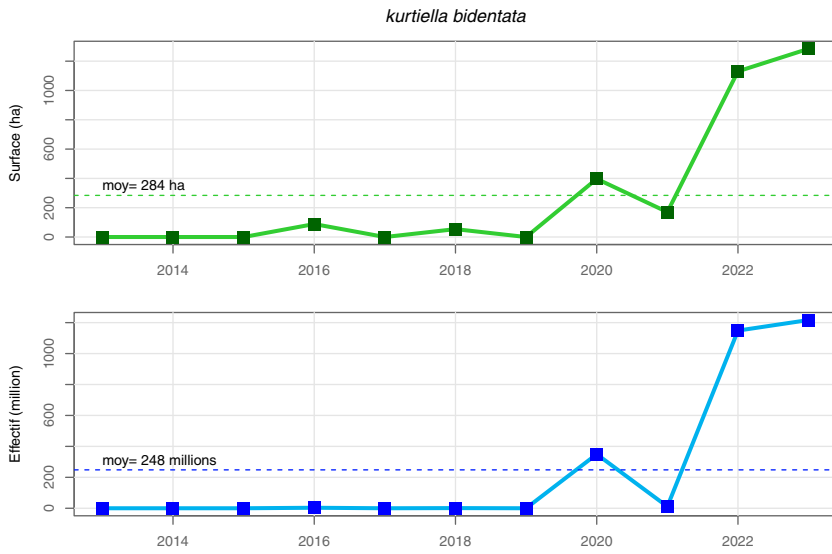
Niveau bathymétrique principal :
Bas d'estran



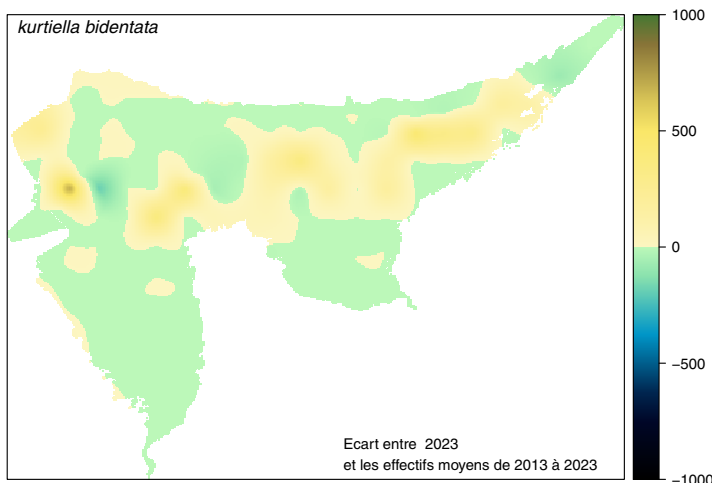
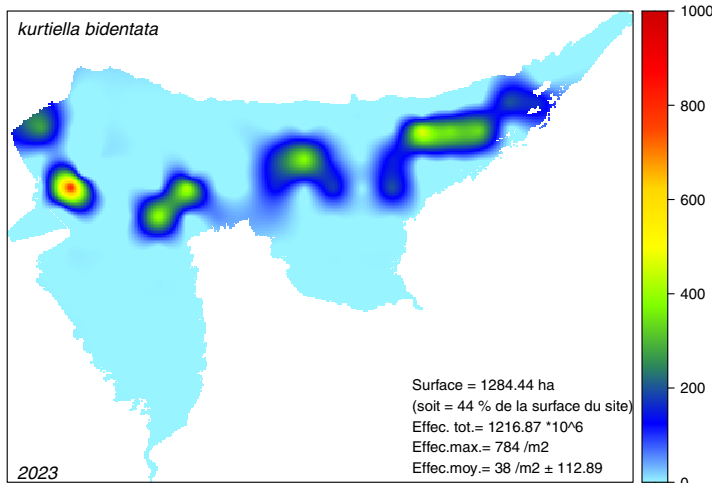
Carte de répartition de *Kurtiella bidentata* à l'échelle du golfe normano-breton (Le Mao *et al.*, 2019).

Kurtiella bidentata

évolution depuis 2013



Situation pour cette année



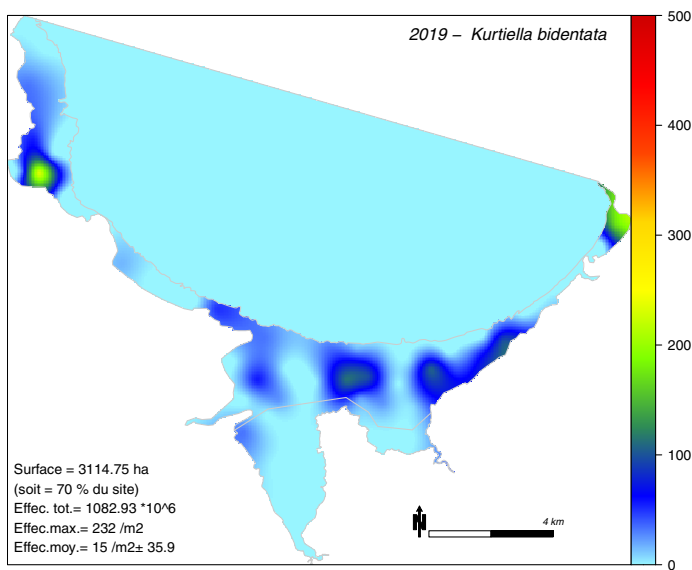
Kurtiella bidentata

Structure démographique

Les individus prélevés sont majoritairement d'une taille inférieure à 3.5 mm.

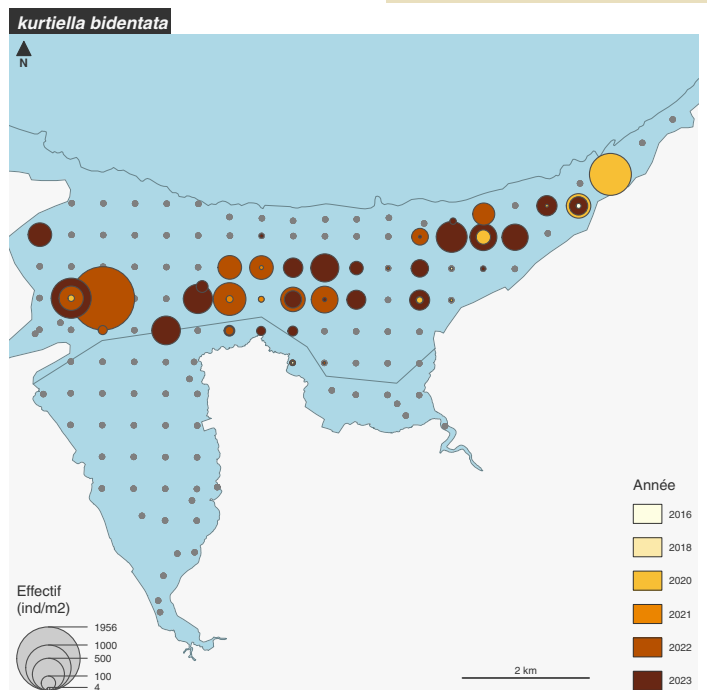
Dynamique de l'espèce

Dans l'espace intertidal, elle a été observée à l'est de la baie en 1987 et 2001. Quelques individus ont été observés en 2010 à proximité de l'embouchure du Gouët à l'ouest de l'anse de Morieux. En février 2019, dans le cadre du programme ResTroph, cette espèce était largement répartie dans l'espace intertidal.



Modélisation de l'abondance (effectif.m⁻²)
à partir des données de Sturbois et al., 2021

Dans le cadre du suivi des mollusques bivalves, elle a été observée dans 2 stations en 2016 et 2018, et dans 7 stations en 2020 avec une densité maximale de 856 indivdu/m². En 2021 elle est présente au nord de la presqu'île d'Hillion dans 3 stations. En 2022, elle est présente dans 16 stations avec une forte abondance (1956 individus/m²) à proximité de l'embouchure du Gouët. En 2023, elle est présente dans 25 stations avec une densité maximal de 784 indivdus/m².



sp	famille	ordre	campagnes benthos					obs. Litto (5)	obs. ponc. (6)	suivi bival. (7)	estran rocheux (6)
			1987 (1)	2001 (2)	2010 (3)	2011 (3)	2019 (4)				
<i>Pandora inaequalis</i>	Pandoridae	Anomalodesmata							*		
<i>Pandora albida</i>	Pandoridae	Anomalodesmata								*	
<i>Thracia phaseolina</i>	Thraciidae	Anomalodesmata								*	
<i>Glycymeris glycymeris</i>	Glycymerididae	Arcoida								*	
<i>Ensis ensis</i>	Pharidae	Euheterodonta							*		
<i>Pharus legumen</i>	Pharidae	Euheterodonta	*			*	*				
<i>Corbula gibba</i>	Corbulidae	Myoida						*			
<i>Mytilus edulis</i>	Mytilidae	Mytiloida								*	
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Mytilidae	Mytiloida								*	
<i>Nucula hanleyi</i>	Nuculidae	Nuculida					*		*		
<i>Nucula nucleus</i>	Nuculidae	Nuculida					*		*		
<i>Magallana gigas</i>	Ostreidae	Ostreoida								*	
<i>Ostrea edulis</i>	Ostreidae	Ostreoida								*	
<i>Anomia ephippium</i>	Anomiidae	Pectinoida								*	
<i>Mimachlamys varia</i>	Pectinidae	Pectinoida								*	
<i>Pecten maximus</i>	Pectinidae	Pectinoida					*				
<i>Acanthocardia echinata</i>	Cardiidae	Veneroida					*		*		
<i>Acanthocardia tuberculata</i>	Cardiidae	Veneroida					*		*		
<i>Cerastoderma edule</i>	Cardiidae	Veneroida	*	*	*	*	*		*		
<i>Donax vittatus</i>	Donacidae	Veneroida	*	*	*	*	*		*		
<i>Lasaea adansoni</i>	Lasaeidae	Veneroida								*	
<i>Lutraria lutraria</i>	Mactridae	Veneroida							*		
<i>Mactra stultorum</i>	Mactridae	Veneroida	*				*		*		
<i>Spisula elliptica</i>	Mactridae	Veneroida		*		*					
<i>Spisula subtruncata</i>	Mactridae	Veneroida						*	*		
<i>Devonia perrieri</i>	Montacutidae	Veneroida				*					
<i>Kurtiella bidentata</i>	Montacutidae	Veneroida	*	*	*		*				
<i>Scrobicularia plana</i>	Scrobiculariidae	Veneroida		*	*	*	*				
<i>Abra alba</i>	Semelidae	Veneroida					*		*		
<i>Fabulina fabula</i>	Tellinidae	Veneroida	*				*		*		
<i>Limecola balthica</i>	Tellinidae	Veneroida	*	*	*	*	*		*		
<i>Macomangulus tenuis</i>	Tellinidae	Veneroida	*	*	*	*	*		*		
<i>Callista Chione</i>	Veneridae	Veneroida					*				
<i>Polititapes aureus</i>	Veneridae	Veneroida					*				
<i>Ruditapes decussatus</i>	Veneridae	Veneroida							*		
<i>Ruditapes philippinarum</i>	Veneridae	Veneroida						*	*		

(1) Gros et Hamon, 1989.

(2) Le Mao et al., 2002.

(3) Ponsero et Sturbois, 2014

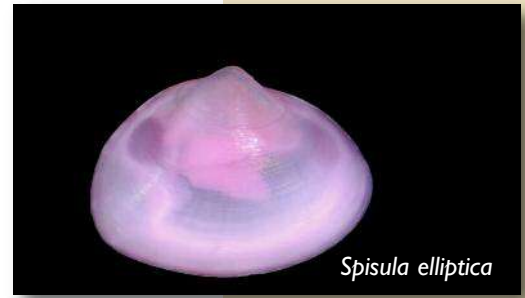
(4) données du programme ResTroph

(5) données de l'observatoire du littoral (RNF) extraites de la base de données SERENA de la Réserve Naturelle Nationale de la baie de Saint-Brieuc.

(6) autres inventaires extraits de la base de données SERENA de la Réserve Naturelle Nationale de la baie de Saint-Brieuc.

(7) cette étude.

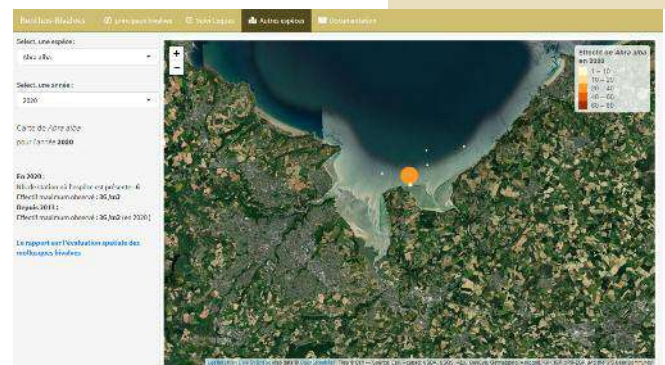
Autres espèces



Phylum: **Mollusca**
Class: **Bivalvia**

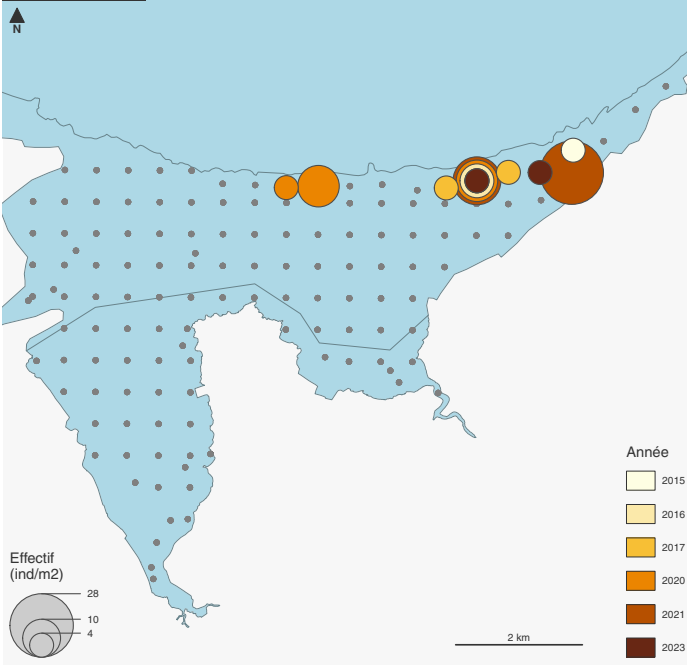
Autres espèces de mollusques bivalves

Pour l'ensemble des campagnes de suivis du benthos (travaux de l'IFREMER et Réserve naturelle) en baie de Saint-Brieuc, 40 espèces de mollusques bivalves ont été inventoriées (Ponsero et Sturbois, 2014). Pour la zone intertidale, 30 espèces ont été inventoriées à ce jour sur l'estran meuble.

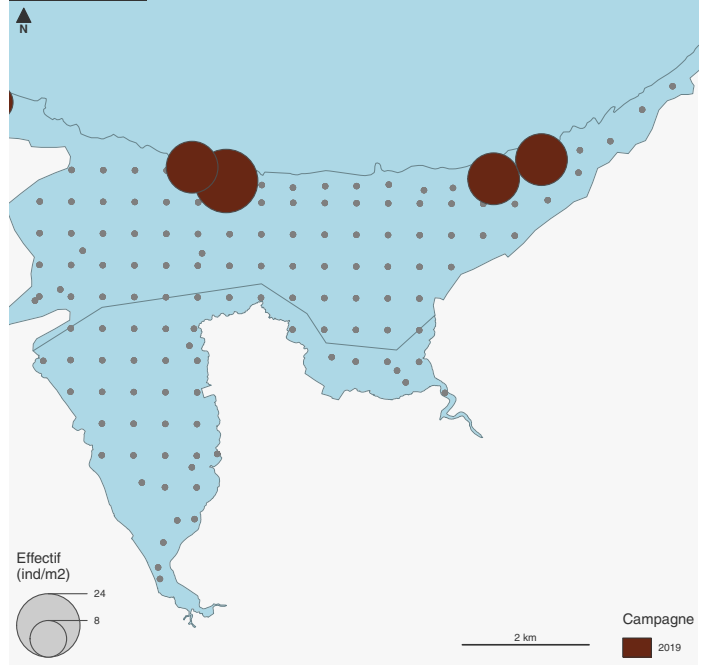


Une application *shiny* a été développée pour permettre la visualisation l'ensemble des cartographies depuis 2001 pour *Cerastoderma edule* et depuis 2013 pour les autres espèces de mollusques bivalves.
<https://rmbaiebrieuc.shinyapps.io/cartoBivalves>

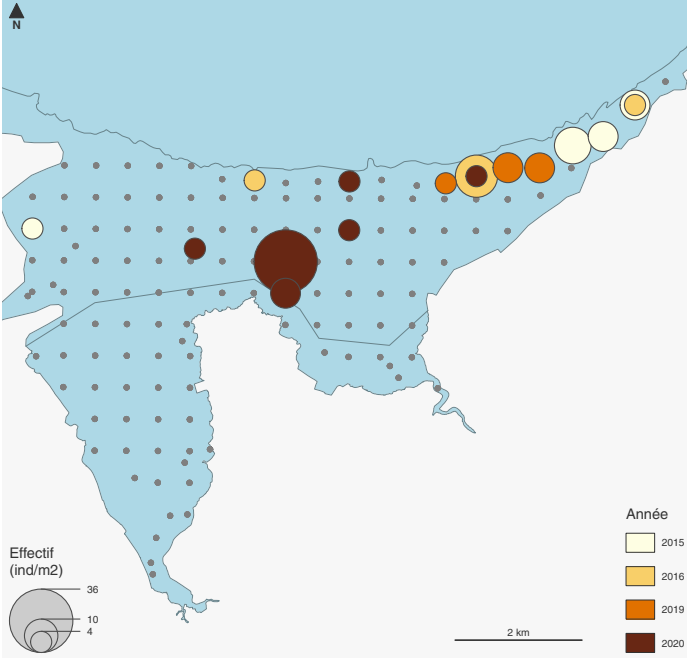
Nucula nucleus



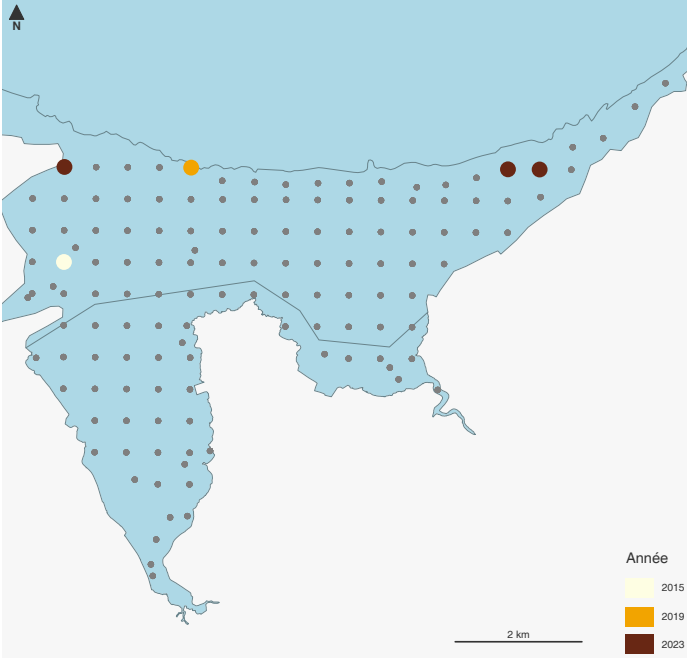
Nucula hanleyi



Abra alba



Pandora inaequalis



Autres espèces



Phylum: **Mollusca**
Class: **Bivalvia**

Nucula nucleus :

Cette espèce vit sur les fonds de vase et de graviers depuis le bas de l'estran jusqu'à -150 m, exceptionnellement jusqu'à -950 m. Elle est très largement distribuée et généralement très abondante dans le Golfe, où elle est rencontrée dans les sédiments grossiers comprenant de 20 à 50 % de galets, sa fréquence diminuant avec la profondeur (Retière, 1979).

Sur l'estran, elle a été observée pour la première fois lors du suivi bivalve en 2015. Elle est présente sur 1 station en 2016, sur 2 stations en 2015, 2021 et 2023, et 3 stations en 2017 et 2020. Elle a été observée dans 1 station lors de la campagne benthique ResTroph de 2019.

Nucula hanleyi :

Observée lors de la campagne benthique ResTroph de 2019. Elle est très abondante en baie de Saint-Brieuc dans des profondeurs comprises entre -10 et -50m. Elle a également été observée dans le cadre du suivi bivalve sur 1 station en 2023.

Albra alba :

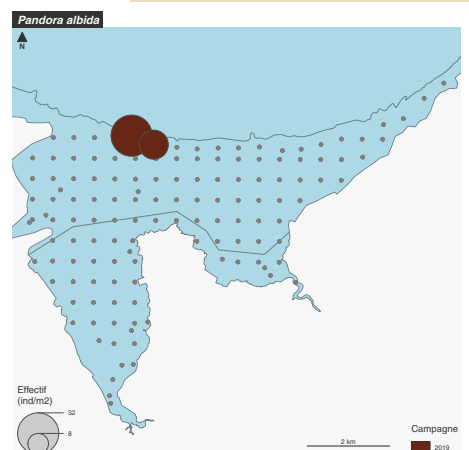
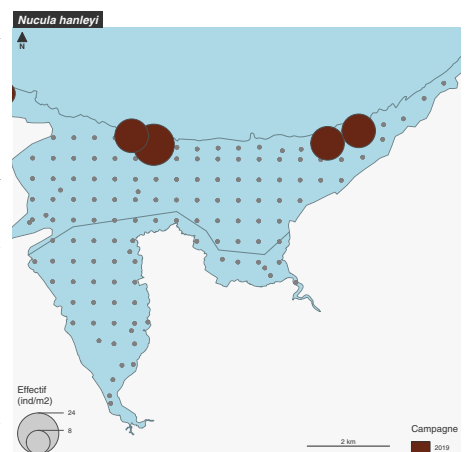
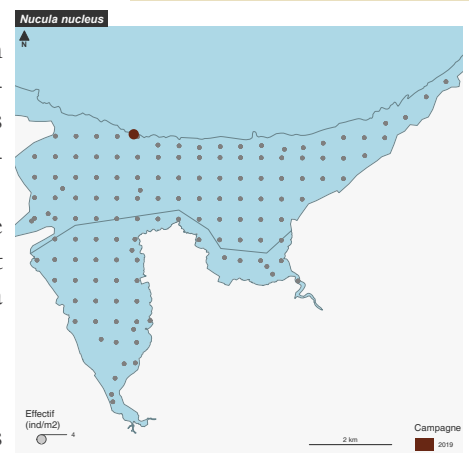
Ce bivalve vit dans une grande gamme de sédiments meubles, mais il atteint ses plus fortes densités dans les sables fins envasés. Elle a été observée lors de la campagne de 1987 et 2019 dans le domaine subtidal. En zone intertidale elle est plutôt présente à l'est de la baie, dans 4 stations en 2015 et 3 stations en 2016 et 2019, et 6 stations en 2020.

Pandora inaequalvis :

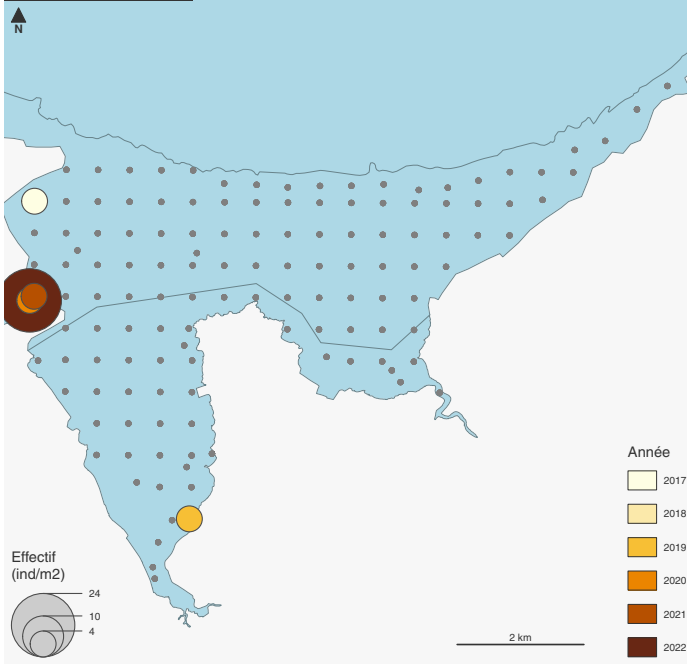
Cette espèce est distribuée dans les sables fins de bas de plages, mais elle se rencontre également dans les sables fins subtidaux plus ou moins envasés. Elle a été observée en zone intertidale dans 1 station en 2015 et en 2019. Elle a été observée dans 3 stations en 2023.

Pandora albida :

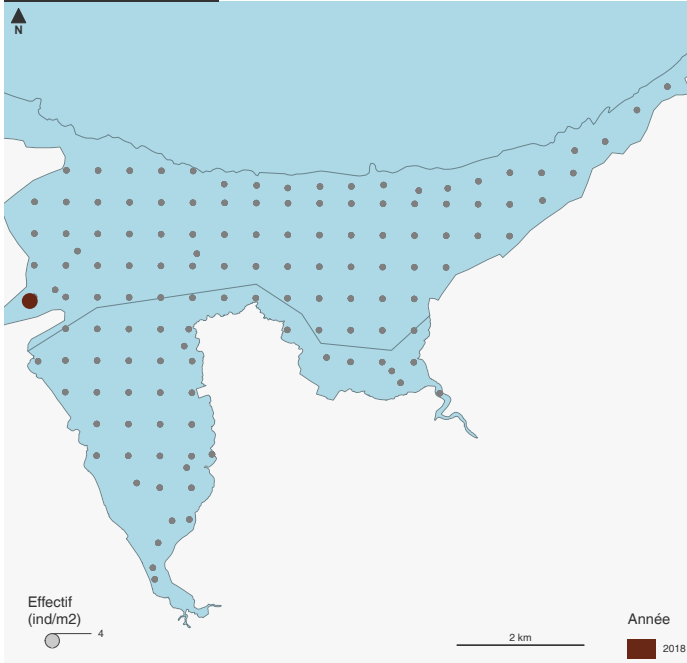
Cette espèce a été observée lors de la campagne de 1987 dans le domaine subtidal. Lors de la campagne ResTroph de 2019, elle a également été observée dans 3 stations dans l'espace intertidal.



Ruditapes decusatus



Ruditapes philippinarum



Autres espèces



Phylum: **Mollusca**
Class: **Bivalvia**

Ruditapes decussatus : La Palourde européenne a été observée dans l'estuaire du Gouët en 2017, 2018, 2020, 2022, et 2023 et en fond d'anse d'Yffiniac en 2019. Elle vit dans le sable et les graviers envasés, depuis le niveau de mi-marée jusqu'à quelques mètres de profondeur. Un gisement est présent entre Saint-Laurent et la pointe du Roselier qui a fait l'objet d'une cartographie précise (Jego *et al.*, 2022)

Ruditapes philippinarum : La Palourde japonaise a été observé dans l'estuaire du Gouët en 2018.

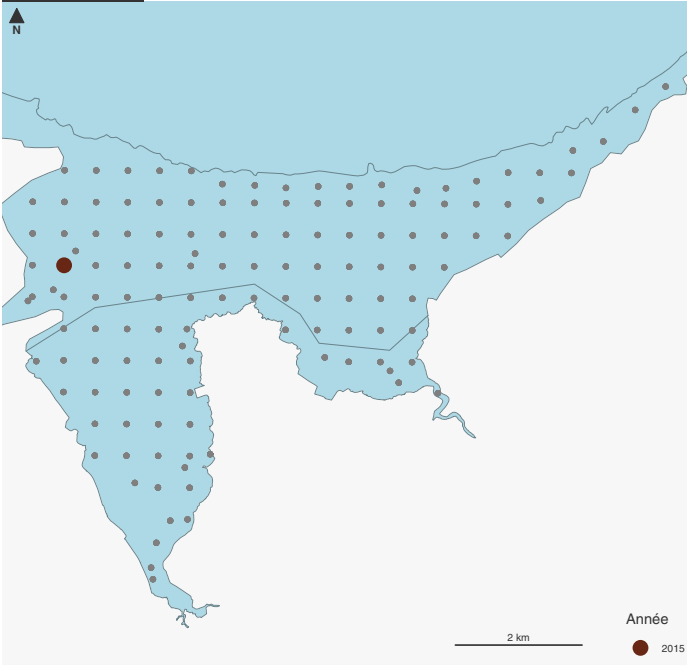
Cartographie du gisement de paloude européenne et japonaise à proximité de la pointe du Roselier (Jego *et al.*, 2022) :

La surface du gisement est estimée à 99 ha pour la palourde européenne et 188 ha pour la japonaise. La fraction pêchable est distribuée sur 33% de la surface totale du gisement pour 10% des effectifs pour la palourde européenne, contre 85% de la surface pour 34% des effectifs pour la japonaise.

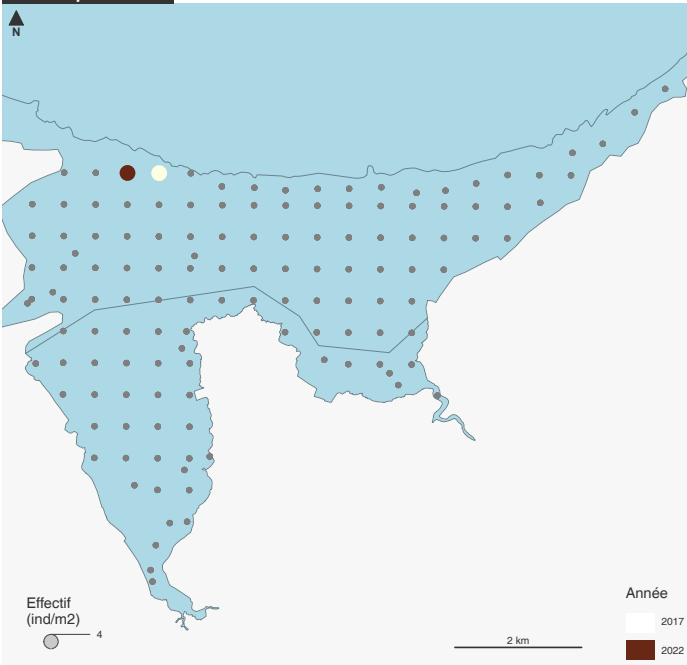
L'effectif total modélisé est de 65.7 millions de palourdes dont 85 % de palourdes japonaises. La densité estimée est de 536 ind./m² de palourdes japonaises (dont 128 ind./m² pêchables) et 104 ind./m² de palourdes européennes (dont 8 ind./m² pêchables).

La production sèche totale est de 2.2 t (dont 0.4 t pêchable) pour l'eupéenne et 8.2 t (dont 6.31 t pêchable) pour la japonaise, avec un total toutes espèces confondues de 10.4 t, dont 6.5 t pêchable. La production fraîche totale est de 105.4 t (dont 21.3 t pêchable) pour l'eupéenne et 365.9 t (dont 282 t pêchable) pour la japonaise, avec un total toutes espèces confondues de 471.3 t, dont 303.3 t pêchable.

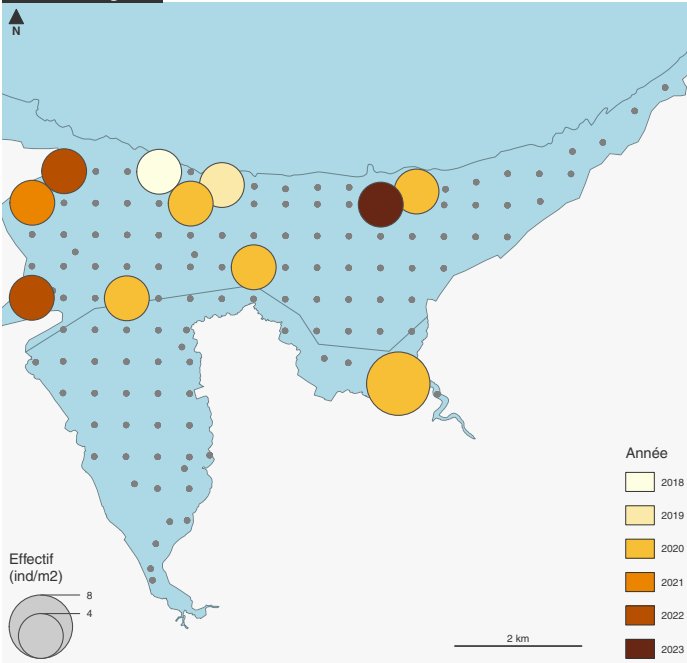
Lutraria lutraria



Thracia phaseolina



Varicorbula gibba



Autres espèces

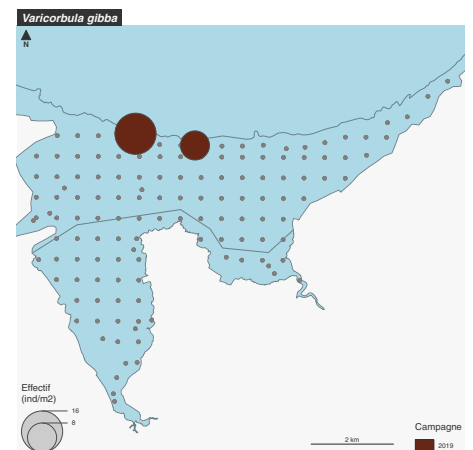
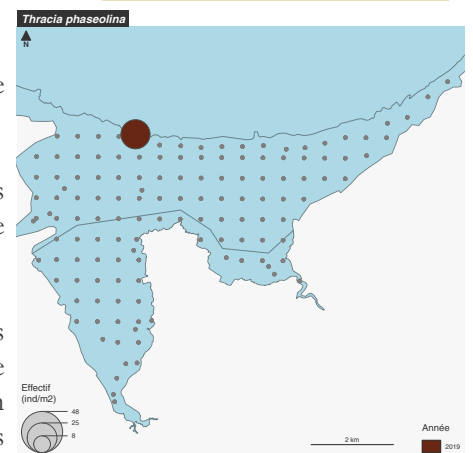


Phylum: **Mollusca**
Class: **Bivalvia**

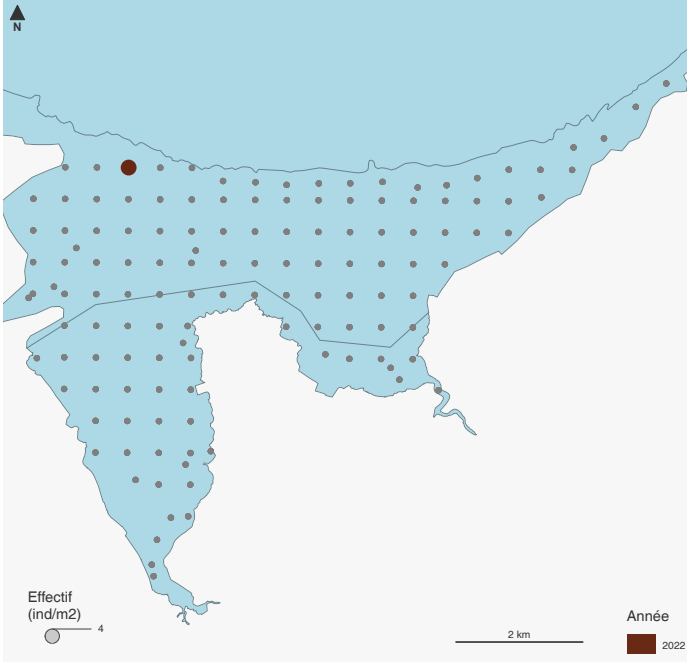
Lutraria lutraria : Observée lors de la campagne de 1987 par l'Ifremer dans le domaine subtidal. Elle a été observée en intertidal dans 1 station en 2015.

Thracia phaseolina : Observée lors de la campagne de 1987 par l'Ifremer dans le domaine subtidal en 2019. Dans le cadre du suivi annuel des bivalves, elle a été vue dans 1 station en 2017 et 2022.

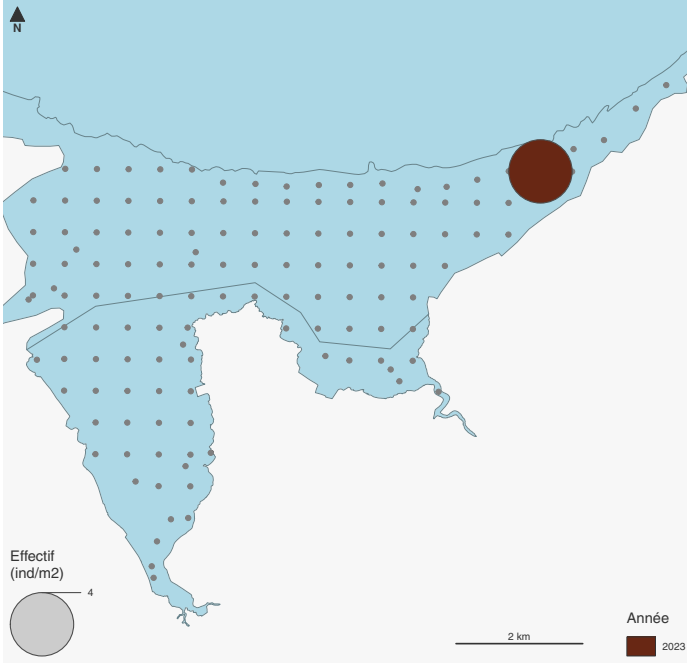
Varicorbula (Corbula) gibba : Ce bivalve vit ancré par son byssus dans les sables et graviers envasés depuis le bas de l'intertidal jusqu'à -250 m. Elle a été observée lors de la campagne de 1987 et 2019 dans le domaine subtidal. Elle a été observée en intertidal dans 1 station en 2018, 2019, 2021 et 2023, dans 2 stations en 2022 et dans 5 stations en 2020.



Ensis ensis



Acanthocardia echinata



Autres espèces



Phylum: **Mollusca**
Class: **Bivalvia**

Ensis ensis : Ce bivalve vit dans les ables fin depuis le bas de l'intertidal jusqu'à 80 m. Elle a été observée dans 1 station sur l'estran lors de la campagne de 2019 en dehors du fond de la baie (zone de Binic). Elle a été observée en fond de baie dans 1 station en 2022.

Spisula subtruncata : Observée ponctuellement en 2012 dans des fécès de bécasseaux maubèche, elle a été retrouvée dans 1 station en 2023.

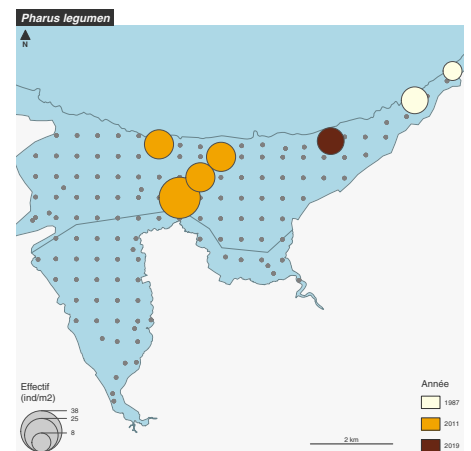
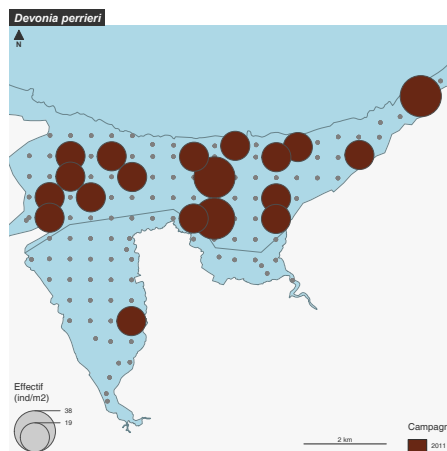
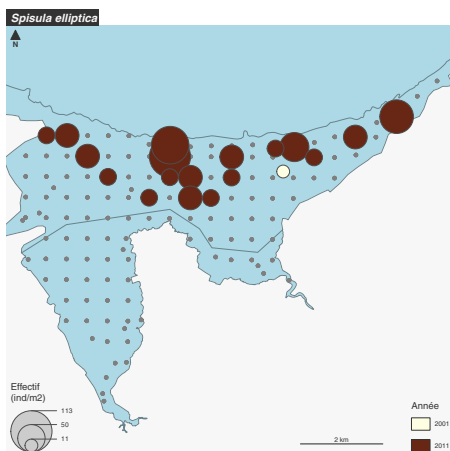
Acanthocardia echinata/*Callista chione*/*Glycymeris glycymeris* : Observé lors de la campagne ResTroph de 2019 vers Binic.

Autres espèces observées dans le cadre des campagnes benthique :

Spisula elliptica : Observée très ponctuellement lors de la campagne benthos de 2001, cette espèce à été largement retrouvée lors de la campagne de 2011.

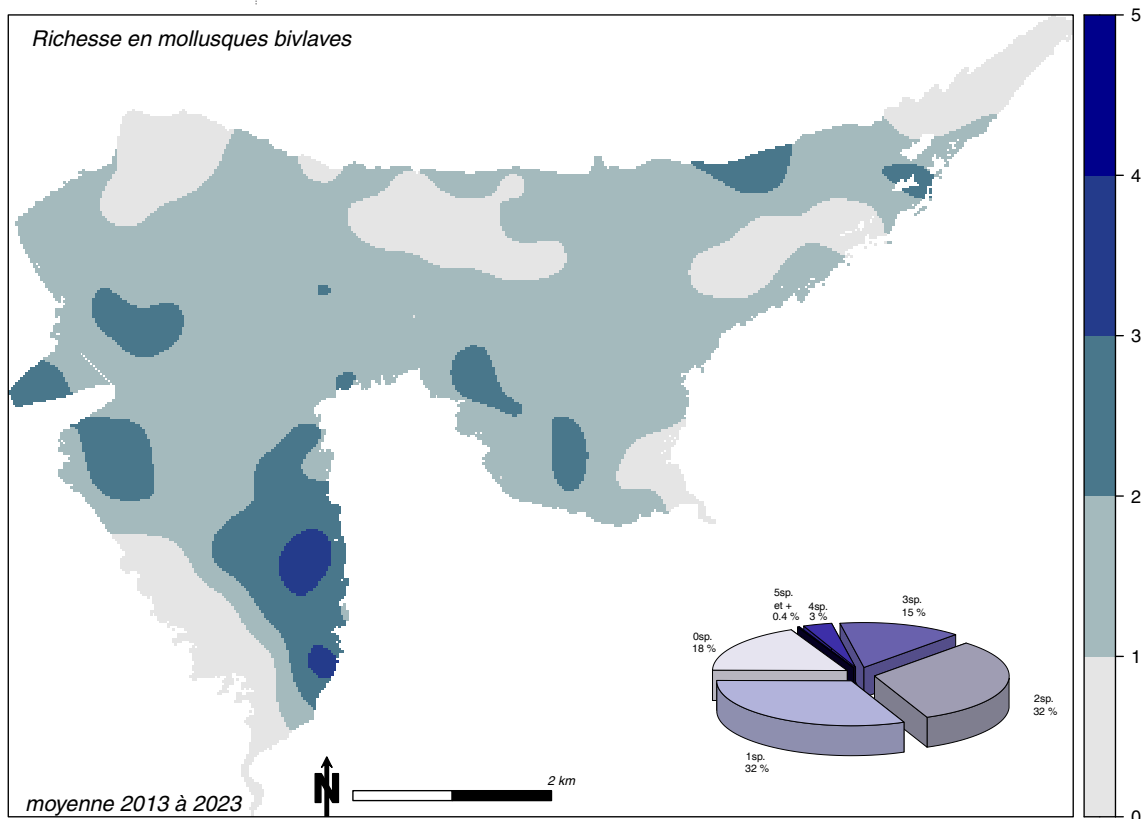
Devonia perrieri : Observé lors de la campagne benthos de 2011

Pharus legumen : Observé en 1987, 2011 et 2019 à l'est de la baie.

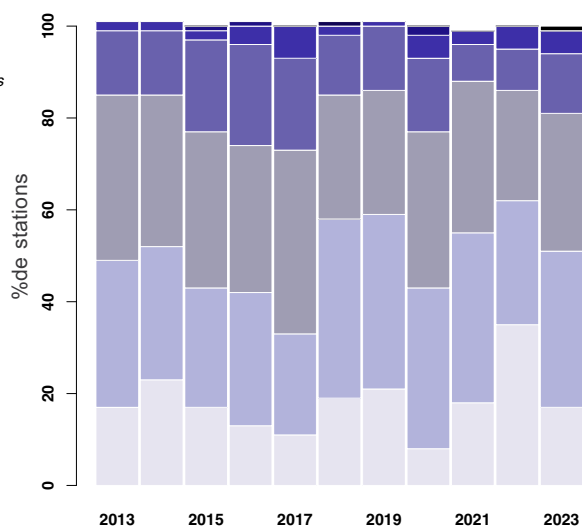


22. Richesse spécifiques en mollusques bivalves

Les mollusques bivalves sont absents dans 8 à 35 % des stations. Dans 64 % des stations on observe la présence d'une ou deux espèces. En fonction des années, 13 % à 22 % de l'espace intertidale abrite simultanément 3 espèces différentes. 2 à 7% des stations abritent 4 espèces au maximum. Ponctuellement quelques stations peuvent atteindre une richesse spécifique en mollusques bivalves de 5 (en 2015, 2016, 2020) ou 6 (en 2018) ou 8 (2023).



- aucune sp. bivalves
- 1 esp. bivalves
- 2 esp. bivalves
- 3 esp. bivalves
- 4 esp. bivalves
- 5 esp. bivalves
- 6 esp. bivalves
- 8 esp. bivalves



23. Abondance des mollusques bivalves

En moyenne les effectifs de mollusques bivalves sont de l'ordre de 100 à 200 ind.m⁻² avec localement de fortes densités :

5796 ind.m⁻² en 2015 ou 2416 ind.m⁻² en 2020 correspondant au fort recrutement de coques ;

4152 ind.m⁻² en 2021 correspondant au fort recrutement de coques et de tellines (*Macomangulus tenuis*).

3480 ind.m⁻² en 2022 correspondant un bon recrutement de coques.

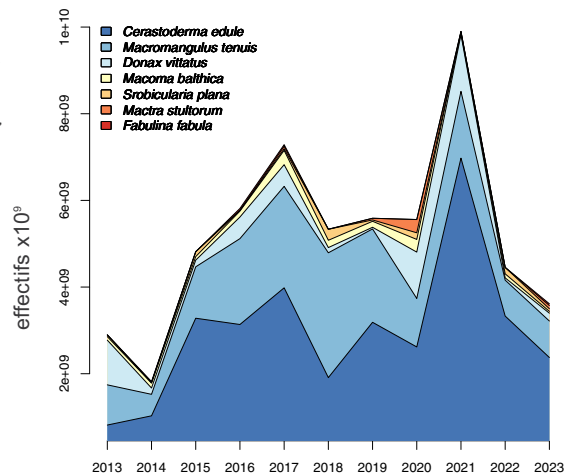
1528 ind.m⁻² en 2016 ou 2112 ind.m⁻² en 2017 ou 2224 ind.m⁻² en 2023 correspondant à la forte concentration de coques dans l'estuaire du Gouët ;

1864 ind.m⁻² en 2019 correspondant à la forte concentration de naissain de coques en fond de l'anse d'yffiniac ;

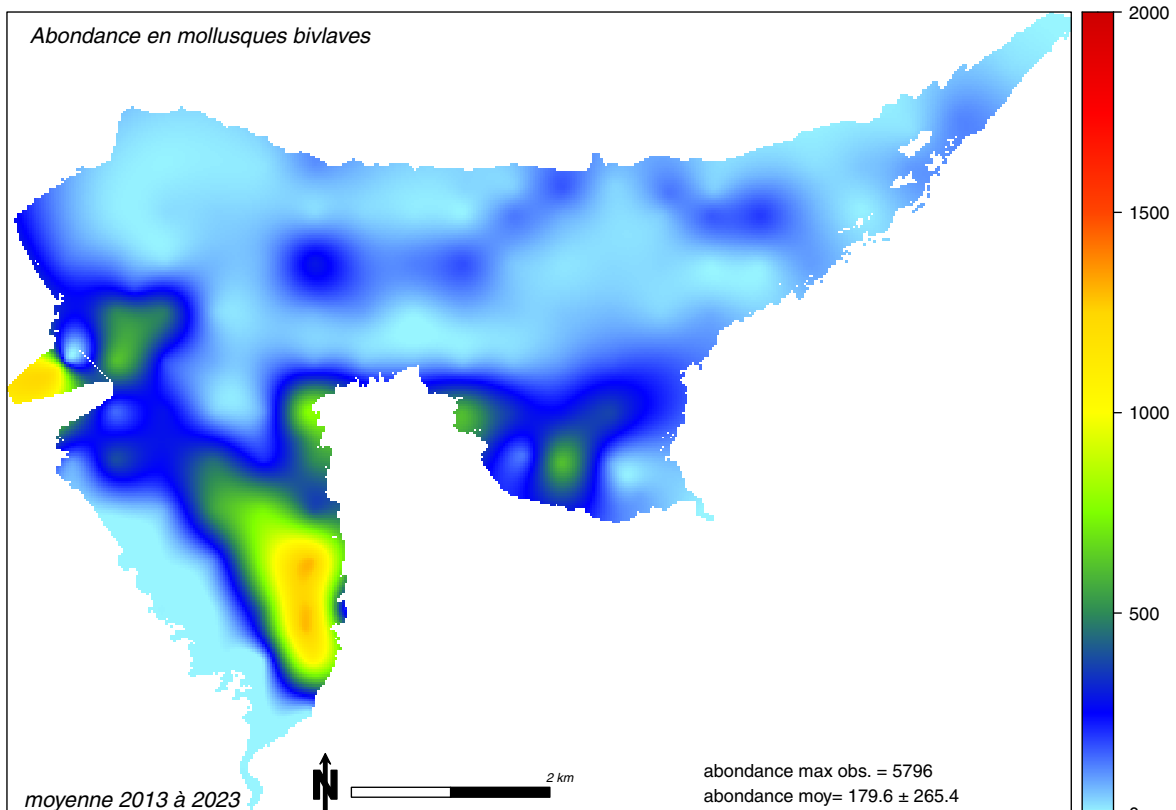
2004 ind.m⁻² en 2016 correspondant à une forte concentration en *Macomangulus tenuis* dans l'anse de Morieux.

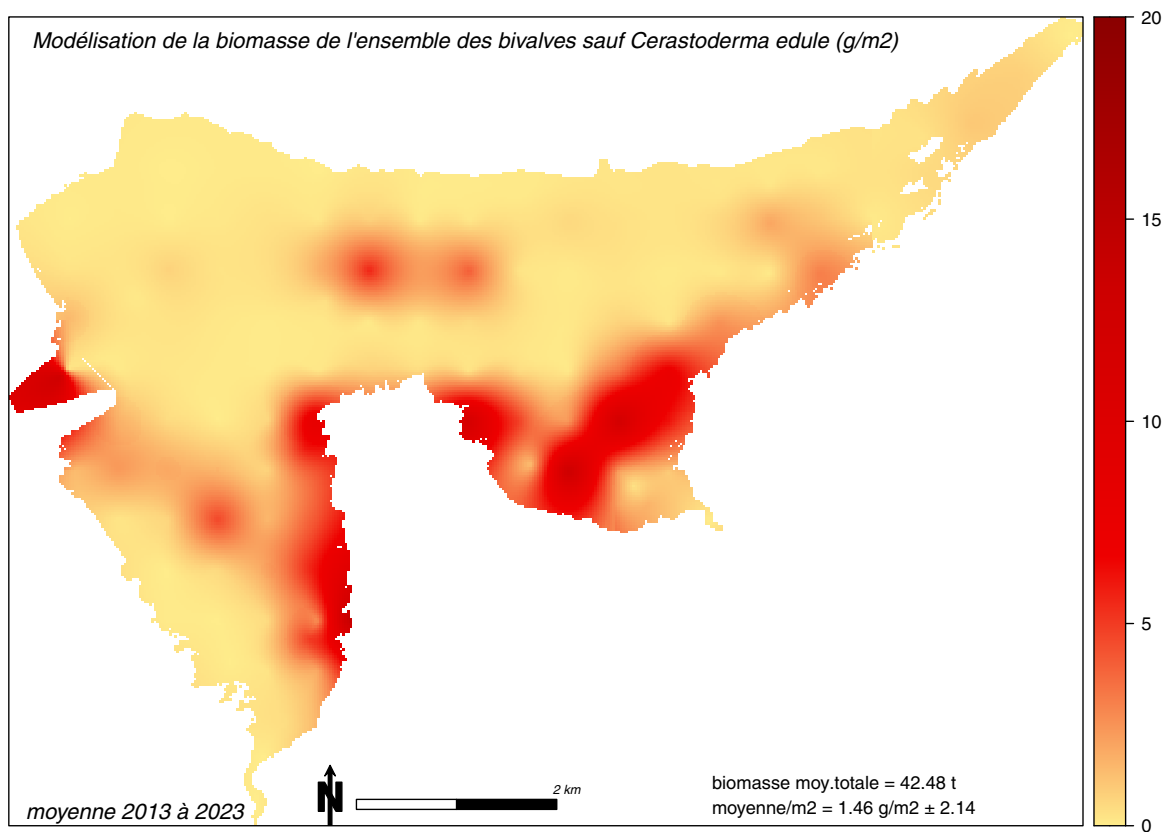
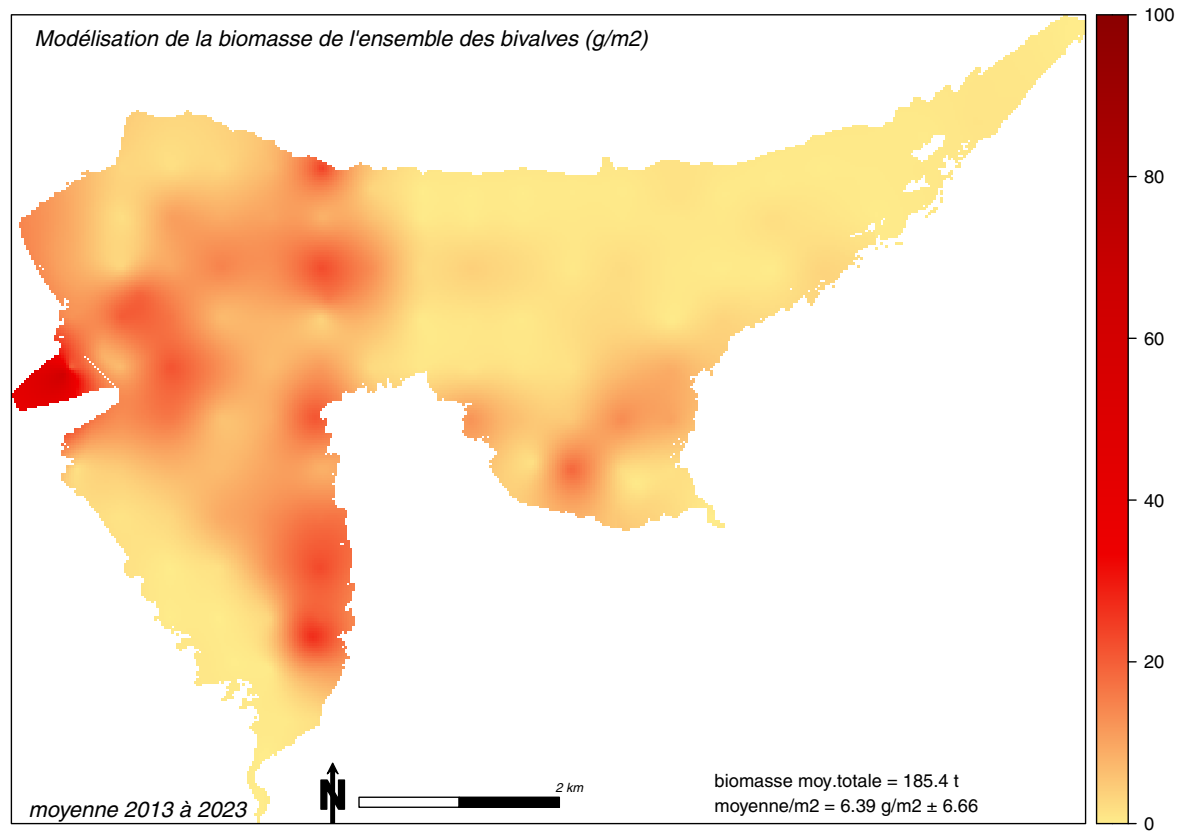
1032 ind.m⁻² en 2013, correspondant à une forte densité de *Donax vittatus* ;

764 ind.m⁻² en 2014 correspondant à la présence simultanée de coques et de tellines ;



Evolution des abondances des espèces au cours des années





25. Biomasse des mollusques bivalves

La biomasse totale des mollusques bivalves en Baie de Saint-Brieuc varie de 153 t (en 2013) à 309 t (en 2016), avec une moyenne de 194 t depuis 2013.

A l'échelle des 11 années de suivi, d'importantes variations d'effectifs et de biomasse peuvent survenir. La biomasse de la coque est par exemple multipliée par 2.5 entre 2013 et 2016.

La coque représente entre 60 % (en 2018) à 91 % (en 2014) de la biomasse des mollusques bivalves en fond de baie de Saint-Brieuc (moy : 152 t \pm 48). En 2015 et 2016, la fraction qu'elle représente de la part de la biomasse reste stable à environ 80% pour diminuer ensuite progressivement de 72 % en 2017 à 60 % en 2018, puis réaugmente ensuite (79 % en 2019, 78% en 2020 et 86% en 2021 et 90 % en 2022, 89 % en 2023).

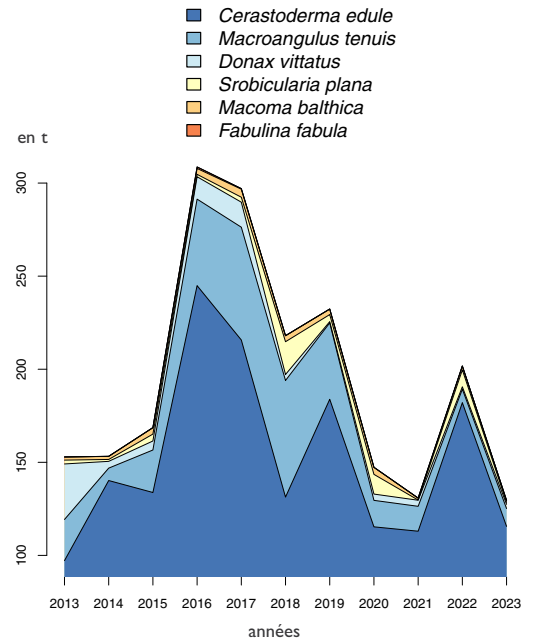
La biomasse du gisement de *Macomangulus* est en moyenne de 28 t mais pouvant varier de moins de 7 t en 2014 et 2022 à 63t en 2018. Elle est inférieure à 15 t depuis 2020. *Macomangulus tenuis*, représente en moyenne 13 % de la biomasse des bivalves, avec une variation selon les années oscillant entre 4 % (en 2014) et 29 % (en 2018).

La biomasse record des Donaces en 2013 (30 t) a fortement chuté les 2 années suivantes (4 et 5 t), pour atteindre 12 en 2016 et 13 t en 2017. En 2018, cette biomasse rediminue à 2 ou 3 t (comme en 2014 et 2015, 2020, 2021, 2023) et atteint un niveau extrêmement bas en 2019 avec à 0.6 t ou 1.3 t en 2022. *Donax vittatus* représente 2 à 4% de la biomasse des bivalves à l'exception de 2013, où cette espèce représente 19%.

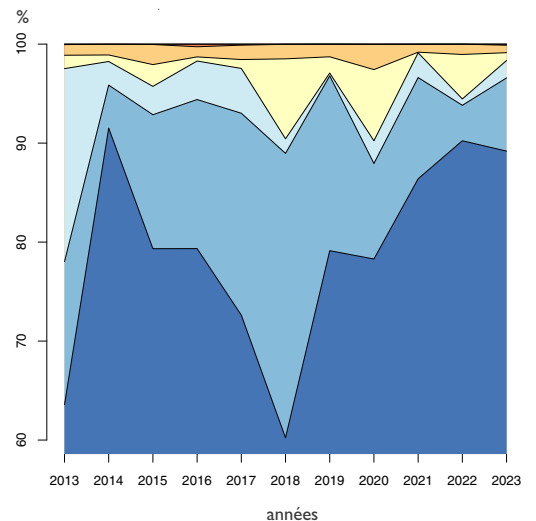
La biomasse du gisement de *Macoma* varie entre 0.8 t (2021) à 2.5 t (2020) en particulier en lien avec les changements sédimentaires dans la partie sud est de l'anse de Morieux.

La biomasse du gisement de scrobiculaires est généralement de l'ordre de 2 t environ, à l'exception de 3 années (2018, 2020) où la biomasse dépasse les 7 t.

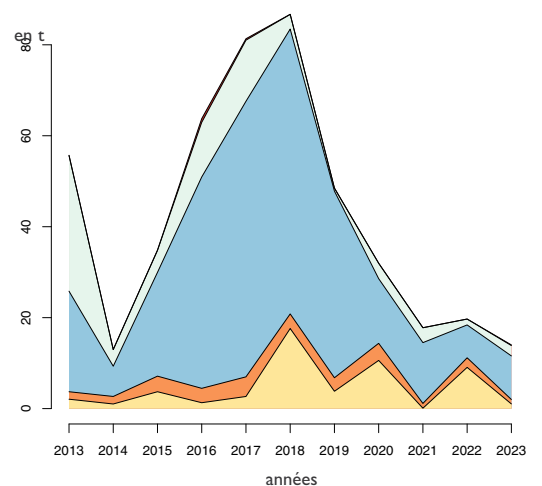
Ces 2 autres espèces (*Scrobicularia plana* et *Macoma balthica*) représentent de 1 à 8 % en fonction des années. A noter en 2018 l'importance de *Scrobicularia plana* qui représente 8 % de la biomasse en bivalve. A l'inverse, elle ne représente plus que 0.07% en 2021.



Evolution des biomasses des espèces au cours des années



Biomasses relatives des espèces au cours des années



Evolution des biomasses des bivalves sauf *Cerastoderma edule*



3. Conclusion

L'évaluation sur 11 années des différentes espèces de mollusques bivalves permet de mettre en évidence les importantes variations interannuelles d'effectifs et de biomasses. C'est notamment le cas pour la coque, la telline et la donace. Malgré ces variations très importantes, l'abondance totale en bivalves varie peu et reste fortement dépendante des densités de coques. Enfin, la répartition sur l'estran des différentes espèces montre que les bivalves constituent une ressource essentielle du haut au bas de l'estran sur près de 3 000 hectares.

On notera une tendance à l'augmentation globale d'effectif de bivalves entre 2014 et 2017, qui diminue légèrement de 2018 à 2020. Cet effectif total augmente fortement en 2021 sous l'effet de fort recrutement observé cette année. On observe une baisse des effectifs en 2022 et 2023. De 2016 à 2021 la biomasse totale de bivalves décroît fortement (300 t en 2016 contre 130 t en 2021). Avec le fort recrutement en 2021 essentiellement du aux coques, on observe en 2022 une augmentation de la biomasse, en lien avec la croissance des individus. Cette biomasse diminue en 2023, en lien avec une surmortalité des coques âgées de 2 années (Ponsero et *al.*, 2023). Les biomasses observées en 2020, 2021 et 2023 sont comparables avec les biomasses observées de 2013 à 2015, et souligne la fin d'une période 2016-2019 où les biomasses observés furent plus importante. La poursuite du suivi à long terme du gisement permettra de vérifier si ce phénomène suit des cycles à plus ou moins long terme. Cette observation est à mettre en relation avec une hausse de la mortalité de coques de 2017, 2018, 2020, 2021 et 2023 dans le cadre de l'évaluation du gisement. Cela révèle des conditions favorables de recrutement qui semblent contraster avec les conditions de survie des cohortes suivantes. On a pas observé de sur-mortalité en 2022 sur le gisement de coque malgré les périodes caniculaires enregistrées cette année (Ponsero et *al.*, 2022). A l'inverse, nous avons constaté une surmortalité au cours de l'été 2023. En Baie de Somme, une forte mortalité a également été observée en juin et juillet 2023, liée, en période de mortes eaux, à de fortes chaleurs et des eaux chaudes, ainsi qu'à la présence de la bactérie *Vibrio aestuarianus*. Les mortalités sont en générale dues à la prédation, au parasitisme et aux activités anthropiques (pêche, dégradation du au piétinement, pollutions, réchauffement climatique...). Il serait intéressant de :

- vérifier si c'est aussi une tendance sur les autres sites en Manche et Atlantique
- Si ce n'est pas le cas ailleurs, mener une étude ciblée sur les facteurs de mortalité en Baie de Saint-Brieuc. Si cela se confirme, le site deviendra moins attractif pour les populations d'oiseaux et plus largement pour les prédateurs.

Depuis 2015 nous avons pu observer quelques individus de plusieurs espèces subitales qui ne se rencontrent habituellement pas sur les bas niveaux du fond de baie. Cette observation est très certainement à mettre en relation avec un phénomène tempéteux associé à des vents nord qui conduisent à un déplacement de quelques individus de ces espèces sur les bas niveaux de l'estran.

Cette démarche est bien évidemment à engager sur le long terme pour déceler de réelles tendances d'évolution des gisements et identifier des relations avec les variations d'effectifs de certaines espèces de limicoles hivernants.

4. Remerciements

Nous tenons à remercier l'ensemble des personnes, le plus souvent des bénévoles, qui nous apportent chaque année leur aide précieuse lors des phases de terrain. Un grand merci également à Michel le Quément pour son aide à la détermination de certains taxons.



5. Bibliographie

- Bachelet G., 1980. Growth and recruitment of the tellinid bivalve *Macoma balthica* at the southern limit its geographical distribution, the Gironde Estuary (SW France). *Marine Biology*. 59, 105-117.
- Baird D & Milne H, 1981. Energy flow in the Ythan estuary, Aberdeenshire, Scotland. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 13(4), 455-472.
- Berke S. K., Jablonski D., Krug A. Z., Roy K. & Tomasovych A., 2013. Beyond Bergmann's rule: size-latitude relationships in marine Bivalvia world wide. *Global Ecology and Biogeography*. 22(2), 173-183.
- Cimon, S., Cusson, M., 2018. Impact of multiple disturbances and stress on the temporal trajectories and resilience of benthic intertidal communities. *Ecosphere* 9, e02467.
- Cloern J. E., 1982. Does the Benthos Control Phytoplankton Biomass in South San Francisco Bay. *Marine Ecology Progress Series*. Oldendorf. 9(2), 191-202.
- Dabouineau L., Ponsero A., Sturbois A. & Delisle F., 2015. *Les coques: biologie et exploitation*. Editions Quae.
- Dame R. F., 1996. *Ecology of Marine Bivalves: An Ecosystem Approach*. CRC Press.
- Ellis, J.I., Norkko, A., Thrush, S.F., 2000. Broad-scale disturbance of intertidal and shallow sub-littoral soft-sediment habitats; effects on the benthic macrofauna. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* 7, 57-74.
- Goikoetxea N., Borja Á., Fontán A., González M., et Valencia V., 2009. Trends and anomalies in sea-surface temperature, observed over the last 60 years, within the southeastern Bay of Biscay. *Continental Shelf Research*. 29, 8, 1060-1069. doi:10.1016/j.csr.2008.11.014.
- Genelt-Yanovskiy E.A., Aristov D.A., Poloskin A.V., et Nazarova S.A., 2017. Trends and drivers of *Macoma balthica* L. dynamics in Kandalaksha Bay, the White. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 1-12.
- Gibson R. N., Barnes M. & Atkinson R. J. A., 2001. Functional group ecology in soft-sediment marine benthos: the role of bioturbation. *Oceanographie Marine Biology Annual Review*. 39, 233-267.
- Gros P. & Hamon D., 1988. *Typologie biosédimentaire de la Baie de Saint-Brieuc (Manche ouest) et estimation de la biomasse des catégories trophiques macrozoobenthiques*, Dero-El/88-27 IFREMER, 153.
- Harris, P.T., 2012. Anthropogenic Threats to Benthic Habitats, in: *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat*. Elsevier, pp. 39-60.
- Jego V., Mouden G., Sturbois A., et Ponsero A., 2022. Evaluation du gisement de palourdes de Saint-Laurent-de-la-Mer (Plérin) – Etat des lieux, Perspectives. Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc. 26 p.
- Kaiser M. J., Galanidi M., Da Showler A. J. E., Caldow R. W. G., Rees E. I. S., Stillman R. A. & Sutherland W. J., 2006. Distribution and behaviour of Common Scoter *Melanitta nigra* relative to prey resources and environmental parameters. *Ibis*. 148(s1), 110-128.
- Krige D.G., 1952. A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. *Journal of the Chemical, Metallurgical and Mining Society of South Africa*. 201-244.
- Le Mao P., Retiere C., & Plet M., 2002. *Les peuplements benthiques intertidaux de la baie de Saint-Brieuc*. IFREMER-Museum d'Histoire Naturelle-dinard-Diren Bretagne. 23+annexes p.
- Le Mao, P., LGodet L., Fournier J., Desroy N., Gentil F., 2020, Atlas de la faune marine invertébrée du golfe Normano-Breton - Volume 3/7 - Mollusques. Éditions de la Station biologique de Roscoff, 9782951802957.
- Legay J.M. & Debouzie D., 1985. *Introduction à une biologie des populations*. Masson, Paris.
- Levin L.A., Boesch D.F., Covich A., Dahm C., Erséus C., Ewel K.C., Kneib R.T., Moldenke A., Palmer M.A. & Snelgrove P., 2001. The function of marine critical transition zones and the importance of sediment biodiversity. *Ecosystems*. 4(5), 430-451.
- McLusky D. S., 1981. The estuarine ecosystem. *Tertiary level biology (USA)*. 150.
- McLusky D. S. & Elliott M., 2004. *The estuarine ecosystem: ecology, threats, and management*. Oxford University Press Oxford (UK), 214.
- Moreira F., 1997. The importance of shorebirds to energy fluxes in a food web of a South European estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 44(1), 67-78.
- Olafsson E.B., 1989. Contrasting influences of suspension-feeding and deposit-feeding populations of *Macoma balthica* on infaunal recruitment. *Marine Ecology Progress Series*. 55, 171-179.
- Ponsero A., Dabouineau L. & Allain J., 2009. Modelling of the Cockle (*Cerastoderma edule* L.) fishing grounds in a purpose of sustainable management of traditional harvesting. *Fisheries Science*. 75(4), 839-850.
- Ponsero A. & Sturbois A., 2014. *Assemblages benthiques et faciès sédimentaires des substrats meubles intertidaux du fond de baie de Saint-Brieuc* Cartographie, analyse et évolution 1987-2011. Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc, 196
- Ponsero A., Solsona N., Sturbois A., & Dabouineau L., 2022 Evaluation spatiale de la densité du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2018. Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc. 34 p.
- Ponsero A., Solsona N., Sturbois A., Jamet C. & Dabouineau L., 2023 Evaluation spatiale de la densité du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2018. Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc. 36 p.
- Quaintenne G., Bocher P., Ponsero A., Caillot E., et Feunteun E., 2013. Contrasting benthos communities and prey selection by Red Knot *Calidris canutus* in three nearby bays on the Channel coast. *Ardea*. 101, 87-98.
- Quillien N., Nordström M.C., Gauthier O., Bonsdorff E., Paulet Y.-M., et Grall J., 2015. Effects of macroalgal accumulations on the variability in zoobenthos of high-energy macrotidal sandy beaches. *Marine Ecology Progress Series*. 522, 97-114.
- R Development Core Team, 2023 A language and environment for statistical computing. Available at <http://www.R-project.org/>.



- Reise K., 2002. Sediment mediated species interactions in coastal waters. *Journal of Sea Research*. 48(2), 127-141.
- Saunier C., 2015. Bases génétiques de la différenciation adaptative en milieu anthropisé chez *Macoma balthica*, un bivalve marin a fort flux génique. Université de La Rochelle. 285 p.
- Sheshinski R, 1979. Interpolation in the plane: the robustness of misspecified correlation models and different trend functions. In: Patil G.P. R. M., (Ed.), Contemporary quantitative ecology and related econometrics. Fairland Int Coop Publ House, Fairland, 399-420.
- Sturbois A. & Ponsero A., 2014. *Synthèse ornithologique de la baie de Saint-Brieuc, phénologie et évolution des effectifs sur la période 1970-2013*. Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc, 90.
- Sturbois A., Ponsero A., Desroy N. & Fournier J., 2015. Exploitation of intertidal feeding resources by the Red Knot *Calidris canutus* under megatidal conditions. *Journal of Sea Research*. 96, 23-30.
- Sturbois A., Cormy G., Schaal G., Ponsero, A. Le Mao P., Riera P., Desroy, N., 2021a, Trajectoires taxonomique et fonctionnelle des communautés benthiques intertidales du fond de baie de Saint-Brieuc (Manche Occidentale). Réserve naturelle nationale de la baie de Saint-Brieuc, 62 pages.
- Sturbois, A., De Cáceres, M., Sánchez-Pinillos, M., Schaal, G., Gauthier, O., Le Mao, P., Ponsero, A., Desroy, N., 2021b. Extending community trajectory analysis: new metrics and representation. *Ecol. Model.* 440, 109400. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109400>
- Tolon V., 2013. *Mécanismes et patrons de distribution des macreuses en Europe, en France et en Basse Normandie: liens avec le climat, les ressources benthiques et la mytiliculture*. Maison de l'estuaire, 35.
- Törnroos A., Nordström M. C., Aarnio K. & Bonsdorff E., 2015. Environmental context and trophic trait plasticity in a key species, the tellinid clam *Limecola (macoma) balthica* L. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 472, 32-40.
- van de Kam J., de Goeij P.J., Piersma T. & Zwarts L. I., 2004. *Shorebirds: an illustrated behavioural ecology*. Utrecht, Netherlands, KNNV Publishers, 368.
- van Gils J. A., Piersma T., Dekinga A., Spaans B. & Kraan C., 2006. Shellfish dredging pushes a flexible avian top predator out of a marine protected area. *PLoS Biology*. 4(12), e376.







Réserve Naturelle BAIE DE SAINT-BRIEUC

site de l'étoile
22120 Hillion
02.96.32.31.40
alain.ponsero@espaces-naturels
<http://www.reservebaiedesaintbrieuc.com>

référence :

PONSERO A., STURBOIS A., SOLSONA N., JAMET C., DABOUINEAU L., 2023, Evaluation spatiale et temporelle des mollusques bivalves (*Scrobicularia plana*, *Macoma balthica*, *Macomangulus tenuis*, *Fabulina fabula*, *Cerastoderma edule*, *Donax vittatus*...) de la baie de Saint-Brieuc, 11^{ème} édition, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 62 pages



UCO
BRETAGNE NORD
UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE L'OUEST

Laboratoire de Biologie et Ecologie
Université U.C.O. Bretagne Nord
BP 9043 | 22200 Guingamp
02.96.40.20.05
laurent.dabouineau@uco.fr
<http://www.uco-bn.fr>



Saint-Brieuc Armor Agglomération

5 rue du 71ème RI
22000 St-Brieuc
Téléphone : 02 96 77 20 00
Site : saintbrieuc-agglo.fr
Email : accueil@sbaa.fr



VivarmorNature

Espace d'Entreprises Keraia
18 rue du Sabot - Bat. C
22400 Ploufragan
Téléphone : 02 96 33 10 57
Site : vivarmor.fr
Email : vivarmor@orange.fr