

Étoile de mer peigne (*Astropecten irregularis*) sur les fonds marins sableux de la baie de La Ciotat. Photo : Arnaud Abadie.

LA MACROFAUNE BENTHIQUE DES SUBSTRATS MEUBLES

Dans les fonds meubles marins, une faune riche, exceptionnelle et indispensable à la vie des mers et océans évolue à l'abri des regards du grand public. Des individus de différentes espèces cohabitent ensemble au sein des mêmes habitats, ce regroupement d'individus est qualifié de peuplement macrobenthique des substrats meubles. La diversité au sein de ces peuplements renseigne les biologistes benthologues sur la qualité écologique du milieu dans lequel les prélèvements de cette faune, très souvent méconnue, ont été prélevés. Le terme « macrofaune benthique des substrats meubles » peut paraître barbare à la première lecture, mais ne vous inquiétez pas tout va bien se passer. Laissez-moi vous guider dans le petit monde merveilleux du benthos !

Charlène Fréjefond

Un peu de vocabulaire

Pour la majorité du grand public, les baleines, dauphins, poissons et autres petites espèces qui rendent les documentaires animaliers sous-marins féériques, constituent la principale vie marine. Ces stars des océans ne sont que la partie immergée de l'iceberg de la vie océanique, il faut se rapprocher des plus petits pour comprendre comment les vastes étendus que constituent les mers et océans subsistent et évoluent depuis leur création.

Dans un premier temps il paraît primordial de faire un petit point étymologique afin de pouvoir partir sur de bonnes bases et une meilleure compréhension de tout ce qui va suivre au sein de cet article.

- Macrofaune : tous les individus de taille supérieure à 1 mm
- Benthique : fond marin
- Substrats meubles : sédiments meubles (mous) regroupant tous les sables (vaseux à détritique).

Il faut distinguer les deux termes employés pour distinguer les différents animaux constituant le benthos, l'endofaune et l'épifaune :

- L'endofaune est inféodée aux substrats meubles, elle regroupe les animaux vivant à l'intérieur du sédiment.
- L'épifaune regroupe les animaux vivant à la surface du sédiment. Ces animaux peuvent avoir un mode de vie sédentaire ou errant.

En conclusion, la macrofaune benthique des substrats meubles regroupe tous les animaux d'une taille supérieure à 1mm vivant à proximité ou dans le fond des mers et océans, où ils y trouvent leur nourriture et s'y reproduisent.

Lorsque les biologistes parlent de macrofaune benthique des substrats meubles, ils se réfèrent aux invertébrés. Pourquoi me direz-vous ? Car précédemment il a été expliqué que « macrofaune » correspondait aux animaux dont la taille est supérieure 1 mm et que par conséquent les vertébrés vivant sur ou à proximité du fond marin devrait être pris en compte dans cet article. Il est tout à fait légitime de se poser la question, toutefois, les vertébrés (poissons osseux, poissons cartilagineux) font l'objet d'études

spécifiques menées par des experts de ces espèces. Vous aurez donc compris qu'ici ne sera traité exclusivement que le sujet des invertébrés marins, chacun sa spécialité, ne nous emmêlons pas les pinceaux, il y a déjà bien à faire avec ces petites bêtes !

A noter que vous retrouverez au long de votre lecture le terme « macrofaune benthique » sous la forme de macrobenthos.

Les substrats meubles

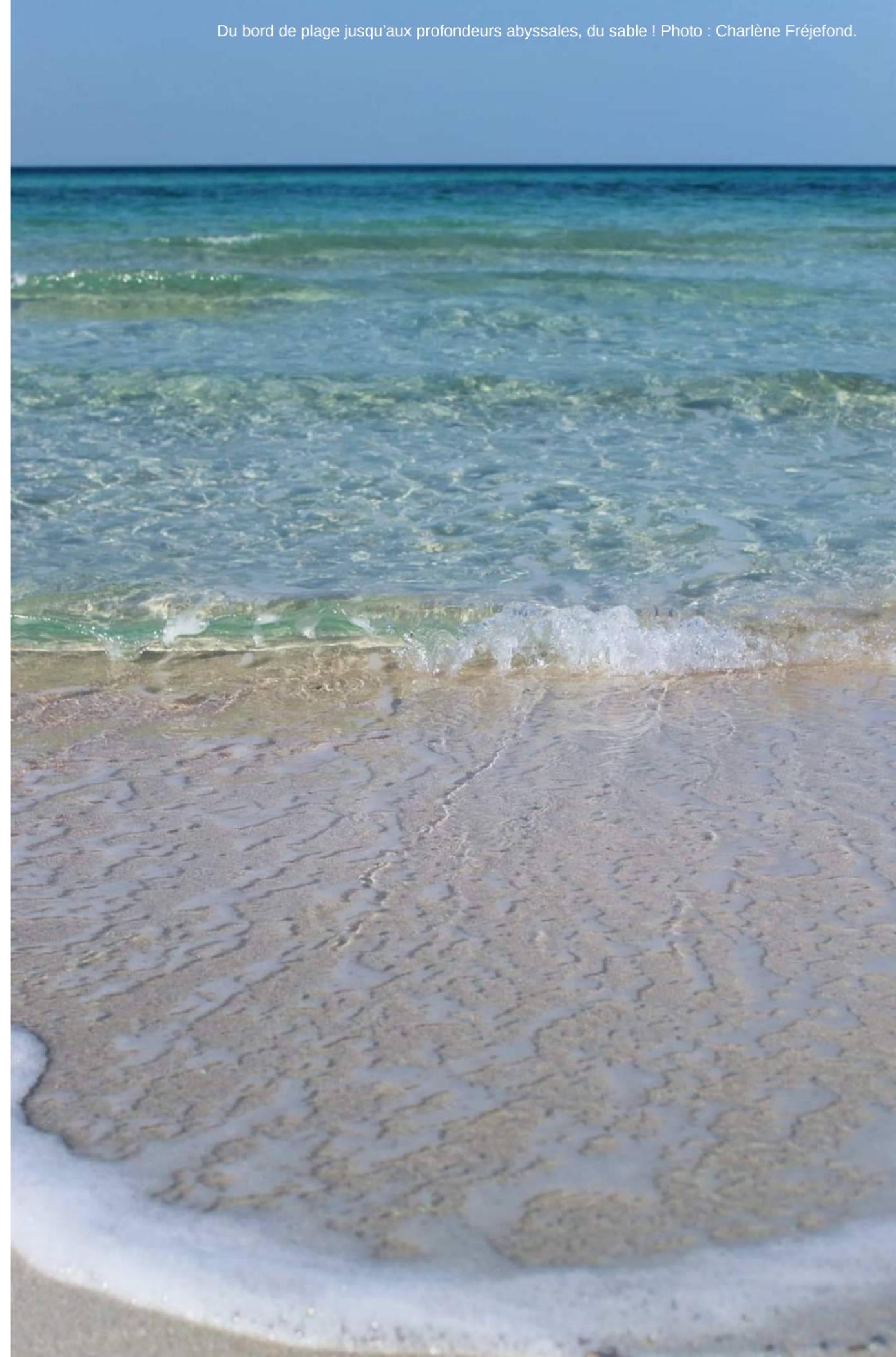
Dans l'esprit collectif, les substrats meubles se limitent au « sable » que l'on retrouve lors de nos baignades estivales en bord de mer. Mais savez-vous qu'il existe une multitude de substrats meubles que l'on retrouve au niveau de tous les étages bathymétriques des mers et océans (Et oui même dans les fonds abyssaux on peut faire des châteaux de sables !).

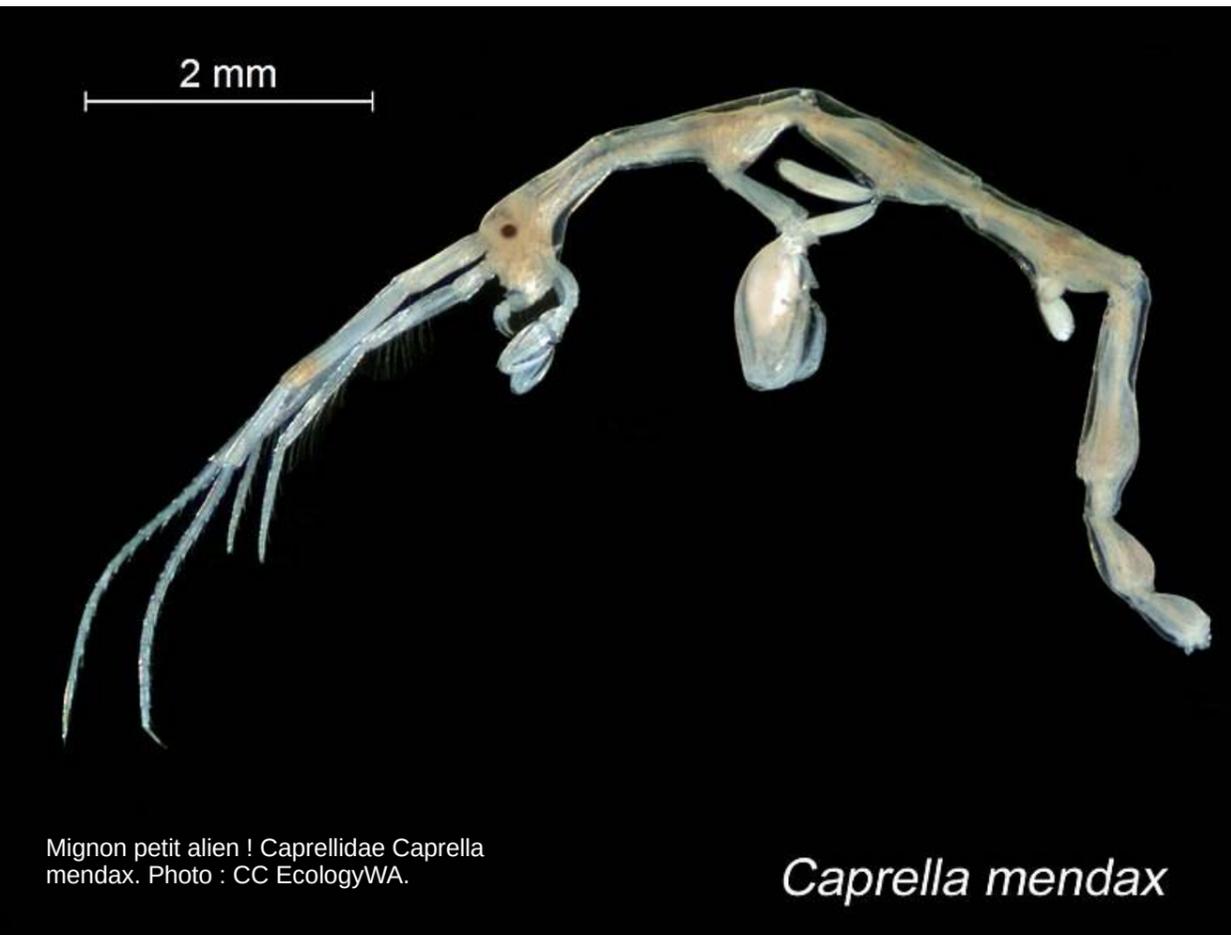
Dans une même gamme de profondeur, plusieurs types de substrats sableux peuvent être en contact où même être associés. Pour distinguer ces substrats, outre l'aspect visuel, il faut se référer aux classifications granulométriques existantes pour savoir dans quel type de milieux les invertébrés évoluent.

La gamme sédimentaire s'étend des particules fines (argiles, limons) à grossières (sable), déplacées et transportées grâce, notamment, aux actions hydrodynamiques (vent, courants, marées) et actions anthropiques (dragage, clapage).

Le macrobenthos

Le macrobenthos de substrats meubles regroupe toute la macrofaune dont la taille est supérieure à 1mm, vivant sur (épifaune) ou dans (endofaune) les fonds meubles. Deux facteurs principaux conditionnent la structure des communautés macrobenthiques de substrats meubles : la profondeur et la granulométrie du sédiment dans lequel elles évoluent. L'étude du macrobenthos de substrats meubles est utilisée dans le cadre de la DCE (Directive Cadre Eau) et d'autres programmes internationaux de surveillance de la qualité des eaux car les organismes et communautés benthiques se révèlent être particulièrement





Mignon petit alien ! Caprellidae Caprella mendax. Photo : CC EcologyWA.

Caprella mendax

adaptés pour l'évaluation de l'état présent et passé des écosystèmes dans lesquels ils se développent. Ceci est dû à la sensibilité et à la faible mobilité de certaines espèces. En effet, les espèces associées au macrobenthos ne peuvent pas fuir face à la pollution du milieu. De plus, la durée de vie relativement longue des organismes macrobenthiques permet d'observer les perturbations au sein d'un peuplement. Ce sont donc de très bons indicateurs de la qualité écologique du milieu.

Vous allez me dire, tout ça c'est très bien mais concrètement elles ressemblent à quoi ces bestioles ? Parce que jusqu'à là beaucoup de blabla mais pas beaucoup d'images sympathiques à se mettre sous la dent pour s'imaginer à quoi bon tout cela ressemble. Patience petit padawan ça arrive !

En regardant certains films d'horreur ou de science-fiction, vous vous êtes probablement dit « wouah mais quelle

imagination débordante ! » où peut être pour les plus terre à terre d'entre vous « Heu ça existe vraiment dans la nature ces monstres ? ». Pour être la plus honnête avec vous, OUI, certaines des créatures cauchemardesques mises en scène dans les films qui hantent vos nuits (Alien, 20 000 lieues sous les mers, Abyss) sont inspirées du catalogue animalier benthique.

Plaisanterie faite, la macrofaune benthique est constituée de nombreux phylum (embranchements) parmi lesquels quatre principaux sont étudiés par les biologistes dans le cadre des études portant sur le macrobenthos :

Les polychètes sont des vers annélides, généralement marins ou estuariens, divisés en deux groupes avec des espèces sédentaires sessiles, fixées au substrat, et des espèces errantes vagiles, capables de se



Petit air de famille ! Phyllodocidae Phyllodoce lineata qui semble tout droit sorti d'un film de science-fiction comme l'alien de droite (bien que le polychète ressemble plus à un predator). Photo de gauche : CC Hans Hillewaert.



Cumacé (*Diastylis bradyi*). Crustacea. Photo : CC Hans Hillewaert.

déplacer dans/ou sur le sédiment. Beaucoup sont cosmopolites et se rencontrent dans presque toutes les mers du globe. Contrairement aux vers terrestres (olygochètes), ils ont la particularité de posséder sur chaque segment des parapodes qui ressemblent à de petites nageoires permettant la locomotion où sont implantées de nombreuses soies chitineuses. Ces deux organes sont extrêmement importants du point de vue de la classification, ils fournissent les principaux caractères distinctifs entre familles.

Les crustacés font partis de l'embranchement des arthropodes dans lequel sont regroupés les espèces animales possédant des appendices articulés, un corps segmenté et un exosquelette. En d'autres termes se sont des animaux, possédant des pattes, des antennes, et une carapace articulée. Les plus connus du grand public sont les crabes, les crevettes, les langoustes, les araignées de mer. Mais il existe un grand nombre d'autres espèces méconnues.

Faisons un zoom sur les amphipodes ! Cela serait trop simple de vous parler des familles que vous connaissez déjà bande de petits malins. Donc les amphipodes. Ce sont de petits crustacés présentant une grande diversité et des caractéristiques morphologiques variables selon les genres, certaines espèces peuvent présenter des yeux énormes ou au contraire une absence de ceux-ci, des « épines » dorsales, des gnathopodes plus ou moins développés, qui comptent parmi les organismes les plus souvent rencontrés dans les échantillons de macrofaune.

Les mollusques partagent quelques points communs : un corps mou, un pied qui leur sert à se mouvoir et un manteau qui sécrète souvent une coquille. Le phylum des mollusques se divisent en trois classes (bivalves, gastéropodes et céphalopodes), ici seront traités seulement deux classes :

- Les bivalves (huitres, moules, palourdes...) caractérisés par deux valves



Polychète errant sur substrat meuble. Photo : CC Philippe Bourjon.



Sabellidae : Cette famille appartenant aux polychètes sédentaires présente de longs filaments branchiaux formant une couronne tentaculaire qui peut être soit circulaire (genre sabella), soit en spirale (genre spirographis). Ces filaments branchiaux leurs servent à capter des particules alimentaires. Ils vivent dans des tubes membraneux, souples et fixés dans le sable. Photo : CC Gambini Alberto.

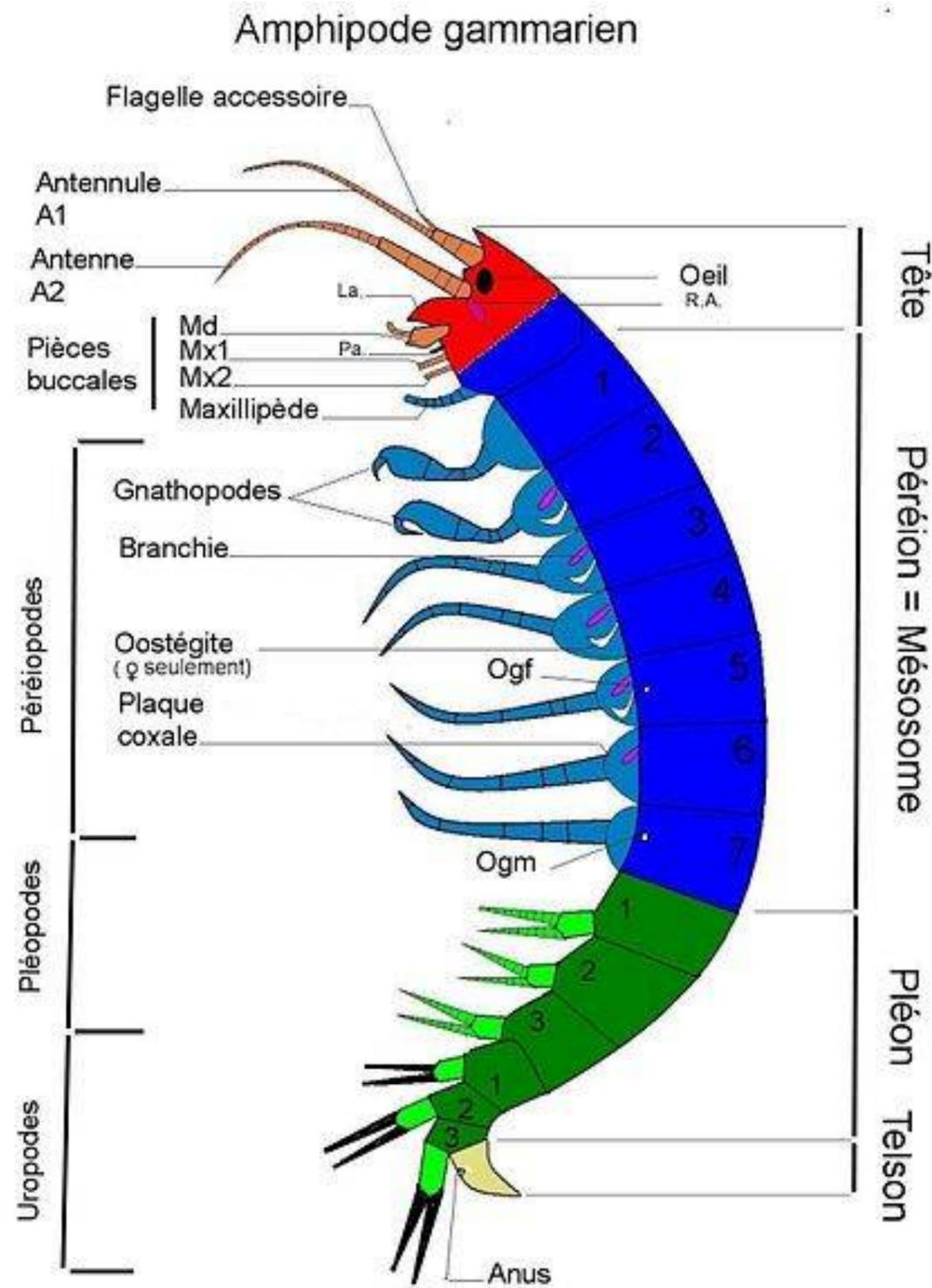
(coquilles) reliées entre elles par une charnière. Tous les bivalves possèdent deux siphons (un inhalant et un exhalant) qui permettent à l'animal, caché dans le substrat, de respirer et de se nourrir en faisant circuler les courants d'eau chargée en oxygène et en particules alimentaires (Müller, 2016). Ils servent également à l'élimination des particules non ingérées (pseudofèces), à l'excrétion et à l'émission des gamètes. Le plus souvent seules les extrémités des siphons apparaissent à la surface du substrat.

- Les gastéropodes (bulots, bigorneaux, patelles) caractérisés par la présence d'un pied et une coquille qui est toujours d'une seule pièce et en position dorsale, le plus souvent spiralee, mais qui peut être droite

(rare cas de gastéropodes sans coquille).

Les échinodermes (oursins, étoiles de mer, ophiures...) sont caractérisés par une symétrie radiaire et généralement de type 5.

- Echinoidea : Classe regroupant les Oursins réguliers et irréguliers. Ce sont des animaux de forme arrondie au corps recouvert de piquants. Contrairement aux oursins réguliers qui vivent la plupart du temps fixés sur un substrat dur, et que vous avez déjà sûrement rencontré lors de vos plongées où ballades le long du littoral, le mode de vie des oursins irréguliers est bien différent puisqu'ils sont fouisseurs et restent dissimulés dans les substrats sablonneux.



Anatomie d'un amphipode. Photo : CC Auguste Le Roux.





La coquille spiralée d'un gastéropode marin. Photo : Illuvis/Pixabay.



Une petite ophiure vivant dans le sable. Photo : Charlène Fréjefond.

- **Holothuroidea :** Les holothuries communément appelées concombre de mer, ont un aspect vermiforme dépourvu d'épines. Leur corps est allongé selon un axe bucco-anal. La bouche et l'anus sont terminaux et opposés. La bouche est entourée de plusieurs petites tentacules.
- **Asteroidea :** Contrairement aux oursins qui ont une forme arrondie, le corps des Astérides est aplati selon l'axe de symétrie caractéristiques des échinodermes. Leur morphologie est celle d'une étoile à cinq branches mais parfois plus sans que ce soit forcément un multiple de 5. Elles possèdent un disque central où s'ouvre la bouche (face orale ou ventrale) et à partir duquel rayonnent les bras.
- **Ophiuroidea :** Les ophiures, comme tous les échinodermes, ont une symétrie pentaradiale. Elles ressemblent à des étoiles de mer, avec cinq bras fins et fragiles rattachés à un disque central.

Structure trophique du macrobenthos

Il est important de s'intéresser aux comportements alimentaires de ces petites bêtes pour mieux appréhender le fait qu'elles sont indispensables au bon équilibre de la chaîne trophique et de l'environnement marin en général.

La structure trophique des peuplements macrobenthique est basée sur les groupes trophiques des différents taxons rencontrés. Chaque groupe trophique est basé sur le comportement et les habitudes alimentaires des individus. Cette classification tient compte de la nature et de la taille de la nourriture et de son mode de récolte. Ces groupes trophiques se répartissent en deux grandes catégories : macrophages et microphages.

Les macrophages se nourrissent de grandes particules alimentaires et regroupe

quatre sous-catégories: les herbivores (brouteurs ou mangeurs d'algues), les nécrophages (se nourrissant d'animaux morts), les détritivores (animaux vagiles consommant les débris d'origine essentiellement végétale), les carnivores ou prédateurs (chassant des proies).

Les microphages sont les animaux qui se nourrissent de petites particules et se composent des: micro-brouteurs (se nourrissant des microphytes, bactéries et débris colonisant les surfaces solides), suspensivores (liés aux apports par la couche d'eau et se nourrissent par filtration des particules alimentaires ou du plancton en suspension), déposivores sélectifs (se nourrissant de particules organiques, de bactéries et d'algues unicellulaires déposées sur le fond), déposivores non-sélectifs ou limnivores (animaux vivant dans le sédiment qu'ils ingèrent pour prélever la matière vivante telle que les bactéries, les microorganismes et la méiofaune benthique).

Sur le terrain et en laboratoire comment ça se passe pour les biologistes ?

La méthode de suivi de la macrofaune benthique (suivant le protocole DCE) se déroule en deux grandes étapes : une sur le terrain pour les prélèvements et une en laboratoire. Une fois la zone à prélever localisée, les prélèvements sont effectués soit en plongée sous-marine à l'aide d'une benne à main d'Eckman, ou directement à partir de l'embarcation à l'aide d'une benne Van Veen. Les méthodes de prélèvement sont adaptées en fonction de la profondeur.

Cinq réplicats sont échantillonnés par station, puis les échantillons sont tamisés sur un tamis d'une maille de 1 mm et sont ensuite fixés au formol neutralisé à l'eau de mer (5%).

Au laboratoire, on réalise l'extraction de la macrofaune. Les refus de tamis sont triés au laboratoire suivant la norme ISO16665 (Qualité de l'eau-Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le



Biologiste récupérant les sédiments prélevés à la benne à main d'Eckman.

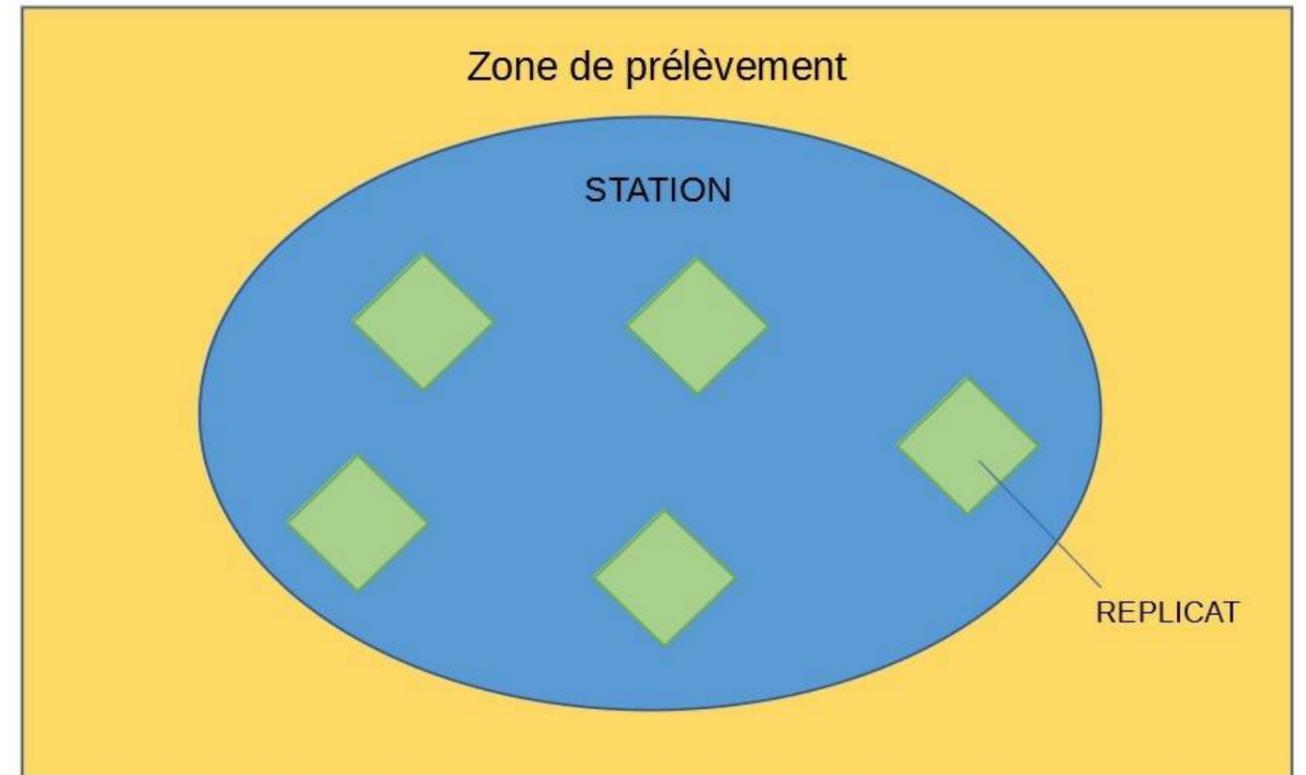


Illustration d'un site d'échantillonnage.

traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles). La faune benthique est ensuite conservée dans de l'éthanol 70%. Dans un deuxième temps, les biologistes experts réalisent la détermination de l'ensemble des individus. Elle est réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire et d'un microscope, les différentes espèces sont identifiées et les individus dénombrés en se basant sur le WORMS (world Register Of Marine species) comme liste de référence des noms d'espèces.

Intérêt pour la conservation/Menaces potentielles

En raison de la fonction écologique importante du macrobenthos au sein des écosystèmes marins (dégradation et production de matière organique), les connaissances sur les assemblages macrobenthiques de substrats meubles sont indispensables pour identifier les domaines

prioritaires pour la conservation et pour l'adaptation des activités humaines dans la zone maritime. Sans ces connaissances, les effets des facteurs de stress anthropiques ne peuvent être prédits ou atténués. Le terme « facteur de stress anthropiques » définit les activités humaines en mer générant une ou plusieurs pressions sur le milieu. Ces facteurs peuvent engendrer des changements dans la structure des communautés benthiques et peuvent ainsi avoir des impacts significatifs sur les écosystèmes marins, affectant la production de matière organique, la géochimie du sédiment et la quantité de nourriture disponible pour les prédateurs des niveaux trophiques supérieurs. En effet, la structure des biocénoses benthiques peut être influencée par de nombreux facteurs environnementaux et anthropiques (température, profondeur, type de sédiment, apports de matière organique...), qui peuvent être étroitement liés entre eux et difficiles à distinguer (Weisshappel et Svavarson, 1998).

Le macrobenthos est la mémoire des événements qui se sont passés les quelques



Tri et identification au laboratoire.

semaines (mois) avant le prélèvement. Ce sont donc de parfaits bio-indicateurs de la qualité écologique du milieu dans lequel les peuplements sont prélevés.

Lorsque l'on parle de menaces potentielles on entend par là, les pressions et impacts sur les milieux naturels découlant des activités humaines. Selon les milieux et les régions biogéographiques, les impacts ne sont pas forcément identiques.

Les étages supralittoralittoraux qui assurent la transition entre les domaines marin et terrestres et médiolittoral qui correspond à la zone de balancement des marées où il y a alternance d'immersion et d'émersion, subissent des impacts quasi-identiques. Ces zones sont particulièrement soumises à la fréquentation humaine (rejets de détritiques) et aux piétinements (pêche à pied) qui modifient notamment la compacité des sédiments ; aux nettoyages des plages détruisant non seulement la faune associée aux laisses de mers mais privant également le milieu de l'apport de matériel organique qui lui

est nécessaire (ex : banquettes de posidonies et autres macrophytes en méditerranée) ; aux pollutions par les nappes d'hydrocarbures après des accidents en mer (marées noires) ; aux débordements et ruissellements des cours d'eau ; aux rejets anthropiques de toutes sortes et à l'artificialisation du littoral.

L'infralittoral, zone immergée dont la frange supérieure peut cependant être exondée aux grandes marées de vives-eaux en Atlantique, subit les pressions anthropiques que l'on retrouve dans les étages supérieurs et inférieurs. C'est une sorte de « zone de transition » entre le bord de mer et les grands fonds qui cumule le plus de pressions. Cette zone bathymétrique est particulièrement soumise (en plus des activités précédentes) aux macrodéchets de surface ; aux eaux turbides et à l'envasement ; à la pêche artisanale (pêche par raclage dans certaines zones, pêche aux mollusques, pêches aux appâts) ; à la suppression des barrières naturelles ou artificielles pour faciliter la circulation des eaux ou des embarcations ; aux dragages

pour l'extraction de maërl en Atlantique.

Lorsque on s'éloigne du littoral, le circalittoral partie du littoral la plus profonde, presque totalement sombre et le Bathyal, zone qui s'étend de 1000 à 4000 mètres de profondeur se dessinent lentement. Comme les étages précédents, ces zones bathymétriques subissent de forts impacts anthropiques. A la différence, que se retrouve dans ces zones, la surpêche aux arts traînants.

Quel est l'impact de toutes ces pressions sur les peuplements macrobenthiques des substrats meubles ? il en résulte une diminution drastique de la densité et la diversité des espèces sensibles caractéristiques des différentes biocénoses et à leur remplacement par des espèces à large répartition écologique où opportunistes dans l'ensemble des substrats meubles. La faible résilience de certaines espèces et leur sensibilité accrue aux changements du milieu ne permettent pas aux populations de résister à la destruction de leur habitat associé.

Le mot de la Fin

Le métier d'expert benthologue ne s'improvise pas, il nécessite plusieurs années de formation et de longues heures les yeux fixés sur le microscope. Cela demande un investissement personnel assidue pour retenir toutes les familles, genres et espèces et une grande dextérité pour disséquer des individus de l'ordre du millimètre.

N'oublions jamais que toutes nos actions terrestres se retrouvent en mer et aboutissent à de forts impacts sur les plus gros et plus petits individus marins trop souvent oubliés.

Glossaire

Réseau trophique : ensemble de chaînes alimentaires reliées entre elles au sein d'un écosystème.

Gnathopode : Qualifie une des deux premières pattes thoraciques des amphipodes, patte non ambulatoire, généralement préhensile et terminée en forme de pince.

Espèce à large répartition écologique : espèce ne vivant pas dans un environnement

spécifique et que l'on peut retrouver dans plusieurs habitats.

Espèce opportunistes : espèce qui présente une capacité d'adaptation élevée. Elle occupe des habitats nouvellement disponibles, survit dans des environnements transitoires, imprévisibles³. Peu spécialisée, elle modifie son mode d'alimentation pour coloniser de nouveaux espaces.

Résilience : on utilise ce mot pour désigner l'aptitude d'une population, d'une espèce, d'un écosystème à se reconstituer et à récupérer ses effectifs initiaux après une perturbation. On évalue la capacité de résilience en combinant divers facteurs dont le temps de doublement de population, le taux de croissance, l'âge à maturité, etc. Pour un organisme isolé, c'est la capacité de réparation ou de régénération après un choc, un stress, un accident (SOURCE : DORIS).

Pour en savoir (beaucoup) plus

Dauvin J.-C. (ed.) (1997). Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes atlantiques, Manche et Mer du Nord. Patrimoines Naturels / Série Patrimoine Ecologique. Service du Patrimoine Naturel / IEGB) / Muséum National d'Histoire Naturelle (ed.). Vol. 28, Paris : 376 pp.

Michez N., Bajjouk T., Aish A., Andersen A., Ar Gall E., Baffreau A., Blanchet H., Chauvet P., Dauvin J.-C., de Casamajor M.-N., Derrien-Courtel S., Dubois S., Fabri M.-C., Houbin C., Legall L., Menot L., Rollet C., Sauriau P.-G., Thiébaud E., Tourolle J. & Van den Beld I. (2015). Typologie des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique : Version 2. Rapport SPN , Paris, 2015 - 45, MNHN : 61 pp.

R. Kantin, B. Andral, S. Debard, J. Denis, V. Derolez, E. Emery, N. Ganzin, G. Hervé, T. Laugier, M. Le Borgne, D. L'Hostis, J. Oheix, V. Orsoni, S. Raoult, S. Sartoretto, C. Tomasino R.INT.DOP/LER-PAC/06-08 Décembre 2006 Le Référentiel Benthique Méditerranéen (REBENT MED), 124p.