Les ophiures

/!\ il est conseillé de lire l'article « Les échinodermes » afin de comprendre tous les termes utilisés.

Cousines des astéroïdes (étoiles de mer) au sein des astérozoaires, les ophiuroïdes (**Ophiuroidea**) sont des échinodermes benthiques non sessiles. Leur corps se présente sous la forme d'un disque centrale d'où émergent 5 bras long et grêles non jointifs, parfois bifurqués et ramifiés. Leur section est ronde et leurs mouvements ondulatoires surtouts latéraux peuvent êtres rapides permettant à ces animaux de se déplacer et même de grimper sur d'autres organismes fixes sans utiliser leurs podia. En effet, les ophiures sont caractérisées par la perte secondaire sur leur podia des ampoules basales ou « ventouses ».



^ Face orale du disque centrale d'une ophiure. La bouche centrale en étoile est entourée de 5 mâchoires triangulaires et, chez cette espèce, les bras se prolongent en face orale jusqu'aux coins de la bouche. On voit aussi la madréporite à gauche.

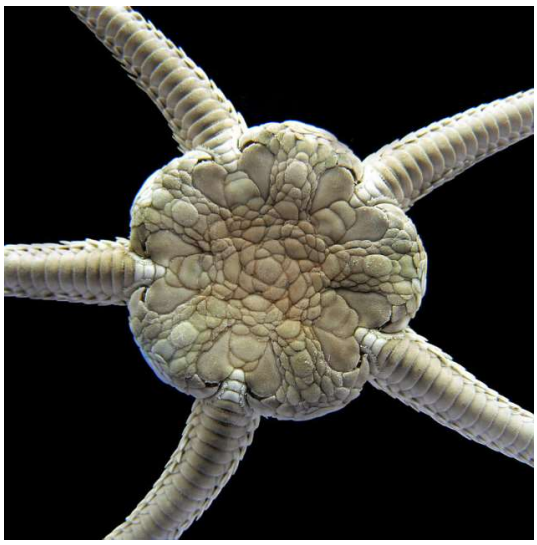
Par conséquent, les podia perdent leur fonction locomotrice pour faire office d'organes sensoriels (notamment olfactifs) mais continuent de remplir leurs rôles respiratoires. L'oxygène ainsi récolté est ensuite transféré sous l'action de muscles ou de cils aux bourses branchiales ciliées en position inférieure entre les bras via un système de sinus hémaux. Ces bourses ont aussi des fonctions excrétrices. Les podia ne sont pas disposés dans des gouttières qui courent le long des bras car les 5 sillons ambulacraires pentaradiés sont clos (convergence avec les oursins). Une autre réversion de caractère consiste en la perte de l'anus, les ophiures excrétant les restes de la digestion par leur bouche. En position inférieure (face orale), celle-ci a une forme d'étoile et est entourée de 5 mâchoires triangulaires. Elle donne sur un œsophage court puis sur un estomac aveugle pourvu de 5 diverticules digestifs. Autre caractère particulier, la madréporite est transférée sur la face orale. Celle-ci permet au système aquifère de communiquer avec l'extérieur. A noter que celui-ci communique avec les bourses branchiales et abrite des cellules amiboïdes constituant le système immunitaire.



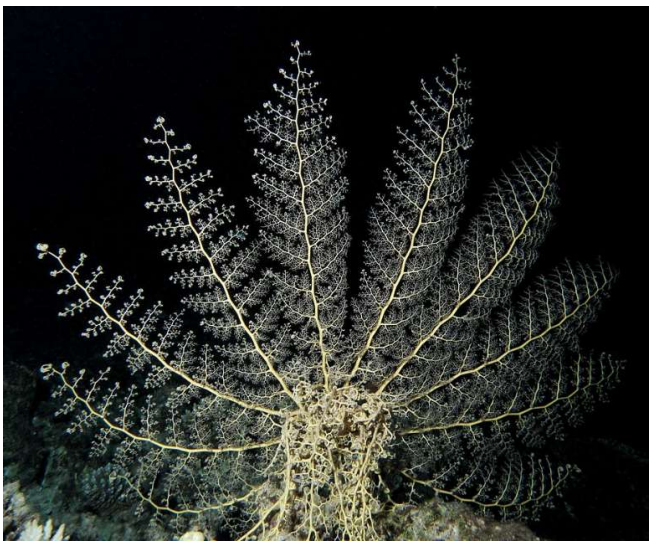
^ Photo de *Ophiocoma pica* (Ophiocomidae, Ophiacanthida, Ophintegrida). Cette espèce de l'océan indien présente de nombreux piquants sur ses bras. Ceux-ci ont des fonctions défensives et sensorielles, mais elles joueraient également un rôle dans la préhension.

Parmi leurs synapomorphies, l'une des plus importantes concerne la structure des bras. En effet, ceux-ci sont mobiles mais rigidifiés par des « ossicules vertébraux ». Chacune de ces pièces squelettiques d'origine extraxiale perforée résultent de la fusion de deux ossicules ambulacraires. Composées de calcite, elles sont articulées entre elles et reliées par des ligaments et des muscles. Des plaques latérales d'où émergent chez certaines espèces des piquants articulés sont disposées en rangées longitudinales sur les flancs des bras. Ces piquants sont articulés sur un mamelon et équipés de muscles puissants. Leur rôle est surtout défensif et sensitif, mais il pourraient aussi participer à la préhension. A noter que les bras des ophiures ne présentent aucun organe reproducteur ni digestif et peuvent également repousser après avoir été sectionnés.

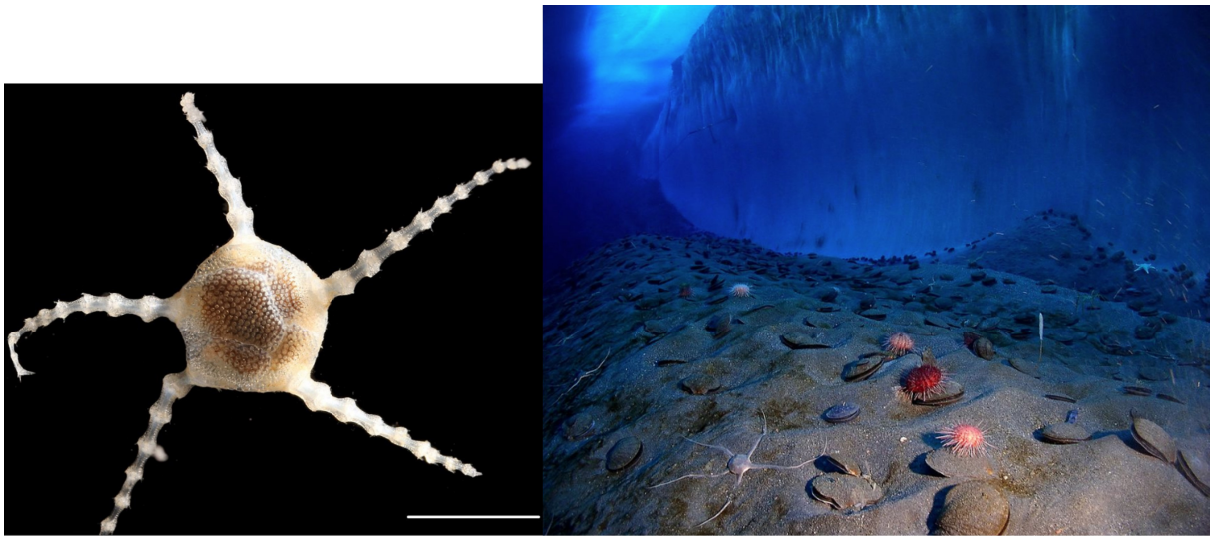
La structure squelettique du disque centrale est initialement composée d'une plaque centrale entourée de 5 plaques radiales entre lesquelles s'intercales d'autres plaques au fur et à mesure de la croissance. En plus, au point d'encrage des bras se trouvent des paires de plaques nommées « boucliers ». Chez certaines espèces, les bras se prolongent sur la face orale jusqu'à proximité de la bouche (photo page précédente). Le système nerveux des ophiures est constitué d'un anneau péri-œsophagien d'où partent 5 nerfs radiaux gagnant les bras. Les sens sont principalement l'odorat et la vision. Le premier est notamment permis grâce aux podia modifiés. Pour le second, il s'agit d'une analyse de l'intensité lumineuse réalisée par un réseau de cellules nerveuses photosensible dans leur épiderme, quoi que certaines ophiures pourraient utilisées un organe photosensible rudimentaire doté d'une lentille de calcite en face aborale. Enfin, les phylogénies moléculaires ont systématiquement retrouvées la monophylie des ophiures.



^ Détaille de la face aborale d'une ophiure commune (*Ophiura ophiura*, ophiuridae, ophiurina, ophiurida, euryophiurida). On distingue au centre la plaque centrale entourée des 5 plaques radiaires qui constituaient le squelette initial de la jeune ophiure. En grandissant, de nombreuses plaques se sont ajoutées dont les « boucliers » : il s'agit de 5 paires de plaques en forme de ballon de baudruche situées au niveau de l'insertion des bras.

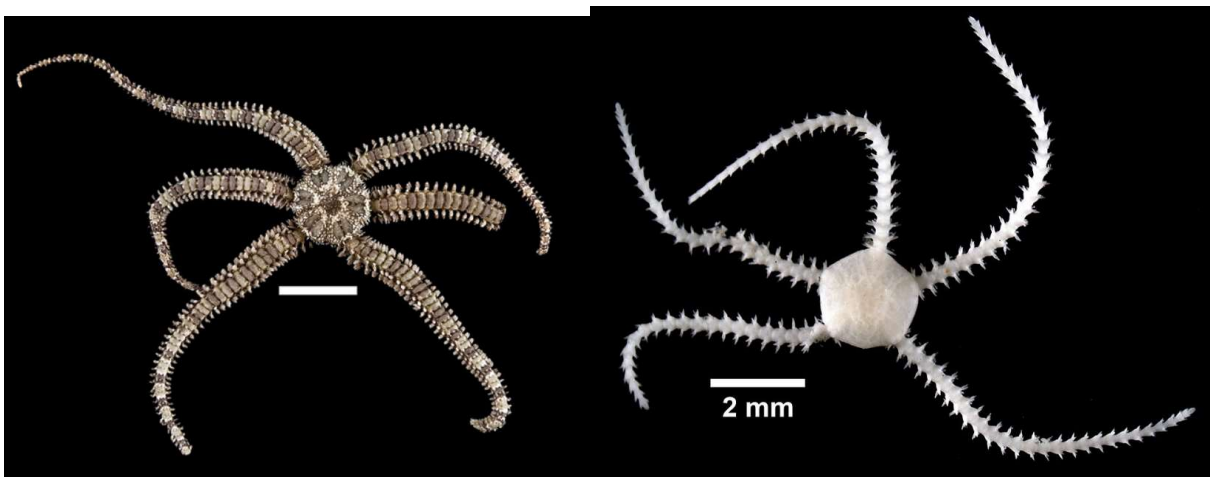


^ Photo d'une gorgonocéphale. Ces ophiures sédentaires on des bras bifurqués et ramifiés offrant une grande surface de filtration nécessaire à leur régime suspensivore. Le système aquifère caractéristique des échinodermes leur permet de maintenir leurs bras érigés sans dépenser d'énergie. Les gorgonocéphales font parties de l'ordre des euryalides dans le superordre des Euryophiurides.



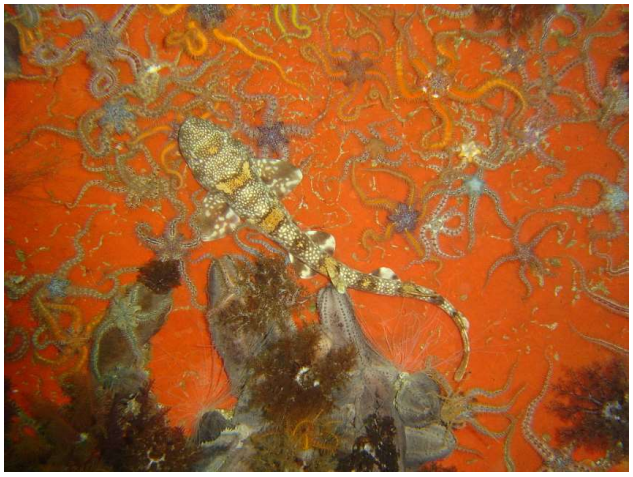
^ Deux ophiures vivants dans des milieux extrême. *Perlophiura profundissima* (Ophiurinea, Ophiuridae, Ophiurina, Ophiurida, Euryophiurida) est l'ophiure la plus profonde jamais découverte. Un spécimen a en effet été trouvé à 8 015 m (photo de gauche, barre d'échelle : 3 mm). *Ophionotus victoriae* (Ophiuridae, Ophiurina, Ophiurida, Euryophiurida) est une ophiure endémique de l'océan glacial Antarctique (photo de droite, en bas à gauche).

Les ophiures se développent dans tous les habitats marins sous tous les climats et sur tous les fonds. Elles vivent sur tous les substrats : biotiques (coraux, éponges,…) comme abiotiques (rochers, vase, sédiments, cheminées hydrothermales, débits flottants ou coulés,…). Cette incroyable adaptabilité leur a permis de coloniser toutes les mers du globe de la zone littorale jusque dans les abysses à 8 000 mètres de profondeur. Certaines espèces « cosmopolites » s'adaptent à de nombreux types de milieux et sont présente à presque toutes les gammes de température, de profondeur et de salinité. Une telle résistance couplée avec une grande discrétion (ces espèces ne fond que quelques cm de long) fond qu'elles ont été transportées par mégarde par les activités humaines notamment par les aquariums et les ballast, ces chambres que les bateaux remplissent et vident d'eau pour réguler leur flottaison. Ces petites espèces cosmopolites ont ainsi pu colonisées presque toutes les mers du monde. Enfin, les ophiures sont très tolérantes à la pollution et aux eaux saumâtres. Cette incroyable adaptabilité fait des ophiures le groupe d'échinoderme le plus diversifié et le plus abondant. On en compte ainsi 2 000 espèces dont 300 espèces sont propres aux récifs coralliens tropicaux du bassin Indopacifique. Ainsi, les bassins océaniens tropicaux concentrent le plus d'espèces (plus de 831).



^ Deux ophiures très résistantes devenues cosmopolites. *Ophiactis savignyi* (Ophiactidae, Ophiactoidea, Amphilepidida, Ophintegrida) est peut-être l'échinoderme le plus répandu au monde (photo de gauche, barre d'échelle : 5 mm). Sa grande adaptabilité et sa discrétion lui ont permis de voyager clandestinement dans les ballastes des bateaux et les aquariums. Elle est maintenant présente dans presque toutes les mers la reproduction asexuée dont elle est capable l'ayant sans doute aidé à coloniser ses nouveaux territoires. *Amphipholis squamata* (Amphiuridae, Amphiuroidea, Gnathophiurina, Amphilepidida, Ophintegrida) est une autre ophiure cosmopolite (photo de droite). Elle a la particularité d'être bioluminescente et de pouvoir vivre dans une eau 6 fois moins salée que la mer. Elle peut ainsi vivre en eaux saumâtres et remonter les cours d'eau.

La plus part des espèces sont nocturnes, lucifuges (elles fuient la lumière) et souvent grégaires vivant en grande concentration dans les zones où les ressources abondent. A la différence des étoiles de mer, les ophiures se déplacent en rampant grâce à leurs bras. En effet, si leurs cousines sont équipées de podia locomoteurs à ventouses, les podia sensoriels des ophiures en sont dépourvus. Elles doivent alors se déplacer par reptation, les bras se soulevant et s'étendant avant de se contracter et de tracter le disque central. Ces mouvement peuvent êtres rapides et permettant des pointes de vitesses élevées pour des échinodermes. On a également enregistré une occurrence d'une ophiure en trains de nager : il s'agit d'une espèce abyssale filmée à grande profondeur en 2018.



^ Un tapis grouillant d'ophiures. Les ophiures sont grégaires en présence de grandes quantités de nourriture et peuvent former des amas denses.

Comme beaucoup d'échinodermes, les ophiures ont de grandes capacités de régénération. Elles peuvent ainsi perdre un ou plusieurs bras qui repousseront en quelques semaines ou mois. Ainsi, de nombreuses espèces pratiquent l'autotomie. Cette stratégie de défense consiste à sacrifier un membre ou une partie d'un membre afin d'échapper à un prédateur, ce dernier se focalisant plutôt sur le bras amputé s'agitant encore plusieurs heures que sur sa proie en fuite. Par contre, une grande partie des ophiures dissimulent en permanence leur disque central qui leur est vitale par la présence des viscères, du système nerveux et respiratoire ainsi que le système aquifère et reproducteur. Elle le caches dans une cavité ou dans les sédiments pour n'en laisser émerger que leurs bras. Ceux-ci parfois très longs vont prospecter de la nourriture plus ou moins à l'aveugle. Enfin, une stratégie de protection est de vivre en symbiose à la surface d'animaux plus grands autant fixes (corail, crinoïdes) que mobiles (méduses, ver).



^ Cette *Ophiothrix spiculata* (Ophiotrichidae, Ophiactoidea, Amphilepidida, Ophintegrida) à un bras amputé. Elle a sacrifié d'un de ces bras épineux pour échapper à un prédateur. Celui-ci repoussera : cette stratégie de défense se

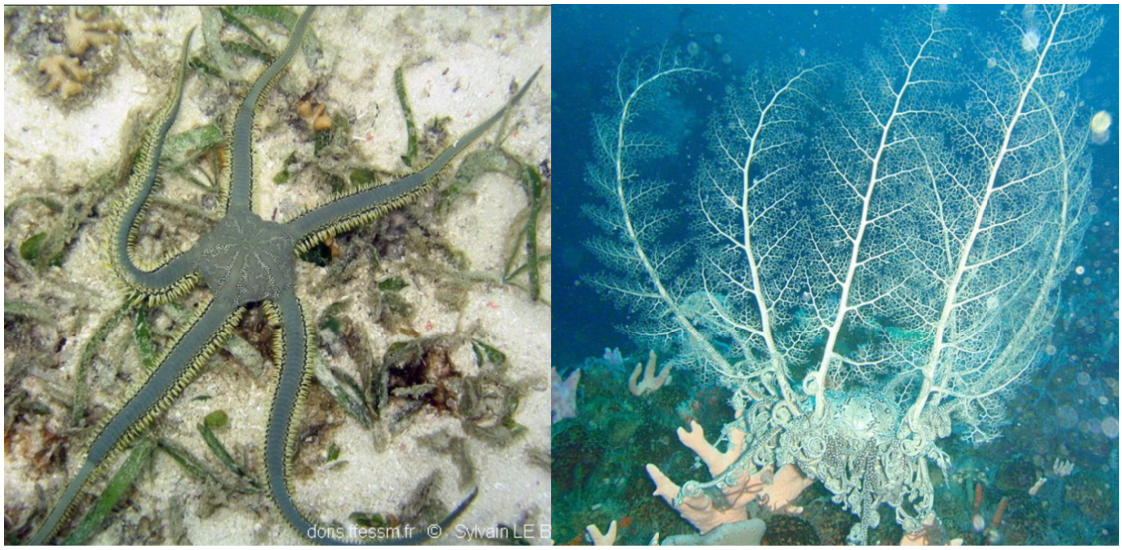
nomme « autotomie ».



<> Symbioses d'ophiures avec d'autres animaux. *Ophiomaza cacaotica* (à gauche) vit souvent en association avec des crinoïdes. Le ver *Lepidonotus melanogramus* (à droite) vit en symbiose sur une *Ophionereis schayeri*.

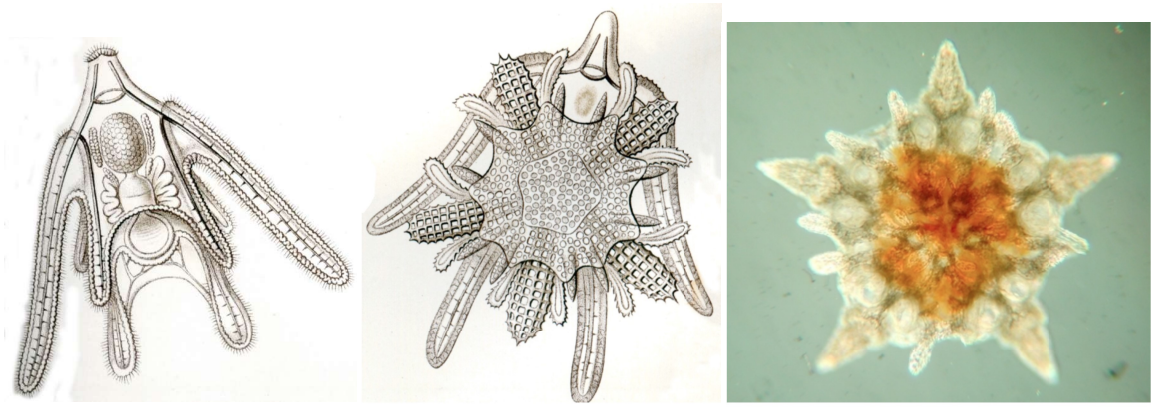


Les ophiures ont un régime alimentaire plutôt généraliste et surtout opportuniste. Elles sont principalement des prédateurs de petits mollusques et crustacés ainsi que de vers annélides, ainsi que des charognards ou des détritivores. Dans le premier cas, elles sont actives attrapant des espèces plus lentes qu'elles, mais pouvant même parfois capturer de petits poissons comme le fait l'ophiure rapide et agressive. Dans le second cas, se sont des ophiures lentes se cachant la journée ou sous la lumière pour n'arpenter les fonds marins qu'à la nit tombée ou dans la pénombre des abysses. Cependant, certaines sont suspensivores comme les gorgonocéphales, utilisant leurs bras recouverts de mucus collant et de piquants comme appareil filtreur. Ces derniers sont maintenus levés face au courant afin de réceptionner de petites proies ou des débris. Il semblerait aussi que certaines ophiures filtreuses des grands fonds soient capables d'attraper des poissons et des calamars de cette manière. Une fois capturée, la nourriture est broyée par les « mâchoires » entourant la bouche. Comme ces appendices mandibulaires sont parfois très spécialisées, ils représentent un critère de classification majeur des ophiures.



^ Deux méthodes d'alimentation chez les ophiures. A gauche : l'ophiure verte (*Ophiarachna incrassata*, Ophiodermatidae, Ophiurida) est une chasseuse active pouvant capturer des proies plus lente qu'elle (crustacés, vers) mais aussi des plus vives comme de petits poisons. A droite : les gorgones (groupe des gorgonocéphales, ici une *Astrocladus euryale*) maintiennent leurs bras érigés dans le courant afin de capturer passivement de petites proies ou des débris organiques (alimentation suspensivore).

Chez les ophiures, les sexes sont séparés (il y a des individus mâles et des individus femelles) et la fécondation externe a lieu dans l'océan après la libération des gamètes dans le milieu. Celles-ci sont produites dans les 10 bourses génitales distribuées par paires à la base de chacun des cinq bras. De nombreuses espèces incubent les larves dans ces bourses. Ces larves issues des œufs fécondés sont pélagiques et possèdent une structure ainsi qu'une métamorphose complexe. Ce type de larve nommé « ophiopluteus » possède un plan d'organisation bilatéral. Malgré cette reproduction sexuée, il existe chez certaines espèces un mode asexué par fission du disque centrale puis régénération des bras manquants. Ce mode de reproduction asexué permet ainsi à des espèces invasives de coloniser un milieu rapidement.



^ Différents stade de développement de sa larve planctonique ophiopluteuse (de gauche à droite : premier à dernier stade avec phase intermédiaire au centre).

Les ophiures (classe **Ophiuroidea** ou ophiuroïdes) se répartissent actuellement en deux superordres. Le premier est celui des Euryophiurides (**Euryophiurida**) et comprend les gorgonocéphales (ordre **Euryalida**) ainsi que de nombreuses ophiures à la « morphologie standard » (ordre **Ophiurida**). Le second est celui des Ophintegrides (**Ophintegrida**) et contiens une très grande diversité de formes comme le nombre élevé d'ordres le montre (environ 4 ordres contenant des dizaines de familles). Toutes les ophiures modernes sont regroupées au sein de la sous-classe **Myophiuroidea** qui a émergée au permien il y a environ 270 Ma et qui a connu sont maximum de diversité au mésozoïque (- 250 à - 66 Ma). Cependant, la diversité fossile et l'origine du groupe comprennent d'autres branches éteintes. Ainsi, les premières ophiures semblent être apparues à l'ordovicien il y a environ 485 Ma. L'histoire des ophiures est mal connue car leur corps fragile ne permet pas une bonne fossilisation.



^ ***Furcaster paleozoicus*, une ophiure primitive du dévonien (- 485 à - 440 Ma).**