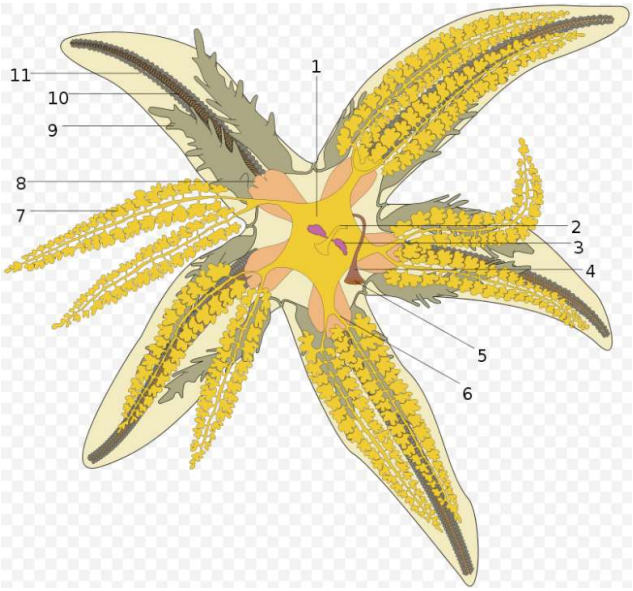
Les astérides (étoiles de mer)

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

Les étoiles de mer (classe des **Asteroidea** ou astéroïdes) sont parmi les échinodermes les plus célèbres et les plus facilement reconnaissables. En effet, elles possèdent 5 bras fusionnés à leur base montrant bien leur symétrie pentaradiée. Cependant, il existe des astérides à 7, 15 et même 50 bras ! La face orale est généralement tournée vers le sol (alors qualifiée de face inférieure) et porte la bouche ainsi que les sillons ambulacraires courant le long de la face inférieure des bras. La face aborale (ou supérieure) porte quant à elle la madréporite et l'anus. Outre des bras se touchant à leur base et cette organisation des organes externes, les étoiles de mer se caractérisent par des sillons ambulacraires profonds délimités par des ossicules paires en série émanant du squelette axial. On appel « colonne ambulacraire » la succession en arche articulées entre elles de ces ossicules dits « ambulacraires ». De plus, l'ossicule inter-radiale nommé odontophore est en forme de papillon et est interne par rapport aux plaques buccales. Enfin, les astérides se distinguent par leur estomac. Se trouvant au bout d'un court œsophage, celui-ci est évaginable : sa structure en une portion cardiaque et une portion pylorique lui permet de se « retourner comme un gant de toilette » et ainsi de d'étendre à l'extérieur de l'animal par la bouche. La portion pylorique reste en place durant ce processus. Celle-ci émet deux extensions dans chaque bras nommées « cæcum pyloriques » et qui sécrètes des enzymes digestives. Enfin, un intestin débouchant sur court rectum et un anus en face aborale partent de l'estomac pylorique.

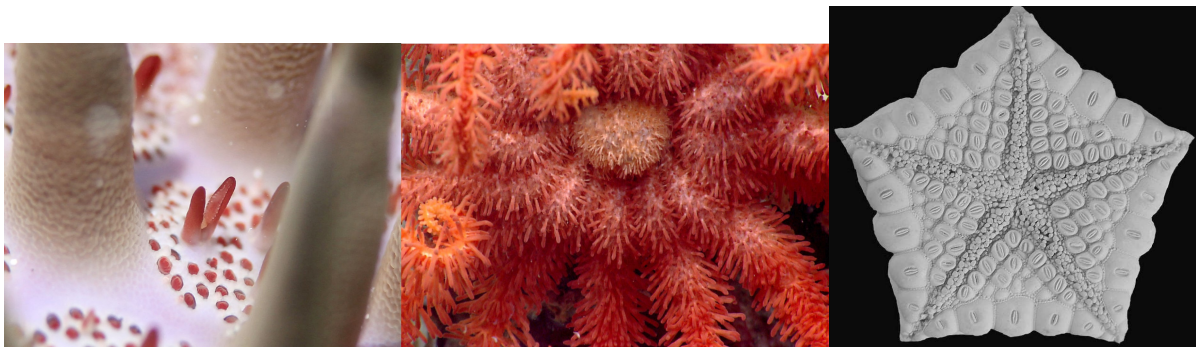


< Anatomie interne d'une étoiles de mer commune.
Légende : 1 = estomac pylorique ; 2 = anus ; 3 = glande rectale ; 3 = canal hydropore ; 5 = madréporite ; 6 = canal pylorique ; 7 = cæcum pylorique ; 8 = estomac cardiaque ; 9 = gonade ; 10 = osselets ambulacraires ; 11 = ampoules.

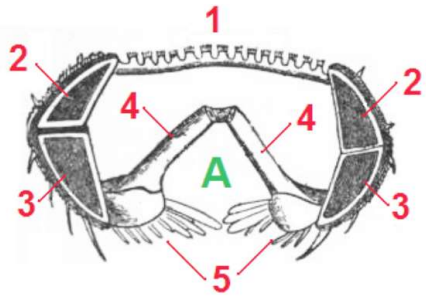


Etoile de mer commune ou astéride à huîtres (*Asterias rubens*, Asteriidae, Forcipulatida).

Le squelette des étoiles de mer est composé comme chez tous les échinodermes de plaques issues du derme et formées de carbonate de calcium et de carbonate de magnésium jointes par du collagène spécial dit « de capture ». Ces plaques sont non soudées chez les astérides leur conférant une certaine souplesse. Les plaques formant les bras sont de différent type. Ainsi, les plaques ambulacraires en position inférieure dans les sillons ambulacraires sont séparées par les podia, les plaques carinales forment le sommet et sont percées de petits pores respiratoires pour permettre aux papules d'effectuer la respiration, etc. Les plaques peuvent être plus ou moins développées selon les groupes d'astérides et peuvent porter des tubercules, des granules ou des épines. La surface de l'épiderme recouvrant les plaques est ponctuée de pédicellaires. Ces ossicules en forme de pince détachent les débris et les parasites de la surface du corps des étoiles de mer. Les astérides de la famille des Goniastéridés possèdent des pédicellaires formés de deux mâchoires en « grain de café » enfoncés dans l'épiderme dont la fonction est encore inconnue. D'autres telles les brisingidées utilisent les pédicellaires pour capturer les organismes planctoniques dont elles se nourrissent. Chez les astérides de l'ordre paxillosides (**Paxillosida**), les plaques carinales sont recouvertes de petites bosses en forme de parapluie. Nommées paxilles, ces structures leur permettent de créer un espace respiratoire nécessaire pour ces espèces vivant dans le sédiment.



^ Les pédicelles épidermiques. A gauche : détail de l'épiderme de *Acanthaster planci* (Acanthasteridae, Valvatida) montrant un pédicellaire et des papules respiratoires rétractées. Au centre : une brisingidée (Brisingidae, Brisingida) dont les gros pédicellaires servent à piéger le planton. A droite : la face orale d'*Akelbaster novaecaledoniae* (Goniasteridae, Valvatida) montre de gros pédicellaires bivalves sur presque toutes les plaques squelettiques.



< Anatomie squelettique des bras des astérides poxillosides. Coupe d'un bras de poxilloside.
Légende :
1 = orifices respiratorioes des papules ici équipés de paxilles
2 = plaques supéromarginales
3 = plaques inféromarginales
4 = plaques ambulacraires
5 = épines
A = sillon ambulacraire.

Les bras sont traversés par un canal radiaire relié à des ampoules. Cette structure est une extension du système aquifère communiquant avec l'océan par la madréporite et dont la paroi interne est tapissée de cils. Par leur contraction, les ampoules permettent d'injecter de l'eau de mer dans les podia et ainsi de les étendre. Les podia sont assimilables à des tubes munis d'une ventouse et recouverts d'une substance adhésive. Ils servent à la locomotion, la préhension, l'adhésion des proies ainsi qu'aux les échanges gazeux. Il y a généralement 2 rangées de podia dans la fente ambulacraire de chaque bras, mais certaines espèces en possèdent peuvent en avoir 4. Cependant, les podia des étoiles de mers fouisseuses (ordre des paxillosides et famille des archasteridés) sont dépourvus de ventouses et sont plus logs. La locomotion à traverts le sédiment se fait alors grâce à des ossicules en forme épines. En se servant des podia, les étoiles de mer progressent à environ 14 cm/min, mais peuvent se projeter vers l'avant par à-coups rapides en cas de stresse.



^ La locomotion et les sens. A gauche : *Astropecten bispinosus* (Astropectinidae, Paxillosida) dont les épines lui permettent de s'enfouir dans les sédiments et de s'y déplacer. A droite : extrémité distale d'un bras d'une étoile polaire (*Leptasterias polaris*, Asteriidae, Forcipulatida) montrant ses podia blancs et l'ocelle foncée en zone terminale.

La cavité cœlomique, le système hémal (cœur, système circulatoire) et le système aquifère présentent des cellules phagocytaires nommées cœlomocytes. Celles-ci phagocytent les corps étrangers : elles forment le système immunitaire. Quant au système nerveux, il se compose d'un cordon circulaire et de cordons radiaires courant dans chaque sillon ambulacraire. Concernant les sens, les étoiles de mer sont sensibles au toucher grâce aux podia, épines et pédicellaires. Les podia sont également sensibles

aux substances chimiques. De plus, l'épiderme des bras est muni d'un arsenal de 80 à 200 ocelles photo-réceptrices rendant l'astéride sensible aux variations lumineuses. Ce réseau de petits corps cristallins incrustés dans le squelette est parfois complété par de multiples cellules photo-réceptrices disséminées dans l'épiderme. Enfin, les étoiles de mer arborent un ocelle au bout de chaque bras. Ceux-ci peuvent être très développés étant composés de plusieurs ommatidies à la manière des yeux composés des arthropodes. A noter que ces « yeux » sont surtout développés chez els espèces vivant en faible profondeur et les espèces bioluminescentes abyssales. Ce sens permet alors de repérer proies et prédateurs, et de trouver des partenaires sexuels pour les bioluminescentes.



^ Une étoile de mer bioluminescente. L'espèce abyssale *Novodinia americana* (Brisingidae, Brisingida) peut être lumineuse sur l'entièreté de la surface de son corps. Couplé avec des « yeux » développés, cela permet la recherche de partenaires sexuels.

Les étoiles de mer sont représentées par 1 720 espèces (2017) et ont colonisés toutes les mer du globe sous toutes les latitudes et à toutes les profondeurs jusqu'à environ 6 000 m. L'étoile de mer la plus profonde jamais observée semble être un spécimen appartenant au genre *Hymenaster* filmé à 8 400 m. Cependant, le maximum de diversité en milieu côtier (seulement 19 familles complètement abyssales sur la quarantaine de familles actuelles d'astérides). Les étoiles de mer son toutes des animaux benthiques vivant sur les fonds marins dans une grande variété de milieux dont notamment les zones de marées où la mer se retire périodiquement. Cette grande diversité de lieux de vie occasionne également une grande diversité de formes. Il existe ainsi des étoiles de mer presque circulaires dont les bras très courts sont à peine discernables, tendis que d'autres possèdent des bras hypertrophiés.

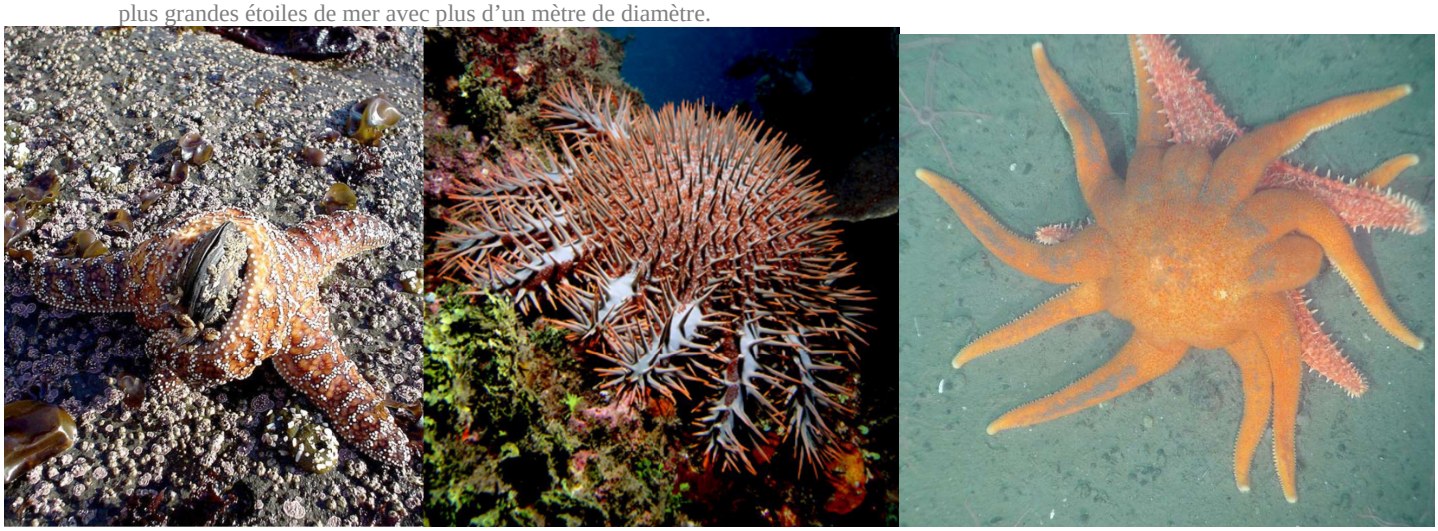


^ Deux astérides particulières. A gauche : une étoile de mer abyssale du genre *Hymenaster* (Pterasteridae, Velatida) qui détient le record de l'astéride la plus profonde jamais observé avec un spécimen filmé à 8 400 m. A droite : l'étrange étoile-coussin (*Culcita novaeguineae*, Oreasteridae, Valvatida) est presque sphérique. Cependant, les jeunes sont plats en forme de pentagone.

Les étoiles de mer mesures de quelques centimètres de diamètres (comme les genres *Allostichaster* et *Aquilonastra*) à plus d'un mètre avec des records de taille chez le soleil de mer (*Pycnopodia helianthoides*) et *Midgardia xandaras*, cette dernière pouvant dépasser 140 cm grâce à ses longs bras très fins. Concernant le poids, les espèces du genre *Thromidia* sont les plus massives avec *T. gigas* qui pourrait atteindre près de 6 kg. Durant leur vie benthique, elles se déplacent principalement grâce à leur podia fournissant une locomotion lente, et sont incapables de nager. La plus part des espèces sont nocturnes et passent la journée dans des anfractuosités rocheuses ou enfouies dans le sable. Comme spécifié plus haut, les espèces appartenant à l'ordre des Paxillosides et à la famille des archasteridés possèdent même des adaptations à une vie dans le sédiment avec des paxilles respiratoires et des épines fouisseuses.



^ Quelques records chez les étoiles de mer. A gauche : les étoiles de mer du genre *Allostichaster* (Stichasteridae, Forcipulatida) son parmi les plus petites avec quelques centimètres de diamètre. Au centre : les astérides du genre *Thromidia* (Mithrodiidae, Valvatida) sont sans doute les plus massives. A gauche : le soleil de mer (*Pycnopodia helianthoides*, Pycnopodiidae, Forcipulatida) est l'une des plus grandes étoiles de mer avec plus d'un mètre de diamètre.



^ Exemples de prédation chez les étoiles de mer. A gauche : *Pisaster ochraceus* (Asteriidae, Forcipulatida) utilise la grande résistance de son système aquifère pour exercer une force constante qui finira par ouvrir le bivalve lorsqu'il fatiguera. Au centre : Acanthaster planci (Acanthasteridae, Valvatida) est une étoile de mer dévoreuse de corail. A droite : *Solaster dawsoni* (Solasteridae, Valvatida) s'est spécialisée dans la consommation d'échinodermes dont d'autres espèces d'étoiles de mer qui est ici une *Hippasteria spinosa* (Goniasteridae, Valvatida).

La plus part des espèces d'astérides sont des prédateurs opportunistes se nourrissant d'une grande variété d'animaux benthiques généralement immobiles ou se déplaçant plus lentement qu'elles. Il s'agit selon els espèces de mollusques, de crustacés, de corail, de vers, ainsi que parfois de petits poissons et même d'autres échinodermes. Les espèces du genre *Solaster* sont ainsi spécialisées dans la consommation d'autres échinodermes dont d'autres espèces d'étoiles de mer. Elles sont également nécrophages, coprophages (se nourrissant d'excréments) et parfois supensivores comme certaines espèces filtrant l'eau grâce à leurs pédicellaires. La prédation concise dans un premier temps à la capture de la proie par les podia collants. Ensuite, les pièces buccales découpent la nourriture si nécessaire avant sont absorbation et sa digestion. Cependant, la partie de l'estomac nommée « cardiaque » peut être évaginé et la proie commence ainsi à être digérée à l'extérieur du corps de l'astéride ce qui, permet à cette dernière de consommer des animaux de plus grande taille. Certains astérides utilisent également leur système aquifère endurant pour ouvrir la coquille des mollusques et capturer de petits poissons. Cette technique est notamment utilisée par les étoiles carnassières de la famille des asteriidés qui capture les bivalves et exercent une force constante pour l'ouvrir. La force déployée par l'étoile de mer atteint 12,75 newtons ce qui représente l'énergie dépensée par un humain pour soulever un poids de 1,275 kg d'une main. A la fin du combat, le coquillage est fatigué et laisse entrouvrir sa coquille. L'astéride n'a plus qu'à y insérer son estomac cardiaque pour digérer la chaire de sa proie.

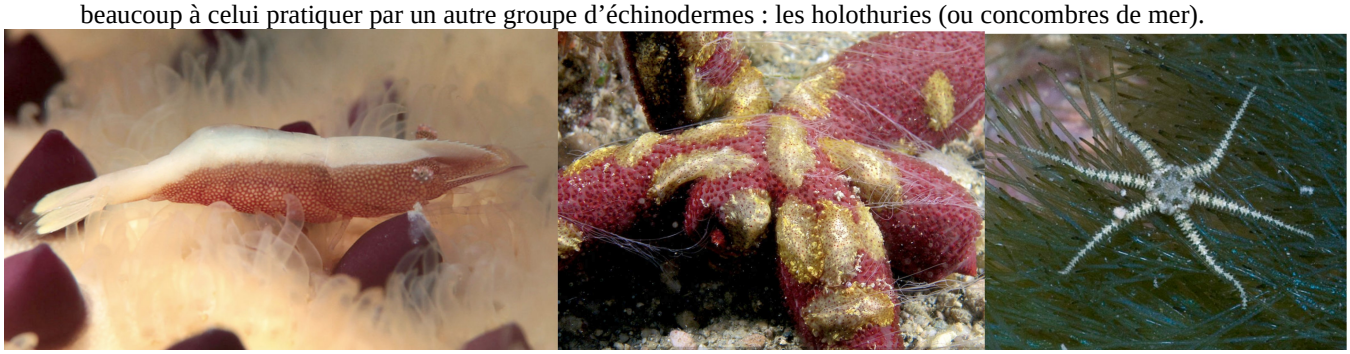


^ Différents régimes alimentaires basés sur des proies pélagiques. A gauche : *Stylasterias forreri* (Asteriidae, Forcipulatida) lève ses bras et capture des poissons en saisissant leur épiderme à l'aide de ses gros pédicellaires en forme de mâchoires, puis les attirent vers sa bouche afin de les consommés. Au centre : *Rathbunaster californicus* (Asteriidae, Forcipulatida) utilise ses puissants pédicellaires en forme de grosses mâchoires pour saisir l'épiderme de petits animaux pélagiques. A droite : *Labidiaster annulatus* (Heliasteridae, Forcipulatida) capture le krill antarctique à la manière des brisingides en levant ses bras et en le saisissant.



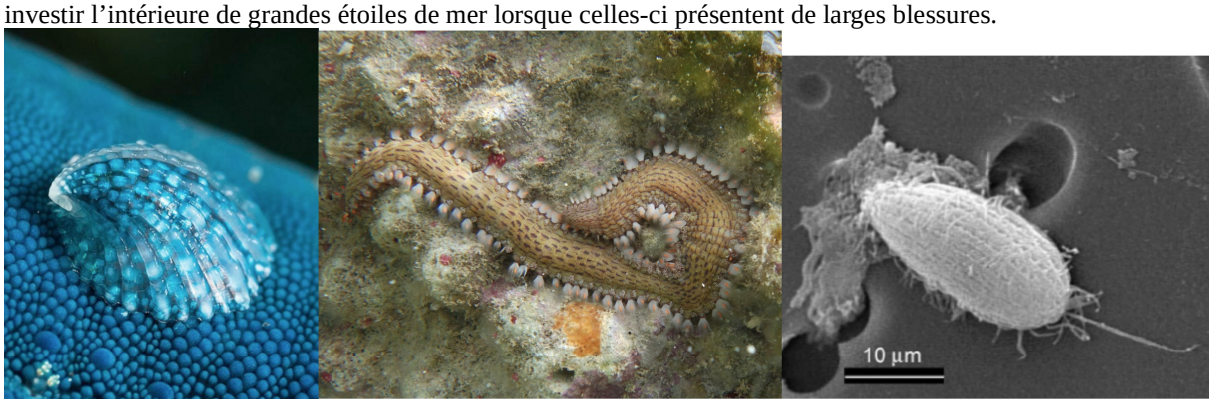
^ Des techniques de chasses différentes. A droite : les étoiles de mer de la famille des Brisingidés (ordre des brisingides) « filtrent » l'eau en capturant des animaux planctoniques grâce à leurs pédicellaires. Au centre : *Stegnaster inflatus* (Asterinidae, Valvatida) simule un refuge en se tenant sur la pointe de ses bras pour attirer ses proies. A droite : *Dyaster insignis* (Astropectinidae, Paxillosida) avale de grandes quantités de sable dont elle digère la partie organique à la manière des concombres de mer.

D'autres étoiles de mers utilisent leurs podia et leurs pédicellaires pour capturer des proies plus rapides. Pour les espèces s'attaquant à des proies rapides, les gros pédicellaires de plusieurs espèces leurs permettent de capturer de petits poissons et des crustacés bien plus agiles que les prédatrices. Pour cela, les étoiles de mer lèvent leur bras et attrapent leurs proies en les saisissant avec leurs pédicellaires. Les astérides possédant un régime suspensivore utilisent leurs nombreux pédicellaires pour « filtrer » l'eau et capturer de petits animaux se laissant porter par le courant : larves et petits crustacés pélagiques comme le krill. C'est le cas pour toutes les étoiles de mer de l'ordre des brisingides ainsi que l'espèce antarctique *Labidiaster annulatus*. D'autres espèces ont des techniques de chasses très singulières comme les étoiles de mer du genre *Stegnaster* qui se tient sur la pointe de ses bras pour imiter un refuge. Lorsqu'une proie vient se cacher sous la prédatrice, celle-ci se referme sur l'animal qui une fois piégé est le découpé et digéré. Enfin, d'autres astérides ont des modes de nutrition tout à fait inhabituels comme les espèces du genre *Dytaster* qui ingèrent de grandes quantités de sédiments pour en digérer la fraction organique puis rejeter le reste. Ce mode d'alimentation ressemble beaucoup à celui pratiquer par un autre groupe d'échinodermes : les holothuries (ou concombres de mer).



^ Divers symbiotes d'étoiles de mer. A gauche : la crevette-nettoyeuse des étoiles de mers (*Periclimenes soror*) est un symbiote commun des grandes astérides sous les tropiques chez lesquelles elle trouve refuge et nourriture. Au centre : des cténophores benthiques du genre *Coeloplana* vivent sur une *Echinaster luzonicus* (Echinasteridae, Spinulosida) pour des raisons inconnues. A gauche : la minuscule ophiure *Ophiactis savignyi* mesure entre 5 et 10 mm et vit souvent en association avec des étoiles de mer.

Les étoiles de mer tissent de nombreuses relations symbiotiques ou commensales avec d'autres animaux marins. La symbiose consiste en une association antre des organismes profitant à chacun d'eux, tendis que le commensalisme se rapproche plus du parasitisme car un organisme profite du corps d'un autre mais sans que cela ne nuise à l'hôte. Les symbioses d'étoiles de mer impliquent souvent des crustacés qui viennent s'abriter au près de grands spécimens qui possèdent peu de prédateurs. Ils se nourrissent des parasites ou autres impuretés présents à la surface du corps des astérides. Sous les tropiques, le compagnon le plus fréquent des étoiles de mer est une minuscule crevette dont la couleur imite la robe de son hôte. Cette crevette-nettoyeuse des étoiles de mer vit sur la peau des astérides et se nourrit de débris de nourriture ou de micro-organismes qui essaieraient de s'y accrocher. Outre les crevette, d'autres petits animaux peuvent vivre en association avec des étoiles de mer : de minuscules ophiures, de petits poissons, des cténophores benthiques (êtres gélatineux ressemblant superficiellement à des méduses), des vers polychètes (annélides marins), des crabes, etc. Outre ces organismes symbiotes et commensales, les étoiles de mer sont la cible de nombreux parasite. La plus part sont des gastéropodes de la famille des Eulimidae. Les astérides sont également parasités par des copépodes (petits crustacés) ainsi que des protozoaires ciliés (être unicellulaire). Enfin, des vers polychètes peuvent investir l'intérieure de grandes étoiles de mer lorsque celles-ci présentent de larges blessures.



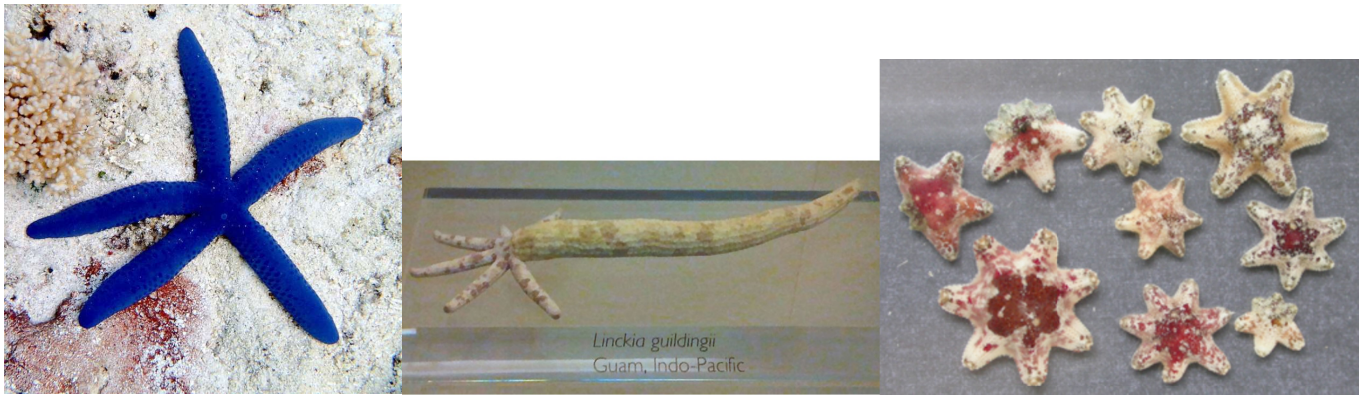
^ Divers parasites d'étoiles de mer. A gauche : le gastéropode *Thyca crystallina* parasite la peau d'étoiles *Linckia* laevigata (Ophidiasteridae, Valvatida) en reproduisant la couleur de sa victime. Au centre : le polychète *Pherecardia striata* se nourrit occasionnellement de la chaire des astérides en s'infiltrant dans le corps via des blessures. Le vers peu alors s'associer avec des crevettes dévoreuses d'étoiles profitant du repas des celle-ci. A droite : le protozoaires cilié *Orchitophrya stellarum* parasite les organes reproducteurs mâles des étoiles de mer où il se nourrit de sperme.

Même si de nombreuses étoiles de mer sont suffisamment bien défendues à l'âge adulte pour ne plus craindre d'attaques, les astérides possèdent de nombreux prédateurs au moins lorsqu'elles sont jeunes. Leurs principaux prédateurs sont des poissons aux mâchoires puissantes comme les balistes et les poissons-perroquets, des loutres et des oiseux marins, de gros mollusques carnivores, certains crustacés comme des crabes et des crevettes, ainsi que d'autres espèces d'étoiles de mer. Elles peuvent aussi être victimes de cannibalisme, une pratique répandue chez les espèces carnassières. Le principale mécanisme de défense des astéride réside dans leur comportement : de nombreuse espèces préfèrent rester cacher la journée pour ne sortir qu'une fois la nuit tombe, d'autres vivent surtout dans des cavités rocheuses ou dissimulées dans le sédiment. De plus, leur squelette dur et souvent épineux les rend immangeables pour de nombreux animaux. Deux armes de défense chimiques peuvent aussi être utilisées. Même si seule les espèces épineuses du genre Acanthaster possèdent des piquants venimeux, plusieurs autres espèces peuvent sécréter des substances répulsives.



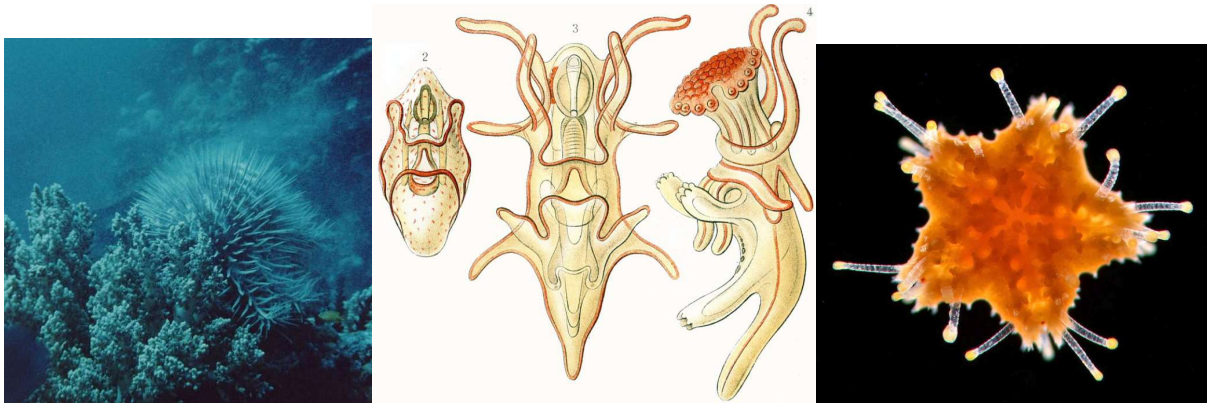
^ Divers prédateurs d'étoiles de mer. A gauche : la crevette Arlequin (*Hymenocera picta*) est un prédateur spécialisé dans la chasse des astérides (ici, une *Fromia milleporella*, Goniasteridae, Valvatida). Elle piège, paralyse puis consomme ses victimes. Elle peut vivre en association avec le vers polychète *Pherecardia striata* avec qui elle partage son repas. Au centre : le triton atlantique (*Charonia variegata*) est un gros mollusque carnivore friand de grandes étoiles tropicales qu'il paralyse en perçant leur squelette grâce à son dar venimeux. Ici, il attaque une étoile du genre *Oreaster* (Oreasteridae, Valvatida). A droite : ce goéland (*Larus sp.*) a profité de la marée basse pour capturer une étoile de mer (*Asterias sp.*).

En cas d'attaque, les étoiles de mer peuvent pratiquer l'autotomie. Elle se séparent ainsi d'un bras pour occuper le prédateur tendis qu'elles prennent la fuite. Comme chez les ophiures, le bras amputé se régénère rapidement. Mieux, ce type d'autotomie peut conduire à une reproduction asexuée par clonage. En effet, le bras amputé peut régénérer un spécimen entier. Cette capacité se retrouve notamment chez des espèces de la famille des Asteriidés, des Ophidiasteridés et des Echinasteridés. Un autre mode de reproduction par clonage implique la fission du disque centrale et la régénération des bras manquants. Ce mécanisme est permis par un disque central très restreint et une répartition équitable des organes vitaux dans les bras. Certaines espèces semblent même privilégier ce mode de reproduction asexué.

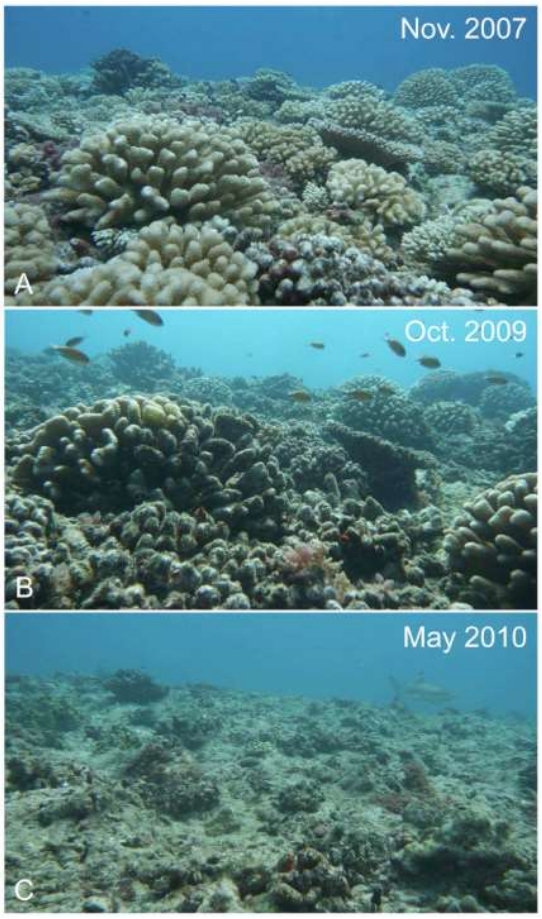


^ La reproduction asexuée chez les étoiles de mer. De nombreuses espèces comme cette *Linckia laevigata* (à gauche, Ophidiasteridae, Valvatida) sont capables de diviser leur disque central afin de générer deux individus par clonage. D'autres comme *Linckia guildingii* (au centre) font encore mieux en régénérant un corps entier à partir d'un seul bras lui donnant cette forme caractéristique de « comète de mer ». *Aquilonastra conandae* (à droite, Asterinidae, Valvatida) fait même partie des rares espèces à privilégier ce type de reproduction asexuée. Sur cette image, on voit certains spécimens aux bras pas entièrement régénérés issus d'une fission.

Le mode de reproduction sexué des étoiles de mer passe la plus part du temps des sexes séparés avec des individus mâles et d'autres femelles. Mais il y a parfois des cas d'hermaphrodisme simultanés (individus à la fois mâle et femelle) ou simultanés (individu mâle devenant femelle et vis-vers-ça). Chaque bras abrite deux gonades reliées à l'extérieure par des pores génitaux via le conduit reproducteur. Lors de la saison de reproduction, mâles et femelles expulsent respectivement du sperme et des œufs dans l'eau simultanément grâce un signal chimique, donnant lieu à une fécondation externe. Généralement, celle-ci donne lieu à des larves planctoniques dérivant dans l'eau pendant quelques semaines ou mois. Elles subissent alors des métamorphoses successives passant des stades différents : scaphularia, bipinnaria et enfin brachiolaria. Ce dernier stade voit les larves se déposer au fond de l'océan pour se métamorphoser en étoiles de mer juvéniles benthiques. Lorsque des larves planctoniques sont transportées dans les ballastes des bateaux, elles peuvent devenir des espèces invasives colonisant des région différentes de leur zone d'origine. Cependant, dans les régions où les larves ne trouveraient pas assez de nourriture planctonique (comme en milieu polaire ou dans les grands fonds marins), d'autres types de développements ont été adoptés par certaines espèces impliquant des œufs riches en vitellus capable d'alimenter leur progéniture. Ainsi, les œufs sont parfois stockés dans des interstices rocheux ou bien « couvés » l'adulte se positionnant en surplomb des œufs. Enfin, d'autres incubent les jeunes dans des structures particulières de la face aborale, au sein des caeca pyloriques ou dans les gonades. Une fois les juvéniles benthiques formés, ils sont libérés sur le fond marin.

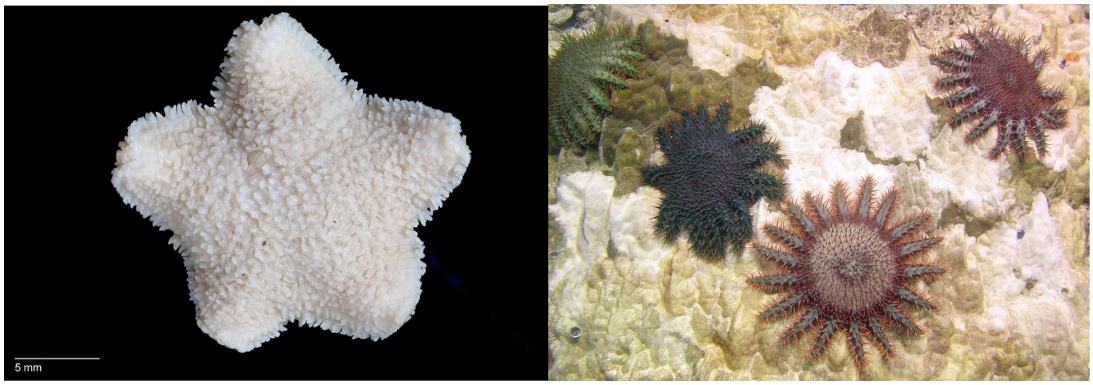


^ La reproduction sexuée chez les étoiles de mer. A gauche : une *Acanthaster planci* éjecte ses gamètes (nuage blanchâtre) dans la mer. Au centre : les 3 stades larvaires planctoniques des astérides (de gauche à droite : stades scaphularia, bipinnaria et brachiolaria. A droite : une jeune étoile de mer déjà benthique.

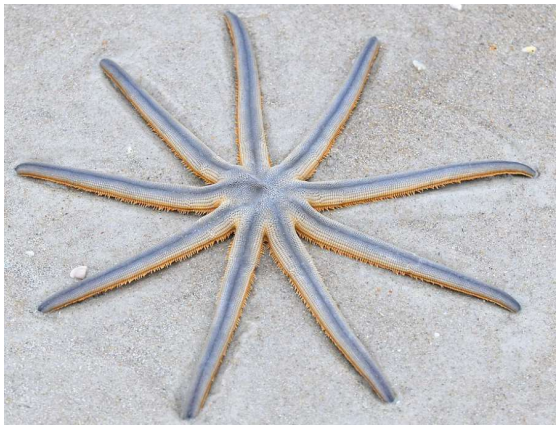


Les étoiles de mer ont une grande impotence écologique. En effet, il a été démontré que de nombreuses espèces sont par leur prédation opportuniste à large spectre des « espèces clef de voûte ». Cette position dans les écosystème leurs permettent de réguler la prolifération de certaines espèces. Si l'astéride disparaît, certains organismes pullulent au détriment des autres et la biodiversité de l'écosystème diminue drastiquement. C'est pourquoi leur préservation face aux activités humaines (pollution, destruction des habitats) est importante. Malheureusement, certaines espèces sont déjà victimes des la crise d'extinction dite « anthropique » provoquée par l'Homme. A l'inverse, certaines étoiles de mer représentent des dangers pour la biodiversité par leur transfert dans des régions qui leurs sont étrangères (espèces invasives). C'est le cas d'*Acanthaster planci*. Cette espèce armée de ces piquants venimeux repousse ses prédateurs et pullulent dans les récifs coralliens où elle dévore de grandes quantités de coraux. Elle menace notamment la grande barrière de corail d'Australie. La prolifération de cette espèce depuis les années 1970 aurait un lien avec les rejets de fertilisants chimiques dans les océans faisant proliférer les micro-algues et perturbant les réseaux écologiques.

< Un récif corallien polynésien avant (a), pendant (b) et après (c) une invasion d'acanthaster.

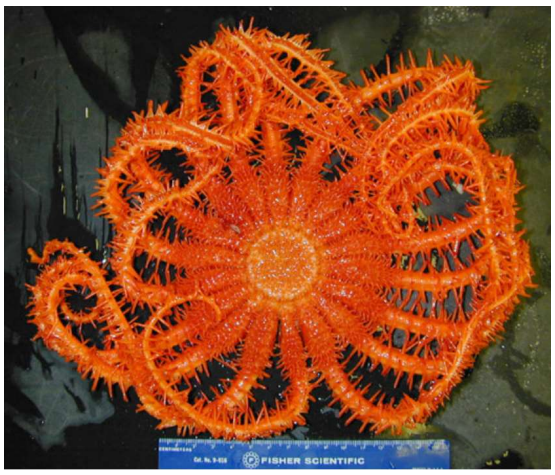


^ Des espèces d'étoiles de mer aux populations perturbées par les activités humaines. A gauche : l'espèce australienne *Patiriella littoralis* (Asterinidae, Valvatida) a été déclarée éteinte en 2018 suite à la destruction de son habitat par les activités humains. A droite : les acanthasters pullulent à cause des perturbation écologiques induites par l'Homme.

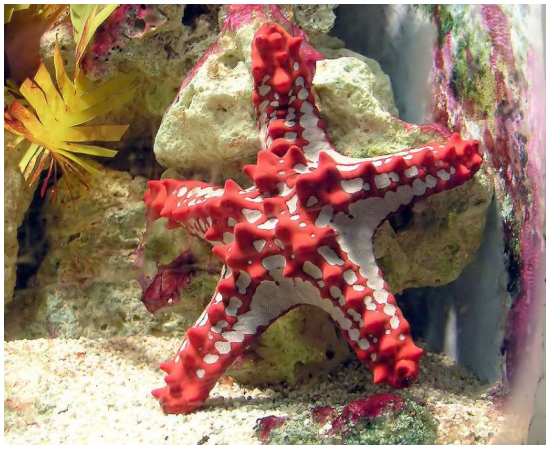


< *Luidia senegalensis*, une Paxilloside aux ères d'aliène de la famille des Luidiidés.

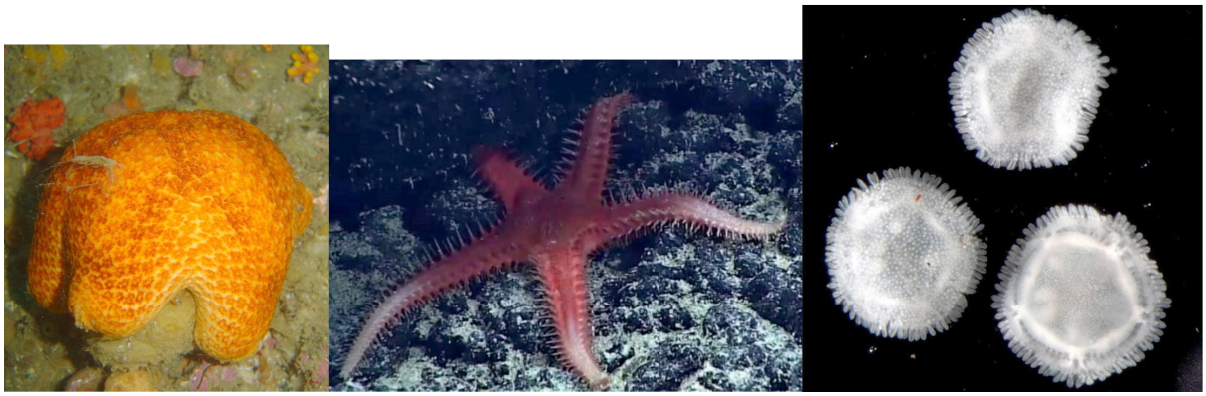
Les étoiles de mer actuelles (classe **Ateroidea** ou astéroïdes) sont classées dans 8 ordres différents qui ne sont probablement pas tous monophylétiques. En effet, la classification des astérides est complexe et encore largement sujette à révision. On peut toute fois considérer certains groupes aux caractéristiques particulières ; Ainsi, l'ordre des Paxillosides (**Paxillosida**) regroupe des espèces vivant dans le sédiment et équipées de paxilles s'enterrant grâce à leurs épines. Quant à l'ordre des Brisingides (**Brisingida**), il ne contient que des espèces abyssales possédant de 6 à 20 longs bras très souples et effilés. Elles capturent le planton grâce à leur réseau très



^ *Novodinia sp.* (Brisingidae, Brisingida).


^ Une magnifique *Protoreaster linckii*, une Valvatide de la famille des Oréastéridés.

dense de pédicellaires, puis l'acheminent vers la bouche par l'intermédiaire de podia particuliers. Deux autres ordres de taille mineure sont cantonnés aux eaux profondes ou glaciales : les Velatides (**Velatida**) au corps souple car possédant un squelette peu développé, et les Notomyotides (**Notomyotida**) aux longs bras épineux. Par opposition, les deux plus grands ordres d'étoiles de mer sont les Valvatides (**Valvatida**) et les Forcipulatides (**Forcipulatida**). Ils se distinguent par la morphologie de leurs pédicellaires. En effet, les premières possèdent des pédicellaires en forme de pinces bivalves (2 mors), tendis que les secondes présentes des pédicellaires à 3 mors. Quant aux Spinulosides (**Spinulosida**), elles ne possèdent pas de pédicellaires mais sont aquipées de piquants calcaires. Un autre groupe particulier d'étoiles de mer est l'ordre des Peripodides (**Peripodida**). Il ne contient que la famille des Xyloplacidés ne comptant elle-même que le genre Xyloplax. Il s'agit de 3 espèces d'étoiles de mer abyssales très particulière. Premièrement, leur corps discoïdal d'un centimètre de diamètre et peut flotter dans l'eau leur donnant un ère de méduse. De plus, elles sont dépourvues de bras et ne possèdent qu'un seul anneau de podia périphérique. Enfin, leur système digestif est très réduit voir relictuel et elles sont dépourvues de bouche : elles filtrent les bactéries à travers leur squelette calcaire. Ces animaux étranges sont encore sujets à reclassification.


^ Quelques représentants d'ordres mineures. A gauche : *Pteraster capensis* (Pterasteridae, Velatida). Au centre : *Cheiraster sp.* (Benthopectinidae, Notomyotida). A droite : Xyloplax janetae (Xyloplacidae, Peripodida).

Du côté des littoraux français en Europe, les espèces les plus répandues sont l'astéride à huîtres (ou étoile de mer commune) pour côte atlantique et l'étoile de mer rouge (ou étoile de mer commune de méditerranée) pour la côte méditerranéenne. Ces deux espèces représentent l'archétype de l'étoile de mer avec leur couleur brun/rouge et leurs 5 bras dépourvus d'épines apparentes. Cette forme à 5 bras n'est pas très généralisée chez les espèces modernes, mais il s'agissant de la forme initiale des premiers astérides. Malheureusement, les étoiles de mer son mal connues dans le registre fossile du paléozoïque (- 550 à - 250 Ma) où se situent leur apparition. Ce déficit de fossilisation s'explique par leur corps plutôt mou rendant leurs restes rares et mal préservés. D'une manière générale, l'histoire fossile des étoiles de mer est moins bien connue que celle d'échinodermes au squelette plus dure tels les oursins. Cependant, si les stomasteroïdes (voir « Les classes d'éleuthérozoaires disparues ») sont considérées comme des astéroïdes, l'origine des étoile de mer remonterait à l'ordovicien inférieur (vers - 475 Ma). Les premiers fossiles d'étoiles de mer aux allures moderne proviennent du Mésozoïque (- 250 à - 66 Ma). Si les groupes actuels apparaissent durant le Trias (- 250 à - 200 Ma), leur expansion semble avoir eu lieu au début du Jurassique (- 200 à - 170 Ma). L'apogée des astérides en terme de quantité de fossiles est atteinte au crétacé (- 145 à - 66 Ma).



^ Des étoiles de mer « classiques » de la nuit des temps à aujourd'hui. Les deux espèces les plus répandues en France métropolitaine sont l'astéride à huîtres (à gauche : *Asterias rubens*, Asteriidae, Forcipulatida) en atlantique et l'étoile de mer rouge (au centre : *Echinaster sepositus*, Echinasteridae, Spinulosida) en méditerranée. Leur forme « classique » d'étoile de mer était déjà présente chez des espèces fossiles du mésozoïque comme cette *Marocaster coronatus* (A gauche : Goniasteridae, Valvatida) du Maroc datée du Barrémien (- 129 à - 125 Ma).