

consomme le plancton végétal et sert généralement de nourriture aux organismes vivants plus gros et plus agiles tels que les poissons munis de dispositifs pour filtrer l'eau – les harengs, sardines ou anchois, par exemple, qui arborent des branchiospines, sortes de peignes fins sur les branchies – ou les baleines à fanons.

Plus proches des vertébrés que des méduses

Une partie de cette faune, toutefois, semble impropre à la consommation. Il s'agit du zooplancton gélatineux, ainsi nommé à cause de son aspect, dû à sa grande teneur en eau (toujours plus de 95 pour cent du poids frais). Cette composition lui confère une densité proche de celle de l'eau de mer, dans laquelle il se maintient sans effort. Les espèces du zooplancton gélatineux appartiennent à des groupes zoologiques variés, parfois éloignés dans la classification : méduses, mollusques, hydres flottants, siphonophores, tuniciers. Elles ont en commun une grande fragilité et une transparence presque totale.

Les salpes sont une forme de zooplancton gélatineux. Dans la classification du vivant, elles constituent l'ordre des salpides, un des trois ordres de la classe des thaliacés avec les pyrosomides et les doliolides. Bien que les salpes ressemblent à des méduses par leur aspect gélatineux et leur vie sans attache, elles s'apparentent structurellement plus aux vertébrés : elles font partie de l'embranchement des urochordés (aussi nommés tuniciers, car ils sont enveloppés d'une membrane constituée d'eau, de protéines et d'un glucide proche de la cellulose, la tunicine). Les urochordés et les vertébrés ont pour ancêtres communs des chordés, caractérisés par la présence, sur leur face dorsale, d'une corde cartilagineuse nommée chorde, ancêtre de la colonne vertébrale (voir la figure 2). Les salpes ont perdu cette chorde, disparue au cours de l'évolution, mais elle est conservée chez d'autres urochordés nommés appendiculaires. Elle est aussi présente

L'AUTEUR



Jean-Claude BRACCONNOT est océanographe de l'Observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer (CNRS/UPMC), dans les Alpes-Maritimes.

SUR LE WEB

Chroniques du plancton

Ce site rassemble de magnifiques films du plancton (dont des salpes) réalisés dans le cadre de l'Expédition Tara Océans et de l'Observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer (CNRS/UPMC). www.planktonchronicles.org/



7 Cavité cloacale

L'eau filtrée par le filet se retrouve dans cette cavité, d'où elle ressort par le siphon cloacal.

9 Muscles

La paroi dorsale est parcourue par neuf bandes musculaires assez larges, composées de plusieurs fibres striées, interrompues sur la face ventrale. Pendant la nage, les muscles se contractent et chassent l'eau de la cavité vers le siphon cloacal.

11 Branchie

Cette travée creuse oblique... n'est pas à proprement parler une branchie. Elle contient un gros vaisseau parcouru d'un flux sanguin rapide et vigoureux, relié d'un côté au cœur, et de l'autre à la paroi interne du corps. La surface interne de la salpe est creusée de sinus sanguins répartis le long des muscles et par lesquels s'effectuent les échanges respiratoires avec l'eau ingérée. Le sang, incolore, y circule selon un parcours bien défini. Les petites rangées de cils qui strient l'extérieur de la branchie participent à la circulation de l'eau au sein de l'animal.

12 Siphon cloacal

Par cet orifice s'échappent l'eau chassée de la cavité, les pelotes fécales et la génération suivante. Un muscle l'entoure.

13 Cœur

C'est un simple tube musculueux, très visible par ses contractions péristaltiques alternativement d'avant en arrière et en sens inverse après un court arrêt entre les deux mouvements.

14 Pelote fécale

Ces palets rectangulaires de quelques millimètres larges par le nucléus sont libérés dans la mer via le siphon cloacal.

8 Pharynx

L'eau ingérée entre dans cette cavité conique, où les particules sont capturées par le filet.

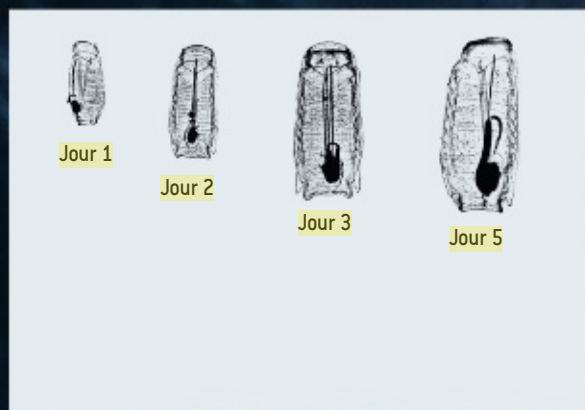
10 Stolon

Organe reproducteur de la forme oozoïde des salpes, ce cordon est composé de tous les types de cellules présents dans l'individu. C'est lui qui, en grandissant et en se segmentant, fournira les individus agrégés en chaînes de la génération suivante, les blastozoïdes.

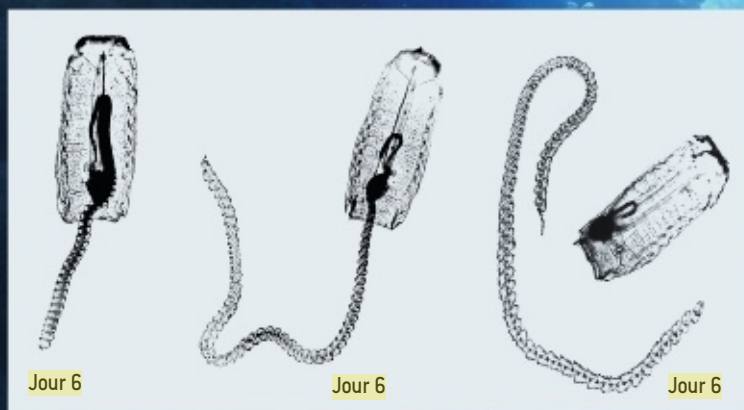
15 Nucléus

Constituée des viscères de la salpe (œsophage, estomac, intestin, pancréas), cette masse opaque est la seule partie colorée de l'individu.

LE CYCLE DE REPRODUCTION DE *SALPA FUSIFORMIS*



A. LE STADE ASEXUÉ DES SALPES. Chaque individu (oozoïde, issu d'un œuf par un stade larvaire, voir l'étape D) mène une vie solitaire, nage, se nourrit par filtration de l'eau et croît. Son organe reproducteur (le stolon) grandit et se segmente en bourgeons accolés.



B. LA LIBÉRATION DE LA GÉNÉRATION SUIVANTE. À une taille suffisante, l'extrémité du stolon de l'oozoïde est émise à l'extérieur via le siphon cloacal. Les bourgeons se gonflent d'eau, révélant de petits individus de salpes attachés les uns aux autres. Les jeunes individus, vrais jumeaux produits par bourgeonnement (blastozoïdes), sont libérés par tronçons successifs d'une centaine tous les deux jours, et au moins cinq ou six fois. Chaque individu se développe au sein de la chaîne.

chez les doliolés (doliolidés) au stade larvaire, qui la perdent au cours de leur développement. Les chordés portent tous, de surcroît, un système nerveux dorsal, constitué, chez les salpes, d'un ganglion nerveux associé à un œil pigmenté.

Un filet à plancton pour se nourrir

Les salpes, comme les autres thaliacés et contrairement aux ascidies, fixées au fond des océans (ou sur des algues elles-mêmes fixées au sol), sont pélagiques : elles vivent en haute mer, à des profondeurs pouvant aller jusqu'à 800 mètres. En surface, elles se nourrissent du phytoplancton.

Au printemps, lors des grands développements du vivant dans les couches superficielles de la mer (jusqu'à 100 mètres de profondeur) liés à l'élévation de la température et à l'augmentation de l'ensoleillement, on observe de grandes poussées de phytoplancton. Ces organismes unicellulaires microscopiques riches en pigments chlorophylliens se multiplient à grande vitesse par photosynthèse, car la lumière pénètre le milieu. Cette croissance est limitée aux eaux de surface, la lumière diminuant avec la profondeur. Au-dessous de 150 mètres, le noir absolu règne dans tous les océans.

Sortes de petits tonneaux présentant un orifice à chaque extrémité, les salpes se nourrissent en aspirant l'eau de mer et tout ce

qu'elle contient (tant que la taille est compatible), soit surtout du phytoplancton en surface. L'eau de mer entre par un orifice (siphon buccal) et ressort, filtrée, par l'autre (siphon cloacal) : les salpes retiennent les particules planctoniques qui flottent dans la masse d'eau en filtrant celle-ci à l'aide de leurs sécrétions muqueuses (voir l'encadré page 38). Elles ont en effet inventé... un filet à plancton semblable à celui utilisé chaque jour à la Station zoologique de Villefranche-sur-Mer pour prélever des échantillons de plancton en haute mer.

Les fils de soie ou de nylon sont remplacés par de minces fils de mucus durci organisés en un maillage rectangulaire qui forme un cône flexible entre la « bouche » (siphon buccal) de la salpe et son tube digestif, le nucléus (voir la figure 3a). Lorsque l'eau pénètre dans le pharynx de l'animal (la partie antérieure de la cavité du tonneau), le filet muqueux se gonfle (et il se dégonfle lorsque l'eau filtrée est expulsée). Les particules retenues dans le filet muqueux sont avalées – avec lui – dans l'œsophage, puis l'estomac. Les pelotes fécales, des palets rectangulaires de quelques millimètres de côté, sont le produit de la digestion partielle de ce mélange. Larguées par le nucléus, elles sont rejetées à l'extérieur via le siphon cloacal, tout comme l'eau pure filtrée par l'animal.

Les salpes de surface sont donc surtout phytophages. De quoi, en revanche, se nourrissent celles observées plus en profondeur,

là où le phytoplancton ne peut plus se développer faute de lumière ? Si la formation du filet muqueux était connue dans ses grandes lignes depuis la fin du XIX^e siècle, l'énigme n'a été résolue qu'en 1991, lorsque nous avons réussi, à la Station zoologique de Villefranche-sur-Mer, à prélever et fixer un échantillon du filet de l'espèce *Pegea confoederata* malgré la fragilité du matériau, et analysé sa structure au microscope électronique à balayage (voir la figure 3b). La petite dimension de la maille rectangulaire était de 0,57 micromètre (un demi-millième de millimètre), pour un individu mesurant plus de dix centimètres ! En d'autres termes, l'animal, parmi les plus grandes formes du macroplancton, est capable de filtrer l'eau de mer jusqu'à en retenir les bactéries qu'elle contient, longues d'environ un micromètre.

Les bactéries constitueraient même une importante source de nourriture pour les salpes. C'est la conclusion à laquelle sont arrivés, en 2010, Kelly Sutherland, de l'Institut océanographique Woods Hole, dans le Massachusetts aux États-Unis, et ses collègues en nourrissant des salpes *Pegea confoederata* avec des billes en polystyrène de 0,5 à 3 micromètres et en mesurant par vidéomicroscopie la vitesse d'impact de ces billes sur le filet muqueux : non seulement les petites billes, même de taille inférieure à la maille du filet muqueux, étaient piégées dans le filtre, mais elles l'atteignaient plus vite que les grandes. Les bactéries étant