ÉCLAIRAGE 4 : LA NUTRITION DES POLYPES

La nuit, les polypes se nourrissent en capturant du zooplancton grâce à leurs tentacules munis de très nombreuses cellules spécialisées, les cnidocytes. Le mucus secrété par l'ectoderme participe à la nutrition des polypes. Mais les coraux vivent dans des eaux claires donc pauvres en plancton, si bien que seulement 10 à 20% de leurs besoins sont couverts.

La réussite de ces organismes résulte de la présence d'algues symbiotiques qui grâce à leur photosynthèse assurent une grande partie de la nutrition du polype en échange d'un abri stable et d'éléments minéraux. L'activité photosynthétique de l'algue contribue à l'élaboration du squelette calcaire.

1. Des polypes bien armés pour capturer leur proie

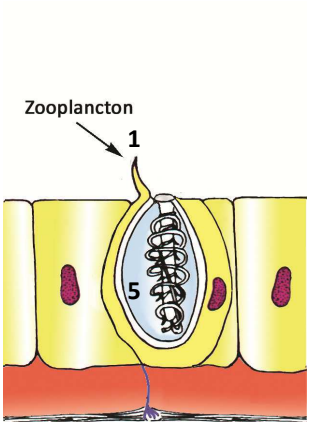
La nutrition est assurée par la capture de particules organiques et de zooplancton grâce au mucus et aux tentacules garnis de nombreuses cellules harpons ou cnidocytes. Chez de nombreuses espèces, les tentacules se déplient de façon privilégiée la nuit, lors de la remontée du plancton.

Certaines cellules de l'ectoderme évoluent pour donner des cnidocytes : A l'intérieur de la cellule, une vésicule ou capsule à double membrane se met en place : elle renferme un liquide venimeux contenant des enzymes et des neurotoxines. La membrane interne s'invagine en un long filament ouvert à l'extrémité. La membrane externe s'interrompt au niveau de la zone d'invagination du filament formant un pore fermé par un opercule. Les cnidocytes sont connectés par leur base à des éléments nerveux expliquant leur recrutement synchronisée.

Ils existent près de 30 types morphologiques de cnidocystes mais ils n'ont que 4 fonctions : transpercer, coller, enlacer ou fixer.

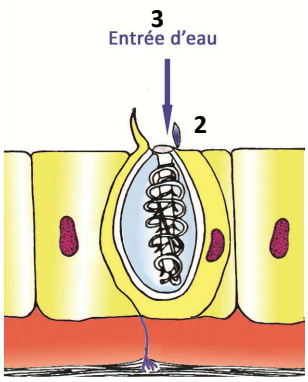
Remarque sur les différents termes *: Le terme cnidoblaste fait référence à une cellule urticante immature, en cours de formation à partir d'une cellule interstitielle indifférenciée de l'ectoderme). Une cellule fonctionnelle est appelée cnidocyte (ou nématocyte), et elle renferme une capsule appelée cnidocyste ou nématocyste.*

1. Contact avec un animal du plancton



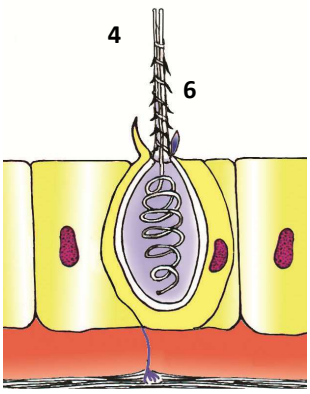
Un élément du zooplancton effleure le **cnidocil** (1).

2. Ouverture de l'opercule



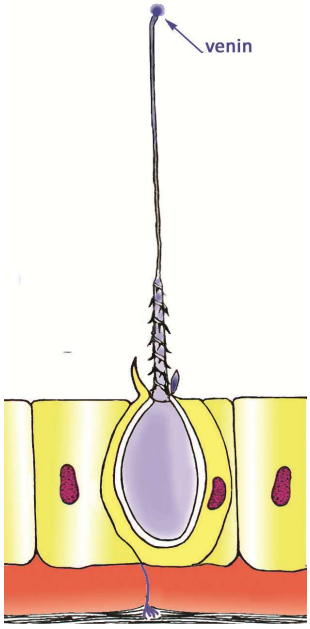
L'opercule (2) s'ouvre, l'eau entre (3);

3. Dévagination du filament



le filament (4) est expulsé en se déroulant.

4. Sortie du venin



Le venin de la capsule sort sous pression

Un contact sur le cnidocil (1) entraîne l'ouverture de la capsule (2) et l'entrée d'eau de mer (3). La pression du liquide interne (5) à l'intérieur de la capsule déclenche la sortie du filament urticant qui se dévagine comme un doigt de gant retourné. Le filament sous pression s'enfonce dans le corps de la victime et se comporte comme une aiguille inoculant le liquide venimeux de la capsule. Au passage, les épines (6) déchirent les tissus. Cette séquence dure quelques millièmes de secondes avec une vitesse de quelques mètres pas seconde (10 km/h) ; ce qui est un évènement d'une rapidité et d'une violence si élevées à l'échelle cellulaire que l'on parle de la décharge des cnidocystes. Cette décharge pourrait également être provoquée par la réception de messagers chimiques.

La proie paralysée par le venin est ensuite apportée à la bouche.

Le passage de la proie dans la cavité déclenche la sécrétion d'enzymes. Le contenu de la cavité est brassé par les cellules ciliées ce qui favorise la digestion dans un premier temps puis la circulation des nutriments dans un second temps. Ainsi, les autres polypes dont les cavités communiquent seront aussi approvisionnés en éléments nutritifs.

2. La pêche au filet de mucus

L'ectoderme secrète du mucus qui joue le rôle d'un véritable filet de pêche. Il piège les particules alimentaires et du zooplancton qui ainsi englués sont apportés à la bouche par des mouvements ciliaires ou par les tentacules.

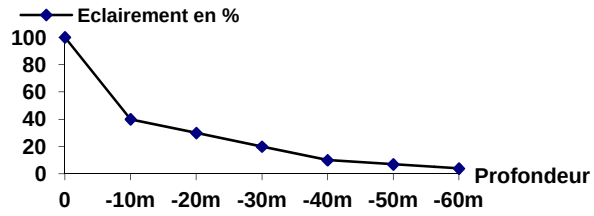
La matière organique retenue par le filet de mucus peut être colonisée par des bactéries : ce film bactérien servant lui-même de nourriture au zooplancton.

De plus, le mucus possède un rôle protecteur notamment lors de périodes d'émersion (marée basse) et lors d'apports de sédiments.

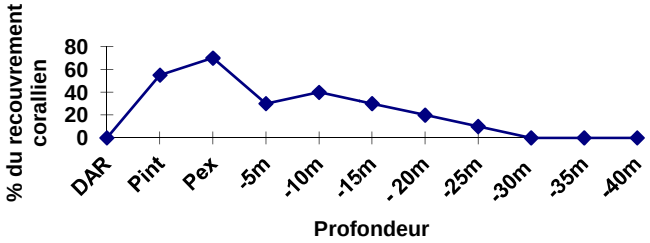
Du fait de la pauvreté des mers tropicales, les apports alimentaires dus au zooplancton et aux bactéries qui se développent sur le mucus ne couvrent que 10 à 20% des besoins énergétiques du polype. Cela pose le problème de savoir quelle est sa source majeure d'apports énergétiques.

La comparaison des graphes ci-dessous permet de montrer une évolution parallèle du taux de recouvrement et de l'éclairement en fonction de la profondeur.

Eclairement en fonction de la profondeur
(Bouchon 1978)



% recouvrement corallien
(Bouchon 1978)

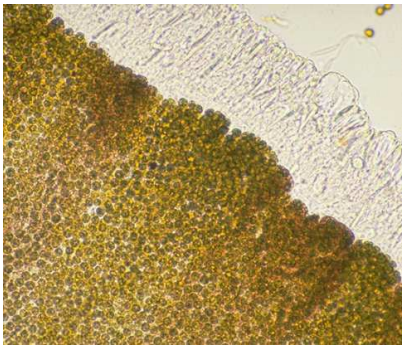


DAR : zone sableuse du lagon – Pint et Pext : partie plate de la barrière corallienne (platier)

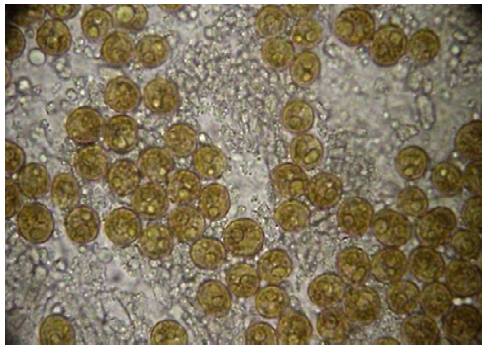
La lumière s'avère nécessaire à leur développement. Or parmi les êtres vivants ce sont essentiellement les végétaux chlorophylliens qui sont dépendants de la lumière. La résolution de cette énigme passe par la découverte dans les tissus du polype, d'algues.

3. Des animaux en symbiose avec des zooxanthelles

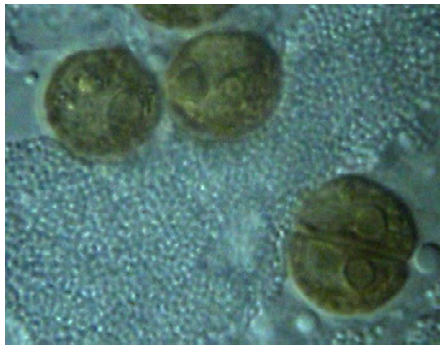
Une coupe dans les tissus du polype montre la présence d'unicellulaires chlorophylliens : les zooxanthelles.



Zooxanthelles Microscope optique (X 1000)



Microscope optique (x 10 000)



Microscope contraste de phase (x 50 000)

Photos Nicole Gravier-Bonnet

Ce sont des organismes unicellulaires appartenant au groupe des Dinoflagellés caractérisé par la présence de deux flagelles orthogonaux.

Les Dinoflagellés sont protégés par des plaques cellulosiques plus ou moins épaisses situées sous la membrane cytoplasmique. La moitié des espèces sont photosynthétiques, certaines secrètent des toxines comme celles responsables de la ciguatera.

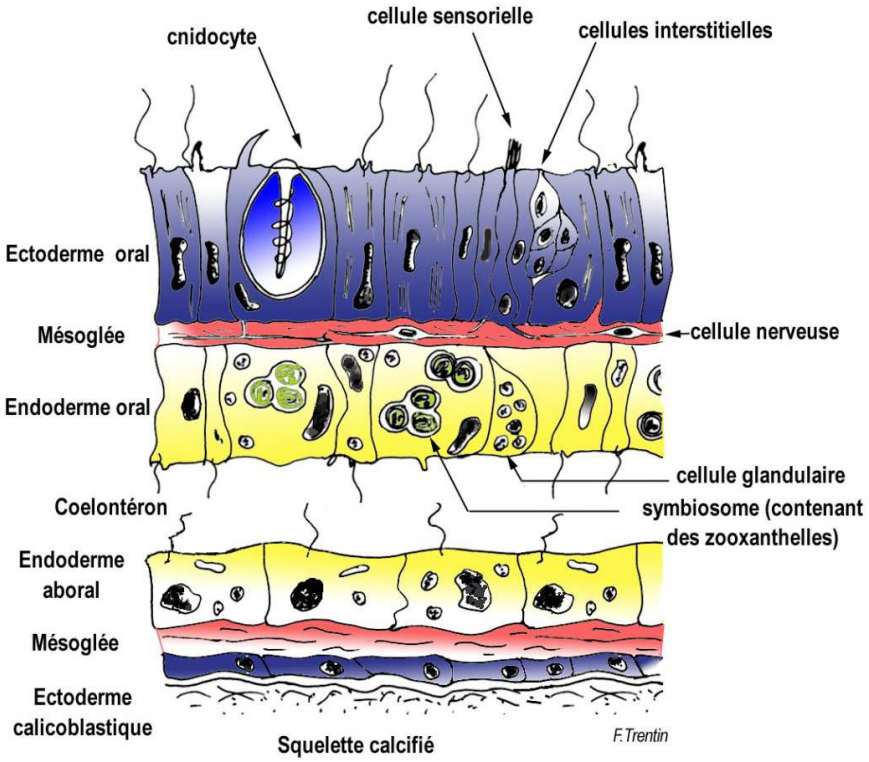
Les dinoflagellés symbiotes ou zooxanthelles ont perdu leurs flagelles. Chez les coraux comme chez de nombreux autres organismes marins (foraminifères, radiolaires, planaires, spongiaires, mollusques), ils appartiennent au genre *Symbodinium*. La caractérisation génétique des différentes espèces et populations symbiotiques est en cours. Néanmoins, il semble que

plusieurs populations de *Symbodinium* puissent cohabiter chez un même hôte; qu'elles soient capables d'établir des relations symbiotiques avec plusieurs espèces, et qu'ils existent des signaux de reconnaissance entre le symbiote et son hôte.

Les zooxanthelles ont une taille d'une dizaine de µm (1/1000ème de mm) et sont regroupées par 2 ou 3 dans une vésicule à l'intérieur des cellules de l'endoderme de l'épithélium supérieur. Leur effectif dans les tissus du polype est évalué à quelques millions par cm^2 (comptage dans un plan au microscope).

Elles ont un couleur brunâtre-jaunâtre car elles possèdent des pigments photosynthétiques (chlorophylle a, c, xanthophylles, caroténoïdes). Ce sont elles qui ont besoin de lumière pour réaliser la photosynthèse.

Les zooxanthelles trouvent là un milieu stable, à l'abri des variations des conditions du milieu, de la sédimentation et de leurs consommateurs. Elles utilisent les déchets du métabolisme azoté et phosphaté du polype comme sources d'éléments minéraux pour élaborer des composés organiques par photosynthèse. La source de C semble être à la fois le CO_2 dissous provenant de la respiration du polype mais également les hydrogénocarbonates de l'eau de mer.

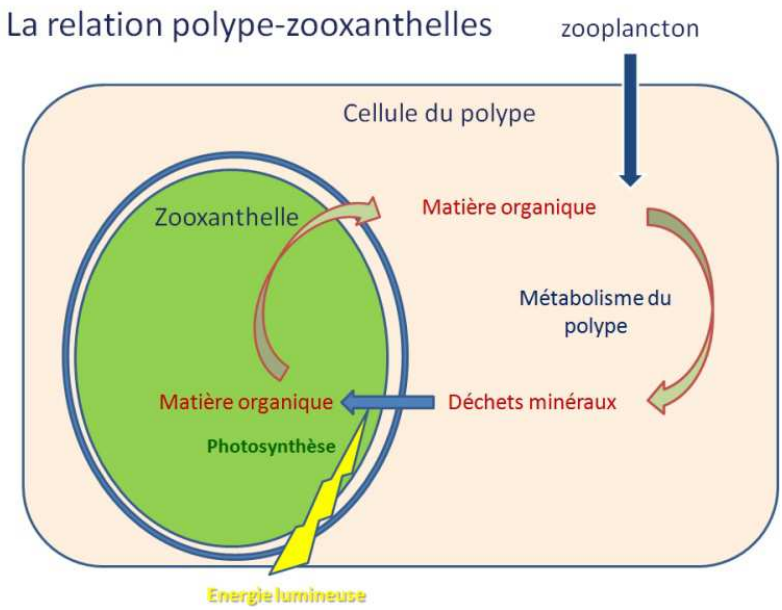


Coupe des tissus d'un polype

Le polype bénéficie des produits organiques élaborés par les zooxanthelles dont il stimule la photosynthèse et l'exportation de matières organiques carbonées.

Ainsi, la symbiose **permet un recyclage local et rapide de la matière**. Elle est à l'origine de la réussite des coraux dans les milieux pauvres en éléments nutritifs (oligotrophes).

Les zooxanthelles sont des producteurs primaires majeurs des écosystèmes coralliens.

Par ailleurs, la présence des zooxanthelles **stimule la calcification** : en absorbant le CO_2, elles déplacent l'équilibre des carbonates vers la précipitation du $CaCO_3$: $2\ HCO3^- + Ca^{2+} <==> CaCO3 + CO_2 + H_2O$.

L'augmentation du CO_2 dissous dans les eaux marines liées à l'augmentation des émissions de ces gaz pourrait entraîner une diminution de la calcification voire une dissolution.