

■ Les Spongiaires

FICHE RÉCAPITULATIVE

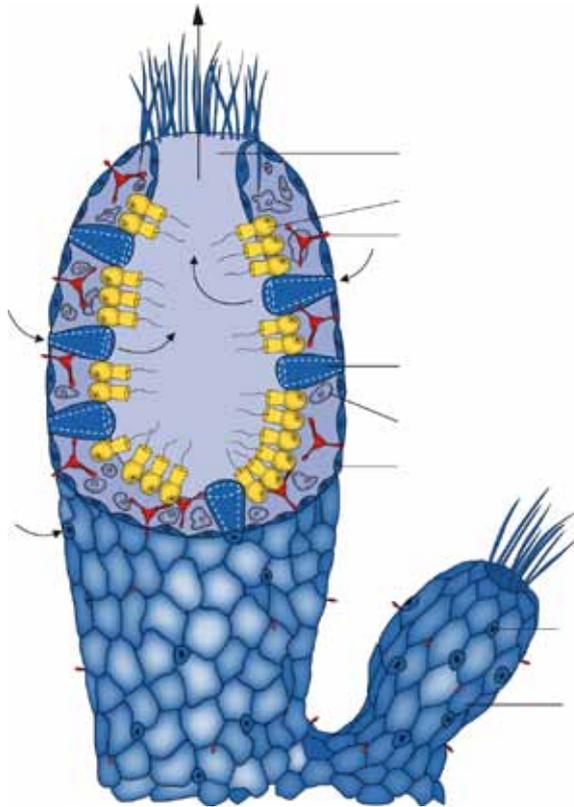
- Aussi appelés Porifères
- Métazoaires dits « Parazoaires», c-à-d « à côté » des Méta-zoaires vrais, parce qu'ils ne comportent pas de vrais feuilletts embryonnaires (ectoderme, mésoderme, endoderme)
- Absence d'organes vrais
- Présence de cellules flagellées, les choanocytes, faisant circuler le milieu aquatique à travers de canaux ouverts sur l'extérieur
- Fonctionnement des cellules peu ou pas coordonné
- Reproduction sexuée (le plus souvent hermaphrodisme et fertilisation croisée) et asexuée (bourgeonnement)
- Marins ou dulçaquicoles
- Solitaires ou coloniaux
- Fixés à un support
- Environ 5500 espèces décrites

1. Présentation du groupe

Les Spongiaires sont le résultat d'un des passages de l'état unicellulaire à l'état pluricellulaire. L'état pluricellulaire permet une augmentation de taille des individus et le développement de structures complexes variées. Les Spongiaires n'ont pas donné d'autre ligne de descendance. Pour souligner ceci, certains zoologistes les rangent dans le règne des Parazoaires, par opposition aux autres Méta-zoaires.

2. Exemple-type : structure de base et physiologie d'un Spongiaire-type

2.1. EXAMEN EXTERNE



SP 2.1. Aspect général d'un Spongiaire

La forme fondamentale est celle d'un tube à double paroi (type « ascon »): ectomésenchyme et endoderme

Les pores inhalants, ou ostia, sont de minuscules orifices criblant sa surface.
La cavité centrale s'ouvre au sommet par l'osculum, ou pore exhalant.

Un courant d'eau traverse continuellement l'éponge, pénétrant par les pores inhalants et sortant par l'osculum.

2. 2. EXAMEN INTERNE

2.2.1. Types cellulaires



SP2.2. Types cellulaires

La paroi externe du corps est l'**ectomésenchyme** composé :

- des **pinacocytes**, couverture externe de l'éponge, formée d'une couche de cellules plates, ne reposant pas sur une lame basale: on ne peut donc pas parler d'un véritable épithélium. Chaque pore inhalant se creuse dans un **porocyte** contractile. Le diamètre de l'oscule peut ainsi varier: il contrôle la vitesse du flux d'eau et parfois l'arrête totalement. Chez certaines éponges, ce contrôle est facilité par un type spécial de cellules appelées **myocytes**, qui montrent quelques similitudes avec des cellules musculaires lisses.
- du **mésenchyme**, comportant la **mésoglée**, matrice de protéines gélatineuses située sous les pinacocytes, le **matériel squelettique** (collagène, spongine, spicules) et d'une série de types cellulaires. On y trouve par exemple des cellules totipotentes capables de se différencier en tous les types cellulaires (les archéocytes), des cellules qui digèrent les particules alimentaires filtrées (les amibocytes), et des cellules produisant la mésoglée ou le matériel squelettique. Ces différents types cellulaires sont très mobiles et se déplacent constamment au sein de l'éponge.

La paroi interne du corps est l'**endoderme** composé de **choanocytes**, qui bordent la cavité centrale. L'extrémité tournée vers la cavité centrale porte un flagelle entouré d'une collerette. Celle-ci est constituée de microvillosités serrées les unes contre les autres. Par le battement de leur flagelle, les choanocytes produisent le courant d'eau qui traverse l'éponge. Ils participent aussi à la digestion et à la reproduction.

2.2.2. Système digestif

Les éponges sont des microphages, c'est-à-dire des animaux filtrants, se nourrissant de particules organiques **de petite taille** passant par les pores inhalants.

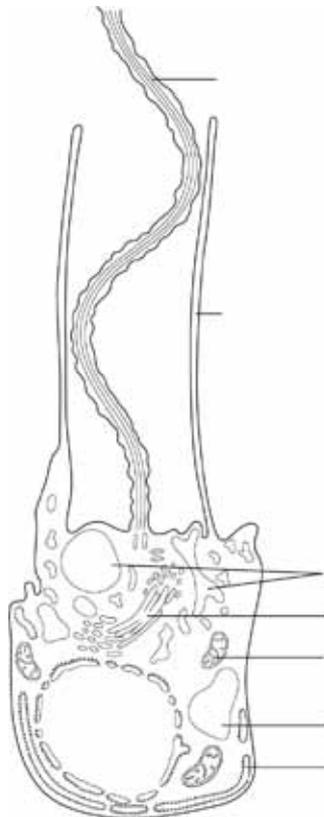
Les particules alimentaires sont captées par les choanocytes, lors du passage de l'eau au travers de la collerette de microvillosités.

Elles sont ensuite phagocytées par le choanocyte.

La digestion intracellulaire se fait soit dans le choanocyte, soit dans une autre cellule, un amibocyte, auquel le choanocyte a transféré le contenu de sa vacuole alimentaire. Les amibocytes stockent et assurent la répartition des substances digérées entre les différents types cellulaires.

EXERCICE

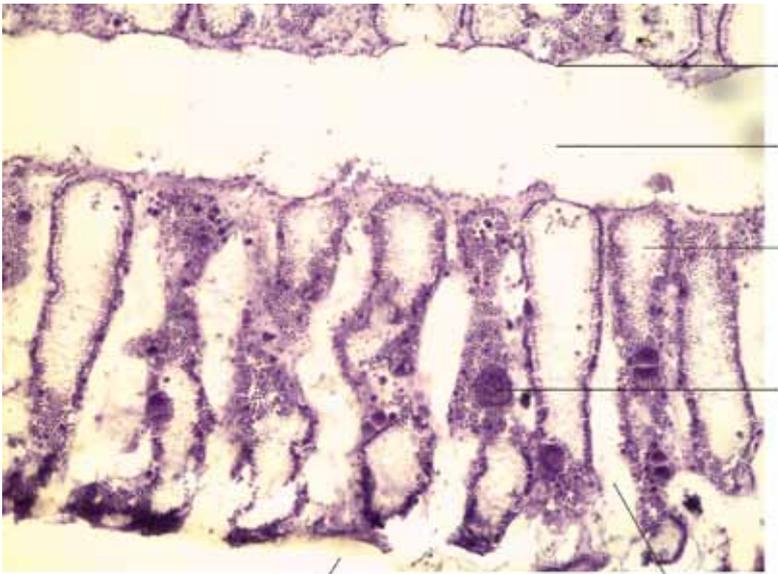
La figure SP 2.3 est une représentation d'un choanocyte tel que vu en microscopie électronique . Vous devriez être capables de légender ce dessin.



SP 2.3. Structure d'un choanocyte

EXERCICE

Voici la photographie d'une coupe de l'éponge *Grantia*. Tentez d'y repérer les différents éléments, pour fixer l'organisation qui vient d'être décrite. De telles coupes sont disponibles pour l'observation au microscope pendant vos travaux pratiques.



SP2.4. :Coupe de *Grantia*

2.2.3. Système respiratoire, circulatoire et excréteur

La plupart des cellules de l'éponge sont en contact direct avec le milieu extérieur aquatique. Beaucoup d'échanges se font donc par simple diffusion grâce au courant d'eau :

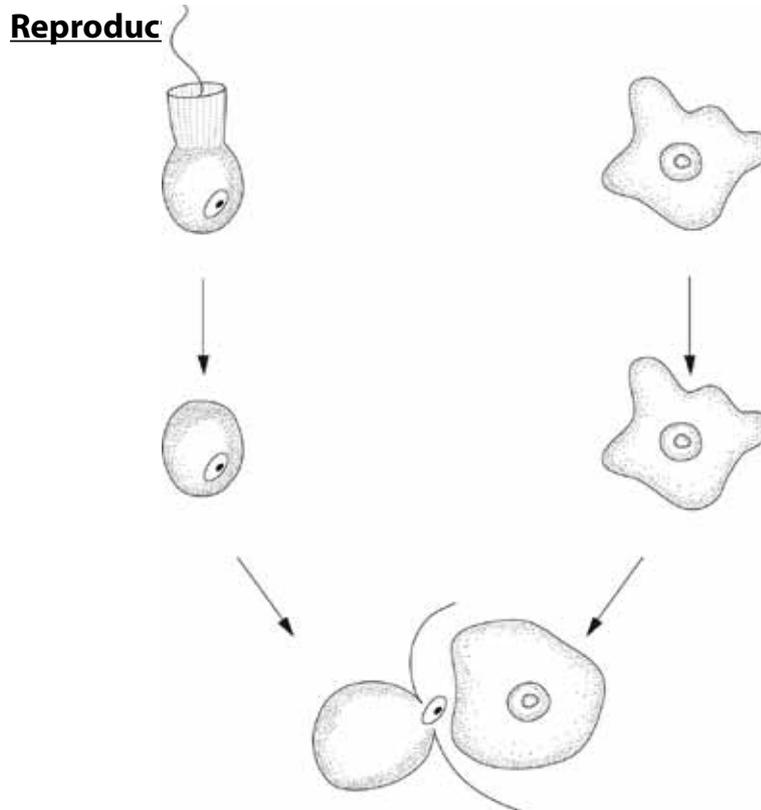
- le rejet des résidus inassimilables de la digestion ;
- le rejet des déchets azotés du catabolisme (NH_3) ;
- les échanges respiratoires (O_2 et CO_2).

Chez les Eponges d'eau douce, les cellules contiennent des vacuoles pulsatiles, qui constituent un système osmorégulateur en stockant et en éjectant régulièrement l'eau qui diffuse dans les cellules.

2.2.4. Système nerveux

On ne détecte pas de système nerveux chez les Eponges. La coordination se fait par diffusion de messages chimiques et le déplacement de cellules.

2.2.5. Système reproducteur



SP 2.5. Reproduction sexuée chez les Spongiaires

Les **spermatozoïdes** proviendraient de choanocytes qui migrent dans la mésoglée, s'y différencient en perdant leur flagelle et leur collerette, puis se différencient en spermatogonies. Chez d'autres espèces, les spermatogonies se différencient directement à partir d'archocytes.

Les spermatogonies se multiplient puis subissent la méiose et la spermiogenèse. Les spermatozoïdes quittent l'éponge-père avec le courant exhalant.

Les **ovules** proviennent d'archocytes, qui se différencient et accumulent des réserves. Les ovules restent en place dans la mésoglée

La fécondation est très particulière: un spermatozoïde entre avec le courant d'eau inhalant; il est capté par un choanocyte qui fait office de cellule transporteuse au sein de la mésoglée. Arrivé près d'un ovule, le choanocyte lui transmet le spermatozoïde.

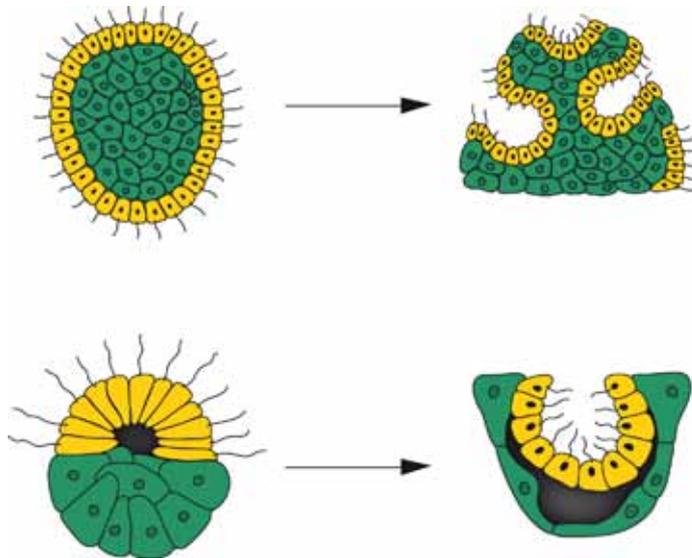
Le développement du zygote se produit à l'intérieur de l'éponge. Il existe plusieurs types d'embryons, notamment :

Parenchymula

Embryon couvert d'une assise externe de cellules flagellées, et qui contient à l'intérieur la plupart des types cellulaires de l'adulte, sauf les choanocytes.

Amphiblastula

Embryon creux dont un des hémisphères est composé de petites cellules flagellées, et l'autre de grosses cellules non flagellées.



SP 2.6. : Développement du zygote chez les Spongiaires

Ces embryons quittent leur éponge-mère et mènent une brève existence libre. Puis, après leur fixation sur un support, ils subissent une réorganisation.

Chez la **parenchymula**, les cellules externes flagellées perdent leur flagelle, se déplacent vers l'intérieur et s'y différencient en choanocytes.

Chez l'**amphiblastula**, les petites cellules flagellées s'invaginent et les grosses cellules finissent par les entourer.

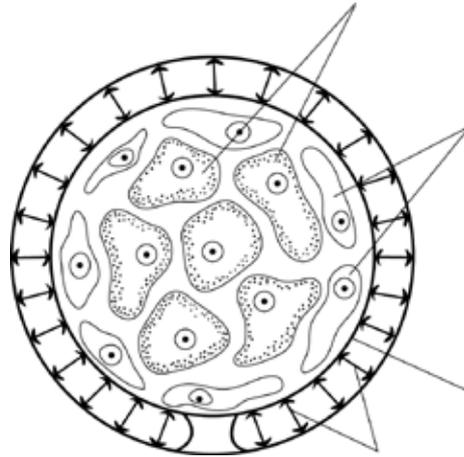
Ces modes de ségrégation des feuilletts sont assez différents de ceux rencontrés chez les autres Métazoaires.

Reproduction asexuée

Gemmules

Amas cellulaires capables de résister à des conditions climatiques défavorables, spécialement chez les éponges d'eau douce.

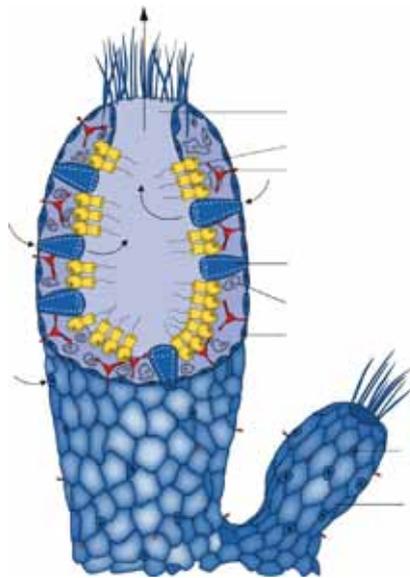
Des archéocytes, bourrés de réserves nutritives, s'entourent de couches de spongine séparées par des spicules. Ces amas se développent en éponge adulte lorsque les conditions du milieu le permettent.



SP 2.7. : Gemmule

Bourgeons

Une fois la croissance de l'individu comme telle achevée, la croissance se poursuit via le bourgeonnement d'individus qui, suivant les cas, deviennent distincts, restent associés ou sont plus ou moins fortement intégrés. L'intégration aboutit à la formation de colonies qui, à la limite, se comportent comme des individualités d'un ordre supérieur.



SP 2.8. : Bourgeonnement

Régénération

Une éponge amputée d'un fragment est capable de régénérer la partie manquante. Cette propriété est mise à profit dans la culture des éponges de bain.

Si l'on force les tissus vivants d'une éponge à traverser les mailles d'un tissu très fin, pour séparer les cellules, le filtrat désorganisé se rassemble en éponge caractéristique après quelques semaines, pourvu que le milieu contienne certains éléments (des ions Ca^{++} , Mg^{++}) et que soient sécrétées des protéines de la matrice extracellulaire. Ce modèle est utilisé en biologie fondamentale, pour l'étude des interactions cellulaires.

EXERCICE

Mettez par écrit les caractéristiques principales qui vous paraissent bien définir les Spongiaires

3. Origine, diversité et évolution des Spongiaires

3.1. DIVERSITÉ DU GROUPE

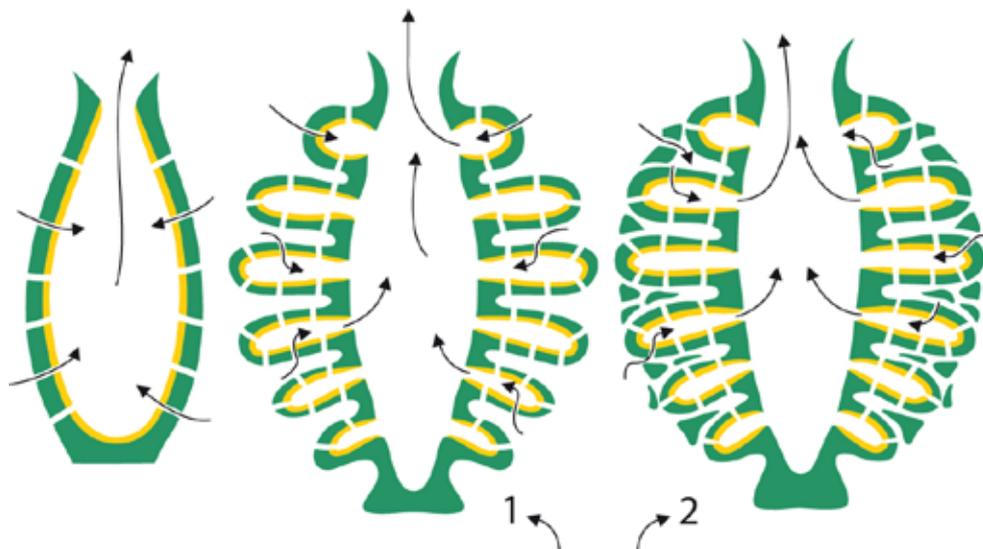
Quand on analyse la diversité des Spongiaires, qui sont représentés par 4 classes entre lesquelles les relations taxonomiques restent incertaines (Calcisponges, Démosponges, Hexactinellides et Homoscléromorphes), on voit apparaître des variations de structure qui ont pour conséquence d'augmenter la surface du revêtement de choanocytes par rapport au volume de l'éponge. On distingue :

Type Ascon

Cette structure en forme de tube avec vaste cavité centrale n'autorise qu'une petite taille : une grande cavité centrale contiendrait trop d'eau pour qu'elle puisse être mobilisée par les choanocytes. Le type Ascon se retrouve chez les éponges les plus petites et les plus simples.

Type Sycon

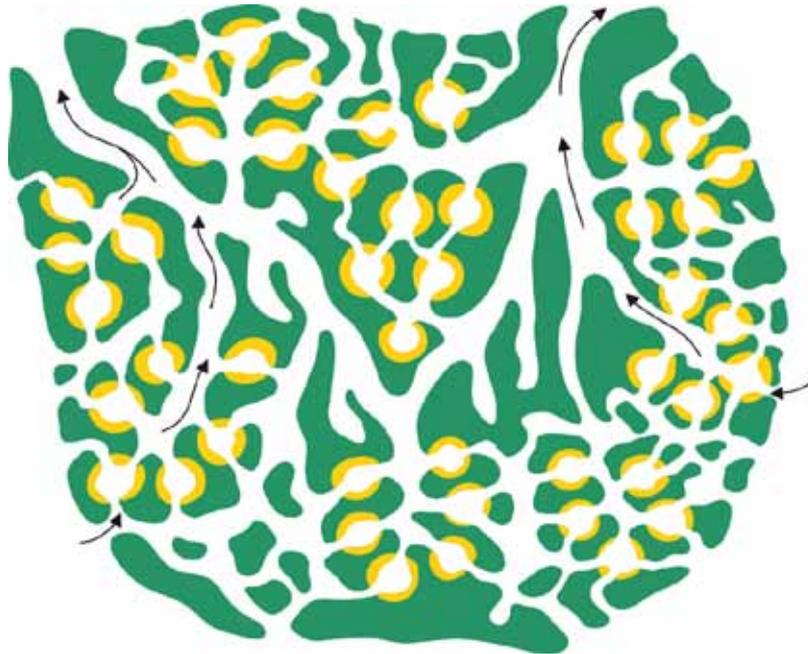
En cours de développement, la paroi du corps de l'Eponge peut se plisser, formant des évaginations en doigts de gant dans lesquelles sont confinés les choanocytes et des canaux inhalants. Des fusions de canaux inhalants et une couverture générale par les pinacocytes, ainsi que le développement du squelette dans le mésenchyme renforcent la cohésion de l'ensemble.



SP 3.1. Variations de structure chez les Eponges ; en teint clair, le revêtement interne de choanocytes formant des canaux dans l'animal et permettant ainsi les mouvements d'eau. En couleur foncée, le revêtement externe formés de différents types cellulaires et de mésoglée. De gauche à droite, on dénomme respectivement ces types de structure ascon, sycon et leucon

Type Leucon

Les canaux à choanocytes eux-mêmes peuvent se plisser et se fragmenter en chambres sphériques à choanocytes. La cavité centrale, proportionnellement plus réduite, subsiste sous forme de canaux qui mènent à l'oscule ou aux oscules dans la forme coloniale. La filtration des particules alimentaires est ainsi optimisée par l'augmentation de surface des choanocytes par rapport à la surface totale du corps.



SP 3.2. Structure interne d'un Spongiaire de type leucon; avec les chambres à choanocytes

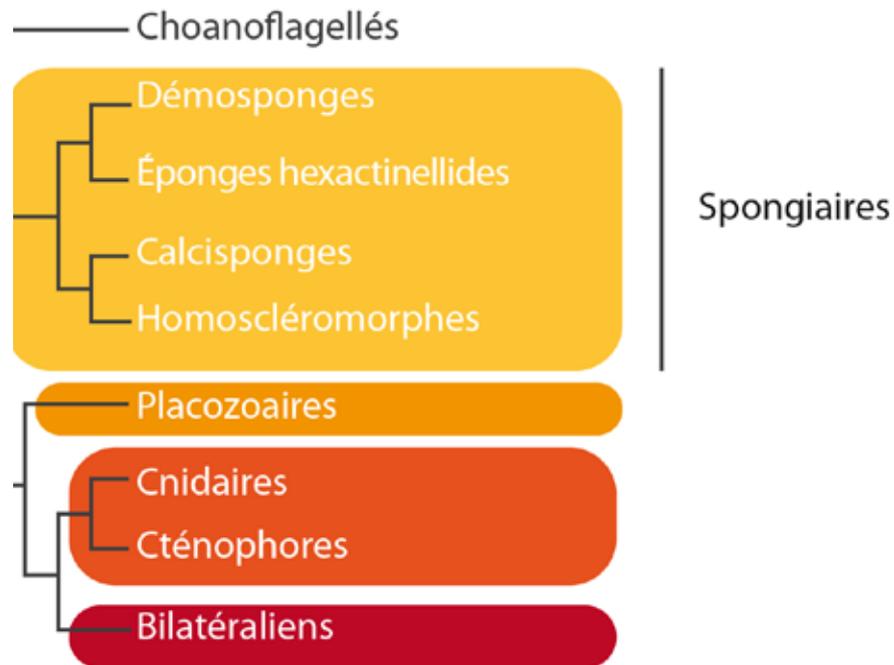
3.2. ORIGINE ET ÉVOLUTION DU GROUPE

On dispose d'une série d'informations qui nous permettent de proposer un scénario pour les trois questions qui nous préoccupent, à savoir :

- Quelle est l'origine évolutive des Eponges ?
- Quelle est la diversité existante au sein des Eponges ?
- Quelles sont les relations de parenté entre les Eponges et les autres groupes étudiés ?

L'étude des couches géologiques anciennes à la surface de la terre nous révèle que la première faune complexe pour laquelle on a de bonnes données paléontologiques est la faune d'Ediacara, présente dans des roches qui ont entre 630–540 millions d'années, période qu'on appelle le Précambrien. On y retrouve des fossiles apparentés aux Spongiaires. Cette faune nous révèle que les Spongiaires étaient donc déjà présents longtemps avant le début de la période cambrienne (540 à 490 millions d'années).

Quand on s'intéresse aux Spongiaires vivant à l'heure actuelle, on remarque une similarité structurale remarquable entre les cellules nourricières des Spongiaires, les choanocytes, et un groupe de protistes appelés Choanoflagellés. Les deux types de cellules possèdent un flagelle unique entouré par un collier de fins tentacules (la collerette). On a donc émis l'hypothèse que les Eponges auraient évolué à partir d'un ancêtre de type Choanoflagellé.

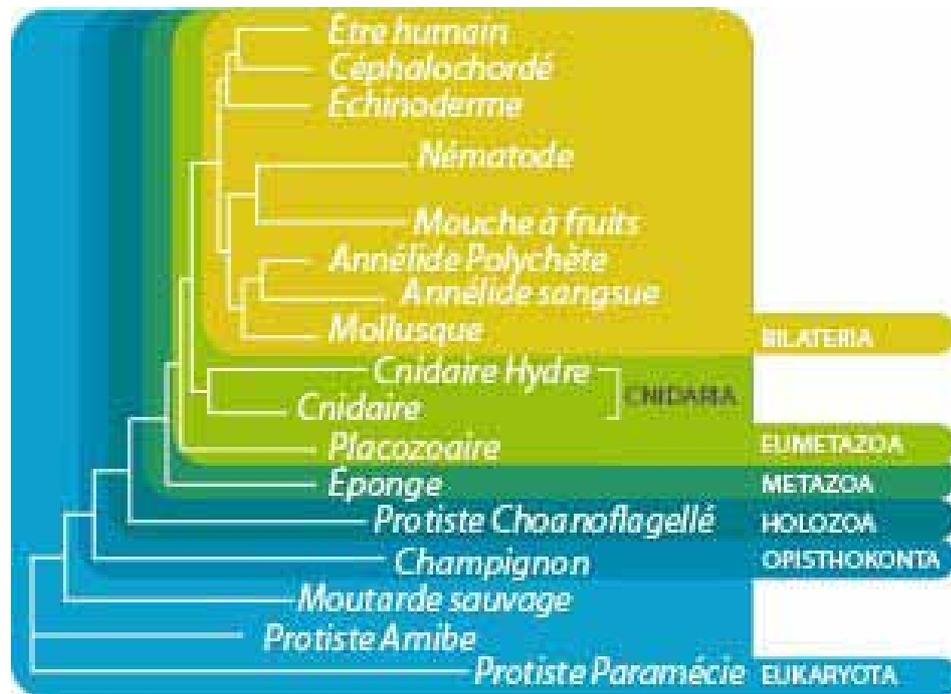


SP.3.3. : Arbre phylogénétique obtenu sur base du séquençage de 129 gènes correspondant à un total de 30257 acides aminés (d'après Telford 2009). Cet arbre montre 4 groupes d'éponges, et les relations entre ces groupes.

Etant donné le faible nombre de caractères morphologiques présents chez les Spongiaires, d'autres chercheurs se sont tournés vers des méthodes de biologie moléculaire, dont le séquençage d'un grand nombre de gènes. Le séquençage de différents gènes conservés au sein des Métaozaires et parmi les Spongiaires a montré que ce groupe est formé de quatre groupes distincts :

- les **Calcisponges** (Calcarea) qui partagent un squelette de calcaire, tels que *Grantia sp* ;
- les **Hexactinellides** tels que *Euplectella sp* qui produisent des spicules à 6 pointes formant une construction complexe mais légère, et sont formés d'un choanosyncytium plutôt que d'un choanoderme, et ne présentent pas de pinacoderme continu ;
- les **Démosponges** comme *Halichondria* et *Haliclona* qui possèdent toutes une structure de type leucon et des spicules constitués de silice organisée autour d'une matrice de collagène ;
- les **Hémoscléromorphes**, le groupe le plus récemment identifié, représentés par une seule famille, les Plakinidae.

Ces différents groupes sont monophylétiques et seront vus en travaux pratiques.



SP. 3.4. Arbre phylogénétique du règne animal, incluant le premier Spongiaire dont le génome complet a été séquencé, *Amphimedon queenslandica* (d'après Srivastava et al 2010).

Par ailleurs, le premier génome complet d'un Porifère a été séquencé en 2010, c'est celui d'*Amphimedon queenslandica*. Sur base de l'arbre phylogénétique qui en découle, on constate que les Porifères sont à la base des Métazoaires, et que l'organisme le plus proche des Éponges est un bien un Protiste, *Monosiga sp.* Le séquençage du génome complet d'*A. queenslandica* a permis de montrer que cette éponge comprend la plupart des gènes utilisés dans la formation des tissus épithéliaux (adhérence cellulaire, communication intercellulaire, protéines kinases,...). Ce type de tissus est un élément essentiel pour l'élaboration de plans de structures morphologiques complexes et le développement d'organismes de grande taille. Les tissus épithéliaux permettent en effet de créer une compartimentalisation entre organes ainsi qu'entre le corps et le milieu extérieur. On peut maintenant tester l'existence d'épithelia dans un organisme en analysant la présence et l'expression des gènes impliqués dans la formation de ces épithelia. En effet, ces gènes sont conservés (i.e. sont les mêmes) chez les insectes, les nématodes et les vertébrés, et sont donc vraisemblablement les mêmes chez tous les animaux.

Comme nous l'avons vu, les éponges ne possèdent pas de tissu épithélial à proprement parler et pourtant, possèdent de nombreux gènes homologues à ceux qui les produisent chez d'autres groupes taxonomiques. Par contre, on ne retrouve pas la plupart de ces gènes dans les génomes de Protistes. Ces gènes caractéristiques des tissus épithéliaux sont donc apparus au sein de l'ancêtre des Métazoaires.

EXERCICE

On peut maintenant tenter de répondre aux trois questions qui nous préoccupent. Synthétisez vous-même les conclusions qu'on peut tirer pour chacune des trois questions. C'est un bon exercice pour préparer votre travail en groupe.

■ TP Spongiaires (I h)

OBJECTIFS :

1. Mettre en relation les observations faites sur des coupes histologiques avec les **fonctions des organes, des structures** et la **morphologie** des **individus complets**.
2. Identification des **critères** morphologiques/histologiques **caractérisant** l'embranchement des **Spongiaires**

INTRODUCTION :

Les Éponges sont des métazoaires aquatiques. Leurs cellules se regroupent en ectomésenchyme et endoderme (formé de cellules appelées choanocytes) pour former un système ouvert de chambres et de canaux où circule l'eau. On constate cependant que les cellules regroupées ne se comportent pas en véritables tissus car leur physiologie est encore une physiologie caractéristique des cellules isolées.

Lors de cette séance, vous étudierez une éponge commune, *Grantia compressa*.

1. Observation de *Grantia in toto*

Grantia compressa est une petite éponge marine vivant sur les rochers. Elle se fixe au substrat rocheux par un court pédoncule terminal. Les individus entiers sont conservés dans l'alcool.

Allez les observer et notez vos commentaires.

Chez *Grantia*, le corps est foliacé et chaque **lobe** se termine par un **oscule** exhalant simple de grande taille ; les individus jeunes ou unilobés n'ont qu'un seul oscule, les organismes à plusieurs lobes en ont plusieurs. Le corps est **d'aspect assez lisse**. En coupant transversalement un individu, on constate que la paroi du corps entoure une cavité centrale, l'**atrium**. L'examen de la paroi à la loupe binoculaire révèle en surface les minuscules **pores inhalant** et, en son sein, la présence d'une série de **logettes**.

- Observez un individu entier de *Grantia compressa* et faites un schéma reprenant les mots en gras des notes (n'oubliez pas d'indiquer la taille de l'individu)
 - Schématisez sur le dessin d'ensemble de *Grantia* le trajet de l'eau en vous aidant de votre audio-visuel
-
- Faites une coupe transversale dans le corps de l'éponge (la plus fine possible !) et observez la au binoculaire
 - Schématisez vos observations

2. Observation de *Grantia* en coupe transversale

*L'examen de coupes microscopiques permet d'étudier l'organisation des éléments constitutifs et la structure de l'éponge. Ainsi, pour *Grantia*, on retrouve les éléments classiques caractéristiques des Spongiaires mais sachez que les traitements nécessaires à la réalisation des coupes ont provoqué la dissolution des spicules ; on ne trouve donc plus que leur support organique (les « fantômes » de spicules) et les cellules qui les ont formés.*

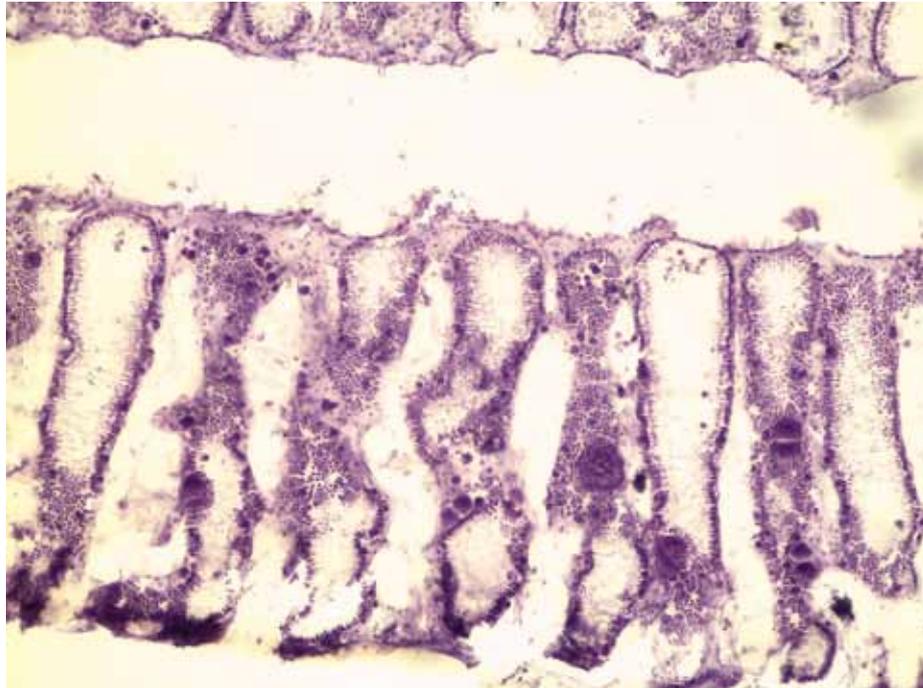
Depuis la surface externe jusqu'à la cavité atriale, les structures observables sont les suivantes :

- une assise simple de **pinacocytes** (cellules) constitue le **pinacoderme** (« épiderme »)
- cet «épiderme» s'invagine au niveau des **pores inhalants** (ouvertures par lesquelles l'eau entre dans l'animal) pour former des **canaux de surface**
- ces canaux communiquent avec les chambres à **choanocytes bordés de choanocytes (cellules d'origine endodermique)** ;
- les chambres à choanocytes débouchent dans la **cavité atriale** bordée d'une assise de **pinacocytes** formant l'« épithélium atrial», directement ou via d'autres canaux bordés de pinacocytes.

Dans l'épaisseur de la paroi, se trouve le mésenchyme formé par de la **mésoglée** qui contient différents types cellulaires. On y distinguera en particulier autour des **traces de spicules**, les **sclérocytes** qui les ont formés, et des **cellules germinales**, telles des ovocytes en croissance.

- Identifiez sur la coupe les différents types cellulaires dans les tissus et donnez leur fonction (aidez vous des notes)
- Faites un schéma du trajet de l'eau inhalée

*Voici pour vous aider une photo d'un zoom sur la paroi. N'hésitez pas à faire des schémas des différents types cellulaires pour bien savoir les identifier !
Vous disposez aussi dans la salle de TP d'un montage en résine d'une éponge. Allez l'observer afin de mieux comprendre l'organisation de cet animal !*



3. Critères caractérisant l'embranchement sur base de vos observations et des informations du cours multimédia.

Faites ici des schémas des structures/types cellulaires caractéristiques des Spongiaires pour vous aider dans la mémorisation.

Quelles sont les caractéristiques histologiques des Spongiaires ?