

**UNIVERSITE DE GABES**  
\*\*\*\*\*  
**FACULTE DES SCIENCES DE GABES**  
\*\*\*\*\*  
**DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA VIE**

**COURS DE BIOLOGIE ANIMALE-2**

**- DIVERSITE DES PARAZOAIRES AUX  
PROTOSTOMIENS -**

**SECTION : LFSVT2-2**

**PAR : GUERMAZI WASSIM**

**AU : 2018 – 2019**

## Diversité des parazoaires aux protostomiens

### I. Introduction générale

#### I.1. Définitions et importance de la systématique

\* **Classification** = classement hiérarchique des êtres vivants regroupés en différents groupes imbriqués (nommés taxons) qui permet d'organiser la diversité des organismes vivants.

\* **Être vivant** = Entité dont l'unité de base est la cellule, capable d'échanger de la matière et de l'énergie avec son environnement et de se reproduire seul ou avec un partenaire, transmettant une information héréditaire (codée par de l'ADN) à sa descendance.

\* **Systématique** (= taxonomie = taxinomie) = du grec *taxis* ordre, arrangement, et *nomos* loi- a été proposé, en 1813, par le botaniste suisse Augustin-Pyramus de Candolle (1778-1841) afin de désigner la science des lois de la classification des êtres vivants. Au sens le plus large, science qui a pour buts de décrire, nommer, identifier, inventorier et classer les êtres vivants, et d'en reconstituer l'histoire évolutive.

\* **Phylogénie** = Histoire évolutive d'un groupe taxonomique (ensemble des liens de parentés entre les représentants de ce groupe).

En sciences naturelles, la science des classifications est la systématique. Sa première tâche est l'identification, la description, l'inventaire des êtres vivants dans la nature présente et passée. La seconde est leur classification, qui permet de rendre intelligible leur immense diversité. La systématique ne repose sur n'importe quelle logique. Les individus, les populations, puis les espèces entretiennent des liens par leurs généalogies, au cours desquelles ils se modifient et lèguent (transmettent) leurs acquis à leur descendance.

En biologie, la logique la plus pertinente pour classer les espèces est celle de leur parenté évolutive.

Outre les réponses qu'elle apporte au simple désir de connaître et de comprendre, la systématique est vitale par ses applications médicales, pharmaceutiques, agronomiques, écologiques, géologiques... Par exemple, les annélides marins sont des marqueurs de pollution, mais aussi les poissons d'eau douce. Ainsi, toutes les décisions à prendre en matière de protection des milieux aquatiques dépendent étroitement d'une bonne connaissance de la biodiversité qui les peuple. La lutte contre les grandes épidémies parasitaires, responsables annuellement de plusieurs millions de morts dans le monde, ne saurait progresser sans une bonne connaissance systématique des parasites et des espèces vectrices.

#### I.2. Historique

Les premières classifications sont en fait des tris: 3 siècles avant JC, Théophraste, le successeur d'Aristote, bâtit une classification sur ce principe, afin de reconnaître des plantes médicinales.

La classification a évolué au fur et à mesure de l'évolution des idées et des connaissances scientifiques.

Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708), botaniste de Montepellier, a compris, en 1694, que l'opération fondamentale consistait à réunir les espèces en genres. On arrive ainsi à la notion de niveaux hiérarchiques.

#### Classification de Linné

- Carl Von Linnée (1707-1778) propose une classification au XVIIIe siècle : Il codifié les niveaux hiérarchiques à savoir : règne, classe, ordre, genre, espèce, variété, qui évolueront ensuite, pour le règne animal, vers les sept rangs traditionnels que sont : règne, embranchement, classe, ordre, famille, genre, espèce.

- Linné à nommer un organisme par un nom de genre suivi d'un nom d'espèce. C'est la *Nomenclature bonomiale*. Ex : *Obelia geniculata*

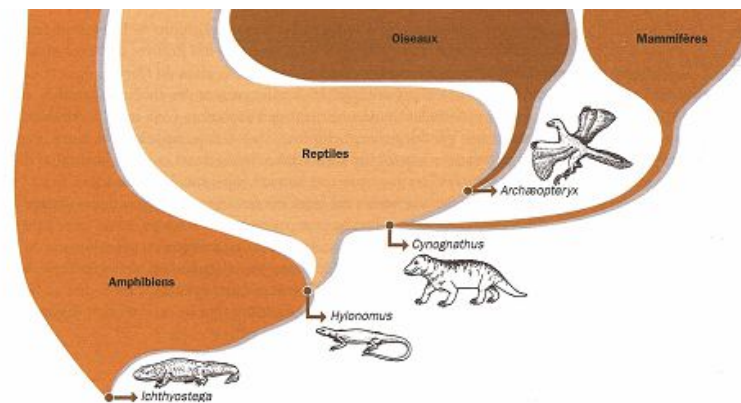
- Selon Linnée, la classification est une Science divine: Création par Dieu, une fois pour toute, et il n'y a pas d'évolution => fixisme
- Classification en comparaison avec l'Homme => Echelle des êtres avec l'Homme au sommet et les êtres vivants possèdent ou non tel ou tel attribut (caractéristique).

Fixisme => transformisme défendu par Lamarck (1744-1829)

- La Nature modifie les espèces vivantes. Ainsi, un lien étroit entre la classification et l'idée d'évolution. Le lien entre organismes provient de leur généalogie.
- Théorie de l'évolution de Darwin (1859) : Les espèces se transforment et lèguent des caractères héréditaires anciens ou nouveaux (acquis par innovation évolutive)

De Darwin à Hennig

- L'idée de Darwin est mal perçue : Les Darwiniens placent les fossiles aux nœuds des branches pour fournir des preuves de l'évolution biologique (Fig. 1).
- Durant une centaine d'années, les classifications s'efforcèrent, sans méthode de travail véritablement explicite, de faire correspondre leurs classifications à leurs idées de la généalogie (qui descend de qui ?) et de la phylogénie (qui est plus proche parent de qui ?), que, d'ailleurs, opérationnellement, ils confondaient. Il s'agit de la systématique éclectique = systématique « évolutionniste » = systématique gradiste. C'est la systématique traditionnelle.



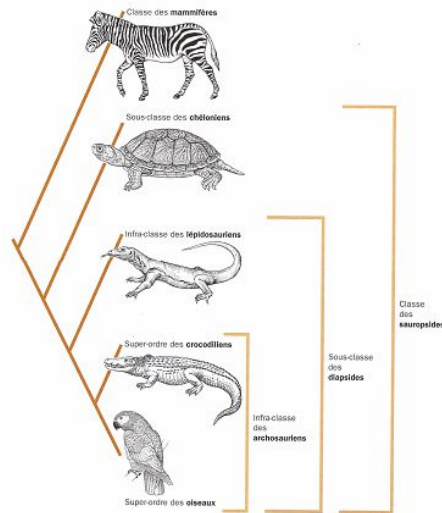
**Figure 1.** Arbre évolutif des Tétrapodes de type éclectique

Hennig et la cladistique

L'Entomologiste William Hennig propose en 1950 une méthode de classification (publié en allemand), traduit en anglais en 1966. Il propose que la classification, d'empirique devienne phylogénétique, c'est à dire n'utilisant que des groupes monophylétiques (i.e. incluant tous les descendants d'un même ancêtre commun). Cette proposition sera formalisée par William Hennig (1967) dans la méthodologie de la Cladistique.

*Qu'est-ce qu'un taxon ?*

Un taxon est un regroupement d'organismes reconnu en tant qu'unité formelle. *Homo sapiens* est un taxon de rang spécifique; *Homo* est un taxon de rang générique; les hominidés forment un taxon de rang familial; les primates forment un taxon de rang ordinal, etc. En systématique phylogénétique, le cladogramme lui-même exprime une série de taxons emboîtés (Fig. 2). En effet, le taxon correspond à un nœud de l'arbre phylogénétique ou à l'une de ses feuilles. Deux taxons-frères ont le même rang.

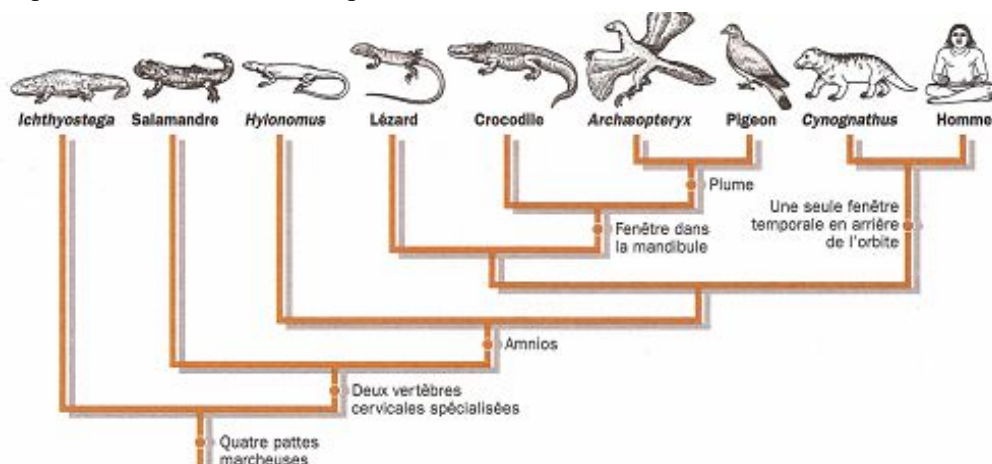


**Figure 2.** Classification emboîtée d'un cladogramme. Deux taxons frères (mammifères et sauropsidés) ont le même rang (par souci de simplicité, les fossiles ont été omis)

*Qu'est-ce qu'un arbre ?*

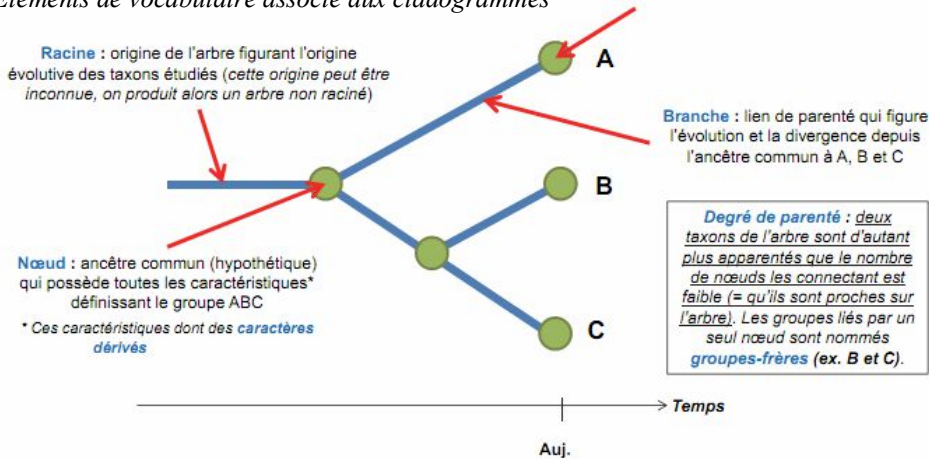
Un arbre est un graphe connexe non cyclique. Celui-ci comporte des liens (ou arêtes, arcs, branches) qui relient entre eux des sommets. L'arbre n'est pas un réseau. On donne des noms particuliers aux arbres selon la méthode qui a présidé à leur construction. Le terme *dendrogramme* est neutre et ne désigne rien d'autre qu'un arbre. Le cladogramme est un dendrogramme construit par l'analyse cladistique : il exprime des relations phylogénétiques entre taxons et ses nœuds sont définis par des synapomorphies. Le *phénogramme* est un dendrogramme construit par la phénétique à partir de distances entre taxons. Il exprime des degrés de similitude globale entre taxons. Le *phylogramme* est un cladogramme dont la longueur des branches est proportionnelle à la divergence des taxons, en d'autres termes au nombre de changements de caractère.

Aujourd'hui, les arbres phylogénétiques sont des cladogrammes, c'est-à-dire des arbres où tous les groupes présentés sont des clades (= groupes monophylétiques). Les ancêtres y sont toujours hypothétiques (les fossiles sont traités comme les taxons actuels), tant il est improbable de tomber exactement dessus dans les archives géologiques (attention, ces ancêtres existent mais la probabilité pour que des individus de la population à l'origine d'un groupe aient été fossilisés est extrêmement faible, de même que la probabilité pour que, de surcroît, un paléontologue tombe dessus). Ces arbres fondent aujourd'hui la classification qu'on nomme **classification phylogénétique** ou **classification cladistique**.



Arbre phylogénétique vrai (cladogramme). Les fossiles en italiques (D'après LECOINTRE et al. (2004))

## Éléments de vocabulaire associé aux cladogrammes



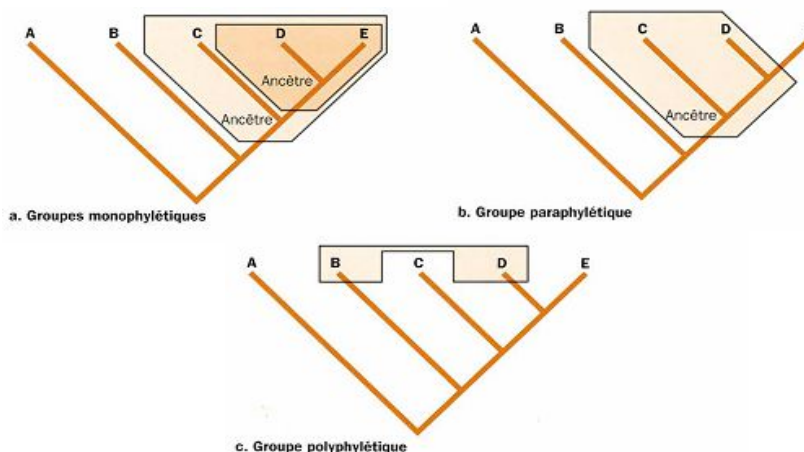
## Notions de groupes mono, para et polyphylétiques

**Un groupe monophylétique** (= un clade) comprend un ancêtre hypothétique et l'ensemble de ses descendants (Fig. 3a). Bien entendu, on ne connaît de cet ancêtre que les caractères dérivés qui définissent le groupe. Par exemple, dans la faune actuelle, les oiseaux sont monophylétiques. Il n'existe pas de taxon qui soit le groupe-frère de certains oiseaux et qui ne soit pas déjà inclus dans les oiseaux. Le dernier ancêtre commun à tous les oiseaux possédait les caractères (nouveaux à l'époque) exclusifs aux oiseaux tels que la plume impliquée dans le vol ou le premier orteil tourné vers l'arrière.

Les groupes paraphylétiques et polyphylétiques s'opposent au groupe monophylétique en cela qu'il leur manque quelque chose. Au premier, il manque certains descendants de l'ancêtre commun et au second, il manque l'ancêtre commun.

**Un groupe paraphylétique** comprend un ancêtre et une partie seulement de ses descendants (Fig. 3b). Par exemple, les reptiles (au sens classique : tortues, rhynchocéphales, squamates, crocodiles) ont bien tous un même ancêtre (celui des amniotes), mais il manque au sein des reptiles d'autres taxons groupes-frères de certains reptiles, par exemple les oiseaux (groupes-frères des crocodiles). Fonder des groupes sur des caractéristiques écologiques, adaptatives, liées à un progrès ou à une augmentation de complexité conduit souvent à construire des groupes paraphylétiques.

**Le groupe polyphylétique** ne comprend aucun ancêtre commun à tous les membres du groupe (Fig. 3c). En d'autres termes, un groupe polyphylétique dérive de deux ou plusieurs espèces ancestrales. Un groupe polyphylétique est défini par au moins une homoplasie. Par exemple les poissons représentent un groupe polyphylétique qui n'ont pas un ancêtre exclusif.



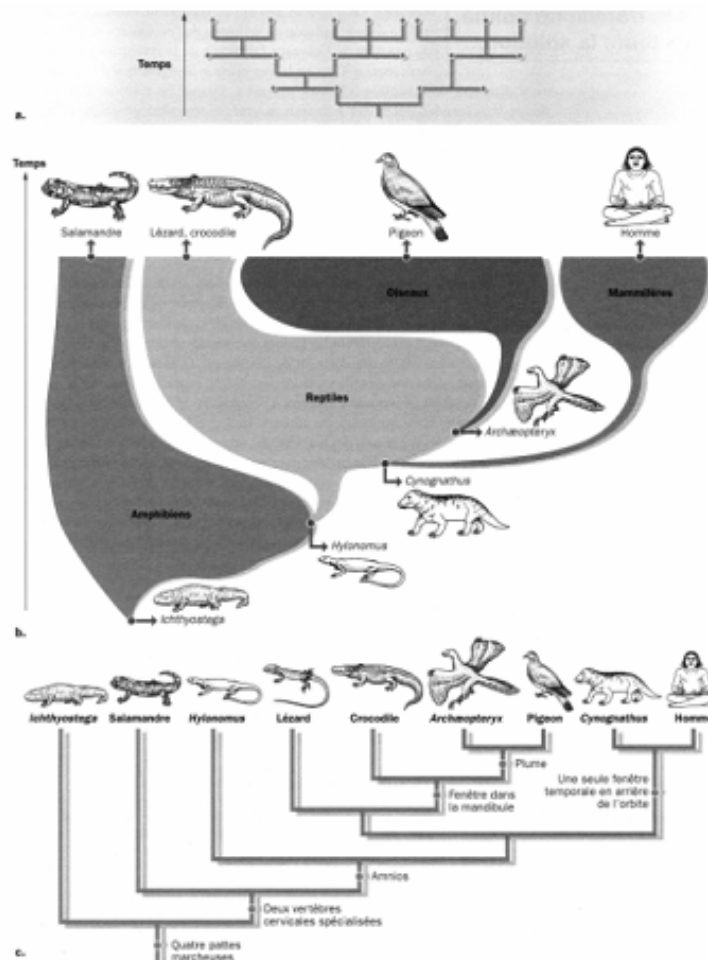
**Figure 3.** (a) groupes monophylétiques, (b) groupe paraphylétique et (c) polyphylétique

## II. Les méthodes de classification des êtres vivants : éclectique, phénétique et cladistique

## II.1. La systématique traditionnelle : La systématique éclectique

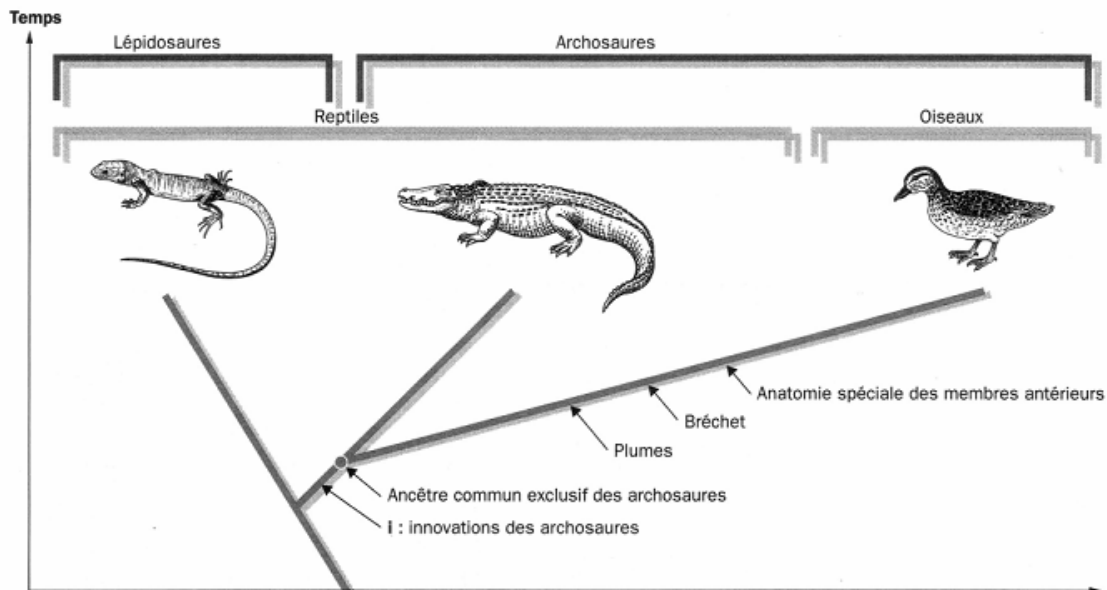
La systématique éclectique (avant 1950) s'attachait non seulement à traduire des «affinités évolutives» (la phylogénie) mais également les notions de «saut adaptatif » et de « degré de complexité ». Cette systématique reconnaît les **grades** qui sont des groupes d'êtres vivants correspondant à un degré général d'organisation, à une «étape» dans l'évolution. Les grades peuvent être des groupes monophylétiques mais aussi des groupes paraphylétiques si une divergence évolutive suffisamment importante est constatée. Cette divergence importante est appelée « bond évolutif »= « saut adaptatif » = « degré de complexité ».

Donnons un exemple. La systématique éclectique fait apparaître la classe des « reptiles » comprenant en particulier les dinosaures, les tortues, les lézards et serpents (les squamates) et les crocodiles (Fig. 4). Or, dès la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle on a montré que les oiseaux présentaient des affinités évolutives avec les dinosaures théropodes (tel le Velociraptor du film Jurassic Park): on disposait d'arguments prouvant que certains dinosaures théropodes étaient plus apparentés aux oiseaux (plus proches d'eux) qu'à n'importe quel autre reptile (autrement dit, que dinosaures et oiseaux partageaient des innovations évolutives et des ancêtres communs exclusifs). La classe des reptiles n'avait donc plus de signification phylogénétique, puisqu'elle contenait des organismes (certains dinosaures) plus proches d'organismes non reptiles (les oiseaux) que des autres reptiles.



**Figure 4.** Différentes représentations des relations entre les êtres vivants. **(a).** Arbre généalogique. **(b).** Représentation mélangeant les relations d'ancêtres à descendants (généalogie) et les relations de parenté (phylogénie), telle que la produisait la systématique éclectique: les fossiles (en italiques) sont placés aux noeuds et des groupes sans signification phylogénétique (poissons, amphibiens, reptiles) sont conservés. **(c).** Vraie classification phylogénétique. Aux noeuds, on n'a plus des fossiles mais des ancêtres hypothétiques caractérisés par des arguments, appelés également transformations de caractères ou innovations évolutives.

Pourquoi, pendant un siècle, n'a-t-on pas intégré la classe des oiseaux à celle des reptiles ? Pour souligner des différences anatomiques entre ces deux classes, différences qui relevaient de l'idée que l'on se faisait d'une adaptation à un milieu particulier, et apparaissaient si remarquables que l'on a parlé de « saut adaptatif ». En effet, dans l'arbre évolutif, l'acquisition de la capacité à voler par les oiseaux va de pair avec l'apparition de plusieurs spécialisations (plumes, bréchet, anatomie du membre antérieur, etc.) sur la branche propre qui mène à ces derniers (Fig.5). En ce sens, les oiseaux ont fait un bond en termes de « degré de complexité ». ? Parce qu'elle voulait souligner ce saut adaptatif, la systématique éclectique masquait le véritable groupe-frère des oiseaux – les dinosaures théropodes – en le noyant dans le groupe « reptile ». Et pourtant, même à l'époque de la systématique éclectique, on savait très bien quel était ce groupe-frère.



**Figure 5.** Classement sur la base du «saut adaptatif» ou du «degré de complexité» (systématique éclectique) versus vrai classement phylogénétique. L'axe des abscisses quantifie le changement morphologique. L'axe des ordonnées représente le temps. Le premier type de classement oppose la classe des «reptiles» et celle des oiseaux, parce que les oiseaux ont accumulé de nombreuses transformations sur la branche qui mène à eux (ils ont fait un «saut adaptatif»). Mais cette classification occulte le fait que les crocodiles sont plus proches parents des oiseaux que des lézards (crocodiles et oiseaux partagent un ancêtre commun exclusif). Dans le classement phylogénétique, le partage exclusif d'innovations évolutives par les crocodiles et les oiseaux (notées i) conduit à opposer le groupe des archosaures et celui des lépidosaures.

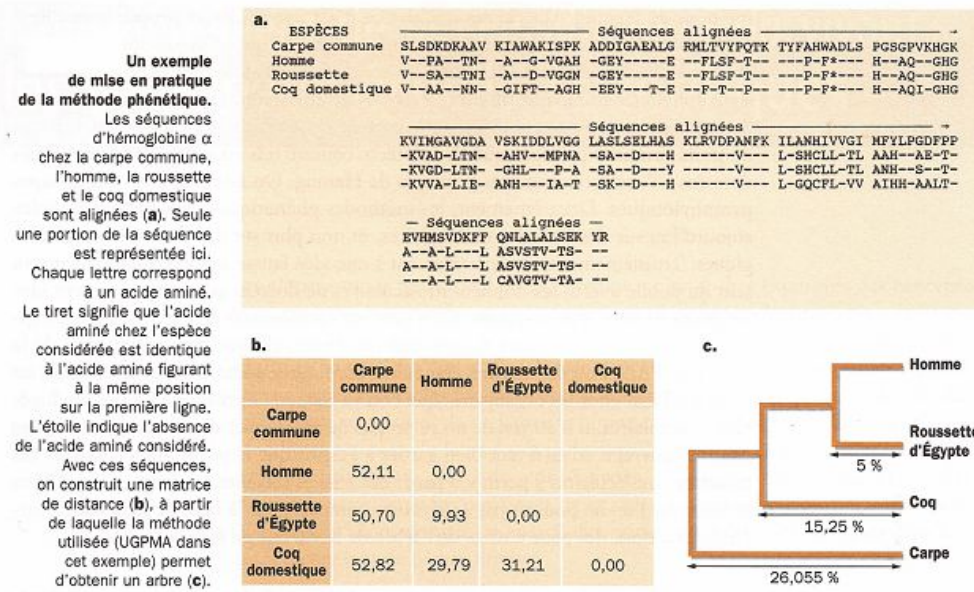
## II.2. La phénétique = taxonomie numérique: ses principes, ses avantages, et ses faiblesses

Un certain nombre de scientifiques (phéniticiens) (SOKAL, SNEATH...) proposent une taxonomie qu'ils jugent plus objective: elle sera fondée sur une comparaison de la similitude des organismes appréhendée de manière statistique.

Les méthodes phénétiques analysent les données d'une autre manière. À l'opposé de la cladistique, elles tentent de quantifier la ressemblance générale entre organismes; pour cela, elles calculent un indice de similitude globale entre deux taxons, c'est-à-dire une distance pour chaque couple de taxons. Dans le cas des séquences alignées, cette distance est le nombre de nucléotides différents entre les deux espèces (ou d'acides aminés différents dans le cas de séquences protéiques), divisé par le nombre de sites examinés. En somme, il s'agit d'un pourcentage de différences dans les séquences de deux espèces. Les distances sont inscrites dans une matrice (Fig. 6). Il faut préciser que de telles distances peuvent être corrigées afin d'incorporer une information évolutive, par exemple afin de tenir compte du fait que certains types de mutations ont lieu plus souvent que d'autres.



Les arbres produits par la phénétique s'appellent phénogrammes.



**Figure 6.** Méthode UPGMA appliquée à la séquence de la chaîne alpha de l'hémoglobine chez 4 vertébrés. D'après LECOINTRE et al. (2004)

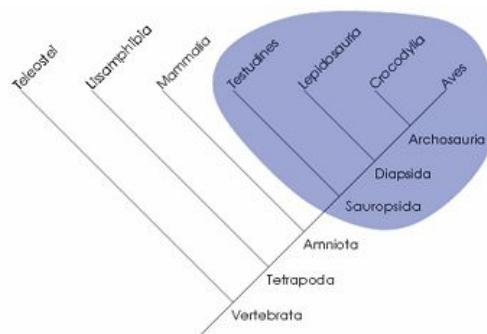
N.B. la similitude n'est pas forcément corrélée à la parenté puisque de nombreuses similitudes peuvent être ancestrales. Les classifications phénétiques sont donc artificielles par nature, malgré leur rigueur numérique.

### II.3. La cladistique: ses principes, ses avantages et ses faiblesses

L'analyse cladistique vise à reconstruire la phylogénie d'un taxon par distinction, au sein d'un caractère, de l'état primitif (plésiomorphe) de l'état dérivé (apomorphe). Ces qualités ne sont valables qu'au sein du taxon. Le premier, Henning a compris qu'on ne pouvait pas regrouper les espèces sur la base d'un critère primitif partagé puisque celui-ci est déjà présent en dehors du taxon étudié. Au sein de ce taxon, seuls les états de caractères dérivés partagés (synapomorphies) sont des signes d'apparement exclusif; les regroupements sur la base d'états dérivés partagés conduisent donc à la création de groupes monophylétiques.

Pour que la classification biologique soit strictement phylogénétique, les classifications ne doivent contenir que des groupes monophylétiques.

Exemple : le grade des 'reptiles' n'est plus reconnu dans cette classification où les Crocodiles sont plus proches des Oiseaux que des Lézards. L'ensemble 'reptiles'-Oiseaux forme alors le groupe des Sauropsides.



**Phylogénie montrant la monophylie des Sauropsides.**



## 2- L'établissement des liens de parenté

*Qu'est-ce que la parenté ?*

Chercher la parenté est chercher le groupe frère et non l'ancêtre. Il s'agit de chercher, pour un groupe (ou une espèce) donné(e), le groupe avec le quel il (elle) partage un ancêtre exclusif, c'est-à-dire qu'il (elle) ne partage avec aucun autre groupe de l'échantillon. Cela ne conduit pas à chercher l'ancêtre au sens propre (au sens génétique), car celui-ci reste à jamais inaccessible. Cela conduit plutôt à déduire certains caractères que devait posséder cet ancêtre à partir des caractères dérivés qui définissent le groupe, les synapomorphies.

*Qu'est-ce qu'un caractère ?*

Un caractère est un attribut observable d'un organisme. Pour aboutir à un arbre, il faut que les caractères soient comparables. Lorsque deux structures sont similaires mais pas exactement identiques, on peut distinguer deux états- au minimum- du même caractère. En d'autres termes, le caractère est la désignation de ce que l'on observe (couleur des yeux ou site numéro 177 de la séquence du gène de l'hémoglobine  $\beta$ ) et l'état est la formulation de ce que l'on trouve discriminant au sein de l'échantillon d'organismes (marron, bleu, ou G, T). Dans l'approche comparative, la notion de caractère est indissociable de la notion de similarité, et donc d'homologie. *La définition complète de caractère en systématique est donc une série d'attributs observables d'organismes sur lesquels on peut poser une hypothèse d'homologie.*

Un caractère peut être :

- a) morpho-anatomique: présence de plumes, plan d'organisation d'un membre...
- b) embryologique: présence d'un amnios, entérocoelie...
- c) cellulaire, histologique: chloroplastes à trois membranes, compartimentation...
- d) moléculaire: présence d'un acide aminé dans une chaîne peptidique, séquence nucléotidique...

*Qu'est-ce que l'homologie ?*

On donne deux définitions de l'homologie. Premièrement, on parle de structures homologues lorsqu'elles sont héritées d'un ancêtre commun. C'est l'homologie de descendance, dite secondaire. L'homologie de descendance ne prend tout son sens que dans un cadre taxonomique de référence, dans la mesure où l'arbre de la vie est unique, tout serait finalement homologue à tout. L'homologie de descendance ne peut être obtenue qu'à travers un arbre. Deuxièmement, on parle aussi de structures homologues lorsque, comparées dans plusieurs organismes de même plan d'organisation, ces structures entretiennent les mêmes connexions avec les structures voisines, et ce, quelles que soient leurs formes et leurs fonctions. Il s'agit de l'homologie primaire.

En fait, il faut replacer ces deux définitions dans le temps. On formule d'abord une hypothèse d'homologie (seconde définition), laquelle est ensuite- éventuellement – confirmée par l'arbre qui sera trouvé (première définition).

L'homologie peut être supposée grâce :

a) aux connexions morpho-anatomiques en anatomie comparée : deux structures qui entretiennent les mêmes rapports avec les structures voisines dans deux organismes différents sont potentiellement homologues. Exemple : membre antérieur de Tétrapodes. Nous déclarons initialement que l'os radius du dauphin peut être comparé (ou est similaire) à l'os radius de l'opossum ou au radius d'une chauve-souris (Fig. 7), puis lorsque nous codons leurs différences en autant d'états sous la désignation d'un même caractère « radius ». Aucun de ces radius n'a la même forme.

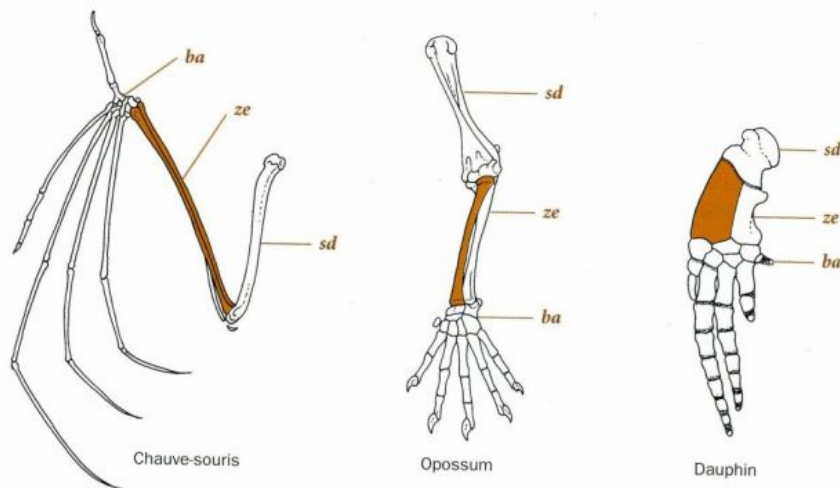


Figure 7. L'homologie primaire établie à travers un plan d'organisation des membres antérieurs des trois mammifères. Le radius est coloré. ba : basipode, sd : stylopode, ze : zeugopode.

b) aux structures ayant même origine embryonnaire : (application du principe de récapitulation de HAECKEL : « l'ontogenèse résume la phylogenèse », même si ce principe est loin d'être absolu) deux structures ayant même origine embryologique, chez deux taxons différents, sont susceptibles d'avoir une même origine phylogénétique.

c) aux données paléontologiques qui permettent de suivre les transformations d'un caractère dans les archives fossiles.

#### *Homoplasies et analogies*

- Une ressemblance structurale considérée comme une homologie primaire qui s'avère ne pas être une homologie secondaire est appelée **homoplasie**.
- Une ressemblance fonctionnelle sans nécessaire similitude d'organisation ou de structure est appelée analogie. Exemple : aile de Libellule et aile d'Oiseau (fonction : vol, structures complètement différentes).

#### *États primitif (plésiomorphe) et dérivé (apomorphe) d'un caractère ; morphocline*

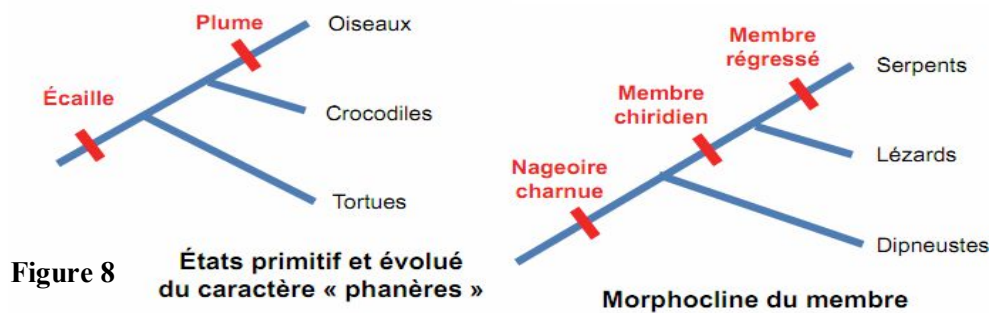
\* Pour un caractère donné, on distingue l'**état primitif** (= ancestral = plésiomorphe) du caractère et l'**état dérivé** (= évolué = apomorphe). L'état primitif est présent chez l'ancêtre du groupe étudié et n'a pas varié depuis. L'état dérivé est une innovation évolutive, acquise par modification de l'état primitif.

**NB** : On parlera aussi bien d'état dérivé (ou primitif) de caractère que de caractère dérivé (ou primitif).

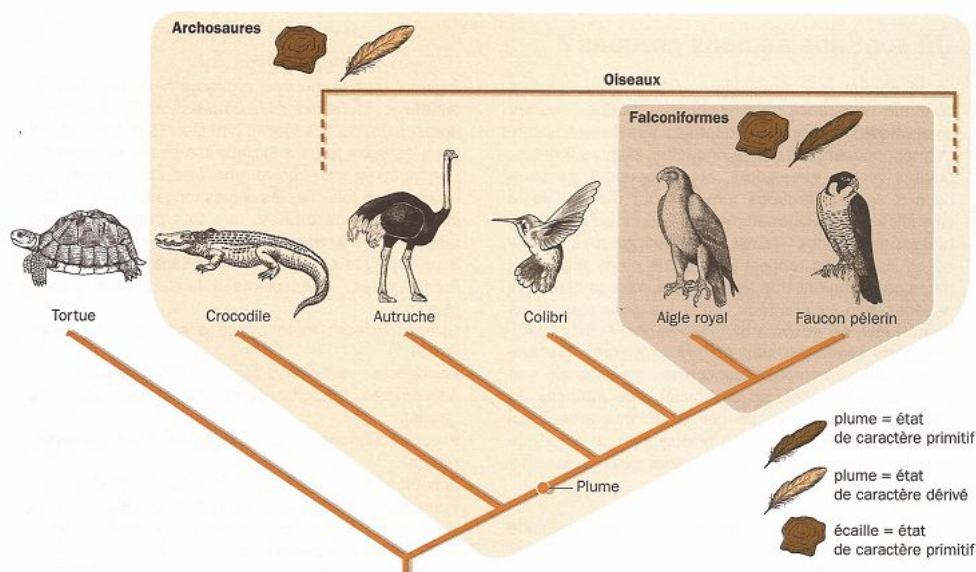
Exemple: au sein du groupe des Sauropsides, l'écaille est l'état primitif du caractère « phanères » et la plume est l'état dérivé (Fig. 8).

\* Quand il existe plusieurs états dérivés se succédant les uns aux autres à partir d'un état primitif, on parle de morphocline pour désigner l'ensemble de ces états.

Exemple: La nageoire charnue (Sarcoptérygiens) devient un membre chiridien (Tétrapodes) puis régresse chez les Serpents (Fig. 8).



La notion d'état ancestral ou évolué de caractère est relative et dépend du groupe auquel on s'intéresse. Un caractère est donc toujours dérivé ou primitif au sein d'un groupe donné. Exemple : soit le caractère « phanère » avec deux états : plume et écaille. La plume est un état de caractère dérivé au sein du groupe des archosaures, alors qu'elle représente un état de caractère primitif au sein du groupe des falconiformes (Fig. 9).



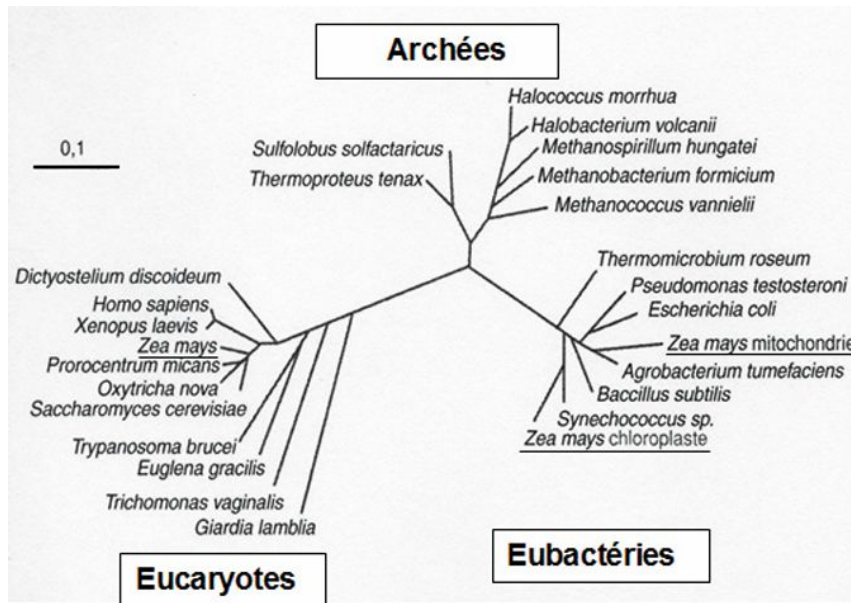
### Le partage de caractères dérivés, critère de parenté

La reconstruction phylogénétique repose deux principes simples :

1. Les liens de parentés ne peuvent se fonder que le partage de caractères dérivés (synapomorphies), c'est-à-dire d'innovations évolutives (les caractères primitifs ne permettent pas de reconstituer des liens de parenté, correspondant à un héritage lointain, en dehors du groupe étudié).
2. Plus deux taxons sont apparentés, plus ils partagent de caractères dérivés.

**CHAPITRE 1. PLACE PHYLOGENETIQUE DES METAZOAIRES DANS LE MONDE VIVANT**

La classification phylogénétique montre que le monde vivant est divisé en trois domaines : Les Archées, les Eubactéries et les Eucaryotes (Fig. 1).



**Figure 1.** Arbre phylogénétique moléculaire du monde vivant fondé sur l'ARN ribosomique 16S/18S

1/ Le règne animal ou Métazoaires:

**Métazoaires** [Metazoa] = Animaux au sens strict [Animalia] : organismes pluricellulaires, eucaryotes et hétérotrophes, c'est-à-dire qu'ils obtiennent leur carbone et leur énergie à partir des composés organiques produits par les autotrophes photosynthétique. Autrefois, le règne animal au sens large pouvait comprendre, à côté des Métazoaires, les unicellulaires phagotrophes jadis rassemblés dans le «sous-règne» polyphylétique des 'protozoaires'. D'après la phylogénie des Eucaryotes, les animaux appartiennent aux clades des Unicontes, des Opisthocontes et des Choanobiontes (Fig. 2). Les métazoaires comptent près de 1 211 612 espèces.

**Unicontes** [Unikonta] (étymologiquement : un seul flagelle).

- Présence d'un flagelle unique dans les organismes unicellulaires ou certaines cellules libres de pluricellulaires. Exemple : le spermatozoïde des mammifères.
- Événements génétiques particuliers touchant des gènes enzymatiques: celui de la phosphofrucokinase et les gènes codant la voie de synthèse de la pyrimidine

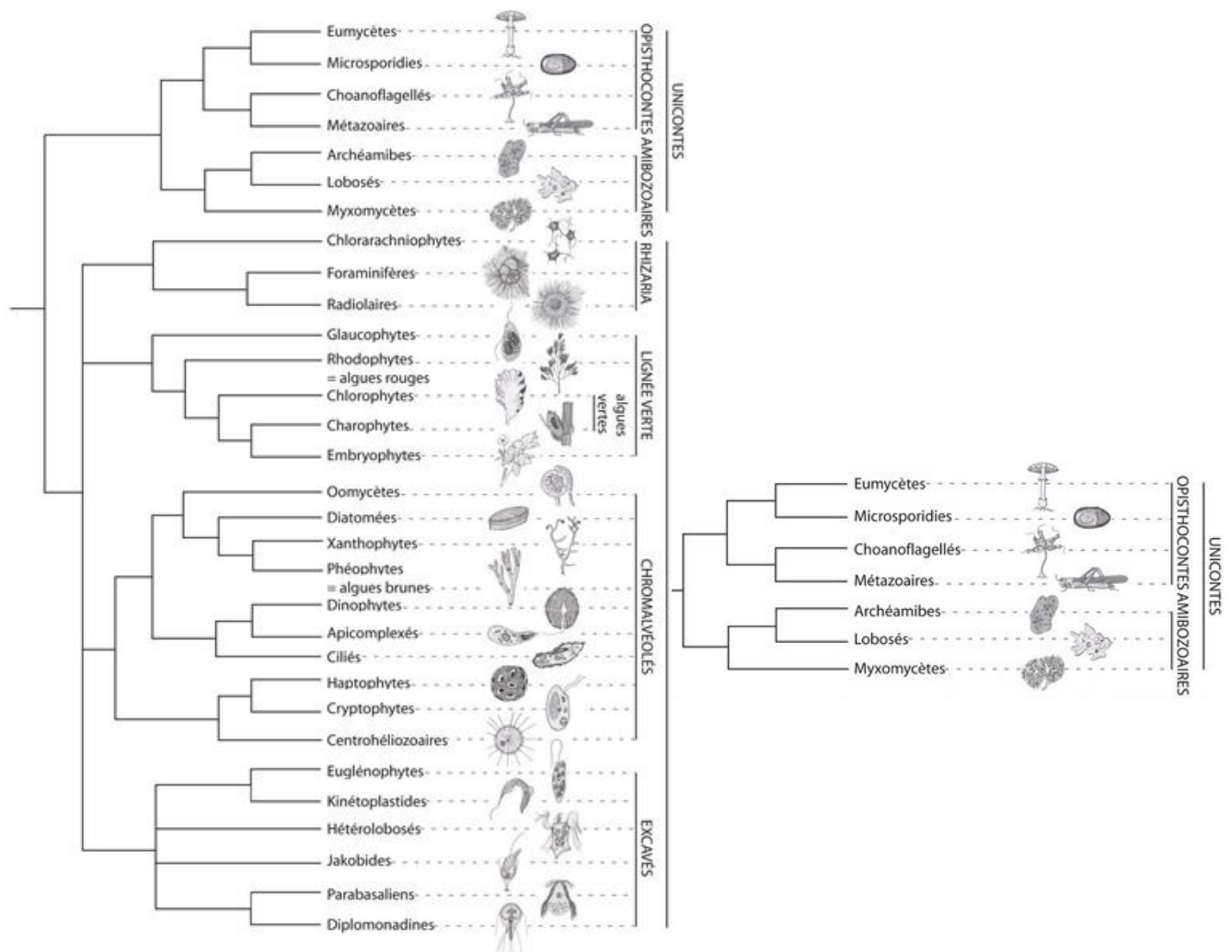


Figure 2. Phylogénie simplifiée des Eucaryotes

**Opistocontes** [Opisthokonta] (étym. flagelle vers l'arrière). On notera le rapprochement des 'champignons vrais' (Eumycètes) et des Métazoaires dans ce clade, bien attesté par des arguments moléculaires.

- La chitine est utilisée comme polysaccharide à fonction structurale (caractère pouvant être secondairement perdu), par exemple, les eumycètes pour leur paroi squelettique et les insectes pour leur cuticule.

- Les cellules flagellées possèdent toujours un **flagelle propulseur**, c'est-à-dire en situation postérieure, d'où le nom du taxon : *opistho*, derrière et *chonte*, flagelle. Les autres flagellés du clade des bicontes, le groupe frère des unicontes, sont toujours tirés par leur flagelle, qui se trouve donc en situation antérieure

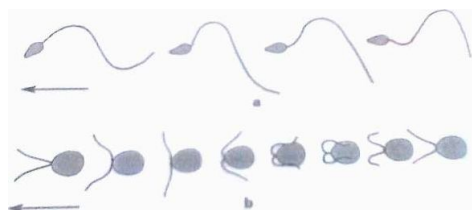


Figure 3. (a) déplacement d'un spermatozoïde animal et (b) d'une ulvophyte *Chlamydomonas* biflagellée; la flèche indique le sens de déplacement).

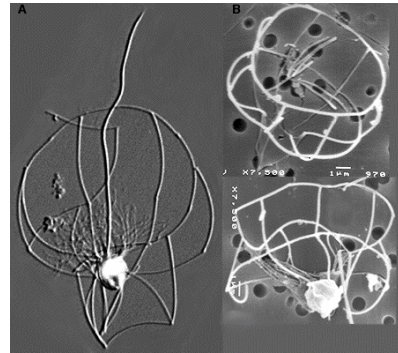
## 2/ Ancêtres probables des Métazoaires : Les Choanoflagellés

Le rapprochement des choanoflagellés et des spongiaires avait été déjà proposé sur la base de la ressemblance entre la structure cellulaire des choanoflagellés et des choanocytes des éponges. L'hypothèse, alors



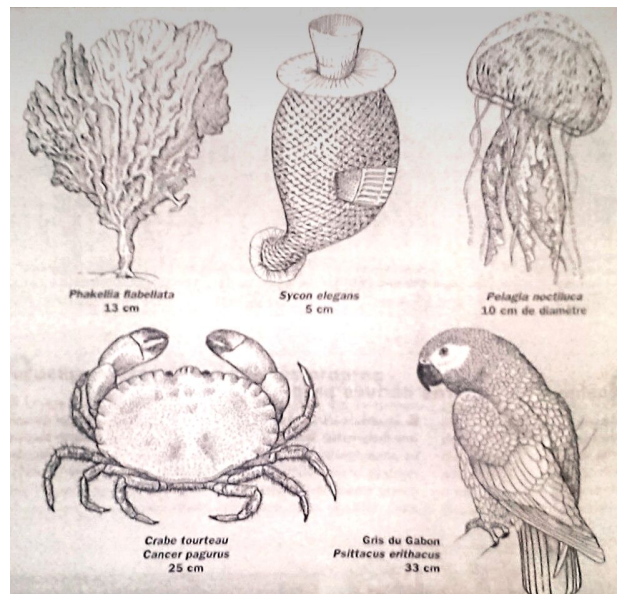
émise, était centrée sur l'idée que les éponges étaient dérivées d'une colonie de choanoflagellés. Cette idée simpliste avait été abandonnée au milieu du siècle; puis les phylogénies moléculaires, basées principalement sur l'ARNr 18S, proposèrent un rapprochement des choanoflagellés et des métazoaires.

Les choanoflagellés sont des eucaryotes unicellulaires, en moyenne 10  $\mu\text{m}$ , pourvus d'un flagelle libre ou formant des colonies. Ils sont principalement des organismes marins, planctoniques ou fixés sur des algues. Ils sont souvent protégés dans une thèque organique ou une loge siliceuse. La cellule porte une collerette et des tentacules qui aident à la nutrition. Ils se nourrissent surtout des bactéries. Exemples : *Diaphanoeca pedicellata*, *Pleurosigma minima*



*Diaphanoeca pedicellata*    *Pleurosigma minima*

### 3/ Phylogénie des Métazoaires



Exemples de métazoaires

La classification « classique » des métazoaires, fondée sur le principe de complexification croissante, a été mise à mal depuis une dizaine d'années tant par les phylogénies moléculaires que par l'utilisation raisonnée de nouveaux caractères anatomiques ou embryologiques. La classification pré-cladistique était dichotomique, basée sur le concept de présence/absence d'un caractère. Par exemple, un acoelomate était vu comme descendant d'un ancêtre triploblastique ayant existé avant l'apparition du coelome. Or, d'un point de vue évolutif, de nombreuses pertes secondaires peuvent se reproduire. Maintenant toutes les hypothèses possibles sont envisagées avant la reconstruction phylogénétique. Ainsi, un organisme sans coelome peut être soit le descendant d'un ancêtre qui n'a jamais eu de coelome, soit descendre d'un coelomate et avoir secondairement perdu son coelome.

		Embranchements	Sous-embranchements	Classes (Ordres)			
Diploblastiques			Placozoaires				
			Spongiaires				
			Cnidaires				
			Cténaires				
Triploblastiques	Acoelomates			Turbellariés			
				Trématodes			
	Pseudocoelomates			Cestodes			
				Nématodes			
				Rotifères			
	Coelomates	Protostomiens	Hyponeuriens	Mollusques	Gastéropodes Lamellibranches Céphalopodes		
				Annélides	Polychètes Oligochètes Achétes		
				Ectoproctes Brachiopodes			
			Deutérostomiens	Epithéloneuriens	Arthropodes	chéllicérates Mandibulates ou antennates	Arachnides Crustacés Myriapodes Insectes
					Echinodermes		
					Urochordés Céphalochordés	Ascidiés	
		Epineuriens ou Chordés	Vertébrés	Gnathostomes	Agnathes	Cyclostomes (Myxinoïdes, Pétromyzonoïdes)	
					Chondrichthyens Ostéichthyens (téléostéens)		
				Amphibiens Reptiles Oiseaux			
				Mammifères			

Classification traditionnelle des métazoaires

### Citons les divers points importants qui ont bouleversé l'ancienne classification :

- les éponges sont paraphylétiques.
- Les eumétazoaires sont caractérisés par la présence des cellules musculaires et neuronales, et sans doute de véritables feuilletts embryonnaires.
- Les triploblastiques semblent être tous coelomates, et les concepts d'acoelomates et de pseudoceolomates ne sont plus d'actualité; les plathelminthes, némerthes, nématodes, nematomorphes, entoproctes, rotifères, gastrotriches, kinorhynches se retrouvent classés dans les protostomiens.
- Les protostomiens se trouvent partagés en deux grands groupes, les lophotrochozoaires et les ecdysozoaires. Dans ce contexte, les annélides et les arthropodes se trouvent éloignés, ce qui infirme l'hypothèse de l'origine annélide des arthropodes.

Malgré ces progrès, de nombreuses questions importantes restent actuellement sans réponse, par exemple :

- le coelome est-il apparu une seule fois ou plusieurs fois ? Actuellement, on considère que les coelomes des protostomiens et des deutérostomiens sont homologues.
- Les protostomiens sont-ils réellement monophylétiques ?
- Les métameries des protostomiens et des deutérostomiens sont-elles homologues, ou la métamérie est-elle apparue plusieurs fois indépendamment ?.

Soulignons que, dans certains cas, il y a des désaccords dans la communauté des zoologistes.

### Les métazoaires partagent des caractères dérivés bien précis :

- **Collagène** : protéine longue et filamenteuse, le collagène constitue la trame fondamentale de la matrice extracellulaire qui, groupant les cellules entre elles, contribue à la construction, l'architecture et la morphogenèse des métazoaires (Fig. 4).

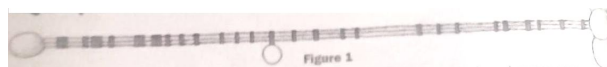


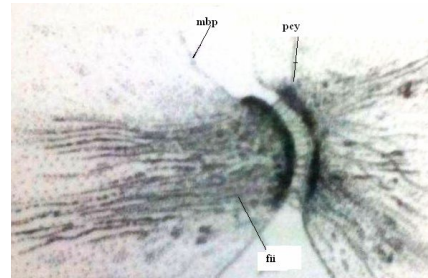
Figure 4. structure du collagène

- D'autres molécules comme la fibronectine ou les intégrines, protéines de structure, sont caractéristiques des métazoaires.



- Structure et organisation particulière du spermatozoïde possédant notamment un acrosome.
- **Centriole** accessoire à la base des cils et flagelles
- **Méiose** femelle très particulière avec dégénérescence des globules polaires (production d'un seul gamète par méiose femelle)
- Desmosomes : Les cellules peuvent être liées entre elles par des jonctions membranaires fortes, les desmosomes (fig. 5 desmosome de kératinocytes humains : mbp : membrane plasmique, pcy : plaque cytoplasmique, fii : filament intermédiaire).

Figure 5



La classification phylogénétique montre que les métazoaires sont divisés en parazoaires et Eumatézoaires (Fig. 6).

Quelques clades à connaître

- **Métazoaires** : monophylie bien étayée (voir caractères dérivés des métazoaires)
- **Spongiaires** = Parazoaires : monophylie discutée
  - Squelette composé de spicules
- **'radiaires'** = 'cœlentérés' : sans doute paraphylétique
- **Bilatériens** = Triploblastiques : monophylie bien étayée
  - Symétrie bilatérale
  - Céphalisation
  - Mésoderme
  - Système nerveux central
  - Complexe Hox de gènes homéotiques
- **Protostomiens** : monophylie qui résiste encore bien
  - Le blastopore donne la bouche
  - Cœlome formée par schizocœlie
  - Système nerveux ventral
  - Exosquelette
- **Deutérostomiens** : monophylie bien étayée
  - Le blastopore donne l'anus
  - Cœlome formé par entérocoœlie
  - Endosquelette
- **Lophotrochozoaires** : monophylie fiable  
 Arguments moléculaires et génétiques = **Eutrochozoaires** (larve trochophore ... : Annélides, Mollusques...) + **Lophophoriens** (lophophore, forme du tube digestif... : Bryozoaires, Brachiopodes...)
- **Ecdysozoaires** : monophylie fiable
  - Cuticule + mues
  - Ecdysone (hormone contrôlant la mue)
  - = Arthropodes, Nématodes...

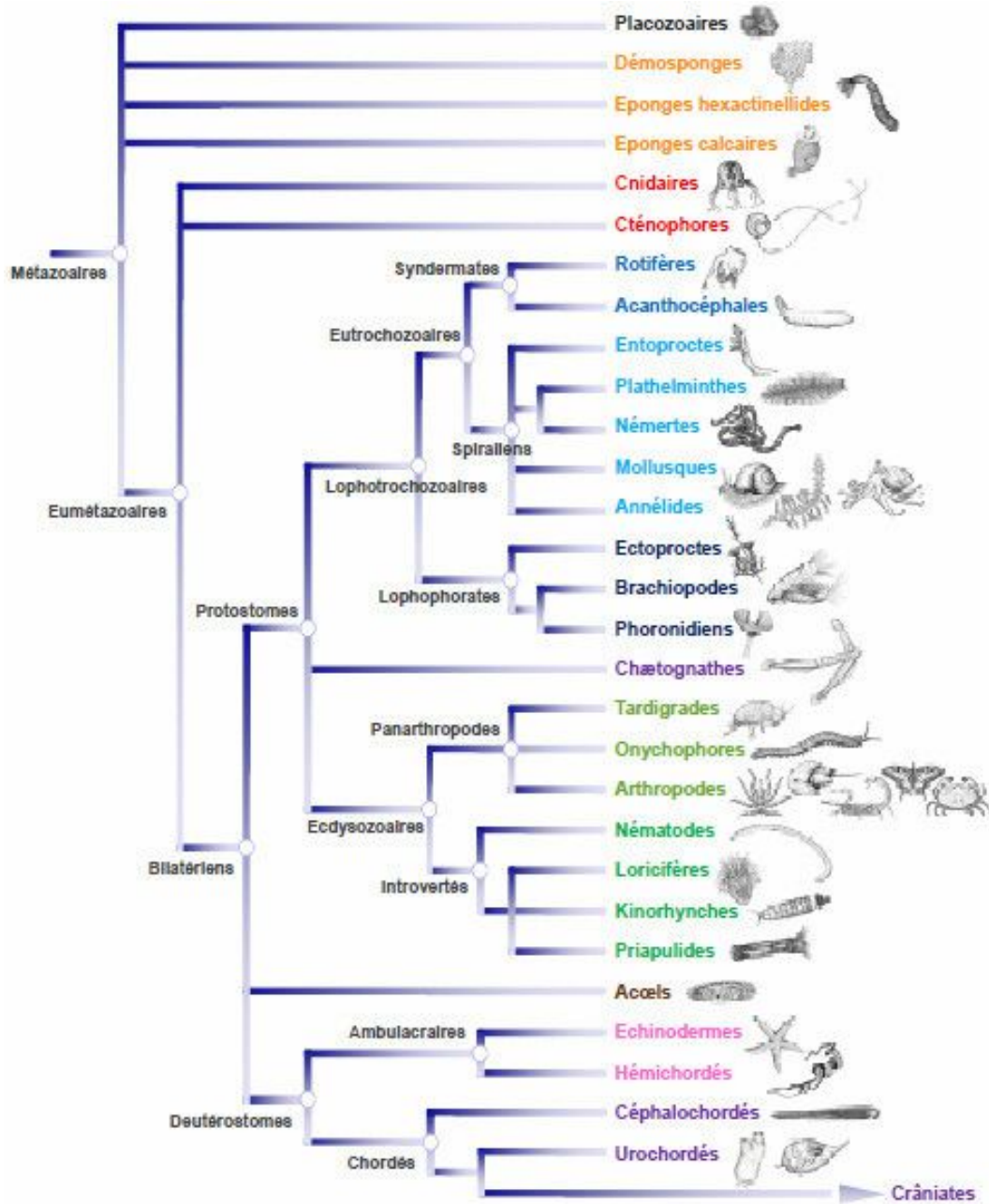


Figure.6. Arbre simplifié de la classification phylogénétique des métazoaires subdivisé en Parazoaires et Eumétazoaires

## CHAPITRE 2: LES PARAZOAIRES ET LEURS RELATIONS PHYLOGENETIQUES

### 1/ Caractéristiques des Parazoaires = spongiaires = porifères

Les spongiaires sont des animaux aquatiques pouvant être dulcicoles ou marins (98% marines). On trouve autour de 10.000 espèces. Ce sont des organismes sessiles (vivant fixés) ne se développant que sur un substrat dur (rochers, épaves,...); et on en retrouve à toute les profondeurs et température. Leurs seuls mouvements sont des contractions locales du corps et des mouvements d'ouverture et de fermeture des pores.

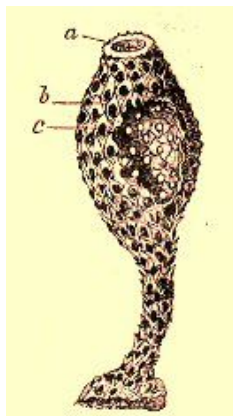
- Ce sont des animaux les plus primitifs par leur structure : En l'absence de tissus (**état atissulaire**), et donc d'organes spécialisés, toutes les fonctions vitales sont assurées par des cellules plus ou moins spécialisées. Par conséquent, les spongiaires n'ont pas de tube digestif, ni de système nerveux réel, ni de système d'excrétion. Les spongiaires sont asymétriques

- Véritables organismes filtreurs au niveau alimentaire et respiratoire que l'on peut assimiler à une pompe filtrante biologique.

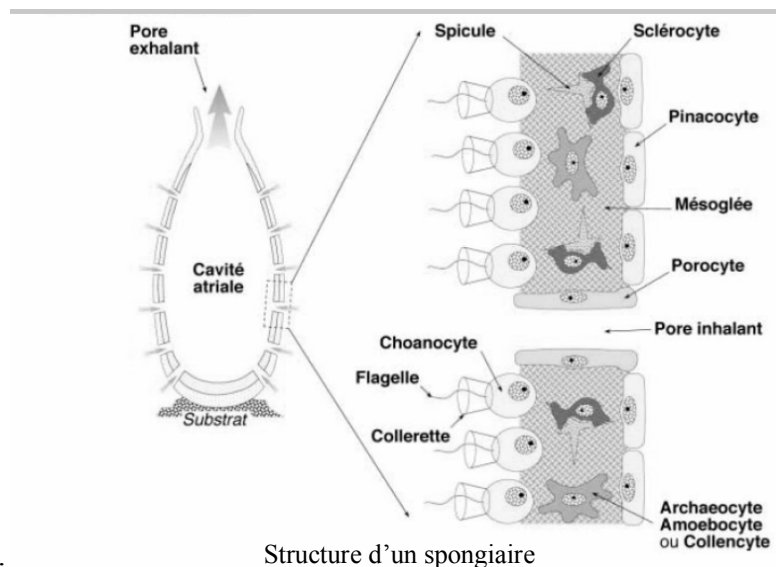
- Les éponges possèdent une capacité de reconstitution exceptionnelle

### 2/ Organisation générale

Les différentes catégories cellulaires n'ont pas de cohésion définitive. Ce sont donc des **parazoaires**. Le spongiaire type est le type **olyntus** : c'est une amphore fixée par sa base. L'apex porte un orifice exhalant unique (l'oscule) et la paroi est percée de nombreux pores inhalant, d'où le nom **porifères**. Les éponges sont constituées de deux couches de cellules, appelées endoderme et ectoderme (ou, plus justement, **choanoderme** et **pinacoderme**). Entre ces deux couches se trouve une gelée de nature polysaccharidique, appelée **mésoglée** ou encore **mésenchyme**, dans laquelle évoluent librement différents types de cellulaires mais qui dérivent tous d'un même type : **les amoebocytes**. Dans la mésoglée se situent également les éléments de squelette de l'éponge, **spicules** ou fibres de spongine.



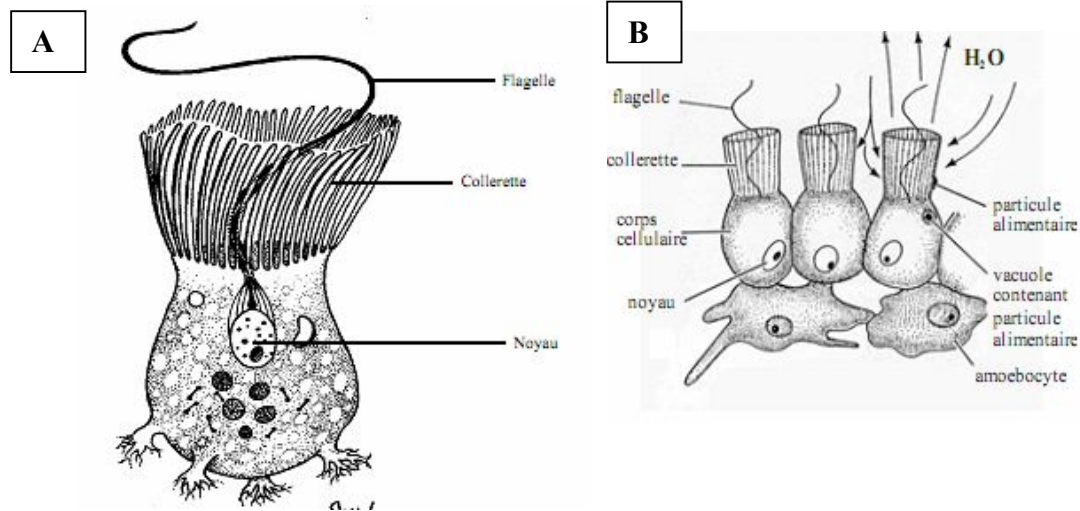
Olynthus: a, oscule; b, spicules; c, pores inhalants.



Structure d'un spongiaire

Les principaux types de cellules rencontrées sont les suivants :

- les choanocytes, ou cellules à collerette, qui assurent notamment le mouvement de l'eau dans le corps de l'éponge mais qui jouent également un rôle lors de la reproduction ;



Le choanocyte et son fonctionnement. **A** : Schéma d'un choanocyte. **B** : Sens du courant d'eau et capture des particules alimentaires par les choanocytes

- les amibocytes, cellules mobiles assurant notamment le transfert d'éléments nutritifs ;
- les sclérobastes (ou sclérocytes) et les spongioblastes, qui sécrètent le squelette interne des éponges, les spicules et la spongine (protéine);
- les pinacocytes, qui protègent l'éponge du monde extérieur ;
- les porocytes, qui bordent les pores inhalants de l'éponge;
- les archéocytes, cellules non différenciées qui peuvent se transformer en cellule de n'importe quel autre type (on parle de cellules totipotentes) ;
- les collencytes, cellules allongées qui sécrètent du collagène ;
- les myocytes, cellules allongées dont la structure ressemble à celle des cellules musculaires lisses, douées de propriétés contractiles ;
- des cellules nerveuses.

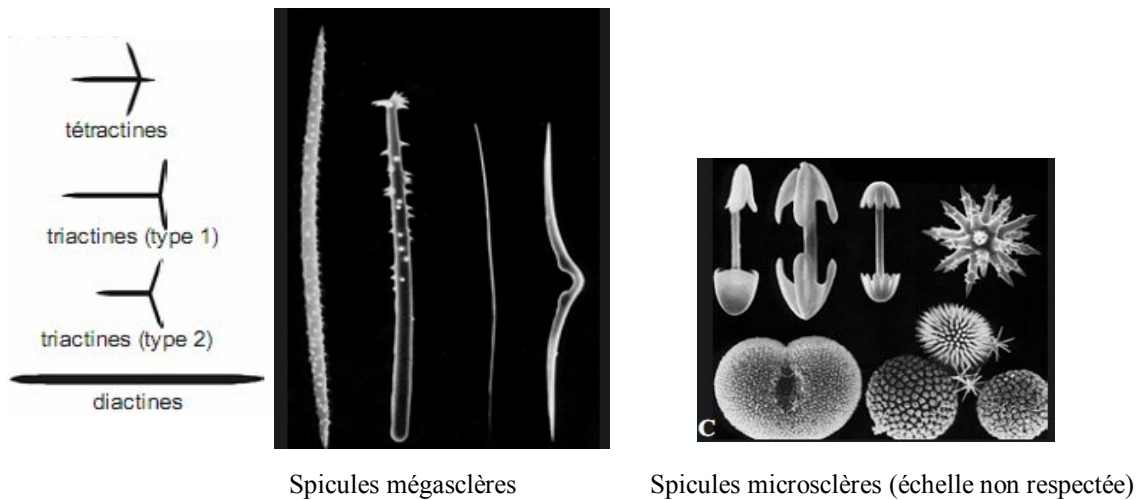
### 2 -1) Les spicules = endosquelette des spongiaires

Le « squelette » des éponges est constitué des spicules internes, petites pièces de calcaire ou de silice, et/ou de fibres de spongine, une protéine très résistante et dont l'aspect est connu de tous (les éponges de toilettes, les vraies, sont constituées du squelette de spongine de l'éponge commerciale *Spongia officinalis*, éponge qui n'a pas de spicules). Les spicules ne peuvent habituellement être examinés qu'au microscope.

Parmi l'ensemble des spicules, on distingue ceux de plus grande taille, appelés pour cette raison **mégasclères** et les spicules de petite taille, appelés **microsclères**.

Les mégasclères sont essentiellement de forme linéaire. On peut les distinguer par le nombre d'axes qui les composent ou par le nombre de pointes. Le suffixe « actine : pour le nombre de pointes » ou « axone : pour le nombre d'axes ». Un spicule tout droit sera donc qualifié de monoaxone, et de diactine s'il comporte deux pointes. Dans la nature, on pourra trouver des monoactines, diactines, triactines, tétractines, pentactines et hexactines.

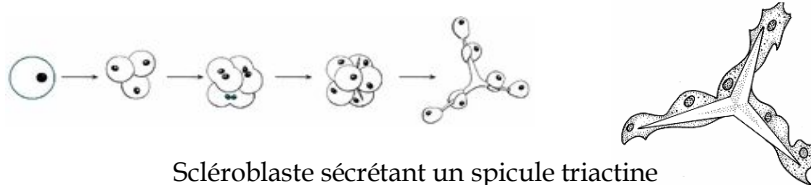
Les microsclères quant à eux revêtent des formes extrêmement diversifiées et sont toujours de taille nettement plus faible que les mégasclères (toutes les éponges n'en ont pas).



Spicules mégasclères

Spicules microsclères (échelle non respectée)

Les spicules sont générés au sein du mésenchyme par des cellules spécialisées, les scléroblastes (ou sclérocytes). Ces cellules se déplacent librement dans le mésenchyme, mais à une vitesse plus faible que les amibocytes normaux.

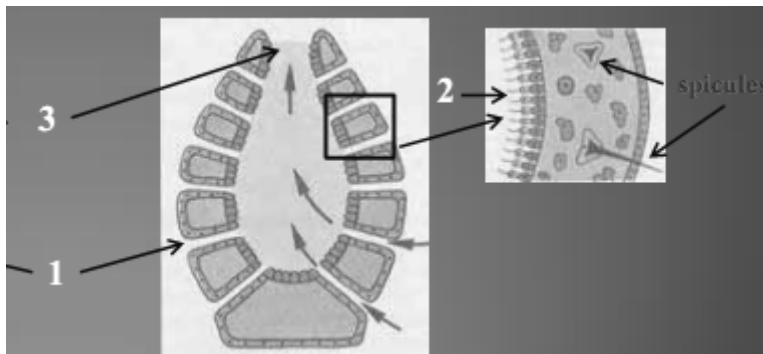


Scléroblaste sécrétant un spicule triactine

## 2-2) Le système aquifère

### a) Circulation de l'eau :

L'eau est aspirée à l'intérieur par des petits orifices appelés pores inhalants (1). La circulation de l'eau s'effectue grâce aux battements de flagelles des choanocytes (2), ne retenant que la nourriture et l'O<sub>2</sub> dissous. L'eau est rejetée par un orifice central, appelé l'osculé (3), qui joue le rôle de l'anus.



### b) Les trois principaux types d'organisation du système aquifère

Les éponges les plus simples ont la forme d'un sac dont la paroi interne est tapissée de cellules à collerette. Les éponges présentant ce type d'organisation sont appelées éponges du type **Ascon** (du nom d'un genre présentant cette organisation). Les éponges de ce type possèdent une vase cavité interne, appelée atrium ou spongiocoele, qui s'ouvre sur l'extérieur par l'orifice exhalant de l'éponge ou **osculé**. Les éponges de ce type sont les plus archaïques (les larves d'éponge passent par ce stade) et rares sont les espèces rencontrées en plongée présentant cette structure (les genres *Leucosolenia* et *Clathrina* sont les deux exceptions notables). De fait, cette organisation n'est pas très efficace, pour deux raisons essentielles :

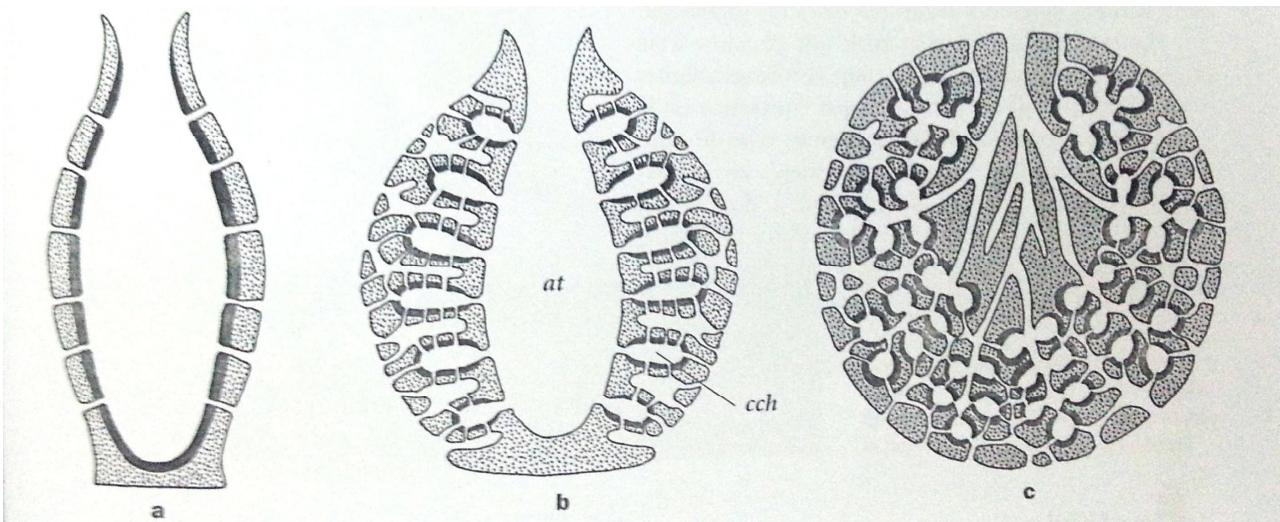
- i) Elle n'optimise pas le rapport surface de filtration/volume de l'éponge ;



ii) L'atrium, dans lequel baignent les choanocytes, contient un mélange d'eau « fraîche », qui vient de pénétrer dans l'éponge et qui contient les particules nutritives, et d'eau « sale » contenant les déchets produits par l'éponge.

Le deuxième grand type d'organisation correspond aux éponges de type **Sycon**. Chez ces derniers le système de filtration plus efficace. Ainsi, l'atrium existe toujours, mais il est exempt de choanocytes. Ces derniers se sont regroupés dans des canaux périphériques qui mènent à l'atrium, au sein de « corbeilles vibratiles ». L'éponge évite ainsi le mélange entre eau « fraîche » et eau « sale » au niveau des choanocytes. Elle accroît également le rapport surface de filtration/volume de l'éponge.

Enfin, les éponges les plus évoluées, qui sont celles que l'on rencontrera le plus fréquemment en plongée, sont du type **Leucon** (encore un nom de genre). Dans ces éponges, le spongiocoele (ou atrium) a totalement disparu et l'éponge est constituée d'un ensemble de canaux. Sur ces éponges, plusieurs oscules peuvent être visibles pour un même individu. Les choanocytes sont regroupés dans des corbeilles vibratiles, comme chez les éponges syconoïdes. Le réseau interne est ici très complexe et offre un très grand ratio surface de filtration/volume de l'éponge.



**Les différents types d'éponges : Traits épais= choanoderme, Trait fin = pinacoderme ; at= cavité atriale**

### 3/ Les fonctions vitales des spongiaires

#### RESPIRATION / EXCRETION

Les éponges n'étant constituées que de deux couches de cellules, l'approvisionnement des cellules en oxygène est assuré par simple diffusion à travers les parois cellulaires. Ceci reste valable pour les cellules qui circulent librement au sein du mésenchyme. Les éponges ne disposent d'aucun système respiratoire.

De même, les déchets issus du métabolisme de l'éponge ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4$ , etc.) sont évacués par diffusion. Il n'existe pas de système excréteur.

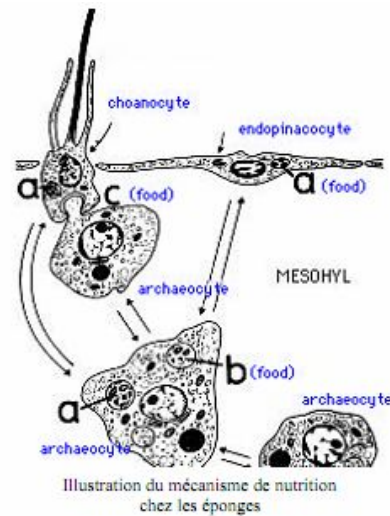
#### NUTRITION

Les éponges sont des filtreurs actifs. Certaines éponges sont capables de filtrer jusqu'à 20 000 fois leur volume en une journée, ce qui peut finir par faire des volumes non négligeables.

L'eau pénètre dans l'éponge par des orifices de petite taille, appelés pores ou ostioles, et en ressort par des orifices de grande taille, appelés oscules. Les pores sont rarement visibles, sauf à regarder de très près, alors que les oscules sont généralement bien visibles. Parfois, les pores sont regroupés au sein de cribles, bien visibles (cas de l'éponge *Cliona*, ou de *Hemimycale columella*). Les mouvements d'eau sont assurés par les choanocytes,

grâce au mouvement synchronisé de leur flagelle. Les éponges sont capables, malgré leur rusticité, de réguler dans une certaine mesure les débits pompés, grâce notamment à la contraction de certains orifices. Cette contraction est due à certaines cellules aux propriétés contractiles, les porocytes mais aussi les myocytes. Par ailleurs, les éponges sont également capables d'arrêter tout mouvement d'eau, par exemple à l'approche d'un intrus.

Les particules nutritives, charriées par l'eau, sont piégées par les microvillosités (collerette) des choanocytes ou par le mucus présent sur les endopinacocytes. Le choanocyte (ou le pinacocyte) phagocyte alors la particule, comme chez les protozoaires (la phagocytose s'effectue à la base de la collerette). La digestion n'est cependant pas réalisée dans le choanocyte, qui ne dispose pas des enzymes nécessaires. La particule est tout d'abord englobée dans une vacuole digestive. Un amibocyte vient se plaquer derrière le choanocyte puis la vacuole est transférée du choanocyte à l'amibocyte. La digestion est effectuée dans l'amibocyte, elle est intracellulaire. Ce dernier assure ensuite le transfert des matières exploitables issues de la digestion à l'ensemble de l'éponge.



En général, les particules nutritives piégées par les éponges sont des bactéries (les chiffres varient entre 70 et 90% de taux de capture des bactéries présentes dans l'eau filtrée). D'autres éponges (hexactinellides notamment) se nourrissent de particules organiques plus petites que les bactéries.

Mais les éponges ont su développer également d'autres modes de nutrition. En particulier, la symbiose est relativement fréquente chez les spongiaires, et l'hôte peut être diversifié (algue, cyanobactérie, bactérie). L'éponge peut ainsi profiter des métabolites qui lui sont fournis par son hôte (sucres, etc.). Chez certaines espèces, comme les *Verongia* couramment rencontrées en plongée, la majeure partie du mésenchyme est occupée par des microsymbiontes.

## REPRODUCTION

Les éponges peuvent se reproduire de façon sexuée ou asexuée. Comme chez beaucoup d'animaux qui disposent de ces deux possibilités, la stratégie de reproduction dépendra pour une large part des conditions environnantes. La reproduction asexuée permet le développement rapide d'individus similaires au parent (pas de croisement des gènes, donc risque d'inadaptation en cas de changement du milieu). Outre le développement rapide, la reproduction asexuée permet de créer des formes résistantes de l'éponge (les gemmules) qui peuvent passer la mauvaise saison « au chaud » et se développer de nouveau lorsque les conditions deviennent meilleures. A l'inverse, la reproduction sexuée permet un mélange de gènes. Elle permet également, si la durée du stade larvaire est suffisante, de coloniser des plus grandes surfaces que la reproduction asexuée.



## 1) Reproduction sexuée

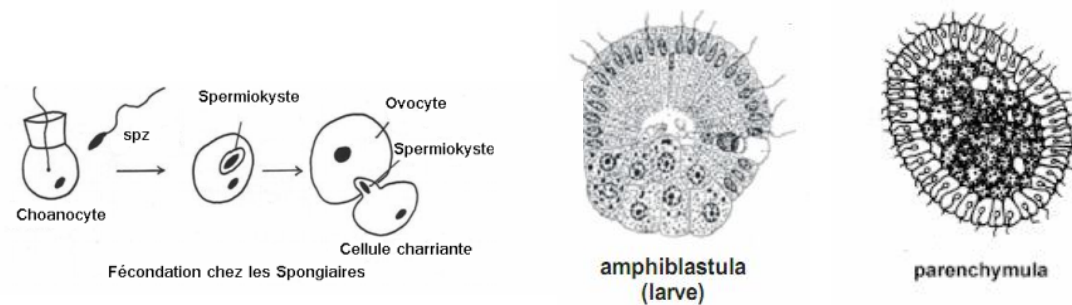
La plupart des spongiaires sont hermaphrodites. La fécondation croisée reste cependant la règle générale. Pour ce faire, l'hermaphrodisme peut être successif, l'éponge ne produisant pas en même temps les spermatozoïdes et les ovules, ou bien l'éponge peut mettre en œuvre des dispositifs de reconnaissance de ses propres gamètes.

En règle générale, les spermatozoïdes sont issus de la modification de choanocytes. L'émission des spermatozoïdes peut être très largement perceptible chez certaines éponges tropicales.

Chez les calcisponges, et notamment chez *Sycon ciliatum*, un phénomène intéressant de fécondation indirecte a été mis en évidence: les spermatozoïdes, apportés par l'eau alimentaire, sont véhiculés jusqu'aux choanocytes. Ces derniers assurent la séparation physique du milieu extérieur avec le mésenchyme où se trouvent les gamètes femelles (ou ovocytes). Un spermatozoïde pénètre dans la collerette d'un choanocyte, s'enkyste et donne alors un spermiokyste. Le choanocyte « d'accueil » perd alors sa collerette et son flagelle et devient une cellule charriante qui se déplace pour se rapprocher d'un ovocyte. La cellule charriante, au contact de l'ovocyte, injecte littéralement le spermiokyste dans l'ovocyte pour conduire à la fécondation et à la création de l'œuf.

L'œuf se développe, au sein de l'éponge ou dans l'eau de mer selon les espèces, et finit par donner une larve. Il existe deux types de larves:

les larves *parenchymella* (ciliées), les plus courantes, et les *amphiblastula* (flagellées). La durée de vie libre des larves varie de quelques heures à quelques jours. Au-delà de ce délai, les larves se fixent et l'éponge commence alors sa croissance. Chez les *amphiblastula*,



Formes embryonnaires des spongiaires

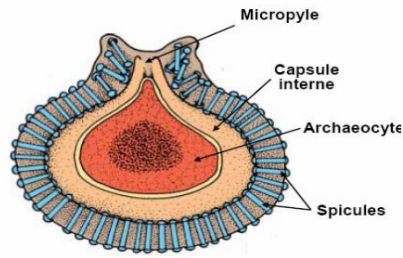
## 2) Reproduction asexuée

Les éponges ont développé différentes techniques de reproduction sexuée :

- ✓ Bourgeonnement ;
- ✓ Régénération
- ✓ Création de « corpuscules » asexués de reproduction ou gemmules.

La reproduction par bourgeonnement est fréquente chez les éponges rencontrées en plongée. A titre d'exemple, on pourra citer le cas de *Aplysina aerophoba*, chez qui on peut voir en certaines saisons des bourgeons en cours de formation à la périphérie de l'oscule.

La gemmulation est davantage une technique propre aux éponges d'eau douce, chez qui ce mode de reproduction est prépondérant. Les gemmules sont des structures composées de cellules totipotentes (archeocytes) munies de réserves nutritives et de spicules. Les gemmules sont émis avant la mauvaise saison et se développent pour former une nouvelle éponge lorsque les beaux jours sont revenus. La gemmulation se rencontre essentiellement chez les éponges d'eau douce.



Gemmule typique d'éponge d'eau douce

#### 4/ Phylogénie des Parazoaires:

Le phylum des éponges, probablement paraphylétique, a été récemment éclaté en quatre phylums distincts :

Démospouges, Hexactinellides, Calcisponges et Homoscléromorphes

**4.1. Les Démospouges:** caractères généraux. Ex: Eponges d'eau douce, Eponges de cuisine et Eponges de toilette (nombre d'espèces : 8000)

Les démospouges ne présentent jamais de structures simples ascon et sycon. Elles sont toutes de type *leucon*. Les spicules sont différenciés en mégasclères, indispensables à la construction de l'organisme, et en microsclères, noyés dans le parenchyme.

##### Ecologie

Les démospouges sont présentes dans tous les environnements aquatiques : eaux douces et eaux salées, mers polaires et tropicales, de la zone intertidale jusqu'aux fonds abyssaux (8600 m). Leur nourriture est constituée de plancton (en particulier des dinoflagellés et des bactéries) et des particules organiques détritiques.

Certaines éponges carnivores, comme *Cladorhiza*, ont perdu leur système aquifère. Certaines démospouges sont ovipares, d'autres incubent les embryons. La larve est planctonique avant de se fixer sur un support.

Les démospouges contiennent des symbiotes et des commensaux en grande quantité. Par exemple, *Spherospongia vesparia* contenait 16000 crevettes. *Geodia*, dans le golfe Californie, portait 100 espèces différentes d'algues ou d'animaux, sans compter les bactéries.

##### Quelques caractères dérivés propres :

1) **Le squelette est formé de deux composants : des spicules** siliceux monactine à tétractine et de spongine une forme particulière **de collagène**, dispersée dans le parenchyme, ou structurée en larges fibres

2) **Il n'y a jamais de structures simples ascon et sycon;** on ne trouve que des structures de type *leucon*

Exemples : *Axinella balfourensis*, *Cladorhiza sbyssicola*, éponge de toilette : *Spongia officinalis* ; éponge d'eau douce : *Spongilla fluviatilis*

**4.2. Les Hexactinellides:** caractères généraux: Ex : Euplectelle (nombre d'espèce : 1000)

Les hexactinellides –les « éponges de verre »- sont des éponges strictement marines, communs dans les eaux profondes. Leur squelette est siliceux, avec des mégasclères et des microsclères qui tous peuvent avoir une structure hexactine. Les mégasclères sont agencés de manière à donner un réseau siliceux complexe sans matrice protéique. Le tissu des hexactinellides est partiellement syncytial, avec des choanocytes en réseau.

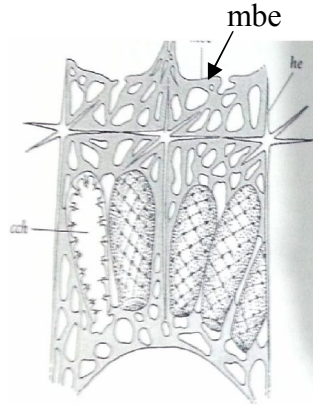
##### Ecologie

La solubilité de la silice décroît avec la température, et, par conséquent, avec la profondeur. Cela expliquerait qu'on trouve les hexactinellides de manière abondante dans les eaux profondes, 200 m et au-delà, et dans les eaux froides et polaires.

*Euplectella* présente un cas célèbre de commensalisme. Un couple de crevettes entre dans l'éponge quand elles sont petites. Après croissance, elles s'y trouvent emprisonnées et y vivent toute leur vie.

*Quelques caractères dérivés propres*

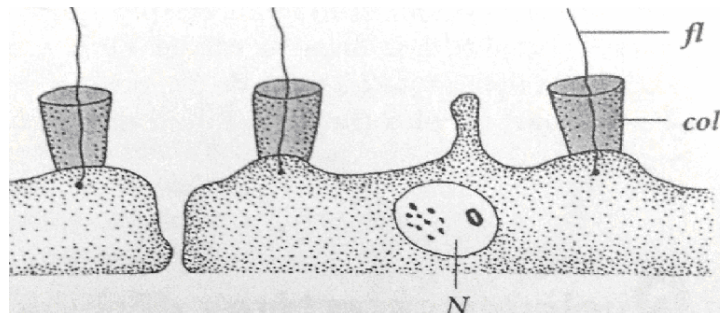
- 1) **Spicules** : Les hexactinellides possèdent des spicules hexactines.
- 2) **Les hexactines s'assemblent pour former une construction** complexe et harmonieuse.



Cch : chambre choanocytaire ; he : hexactine, mbe : membrane externe

3) **Les hexactinellides n'ont pas de pinacoderme**, mais une membrane externe (mbe)

4) **Il n'y a pas de choanoderme**, mais un **choanosyncytium** qui bourgeonne des structures ressemblant à des choanocytes dépourvues de noyaux



Choanosyncytium d'*Aphrocallistes vastus*; col : collerette, fl : flagelle, N : noyau

Exemples : d'*Aphrocallistes vastus* ; *Asconema setubalense* ; éponge à crevettes: *Euplectella aspergillum*; *Hyalonema schmidtii* ; *Staurocalyptus solidus*

**4.3. Les Calcisponges** et les caractères qui les rapprochent des Eumétazoaires; Ex : *Leucosolenia* et *Sycon raphanus*. (nombre d'espèce : 1000)

Les éponges calcaires ou Calcarea ou Calcispongia, sont exclusivement marines. Elles possèdent un squelette calcaire, le plus souvent en calcite, organisé toujours en spicules. On trouve dans cette lignée tous les types de construction de l'organisme, de plus simple *ascon*, jusqu'au plus complexe *leucon*, en passant par le type *sycon*. Les phylogénies moléculaires utilisant le gène de l'ARN ribosomique 18S proposent les éponges calcaires comme groupe frère des eumétazoaires.

#### Ecologie

La solubilité du carbonate de calcium augmentant avec la profondeur, la sécrétion d'un squelette calcique devient plus difficile quand on quitte les eaux superficielles. C'est vraisemblablement la cause principale de la

présence préférentielle des éponges calcaires dans des eaux de profondeur inférieure à 100 m, bien qu'il y en ait d'abyssales. À la différence des démosponges et des hexactinellides, les éponges calcaires ont besoin d'un substrat dur pour se fixer et se développer.

Exemples : *Grantia compressa* ; *Leucandra aspera* ; *Leucosolenia complicata* ; *Sycon elegans*

**4.4. Les Homoscléromorphes** : possèdent une lame basale qui est présente chez tous les métazoaires et ont perdu les archéocytes. De plus leurs spicules sont formés de silice ou de carbonate. ex : *Oscarella lobularis*

#### 5/ Importance écologique et économique

Les éponges contiennent des cellules souches; elles font de nombreuses associations avec des bactéries et d'autres organismes présents dans la mésogée. L'interaction entre les éponges et les bactéries est intéressante pour la recherche de molécules pharmaceutiques. De plus les éponges synthétisent des métabolites pour se défendre car elles sont fixes. Les éponges sont bien connues du grand public pour leur utilisation domestique, bien que les véritables éponges naturelles soient aujourd'hui devenues rares (les éponges classiques trouvées dans le commerce sont fabriquées à partir de tissus végétaux). En méditerranée, les espèces couramment exploitées sont *Euspongia officinalis*, la véritable éponge de toilette, et *Hippospongia communis*, ou éponge de cheval (ainsi nommée car, de consistance plus rigide que l'éponge de toilette, elle était surtout utilisée pour les animaux). Les autres éponges cornées sont inexploitablement en raison de leur consistance.

Aujourd'hui, les éponges font l'objet de recherches intenses en raison des nombreuses molécules originales qu'elles contiennent. Leurs propriétés cytotoxiques en font d'excellentes sources potentielles de produits anticancéreux.

## LES EUMETAZOAIRES : LES RADIAIRES ET LES BILATERIENS

1) Caractéristiques des Eumétazoaires (Nombre d'espèces : 1 201 611)

Les **eumétazoaires** (*Eumetazoa*) possèdent un ensemble de caractéristiques qui permet de les séparer des autres métazoaires. Ce clade comprend tous les principaux groupes d'animaux à part les éponges.

Quelques caractères dérivés propres :

- Il y a absence de choanocytes.
- La **matrice extra-cellulaire** comportant du collagène au niveau des épithéliums s'organise en une lame basale, assurant l'existence de véritables tissus (Fig. 1).
- **Des jonctions lacunaires** (jonctions *gap*) laissent passer des petites molécules d'une cellule à l'autre.
- **Digestion** : l'organisme est doté d'une cavité digestive différenciée. La bouche constitue l'entrée de cet appareil digestif. Dans les éponges la digestion est intra-cellulaire.
- La gastrulation donne naissance à des feuilletts embryonnaires, l'ectoderme et l'endoderme qui auront des devenir embryologiques précis.
- L'endoderme comporte des **cellules sécrétrices** produisant des enzymes digestives actives dans le milieu extracellulaires (exoenzymes).
- La **différenciation cellulaire** est poussée, avec formation de cellules musculaires, des cellules nerveuses et des cellules sensorielles. Les cellules spécialisées perdent leur pluripotence voire ne se divisent plus (ex : neurones, hématies...).
- **Système nerveux** : l'existence de synapses chimiques autorise la construction d'un système nerveux (Fig. 2).

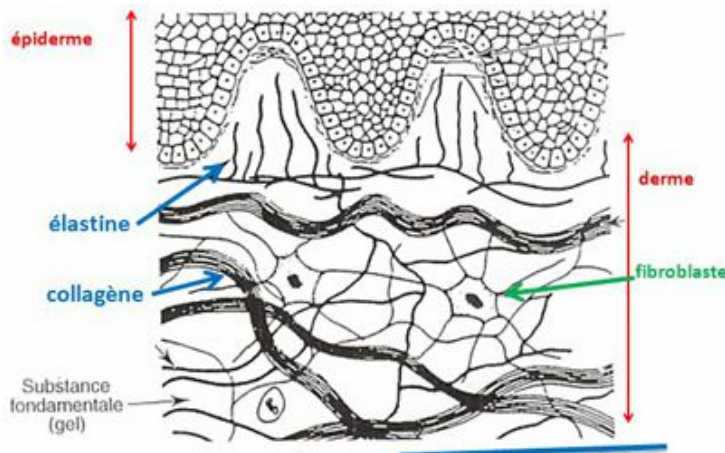


Fig. 1. Coupe de la peau

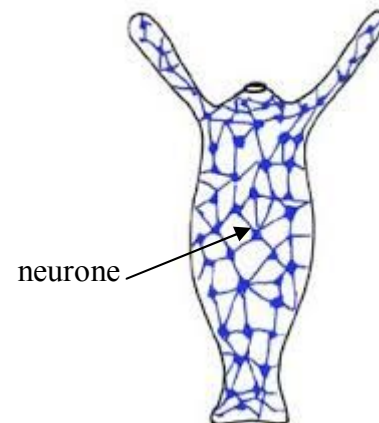


Fig.2. Système nerveux de *Hydra* sp.

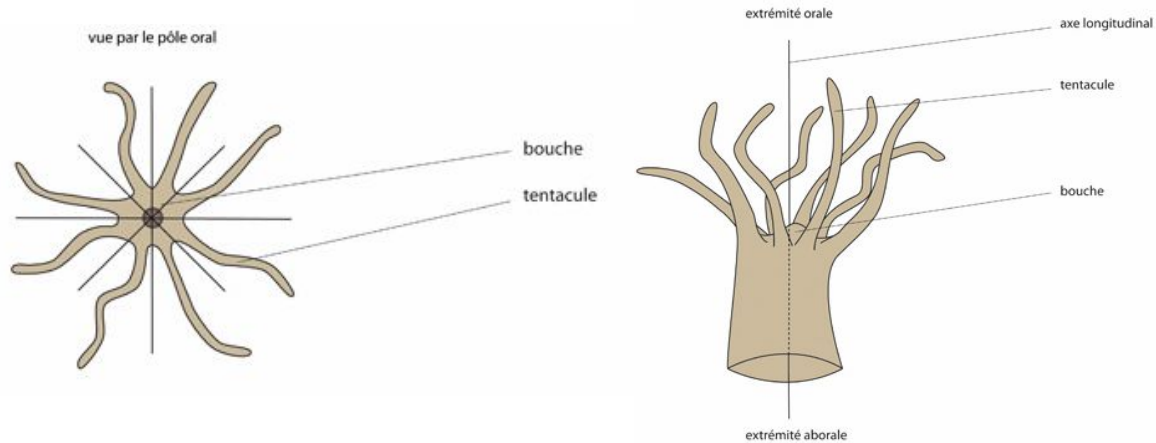
**Exemples : Cnidaires** : hydre verte : *Hydra viridis*. **Bilatériens** : planaire : *Planaria maculata*; ascaris de l'homme : *Ascaris lumbricoides* ; escargot petit gris : *Helix aspersa* ; calmar : *Loligo vulgaris*; ver de terre ou lombric : *Lumbricus terrestris*; araignée domestique: *Tegenaria domestica*.

**Plus anciens fossiles connus** : des terriers creusés par des eumétazoaires sont fossilisés dans le Précambrien (-700 M.A)

**CHAPITRE 3 : LES CNIDAIRES ET LEURS RELATIONS PHYLOGENETIQUES**

## 1) Organisation

Les cnidaires sont les hydres, les anémones de mer, les coraux, les méduses, tous caractérisés par une cellule urticante très spécialisée, le **cnidocyte**. Les cnidaires sont à 99% marins, 1% d'eau douce. Ces animaux à symétrie **radiaire** (= **radiata**) sont fondamentalement composés de deux feuillet embryonnaires, ils sont **diploblastiques**. Entre les deux feuillet, se trouve une gelée d'aspect lâche et gélatineux, la **mésoglée** (Fig. 1).

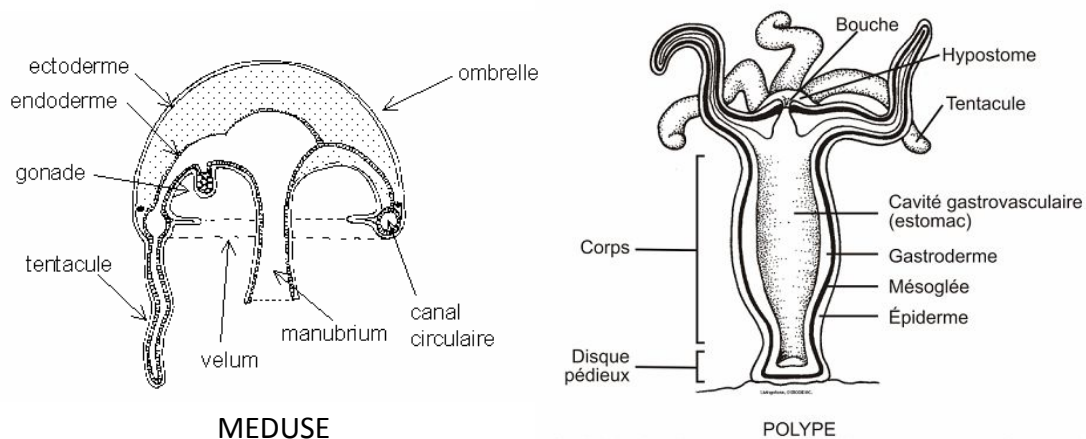


**Fig.1.** La symétrie radiaire chez les cnidaires radiés, il existe un axe oral-aboral. La polarité s'organise le long de cet axe

La cavité digestive bien différenciée, à un seul orifice, s'ouvre vers l'extérieur par une bouche entourée de **tentacules**. Il n'y a ni appareil circulatoire ni appareil excréteur. Les cellules nerveuses forment un réseau sans système nerveux centralisé.

Cet embranchement présente deux morphologies principales qui peuvent alterner (Fig. 2):

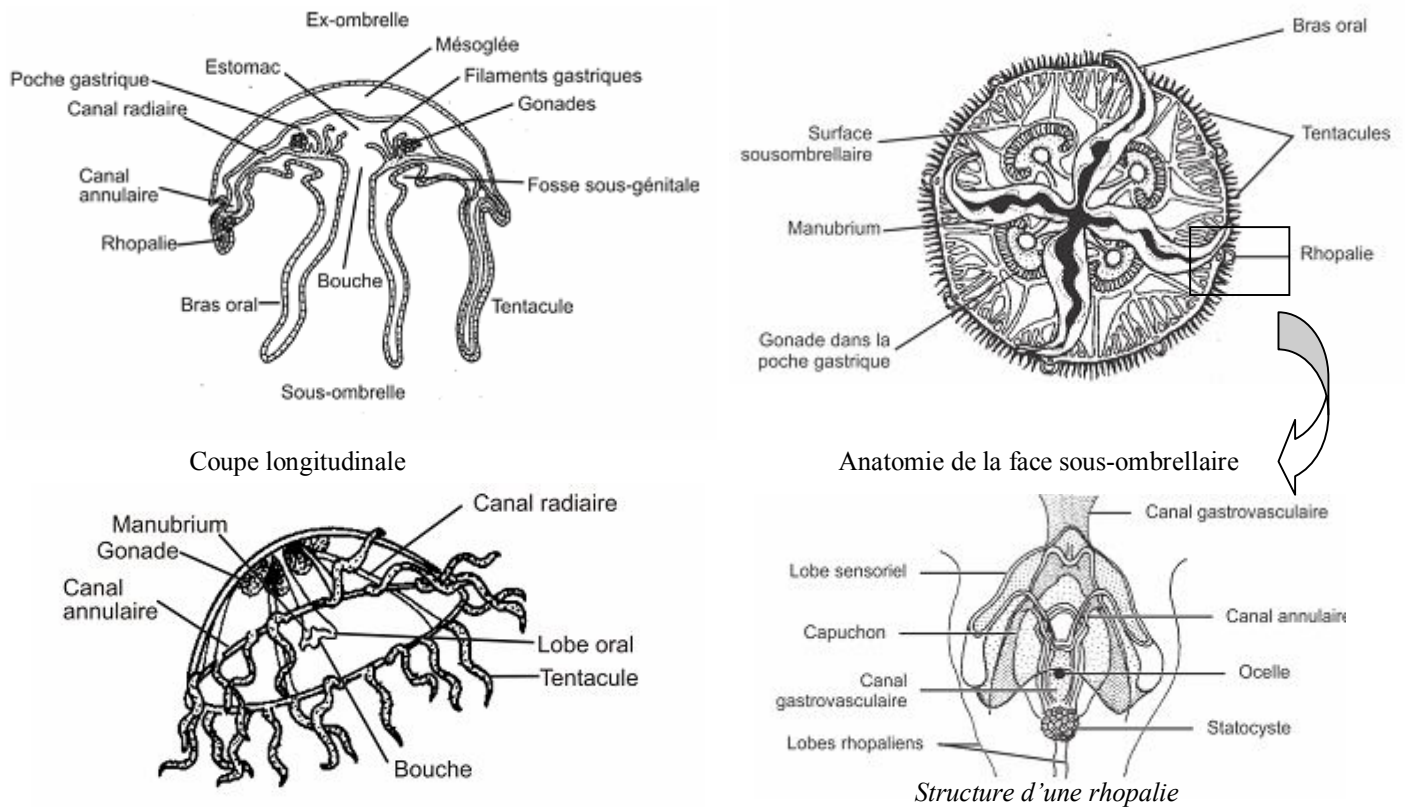
- Le polype: est fixé par son pied (disque pédieux) sur un substrat. Le polype est un tube creux, fermé au pied et ouvert à sa partie supérieure (bouche). La paroi est constituée de l'extérieur vers l'intérieur de l'ectoderme, de la mésoglée et de l'endoderme. Le polype se multiplie le plus souvent par bourgeonnement, donc de manière asexuée.
- La méduse: elle est libre, pélagique à plutôt la forme d'un disque, résultant de l'aplatissement et l'élargissement du tube précédent. La couche de mésoglée s'épaissit beaucoup et le plan se retourne : La bouche devient ventrale, toujours entourée de tentacules. La forme méduse est généralement sexuée.



**Fig.2.** Principales caractéristiques anatomiques d'un polype et d'une méduse



Le stade méduse de tous les Hydrozoaires, montre une symétrie tétraradiale (Fig. 3). Le manubrium descend sous la surface sous-ombrelle et prend de l'expansion à son extrémité pour former quatre lobes oraux (tentacules oraux) qui entourent la bouche située au centre. Les lobes oraux sont armés de cnidocytes qui immobilisent davantage la proie pendant qu'elle est captée dans la bouche. La bouche mène à la cavité gastrovasculaire reliée par des canaux radiaires à un canal annulaire circulaire qui fait le tour de la marge de l'ombrelle. L'intérieur de la bordure de l'ombrelle présente un repli, le **vélum** (Fig. 2). La marge de l'ombrelle est subdivisée en huit sections par de petits renforcements formés par les **rhopalies sensorielles**. Chaque rhopalie est formée d'une cupule pigmentée (ocelle) et d'un **statocyste**. La méduse porte les gonades et produit les gamètes (Fig. 3).



**Fig. 3.** Anatomie de la forme Méduse

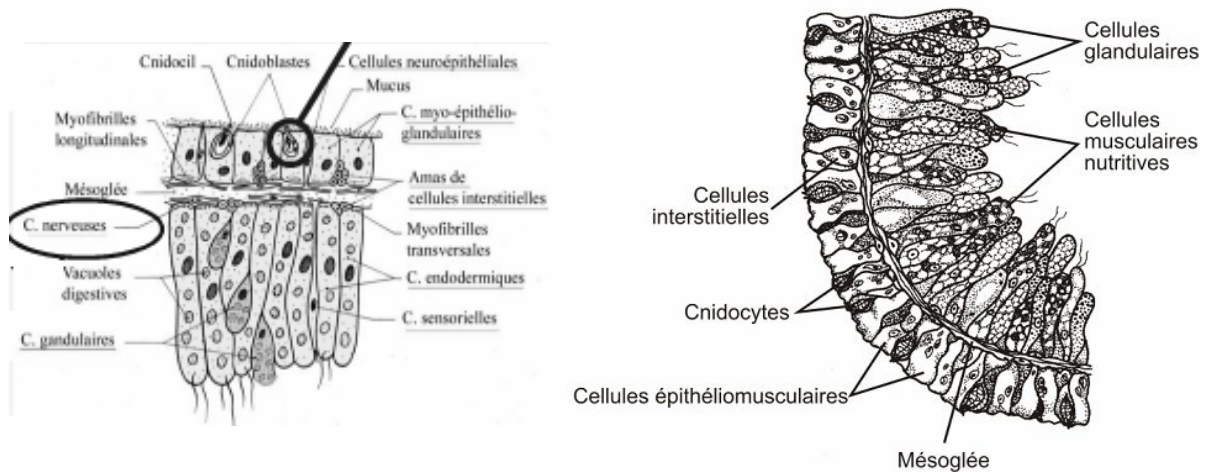
## 2) Histologie

### a) Structure de la paroi d'un cnidaire (Fig. 4)

La paroi possède une structure diploblastique. Au niveau de l'ectoderme, il y a un pavage de **cellules épithélio-musculaires**, dont leur fonction est double : elles constituent la peau de l'animal ainsi que la musculature longitudinale du squelette hydrostatique. À la base des cellules épithéliomusculaires, on retrouve les **cellules interstitielles totipotentes** qui peuvent devenir (ex. des ovaires ou des spermaires =testicules) et remplacer des cellules épidermiques. **Les cnidocytes** constituent le troisième type de cellule de la couche épidermique, ils sont beaucoup plus abondants au niveau des tentacules ou dans la région de l'hypostome (bouche). A la base de l'ectoderme, on trouve les **cellules nerveuses** formant entre elles un réseau nerveux. Elles innervent les cellules sensorielles, les cellules épithélio-musculaires et les cnidocytes. Ce réseau de cellules nerveuses constitue un système nerveux primitif, dépourvu de coordination centrale, dans lequel les influx circulent de manière multi-directionnelle. La mésoglée est une matrice gélatineuse qui joue le rôle de squelette hydrostatique interne. La mésoglée est généralement anhiste (dépourvue de cellules).

L'endoderme = gastroderme est constitué de **cellules biflagellées**, possédant de nombreuses vacuoles, à rôle phagocytaire et de **cellules glandulaires** sécrétant les enzymes digestifs (Fig. 4).

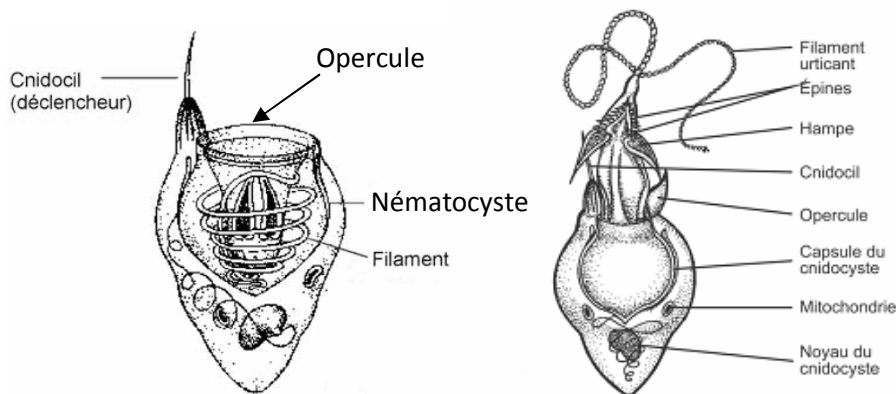




**Fig. 4.** Principales cellules et structure histologique d'une coupe transversale d'une hydre

*b) Structure d'un cnidocyte (Fig. 5)*

Les cnidocytes (ou cnidoblastes, ou nématoblastes, ou nématocystes) sont des cellules spécialisées qui renferment une vésicule, le nématocyste. Ces cellules contiennent un filament urticant baignant dans une toxine (l'actinocongестine). Les cnidoblastes ont un cnidocil qui, lorsqu'il est excité, entraîne la dévagination du fil urticant qui peut tuer la proie ou créer des irritations.



**Fig. 5.** Structure d'un nématocyste avant et après la décharge

3) Fonctions vitales des Cnidaires

*a) Respiration et circulation*

Les Cnidaires dépendent principalement de **la diffusion** pour obtenir l'oxygène dont ils ont besoin. Leur corps étant très souvent formé de deux couches de cellules, l'une à l'extérieur, l'autre tapissant la cavité gastrovasculaire, ils n'ont pas vraiment besoin de système circulatoire.

*b) Alimentation et digestion*

Les Cnidaires sont, la plupart, des carnassiers qui se nourrissent de plancton, de protozoaires, et de petits poissons. Ils capturent et immobilisent leurs proies à l'aide des cnidoblastes de leurs tentacules. Souvent ces cnidoblastes contiennent des toxines qui paralysent la proie. La proie est transportée vers la bouche à l'aide des tentacules. La digestion est à la fois **extracellulaire** et **intracellulaire** chez les Cnidaires. Elle se fait en deux temps chez les cnidaires : les proies sont d'abord fragmentées par les enzymes sécrétées par les cellules glandulaires (digestion extracellulaire) puis phagocytées et digérées par les cellules digestives (digestion intracellulaire). Les cellules amiboïdes de la mésogée s'occupent du transport des éléments nutritifs des cellules du gastroderme vers celles de l'épiderme. Les déchets non digérés sont exocytés dans la cavité gastrovasculaire et évacués par la bouche.

### c) Excrétion et osmorégulation

Les Cnidaires marins sont isotoniques à l'eau de mer, et n'ont donc pas de problèmes d'osmorégulation. Les déchets azotés sont éliminés sous forme d'ammoniac. L'hydre, qui est dulcicole, est hypertonique par rapport à son milieu. Les surplus d'eau sont éliminés activement par le gastroderme, et les protéines de la membrane des cellules du gastroderme transportent activement les ions pour compenser la diffusion.

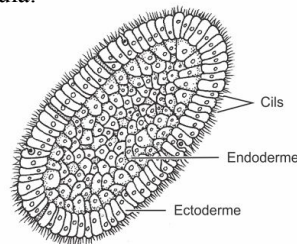
### d) Sens et système nerveux

Il n'y a pas de tête ni de cerveau chez les Cnidaires. Le mode de vie sessile ou planctonique implique que l'animal peut venir en contact avec des proies ou de prédateurs dans toutes les directions. Une concentration des fibres nerveuses dans une région du corps n'est donc pas particulièrement avantageuse.

Les Cnidaires ont un système nerveux primitif (réseau nerveux) composé d'environ 100 000 neurones. Les Cnidaires possèdent des cellules sensorielles qui réagissent aux stimuli chimiques et tactiles dans l'épiderme et le gastroderme. Les polypes n'ont généralement pas d'organes sensoriels, mais les méduses ont souvent des cellules photoréceptrices et des groupes de cellules permettant de détecter la gravité: **les statocystes** (voir Fig. 3). Ces derniers permettent à l'animal de distinguer la direction du fond et celle de la surface.

### e) Reproduction

La reproduction sexuée produit un œuf, puis, à l'éclosion, on obtient une larve ciliée nageuse (**planula**) à polarisation antéro-postérieure (avec donc, une symétrie bilatérale). La symétrie radiaire est la conséquence de la fixation et de la métamorphose de la planula.



Stade planula du cycle de vie des Cnidaires

La reproduction asexuée est généralement par bourgeonnement ou par sicciparité au niveau du polype.

### f) Défenses

Les cnidocytes des Cnidaires sont un excellent moyen de défense. Les toxines relâchées par les cnidoblastes peuvent provoquer des brûlures douloureuses. Les amateurs de plongée sous marine qui connaissent les désagréments causés par ces brûlures se munissent d'enzymes protéolytiques (comme les attendrisseurs de viande) comme antidote aux toxines. L'endosquelette calcaire des coraux leur assure une protection contre les poissons trop voraces.

### 4) Phylogénie des cnidaires

Il est admis par la majorité des biologistes que les Cnidaires forment un clade avec le groupe des Cténophores, qu'on appelle « Cœlentérés ». Les Cœlentérés sont le clade frère des Bilateria, qui regroupent tous les animaux que nous verrons dans les chapitres suivants. Les Cnidaires sont donc à la base de la majorité des Métazoaires et cette position primitive explique l'intérêt qu'on porte à l'étude de leurs caractères principaux, tels que cellules musculaires, tissus, organes, épithelia,....

Nombre d'espèce de cnidaires : 9 000.

Plus anciens fossiles connus : des méduses siphonophores sont connues dans la faune d'Ediacara (-680 M.A)

**Les caractères dérivés partagés des Cnidaires = Synapomorphie**

- ❖ Cnidocytes
- ❖ Cellules épithélio-musculaires dans endoderme et ectoderme
- ❖ Larve typique mobile avec ectoderme cilié, la planula.

Au cours de la vie d'un cnidaire, il y a une phase fixée-polype- et une phase de vie libre-méduse- liée à la dissémination de l'espèce. La classification des cnidaires repose sur (i) **l'importance relative des 2 phases** du cycle et (ii) principalement sur **la morphologie de la cavité gastrique** (Voir tableau 1). Le cladogramme montre 4 classes de cnidaires, les hydrozoaires, les scyphozoaires, les anthozoaires et les cubozoaires (Fig. 6). Les anthozoaires (coraux et anémones de mer) forment le groupe basal des cnidaires. Ils ne possèdent pas de forme méduse. L'existence d'une forme méduse serait donc un **caractère dérivé** dans le groupe des cnidaires (Fig. 6).

Tableau 1 : les caractéristiques de chaque classe de cnidaire

Classe	Hydrozoaires	Scyphozoaires	Anthozoaires	Cubozoaires
Symétrie	Tétraradiée	Tétraradiée	D'ordre 6 ou 8 + Symétrie bilatérale	Tétraradiée
Cycle	Alternance Polype-méduse	Alternance Polype-méduse	Polype seul	Méduse seule
Cavité gastrique	Simple non cloisonnée	4 cloisons	6 ou 8 cloisons	4 cloisons
Méduse	Vélum	Sans vélum		Sans vélum

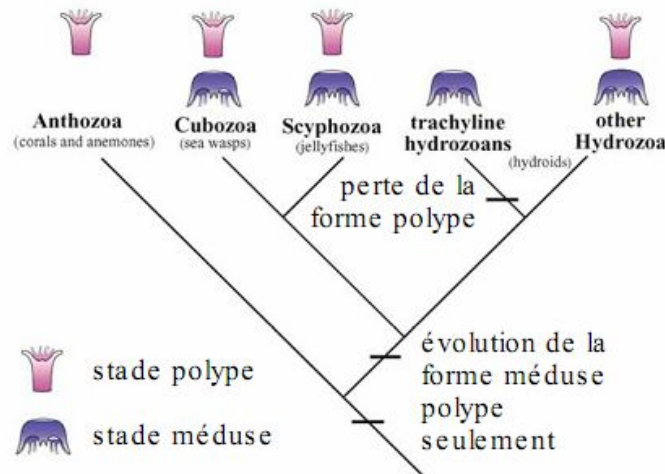


Fig. 6. Cladogramme des Cnidaires : groupe paraphylétique

Selon les classes, on peut observer des espèces à cycle mixte, d'autres à phase uniquement fixée, comme les anémones, d'autres encore menant une vie totalement libre, sans polype (Fig. 7).

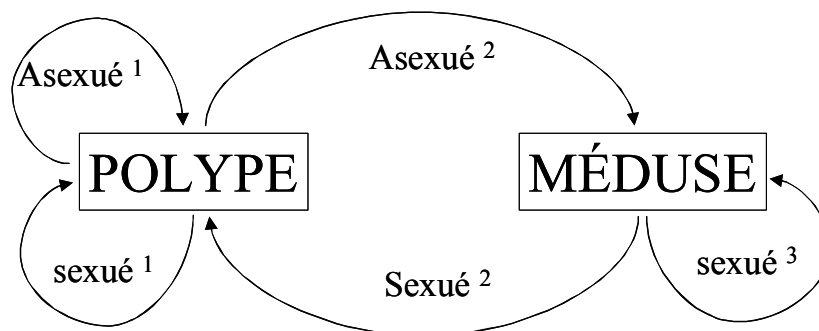


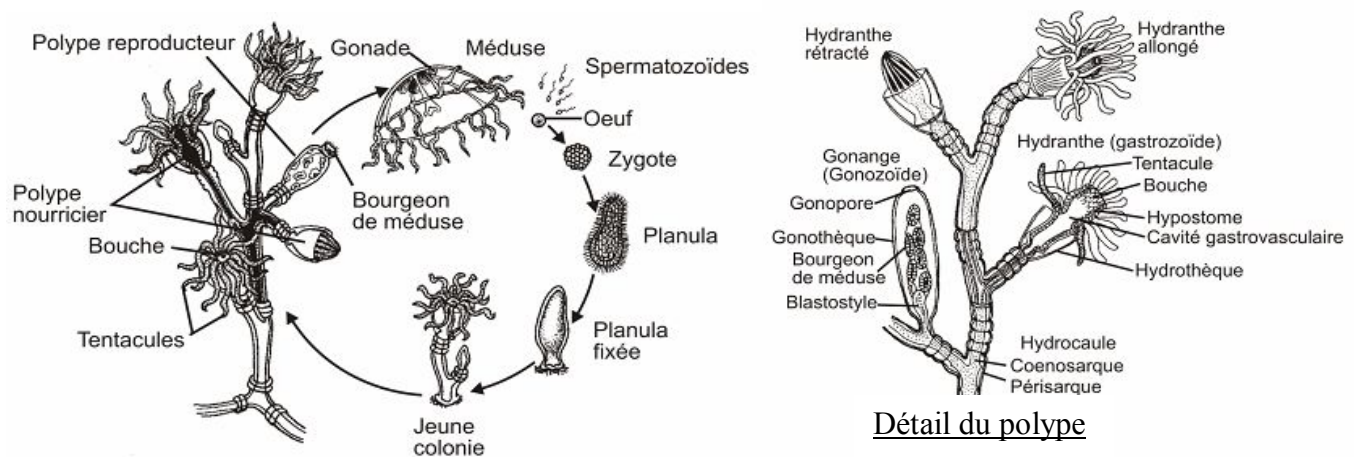
Fig. 7. Cycles de vie de différentes classes de cnidaires: (1)- Hydre, Anthozoaire (2)- Hydrozoaire, Scyphozoaire, (3)- Cubozoaire

\* Les hydrozoaires sont le plus souvent coloniaux (plusieurs polypes), avec une phase libre plus au moins développée; la méduse **est petite**, transparente et planctonique. La mésoglée ne contient pas de cellules. Seul l'épiderme porte les cnidocytes. Les gonades sont épidermiques. La méduse à vélum est dite **craspédote**.

Exemples : hydre verte : *Hydra viridis*; *Obelia geniculata*; Physalie : *Physalia physalis*

**Exemple 1 :** Etude du cycle de vie complet avec l'alternance des deux phases fixée et libre : Cycle d'*Obelia geniculata* (Fig. 8).

*Obelia* est un Hydrozoaire colonial marin, qui possède la caractéristique du cycle vital dimorphe. *Obelia* est un genre très répandu que l'on trouve fixé sur n'importe quel substrat dans les océans, de la zone intertidale jusqu'à environ 100 mètres de profondeur. Comme chez les autres Hydrozoaires, *Obelia* montre un polymorphisme des polypes. Il y a au sein de la colonie une répartition des tâches entre les types de polypes, aussi appelés zoïdes. Les hydranthes (gastrozoïdes) sont les polypes nourriciers, pourvus de tentacules au centre desquels s'ouvre la bouche; Ils peuvent se rétracter dans le péricarpe ou hydrothèque. Les gonanges (gonozoïdes), dépourvus de bouche et de tentacules, interviennent dans les processus de la reproduction. Ils sont constitués d'un axe, le blastostyle, entouré d'une gonothèque : le blastostyle produit des bourgeons médusaires qui, à maturité, donnent des petites méduses qui s'échappent du gonange. Les méduses sont pélagiques et sexuées; les sexes sont séparés. Elles possèdent 16 tentacules; la bouche est quadrangulaire et s'ouvre à l'extérieur à l'extrémité du manubrium. Les contractions de l'ombrelle et du vélum permettent le déplacement de la méduse. Les spermatozoïdes et les ovules sont libérés dans l'eau de la mer où a lieu la fécondation. On aboutit à la formation d'une larve **planula** nageuse qui se fixe ensuite sur le support par son pôle antérieur et forme le premier polype qui bourgeonnera et formera la colonie.



**Fig. 8.** Cycle de vie de l'Hydrozoaire colonial marin *Obelia geniculata*

**Exemple 2 :** Etude du cycle de vie où le stade méduse est absent. Hydre verte (*Chlorohydra viridissima*)

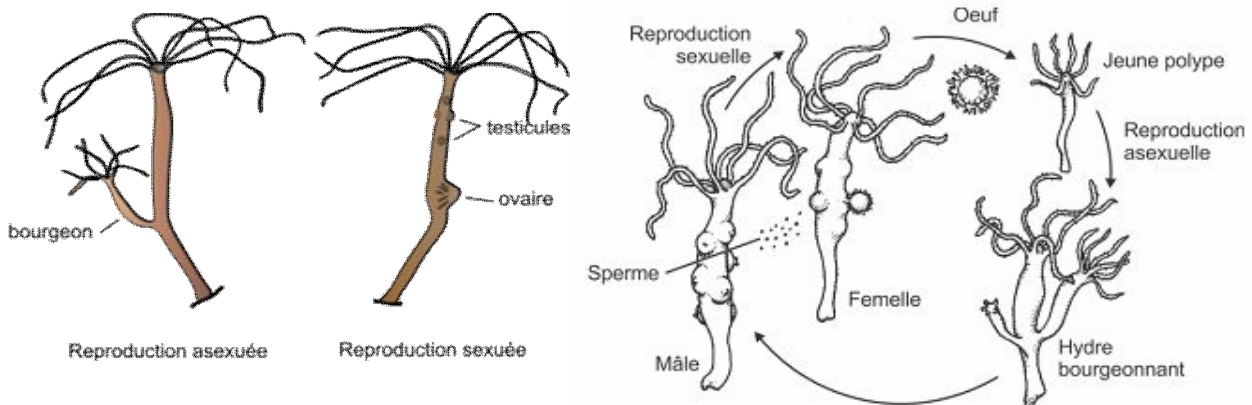
Les hydres sont des Hydrozoaires adaptés à un milieu d'eau douce et ne sont pas les seules espèces d'eau douce à avoir abandonné une partie du cycle vital typique des Hydrozoaires. L'hydre se fixe sur le substrat à l'aide du disque pédieux situé sur la face aborale de son corps (Fig. 9). La bouche est du côté opposé à l'extrémité orale et entourée de tentacules. L'hydre verte vit en symbiose avec une algue, ce qui lui donne sa couleur verte. L'hydre se reproduit par voie sexuée et asexuée.

La reproduction sexuée apparaît quand les conditions de température deviennent défavorables : 16-20°C pour *C. viridissima*. L'hydre verte est hermaphrodite protandre (les spermatozoïdes sont mûrs avant les ovules). Les **gonades** constituent des renflements apparaissant sur la colonne. Les **testicules** apparaissent dans le tiers supérieur de la colonne, les **ovaires** à la moitié de la colonne. Après fécondation, l'œuf se développant sur place, commence sa segmentation totale et égale. Au printemps, l'ovaire libère une planula qui peut s'enkyster (conditions défavorables) avant de se fixer pour poursuivre son développement; elle s'aplatit sur le support par son pôle antérieur formant un disque au centre duquel bourgeonne une nouvelle hydre.

La reproduction asexuée :

\* **Bourgeoisement** : Un bourgeon apparaît sous la forme d'un **renflement** creux formé aux dépens de l'endoderme et de l'ectoderme aux cellules interstitielles particulièrement actives. Le sommet du bourgeon se perce d'une bouche qui s'entoure de **tentacules**. Les bourgeons apparaissent à la base de la colonne gastrique et sont repoussés sur le pédoncule. Puis les hydres filles se détachent. Mais si la température est favorable (18-20°C) et si la nourriture est abondante les hydres filles peuvent bourgeonner avant de quitter l'hydre mère. On a ainsi une colonie temporaire de quelques individus qui communiquent entre eux par la cavité digestive.

\* **Régénération** : Le pouvoir de régénération est très grand chez les Hydres. Spontanément l'animal peut se diviser en 2 ou 3 fragments qui régénèrent chacun une hydre.



**Fig. 9.** Cycle vital des hydres d'eau douce. Contrairement à la plupart des Hydrozoaires, le stade méduse est absent

*Locomotion et mouvements de l'hydre*

\* Suivant le degré d'excitation, l'hydre peut se rétracter en une boule à peine visible à l'œil nu. Le réseau nerveux assure une certaine coordination aux mouvements des tentacules étalés normalement en position de chasse.

\* Les déplacements se font par **glissement** sur la sole pédieuse ou par **arpen tage** avec culbute (Fig. 10). L'hydre présente un phototropisme variable suivant l'espèce.

\* L'hydre peut quitter son support et nager par ses tentacules.



**Fig. 10.** Locomotion de l'hydre d'eau douce par culbute

\*Les scyphozoaires sont pélagiques et solitaires; la phase méduse est dominante ou totale. Les méduses sont grandes et sans vélum, dites **acraspédotes**, et la mésoglyée contient des cellules. L'endoderme porte également des cnidocytes. Les gonades sont endodermiques. La planula se fixe sur le fond et se transforme en polype ou **schyphistome** de 1 cm environ de haut. Dans la partie supérieure apparaissent des tentacules alors qu'une segmentation transversale se produit (**strobilisation**) (Fig. 11). Les tentacules disparaissent et les échancrures les remplacent. Le polype ressemble alors à une pile de soucoupes, chaque soucoupe devenant une méduse **éphyra** de 4 mm de diamètre. Ainsi, chez les scyphozoaires la méduse apparaît par **scissiparité**.



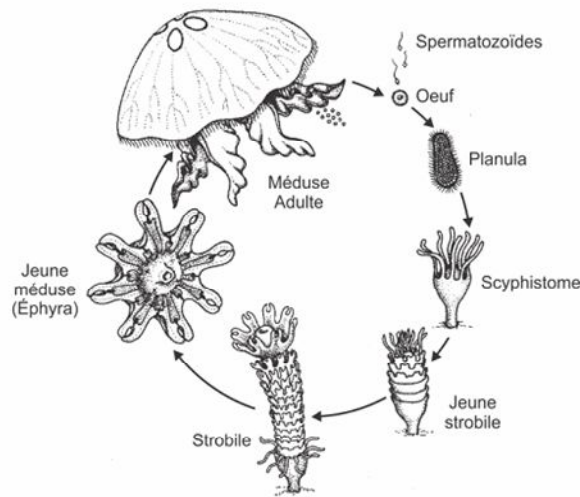


Fig. 11. Cycle de vie de la méduse *Aurelia*

\* Les anthozoaires comprennent les anémones de mer et les coraux. Ils sont souvent coloniaux et n'ont pas de phase méduse. La cavité gastrique est dotée d'un **pharynx** et se trouve partiellement **divisée en plusieurs loges par des cloisons ou septums** (Fig. 12). La symétrie bilatérale superposée à la symétrie radiaire d'ordre 6 ou 8. Les coraux sont des polypes coloniaux qui sécrètent un exosquelette externe calcaire.

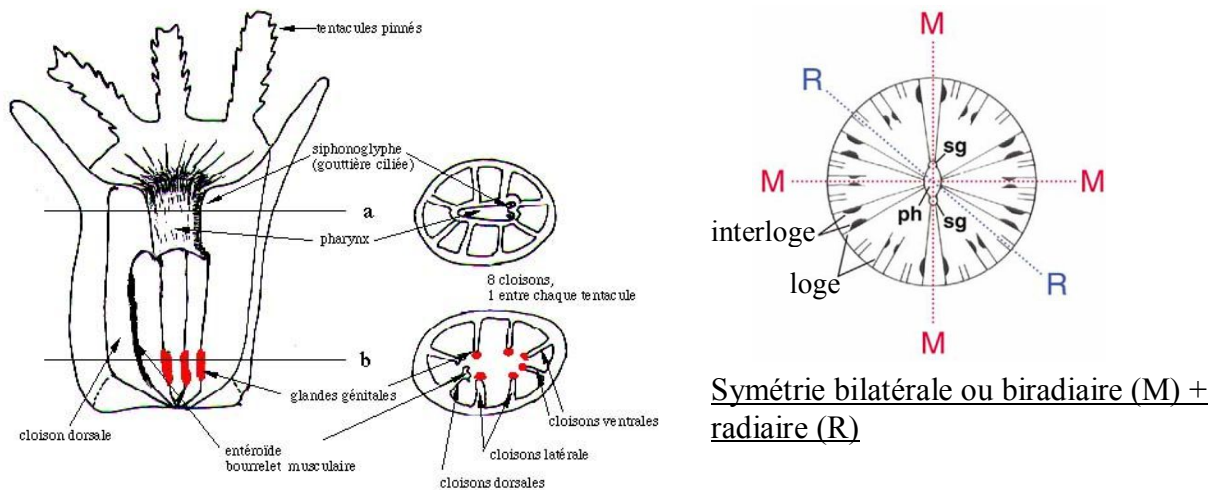


Fig. 12. Organisation d'un Octocoralliaire. a- coupe transversale au niveau du pharynx, b- coupe transversale dans la partie inférieure

Exemple : Etude du cycle de l'anémone (Hexacoralliaire) (Fig. 13)

L'anémone de mer est dioïque (soit mâle, soit femelle). Les ovules et les spermatozoïdes se développent sur les septa; ils sont expulsés de la cavité gastro-vasculaire par la bouche. La fécondation se produit dans l'eau environnante. Le zygote se développe en une planula, libre, nageuse. La planula se fixe ensuite et se développe en un polype. .

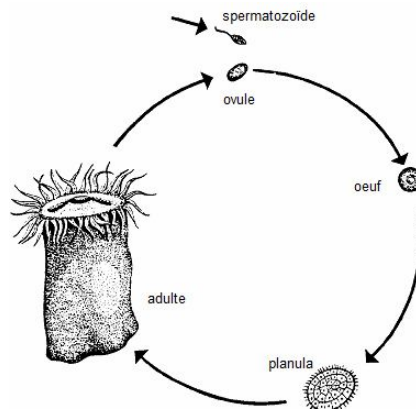


Fig. 13. Cycle vital de l'anémone

\* Les cubozoaires (appelées aussi « guêpes de mer »): La majeure partie du cycle de vie se passe sous la forme méduse **qui apparaît par métamorphose**. Leurs ombrelles **sont cubiques** et ne présentent pas un vélum mais un velarium (membrane semblable au velum mais de nature différente) (Fig. 14). Les cubozoaires représentent les méduses les plus dangereuses et les plus toxiques.

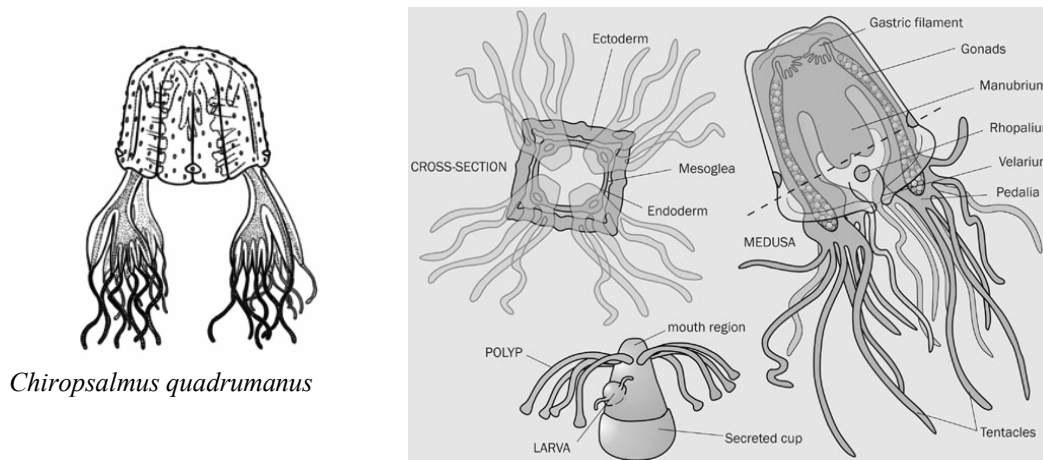


Fig. 14. Les cubozoaires

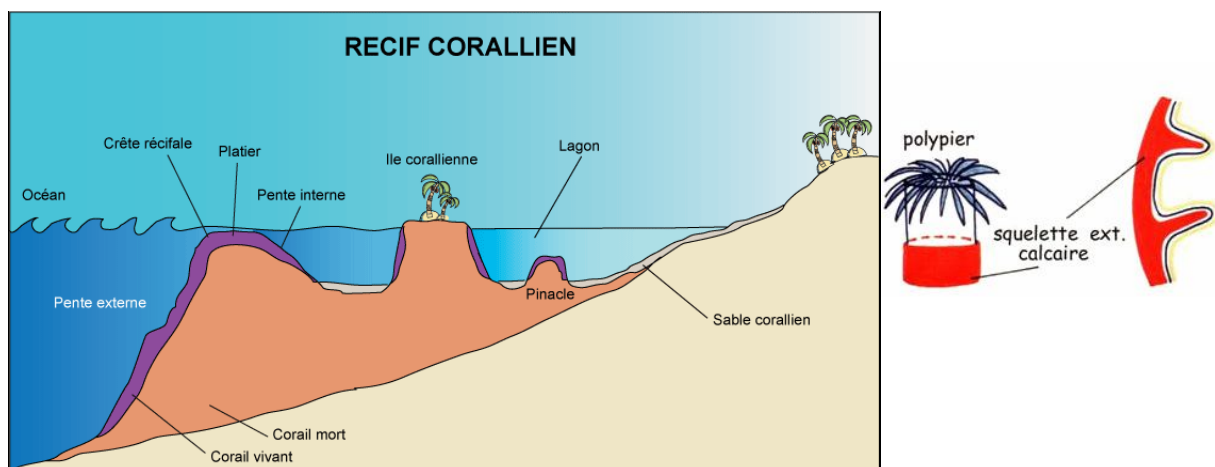
## 5) Importance écologique et économique des cnidaires

### a) Importance écologiques

#### a-1) Les cnidaires constructeurs de récifs coralliens

Un récif corallien est une construction édifiée par des organismes vivants et s'élevant du fond vers la surface ; il s'agit d'une construction durable est de taille importante.

Les colonies de coraux construisent des récifs qui forment des écosystèmes marins très diversifiés. Les cnidaires sont les seuls animaux à pouvoir modifier considérablement la géomorphologie de leur environnement. Depuis le Primaire, des récifs ont été édifiés par divers groupes de Cnidaires et c'est au Jurassique supérieur (de -145 à -65 millions d'années) que se situe l'apogée des formations récifales. Les Hexacoralliaires apparaissent à partir du Trias (185 M.A) et depuis le Tertiaire (-65 M.A), ce sont eux qui participent le plus activement à l'édification des récifs coralliens. Au total, les récifs coralliens occupent actuellement 1/3 du domaine marin soit 150 millions de Km<sup>2</sup>. Certaines colonies de cnidaires peuvent atteindre 20 cm de hauteur, mais la pêche intensive fait disparaître les plus grands spécimens.





## a-2) Relations des cnidaires avec les êtres vivants

\*Les coraux obtiennent principalement leur nourriture par symbiose avec des algues dinoflagellés qui vivent à l'intérieur de leurs cellules. Il s'agit de Zooxanthelles qui se trouvent dans les cellules de l'endoderme. Entre ces deux organismes vivants, il existe des échanges importants de substances : les produits de la photosynthèse de l'algue sont en parties récupérés par le polype (glucides, acides aminés ...) et lui permettent d'élaborer des protéines, des graisses ou des hydrates de carbone. En revanche, l'algue utilise les déchets rejetés par le polype (phosphates et surtout le CO<sub>2</sub> respiratoire).

\*Les tortues marines consomment les méduses.

\*Les méduses sont très urticantes. Certaines sont même capables de tuer. Elles tuent plus que les requins. On dénombre 10 morts provoquées par les dents de la mer contre 50 par an à cause des méduses.

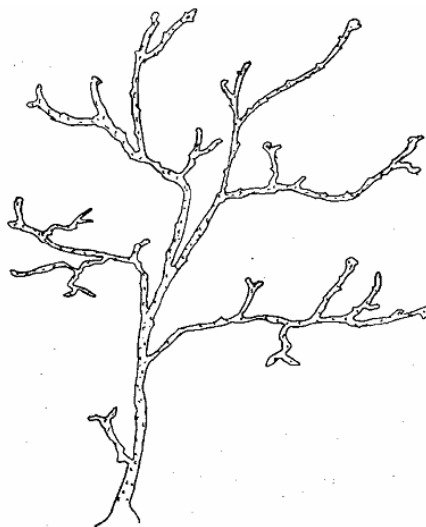
## b) Importance économique

Seules les classes des Scyphozoaires et des Anthozoaires présentent un intérêt pour la pêche et par conséquent pour l'économie.

\*Les scientifiques du monde entier se penchent sur le problème des pullulations de méduses, observé dans plusieurs mers du globe. En cause notamment, la surpêche qui vide les océans des prédateurs et des compétiteurs des méduses. Dans l'ensemble l'intérêt économique des méduses reste faible elles interviennent sur les ressources alimentaires en tant que prédateurs de larves et de poissons. Des concentrations élevées de méduses peuvent détourner des poissons de leurs voies de migration ou nuirent à la pêche.

\*On peut parler d'un changement de régime: au lieu de produire des poissons, l'écosystème produit des méduses. Elles représentent aujourd'hui trois fois plus de biomasse que les poissons, ce qui pose un problème aux pêcheurs mais aussi aux oiseaux et aux mammifères marins qui n'arrivent pas à se nourrir. Tous les écosystèmes dont on a modifié la biodiversité peuvent être infestés. Les méduses sont un signe de mauvaise santé de l'écosystème.

\*L'ordre des Gorgonaria comporte une espèce méditerranéenne d'un grand intérêt économique, le Corail rouge. L'ordre de grandeur pour l'ensemble de la Méditerranée est de plus de 60 t par an. La pêche se pratique soit avec un engin traînant, la croix des corailleurs, soit en plongée en scaphandre autonome. Il est utilisé par l'industrie joaillière qui en fait des bijoux par polissage. Les morceaux les plus gros permettent de réaliser de petites sculptures.



Colonie de Gorgonaria