

LES BASES DE LA CLASSIFICATION

Par J. NOWAK



Cliché: © J. NOWAK
Megalotoma acteon, mâle



Figure 1 : Carl von Linné..... 4

Figure 2 : Willi Hennig 4

Figure 3 : Les espèces et l'hybride 5

Figure 4 : Carabus auratus 6

Figure 5 : Différents cladogrammes..... 7

Figure 6 : 3 possibilités d'arbres..... 8

Figure 7 : Arbre non enraciné 8

Figure 8 : Apterodorcus Bacchus (Hope & Westwood, 1845)..... 12



Table des illustrations	2
I. Histoire de la classification du vivant	4
II. La classification phylogénétique	5
III. initiation à la phylogénie moléculaire.....	6
IV. Un insecte au sens phylogénétique	9
Bibliographie	15
Images.....	15
Références bibliographiques	15
Références Web.....	15

I. HISTOIRE DE LA CLASSIFICATION DU VIVANT

Comment classer de façon organisée des espèces qui diffèrent en tous points? Eh bien, c'est justement le travail que font les systématiciens, en effet la systématique est la science qui a pour but de classer des individus dans des groupes qu'on nomme des taxa (un taxon). Cependant, chacun peut classer les espèces comme il l'entend, il a donc été indispensable de trouver une classification universelle qui fait office de référence dans les ouvrages.

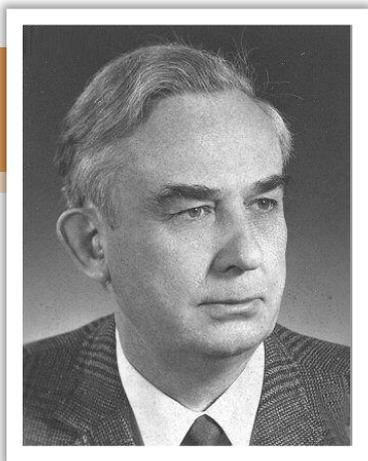
La meilleure façon de classer les individus est de le faire en fonction de leur parenté, Ceci afin d'expliquer l'évolution. La phylogénie est justement la science qui étudie les parentés entre les espèces. Cependant il ne faut pas confondre la phylogénie, qui étudie la parenté interspécifique et la généalogie, qui étudie la parenté intraspécifique. La phylogénie essaye au mieux de comprendre l'évolution des organismes vivant en étudiant les similitudes et les différences entre les espèces. Quant à la généalogie, elle étudie la parenté d'individus au sein même d'une espèce.

La première classification utilisée de façon internationale prenant en compte les similitudes et les différences morphologiques fut la classification classique, plus souvent appelée classification de Linné. Puisque Carl von Linné en fut l'initiateur au XVIIIème siècle.

Naturaliste suédois qui a écrit les bases du système moderne de la nomenclature binominale. Carl von Linné est connu comme le père de la taxinomie moderne, il est également considéré comme l'un des pères de l'écologie moderne



Figure 1 : Carl von Linné



Il faudra attendre 1950 pour qu'un ouvrage intitulé Fondements d'une théorie de la systématique phylogénétique écrit par le grand entomologiste allemand Willi Hennig révèle les incohérences de la classification de Linné, en 1960 cette classification phylogénétique devient la référence absolue au point même de remplacer la classification de Linné dans l'enseignement secondaire quelques années plus tard.

A la différence de la classification phylogénétique, la classification de Linné n'a pas pour fonction de retracer l'évolution du monde vivant. Evolution qui est d'ailleurs un concept inconnu de Linné lors de la création de sa classification.

Figure 2 : Willi Hennig

La truite est-elle plus proche de l'Homme ou du requin? Lorsqu'on prend comme référence l'œuvre de Linné, un poisson reste un poisson et donc le requin et la truite sont des espèces très proches. La réalité en est toute autre. L'Homme est de façon évolutive plus proche de la truite que la truite du requin. Même si ceci paraît étonnant, le requin est ce qu'on appelle un Chondrichtyen, il a un squelette cartilagineux. L'Homme et la truite sont des Ostéichtyens, ils ont un squelette osseux. L'Homme et la truite ont donc un ancêtre commun, cependant la truite et

le requin en ont un plus éloigné. Cet exemple résume assez bien la raison pour laquelle la classification classique est erronée.

II. LA CLASSIFICATION PHYLOGENETIQUE

Après cette brève introduction, il est temps maintenant de s'intéresser à la science en elle-même et non à son histoire.

La classification phylogénétique débute par un taxon de base qu'on nomme espèce. Même s'il existe plus d'une vingtaine de définitions du mot espèce, celle qui est la plus communément admise, est la définition biologique du terme. Une espèce désigne une population ou un ensemble de populations capables de se reproduire entre eux en engendrant une descendance féconde.

Cependant, il existe des cas d'hybridations. Ainsi même si le Ligre, croisement hybride entre un Lion et une Tigresse, est viable, il est mystérieusement infertile. Aucun nom d'espèce ne lui a été attribué puisque le Ligre ou le Tigron, croisement entre une Lionne et un Tigre, ne peut se reproduire naturellement, la survie de cet hybride est seulement due à l'Homme.

Chez les insectes ce genre d'hybride est encore plus fréquent. Comme le *Chrysotribax croesus* décrit par René Oberthür en 1883.

Chrysotribax croesus est un croisement entre deux des plus beaux et gros carabes de France, il s'agit de *Chrysotribax rutilans* et de *Chrysotribax hispanus*. Cet hybride est exceptionnel puisqu'il peut, bien que très rare, se trouver naturellement dans les zones de cohabitations des deux espèces.

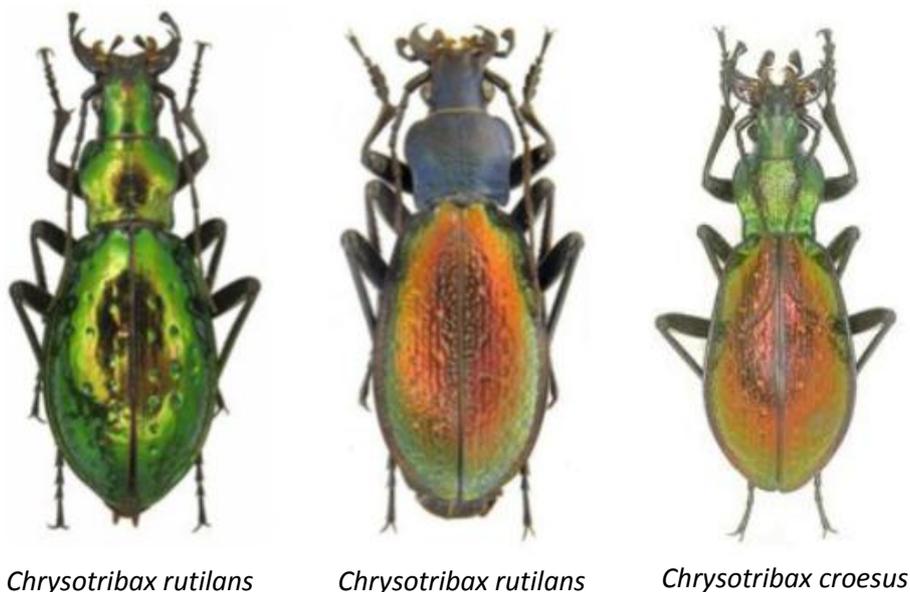


Figure 3 : Les espèces et l'hybride

Quoi qu'il en soit l'espèce est le taxon de base de la systématique. Il est donc impératif de savoir la classer correctement. La définition phylogénétique de l'espèce désigne la plus petite lignée d'une population pouvant être définie par une combinaison unique de caractères bien précis ceci en respectant la définition biologique du terme.



Dans la nomenclature binomiale cette espèce est souvent accompagnée par son genre, ou le nom du genre commence par une majuscule et le nom de l'espèce par une minuscule ainsi le nom binomial du carabe doré est *Carabus auratus*.

Cette nomenclature peut être suivie du nom du découvreur et de l'année de découverte. Ainsi, ici notre carabe doré peut prendre le nom de *Carabus auratus*. Linné, 1761.

Figure 4 : *Carabus auratus*

Afin de classer ces espèces, la classification phylogénétique se base sur certains principes. Un des premiers principes est celui de l'économie d'hypothèses, aussi appelé principe de la parcimonie, afin de mieux faire le lien entre les espèces il faut que ce lien de parenté puisse être probable. Le principe de la parcimonie réside dans le fait qu'il faut limiter les hypothèses de convergence au strict minimum et maximiser les hypothèses d'homologie. Chaque hypothèse de convergence est symbolisée par un nœud dans l'arbre phylogénétique. A la fin de la classification seul l'arbre comportant le moins de nœuds sera le plus probable.

Un second réside dans le fait qu'un taxon se doit d'être une lignée évolutive unique. Chaque niveau de la hiérarchie est appelé taxon. Chaque taxon est défini par les principaux traits partagés par les espèces qui le constituent. Lorsque tous les membres d'un taxon ont évolué à partir d'un ancêtre commun, on parle de groupe monophylétique.

En revanche si les membres d'un taxon ont dérivés d'ancêtres différents, on parle de groupe paraphylétique.

Lorsqu'on parlait de poisson dans la classification classique. On pouvait désigner les *Ostéichthyens* et les *Chondrichthyens* or pour reprendre notre exemple le requin et la truite n'ont pas le même ancêtre. Le groupe des poissons est donc un groupe paraphylétique.

Un troisième réside dans l'homologie, la phylogénie se base sur des caractères morphologiques acquis. Si deux espèces ont un caractère en commun, elles ont un lien de parenté.

Enfin, pour élaborer une bonne classification, il est nécessaire d'utiliser des plans d'organisations, ces plans d'organisations décrivent un modèle idéal d'animal correspondant à un taxon. Ce plan d'organisation s'affine lorsqu'on descend dans la classification.

III. INITIATION A LA PHYLOGENIE MOLECULAIRE

La taxonomie est donc la science qui range les organismes dans des taxa, taxa qui sont choisis de façon arbitraire. La systématique cherche à reconnaître et à identifier ces taxons. En tout, on considère qu'il existe 8 unités de classement principales :

- L'espèce
- Le genre
- La famille
- L'ordre
- La classe
- L'embranchement
- Le règne
- Le domaine.

Sur un arbre taxonomique on ne représente pas l'évolution des espèces mais simplement différentes classifications. Un auteur peut décider de classer telle ou telle espèce dans un genre, un autre peut en décider autrement.

Chez certains organismes les caractères ne sont pas faciles à choisir. C'est pourquoi on choisit de prendre tous les caractères en même temps, c'est ce qu'on appelle la taxonomie numérique. Le principe de la taxonomie numérique est de prendre des centaines de caractères afin d'annuler les erreurs entre eux. On établit alors, entre les différents organismes, un coefficient de similitude S :

$$S = \frac{(+, +)}{(+, +) + (+, -) + (-, +)} \times 100$$

En fonction de ces similitudes, on peut créer une classification phénotypique (qui se base sur l'apparence) qu'on appelle la cladistique, celle-ci cherche à retracer l'histoire des taxa. En effet, Avant ça les scientifiques n'avaient pas accès au séquençage des protéines qui permettait de décrypter le génome et donc de mieux retracer l'évolution.

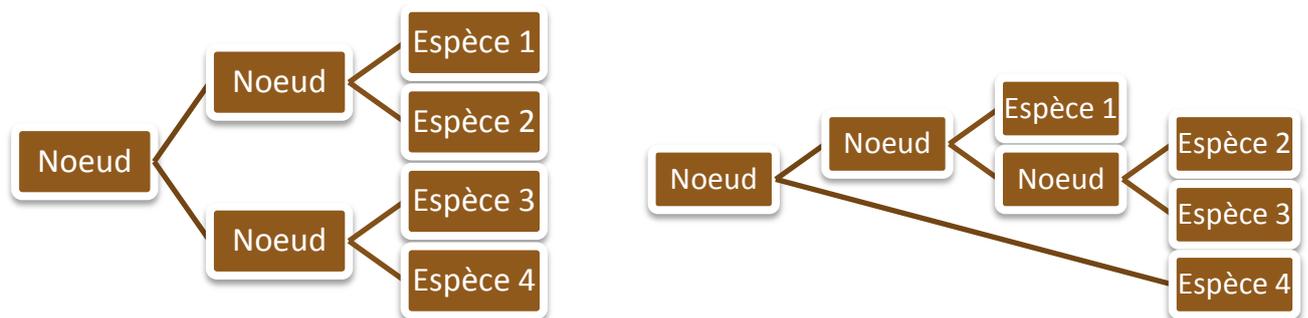


Figure 5 : Différents cladogrammes

On dit que chaque clade est précédé par un nœud, et que chaque nœud précède 2 clades. Un cladogramme est un arbre sans échelle. Un arbre phylogénétique a des branches de longueur proportionnelle au nombre de mutations par site (il n'est pas proportionnel au temps car cela voudrait dire que la vitesse de mutation est identique pour toutes les espèces, et que la fréquence de mutations est continue dans le temps, or ce n'est pas vrai).

Une apomorphie est un caractère dérivé (ou secondaire)

Une pleisomorphie est un caractère ancestral (ou primitif)

Quand plusieurs organismes possèdent la même apomorphie on parle de synapomorphie, ce qui détermine les clades. Ces synapomorphies peuvent être de nature phénotypique ou moléculaire.

Prenons un exemple simple : Nous allons retracer l'évolution de l'Homme par rapport à la grenouille et le cheval. Pour ça analysons les synapomorphies.

Doigts :

- Présence d'1 doigt (cheval) : apomorphie
- Présence de 5 doigts (Homme, grenouille) : Pleisomorphie

Mâchoire :

- Mâchoire inférieure soudée (Cheval, Homme) : Apomorphie
- Mâchoire inférieure non soudée (Grenouille) : Pleisomorphie

Queue :

- Présence de queue (Cheval) : Pleisomorphie
- Absence de queue (Homme, Grenouille) : Apomorphie

On symbolise par 0 une pleisomorphie et par 1 une apomorphie. Entre parenthèse on note le caractère ancestral ou dérivé de (Doigt, Mâchoire, Queue) ainsi l'ancêtre commun aux trois organismes est symbolisé (0, 0, 0) car il ne présente que des pleisomorphies.

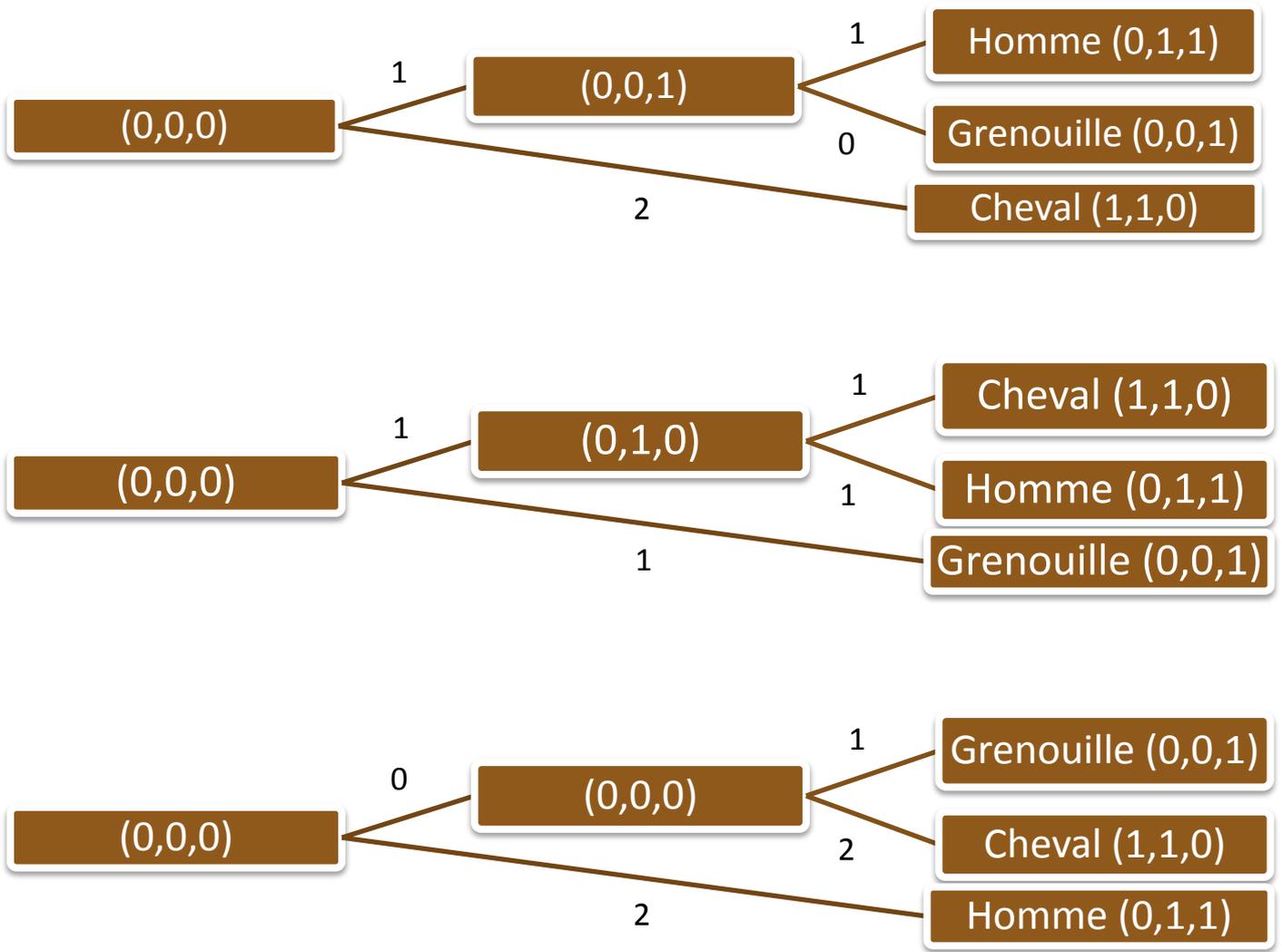


Figure 6 : 3 possibilités d'arbres

Le bon chemin évolutif est celui qui met en place le moins de changements possibles.

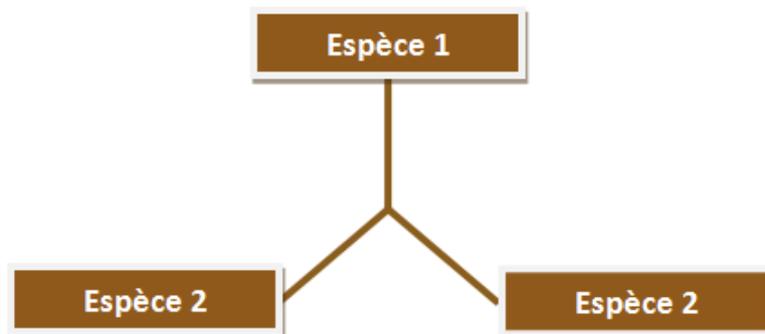


Figure 7 : Arbre non enraciné

Les espèces peuvent ne pas être précédé d'un nœud, c'est ce qu'on nomme un arbre non enraciné.

La cladistique n'est cependant pas fiable car entre deux espèces très éloignées, les convergences anatomiques peuvent être similaires. *Mantispa styriaca* ou *Mantispe*, ressemble fortement à la *Mante religieuse*, *Mantis religiosa*, pourtant ces deux insectes n'appartiennent pas au même ordre.

Grâce au séquençage des gènes, une nouvelle manière de retracer l'évolution est née, la phylogénie moléculaire. Cependant le choix du gène est primordial car celui-ci doit être présent dans toutes les espèces étudiées. Généralement le séquençage se fait sur les gènes qui transcrivent les ARNs ribosomiques, gènes qui changent lentement, on les trouve chez tous les organismes, ce sont des molécules que l'on utilise le plus souvent.

Pour reconstruire un arbre traçant l'évolution des espèces, plusieurs techniques sont utilisables (Méthodes de distance, parcimonie, probabilité)

La méthode de distance ou UPGMA sert à calculer les différences entre la séquence d'un gène d'une espèce A et celle d'une espèce B. en fonction de ces distances.

En fonction de ces distances on construit une matrice et on transforme ces données en diagramme, petit à petit et de proche en proche l'arbre phylogénétique se forme, on parle de méthode NJ (*Neighbor joining*)

De la même façon on peut aussi utiliser la méthode du maximum de ressemblance, à l'inverse de la méthode précédente on réalise un arbre en fonction des ressemblances dans les deux séquences et non pas des différences, cette méthode est bien entendu plus sûre mais bien plus longue.

Justement, un arbre phylogénétique est une succession de nœuds et d'entrenœuds qui séparent les espèces. Pour connaître la solidité d'un nœud on utilise l'analyse de bootstrap. Cette analyse mesure la solidité des nœuds en faisant des calculs d'arbres phylogénétiques avec les mêmes séquences.

La phylogénie moléculaire est cependant encore limitée car de grandes différences de séquences sont causées par le temps, la saturation en mutation et les phénomènes d'attraction des longues branches à la racine

- Temps : La diversification des grands groupes s'est faite dans un temps plutôt restreint, l'analyse manque donc de précision.
- La saturation en mutation : Le nucléotide en question a pu muter plusieurs fois pour revenir à son état d'origine
- Phénomène d'attraction des longues branches à la racine : Certains organismes évoluent plus vite (comme les parasites qui doivent s'adapter très vite à l'hôte)

IV. UN INSECTE AU SENS PHYLOGENETIQUE

Grâce au plan d'organisation, nous allons tenter de bien expliquer la classification phylogénétique jusqu'à arriver aux insectes

Tout d'abords, nous savons que la classification regroupe des taxa, les taxa de base sont appelés espèces, les espèces sont regroupés en genre, eux mêmes regroupé en familles, etc. Tout en haut de la classification nous avons un être imaginaire appelé LUCA, pour *Last Universal Common Ancestor* ou *dernier ancêtre commun universel*.

Nous ne savons pas encore quelle est l'origine de la vie. Certains parlent du bouillon originel où l'origine de la vie est purement minérale et où la vie est une suite de probabilité.

Une autre hypothèse communément admise est celle de la soupe primitive, où la vie serait d'origine extra-terrestre, non pas par l'action des petits Hommes verts mais plutôt par des chutes de matières organiques prisonnières des météorites qui heurtèrent la Terre il y a 4,5 milliards d'années, ces matières organiques se seraient accumulées dans les océans primitifs chargés d'autres éléments et par une suite de réactions chimiques la vie serait née.

Pourquoi parler de LUCA? Il existe trois domaines dans le vivant, le domaine étant la première subdivision de la classification, on distingue alors les eucaryotes, les procaryotes et les archées, LUCA est tout simplement leur ancêtre commun.

Les insectes sont des eucaryotes. Le domaine eukaryota, du grec eu - vrai et karuon - noyau regroupe tous les organismes uni ou pluricellulaires qui possèdent au sein de leurs cellules un noyau contenant l'information génétique ainsi que des organites intracellulaire, organites qui sont des structures compartimentés présent dans la cellule.

En biologie cellulaire, les organites sont les différentes structures spécialisées contenues dans le cytoplasme, milieu intracellulaire, et délimitées du reste de la cellule par une membrane lipidique, membrane qui est donc faite de matière grasse. Vous pouvez donc voir un organite comme un compartiment de la cellule. Il existe plusieurs organites dans une cellule eucaryote :

- Le premier étant ce qui définit ce domaine, le noyau, en effet le noyau est un compartiment cellulaire contenant l'information génétique d'une cellule, autrement dit l'ADN.
- D'autres organites importants sont appelés organites semi autonomes, il s'agit des mitochondries et des chloroplastes. Véritables usines à énergie ces organites ont permis aux cellules d'utiliser l'oxygène de l'air, qui était au temps des premiers eucaryotes, une substance hautement toxique. Personne ne sait vraiment d'où viennent les mitochondries et les chloroplastes. Cependant la théorie la plus vraisemblable est celle d'une endosymbiose entre un eucaryote qui aurait phagocyté une bactérie (pour la mitochondrie) ou une cyanobactérie (pour les chloroplastes)

L'eucaryote se distingue des deux autres domaines (eubactéries et archées) par une nouvelle forme de reproduction, la reproduction sexuée. Dans les deux autres domaines seule la reproduction par fission binaire était possible.

La subdivision suivante s'appelle le règne. Généralement on parle du règne animal. Cependant nous préférons utiliser le terme de Métazoaire. Le règne Metazoa, du grec META - après et ZOON- animal regroupe les êtres pluricellulaires mobiles et hétérotrophes.

On parle d'un organisme hétérotrophe lorsque celui-ci est incapable de synthétiser de la matière organique en utilisant de la matière inorganique. On oppose ce terme à celui d'autotrophie, désignant le pouvoir de se nourrir seul, c'est à dire d'utiliser de la matière inorganique comme du dioxyde de carbone pour synthétiser de la matière organique comme des sucres. C'est le cas des plantes vertes qui par l'intermédiaire de la photosynthèse transforme l'eau et le dioxyde de carbone en sucre.

Un métazoaire est un animal faisant partie du règne Metazoa, par opposition aux protozoaires, les métazoaires possèdent plusieurs cellules, sont mobiles et doivent obligatoirement se nourrir de matière organique préexistante, c'est ce qu'on appelle l'hétérotrophie.

En effet l'hétérotrophie désigne le fait qu'un être vivant doit se nourrir d'éléments organiques préexistants. Cette notion s'oppose donc au comportement des plantes, qui sont autotrophes, elles synthétisent de la matière organique grâce à des composés qu'elles trouvent dans l'air, dans la terre et dans l'eau. Le tout en utilisant l'énergie lumineuse grâce à un procédé qu'on appelle la photosynthèse.

Les métazoaires doivent donc prélever leur nourriture d'autres organismes, vivants ou morts. Ils peuvent même se nourrir de restes d'autres organismes, par exemple les feuilles mortes, les poils ou les plumes usagés, les mues etc.
...

Avant la classification phylogénétique le règne metazoa n'existait pas, les scientifiques parlaient alors du règne animal, cependant les êtres unicellulaires étaient compris dans ce règne.

L'analyse phylogénétique a montré de façon moléculaire que le règne animalia n'était pas monophylétique, les phylogénéticiens ont donc séparé les métazoaires des protozoaires. Apparus il y a environ 800 millions d'années, les Métazoaires regroupent plus d'un million d'espèces mondialement réparties dans tous les milieux, y compris les plus extrêmes

Notre insecte fait aussi partie des Eumétazoaires, Ils possèdent des caractéristiques que n'ont pas les autres métazoaires qu'on nomme les Parazoaires.

- Ils ne possèdent jamais de *choanocytes*, cellules caractéristiques des éponges.
- Des *synapses chimiques* permettent l'existence d'un véritable système nerveux.
- La *différenciation cellulaire* est très poussée. Les cellules spécialisées perdent leur pluripotence, c'est à dire leur possibilité à donner tous les types cellulaires
- La *digestion est externe*, c'est-à-dire à l'extérieur des cellules. Des enzymes digestives sont libérées dans une *cavité digestive* par les cellules sécrétrices de l'endoderme.
- Lors de l'embryogénèse, des *feuilletés* se forment par *gastrulation* : l'*endoderme* et l'*ectoderme* auront des devenir précis.
- Des *jonctions gap*, ou *jonctions lacunaires*, formées grâce à des *connexines*, permettent la transmission de petites molécules entre cellules.
- **Et surtout** de véritables *tissus* existent.

Les plus anciennes traces fossiles d'**eumétazoaires** datent de 700 Ma (dans le Précambrien). Ce sont des animaux fouisseurs. Les plus anciens fossiles indiscutables sont ceux de la faune d'Ediacara en Australie, datant de 680 Ma.



Figure 8 : *Apterodorcus Bacchus* (Hope & Westwood, 1845)

Du fait de sa symétrie bilatérale, l'insecte est considéré comme étant un bilatérien, il possède donc une gauche et une droite.

A côté d'une symétrie bilatérale, les individus classés dans ce taxon présentent d'autres caractéristiques communes.

- La présence de trois feuilletts embryonnaires, on dit qu'ils sont triploblastiques
- La présence d'un tube digestif à deux orifices, une bouche et un anus
- La présence d'organes bien différenciés
- Enfin les neurones se retrouvent maintenant en structures organisées

Ce taxon est opposé à l'infra règne des radiés, ou radiata qui sont des eumétazoaires ne présentant pas ces caractéristiques

Chez les métazoaires supérieurs, comme ici les insectes, le mode de reproduction sexuée est le plus représenté. Chez les insectes il existe aussi des cas de reproduction asexuée comme chez certaines espèces de phasmes qui pratiquent ce qu'on appelle la parthénogenèse

Pour pratiquer une reproduction sexuée, il faut donc un mâle et une femelle de la même espèce. Ces mâles et ces femelles possèdent deux grandes catégories de cellules, les cellules dites germinales à l'origine des cellules sexuelles, les gamètes (plus communément appelées spermatozoïdes et ovocytes) et les cellules somatiques qui ne sont à l'origine d'aucune cellule reproductrice. A la rencontre des deux gamètes, lors de la fécondation, il y a formation

d'une cellule oeuf, le zygote. Pour devenir adulte ce zygote va devoir se diviser pour donner un embryon qui se développera en larve, puis en adulte.

La première étape de ce procédé qu'on appelle l'embryogenèse est la segmentation, celle-ci correspond à une série de divisions sans augmentation de la taille de l'embryon. La taille des cellules varie selon un tas de facteurs. Le problème est qu'après la fécondation le zygote a une taille très supérieure à la normale. La segmentation a pour but de ramener le rapport nucléocytoplasmique, c'est à dire le rapport entre le noyau et le reste de la cellule, à la normale. Après un nombre de division variable selon l'espèce, la masse cellulaire présente une cavité nommée le blastocoele, en rapport avec cette cavité ce stade embryonnaire est appelé blastula

Après formation d'une blastula âgée, il ya réarrangement de la masse embryonnaire, c'est ce qu'on appelle la gastrulation. Grâce à un amas de cellule nous allons arriver à un disque embryonnaire avec trois feuillettes, l'endoderme, le mésoderme et l'ectoderme.

Il existe plusieurs formes de gastrulations, cependant le principe est toujours le même, il y a invagination du matériel embryonnaire dans le blastocoele, formant ainsi une nouvelle cavité, l'archentéron qui est en fait le tube digestif primitif, communiquant vers l'extérieur par un orifice, le blastopore.

A la fin de ce réarrangement cellulaire, on a un embryon qui est au stade gastrula. Cette gastrula va pouvoir entamer la dernière étape du développement embryonnaire, l'organogenèse, où les différents tissus précédemment cités vont commencer à donner des organes précis.

La division des protostomiens, ou Protostoma est basée sur des caractères embryologiques bien définis.

En étudiant les différentes phases de l'embryogenèse on remarque plusieurs choses.

Tout d'abord chez les protostomiens la segmentation est spiralée et déterminée, c'est à dire que le devenir des cellules de la blastula est déjà déterminé. Les divisions en spirale ne sont pas communes à tous les protostomes, cependant on n'observe jamais de division radiaire (Les produits des divisions cellulaires se superposent directement les uns sur les autres, et les plans successifs de division sont perpendiculaires les uns aux autres.)

Ensuite, après la gastrulation le blastopore donnera la future bouche d'où le nom de *proto*-premier *stome*-bouche.

Afin d'avoir un bon développement des organes il faut la présence d'un coelome, ce coelome est une cavité bordée de mésoderme qui permettra aux organes de mieux se développer. Il existe deux types de formation coelomique.

La première étant celle qui caractérise les protostomiens, la schizocoelie, le coelome est alors formé grâce à une fente du mésoderme.

La seconde caractérise la division coelomate, les deutérostomiens, il s'agit de l'entérocoelie, ici le coelome se forme par une évagination de la paroi de l'archentéron (intestin primitif)

Ils possèdent un exosquelette, autrement dit une cuticule. Ce sont donc des cuticulates.

Par ailleurs son développement se fait sous forme de mue cuticulaires. C'est justement ce qui caractérise la sous division des Ecdysozoaires.

Plus bas dans la classification, nous arrivons aux panarthropodes, ces panarthropodes sont caractérisés par le fait d'avoir un corps segmenté, d'avoir des pattes et des griffes et un système nerveux ventral présentant des ganglions cérébroïdes fusionnés dorsalement.

Les insectes font partis de l'embranchement des Euarthropodes, ils ont donc un corps segmenté et des pattes articulées.

Du fait qu'ils possèdent des mandibules et non des chélicères, les insectes sont ce qu'on nomme des mandibulates.

Enfin les insectes sont aussi ce qu'on appelle des Pancrustacés. Ce taxon regroupe à la fois les protozoaires, les insectes, les collembolés, les diploures et les crustacés stricto sensu.

En effet, du fait que le taxon des crustacés est un groupe paraphylétique et que le terme d'hexapode est de plus en plus controversé, les scientifiques ont préféré mettre tout le monde dans le même groupe afin de créer un taxon monophylétique.

Un insecte au sens strict est donc un eucaryote, métazoaire, eumétazoaire, bilatérien, protostomien, Cuticulate, Ecdysozoaire, panarthropode, Euarthropode, mandibulate, pancrustacé possédant ces caractères qui permettent de les mettre dans la classe Insecta

- Aucun muscle n'est présent au-delà du premier segment de l'antenne.
- Les organes de Johnston sont présents au niveau du pédicelle, deuxième segment de l'antenne. Cet organe est un amas de cellules sensorielles qui permettent de détecter le mouvement du reste de l'antenne qu'on nomme flagelle
- Des tarsi segmentés
- Les femelles possèdent des oviposites formées par des gonapophyses à partir des segments 8 et 9
- Des filaments terminaux qu'on appelle des cerques s'étendant à partir de la fin du dernier segment de l'abdomen (par la suite perdu dans la plupart des groupes d'insectes)



IMAGES

Portrait de Carl von Linné présent <http://www.nrm.se/>

Photo de Willi Hennig présente <http://bio.slu.edu/>

Photo du Chrysotribax croesus <http://daniel.prunier.pagesperso-orange.fr/>

Photo du carabe doré présente <http://www.scib.gc.ca/>

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cours de biologie animale, du professeur P.E Sautière, responsable du *laboratoire de neuroimmunologie des annélides* de L'université Sciences et Technologies de Lille

Cours de microbiologie, du professeur S. G. Ball, responsable d'équipe de l'unité de Glycobiologie structurale et fonctionnelle de L'université Sciences et Technologies de Lille.

RÉFÉRENCES WEB

<http://www.insectes-net.fr>

<http://fr.wikipedia.org/>

<http://www.manimalworld.net/>

<http://www.info.univ-angers.fr/~gh/ldas/Wphylog/infobiogen/phylogenie.htm>

<http://bioinfo.unice.fr/enseignements/>