

Complément au chapitre 18 (Classer la biodiversité) et aux TP de Biologie des organismes

## Panorama de la diversité du vivant

La **systematique**, discipline qui a pour objectif de nommer / décrire / identifier / inventorier / classer les organismes vivants, produit des **classifications**, ensembles hiérarchiques où les organismes vivants sont regroupés en groupes imbriqués. Aujourd'hui basées sur l'histoire évolutive des organismes, les classifications prennent appui sur des **arbres phylogénétiques**, c'est-à-dire des **représentations arborescentes des liens de parenté entre organismes**.

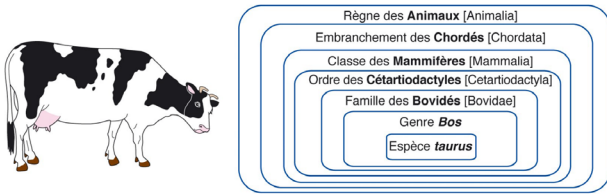
Ayant pour objectif de compléter le chapitre sur les méthodes de classification (chapitre 19) et de servir de support transversal tout au long des deux années pour naviguer dans la classification du vivant, ce document est un petit panorama des principaux groupes étudiés et rencontrés dans le programme (principalement en première année). L'étudiant pourra y placer les taxons étudiés.

Comment peut-on rendre compte par des arbres phylogénétiques simples de la diversité des organismes vivants ?

### I. Principes de classification (phylogénétique)

#### A. Un ensemble hiérarchique de taxons

- Les **taxons** sont des **groupes d'êtres vivants reconnus dans la classification** ; les sept principaux rangs taxonomiques hérités de LINNÉ sont **Règne / Embranchement / Classe / Ordre / Famille / Genre / Espèce (RECOFGE)** (figure 1). De nombreux autres rangs taxonomiques peuvent être utilisés pour affiner la classification : supraclasse, superclasse, sous-classe, infraclasse... tribu, section...

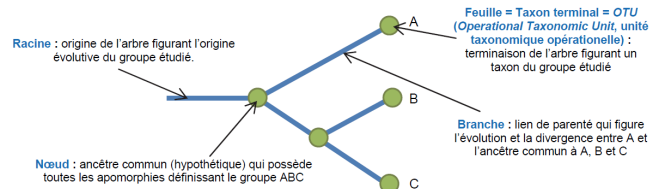


▲ FIGURE 1. Classification phylogénétique de la vache *Bos taurus* utilisant ici les principaux rangs taxonomiques. D'après SEGARRA *et al.* (2015).

- La nomenclature internationale utilise des noms latins ou latinisés s'écrivant avec une **majuscule**, **sauf** pour l'**espèce**. Genre et espèce s'écrivent en **caractères italiques** (ou se soulignent dans un texte manuscrit) : ex. *Bos tarus*.

#### B. L'emploi d'arbres phylogénétiques

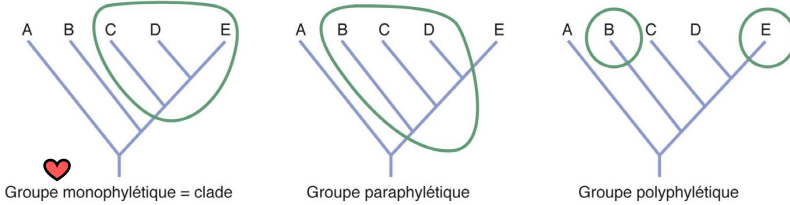
- Aujourd'hui, les classifications sont **basées sur l'apparement des organismes (phylogénie)** : c'est la **classification phylogénétique**. Les liens de parentés entre taxons sont représentés par des **arbres phylogénétiques** où les **ancêtres communs** sont **hypothétiques** (figure 2).



▲ FIGURE 2. Comprendre un arbre phylogénétique.

#### C. La reconnaissance des seuls groupes monophylétiques dans les classifications phylogénétiques

- Dans les classifications phylogénétiques, on ne reconnaît comme **valides** que les **groupes monophylétiques (= cladés)** (figure 3).

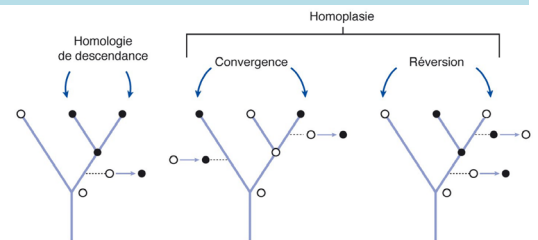


▲ FIGURE 3. Monophylie, paraphylie, polyphylie. D'après SEGARRA *et al.* (2015)

- ✓ **Groupe monophylétique = clade** : regroupe un **ancêtre commun** et **tous ses descendants**.  
Ex. Mammifères, Angiospermes...
- ✓ **Groupe paraphylétique** : regroupe un **ancêtre commun** et **une partie seulement de ses descendants**.  
Ex. 'reptiles' (sens traditionnel), 'poissons', 'dicotylédones'...
- ✓ **Groupe polyphylétique** : regroupe des **organismes non immédiatement apparentés** (souvent sur la base d'un **caractère convergent**).  
Ex. « algues », « champignons »...

#### D. L'évolution des caractères

- Les **attributs présents chez les organismes servant à opérer des regroupements** s'appellent des **caractères**. Dans une collection d'organismes, un caractère peut exister sous plusieurs états : un **état primitif** (l'état initial du caractère dans le groupe d'organismes étudiés) et un ou des **états dérivés** (apparus par la suite au cours de l'évolution du groupe).
- Les **états de caractères partagés** entre organismes peuvent être (figure 4) :
  - **hérités d'un ancêtre commun et conservés depuis** : ce sont des **homologies de descendance**.
  - **issus d'un retour à un état primitif ou antérieur de caractère** : on parle alors de **réversion évolutive**.
  - **acquis indépendamment par plusieurs lignées** : ce sont des **convergences évolutives**.

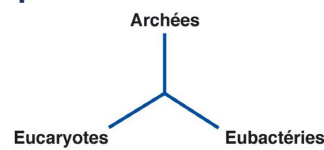


▲ FIGURE 4. Homologie avérée et homoplasies. D'après SEGARRA *et al.* (2015)  
Rond blanc : état primitif. Rond noir : état dérivé.

### II. Arbre global du vivant

#### A. La classification classique en trois domaines

- Basée sur une phylogénie d'ARN ribosomiques, le travail de **WOESE** et collaborateurs (1977, 1990) conduit à diviser le monde vivant (cellulaire) en **trois domaines** (sans pouvoir préciser quel domaine constitue le groupe basal) : **Bactéries** (= Eubactéries), **Archées** (= Archéobactéries) et **Eucaryotes** (figure 5).



▲ FIGURE 5. Phylogénie de **WOESE** *et al.* en 3 domaines. D'après SEGARRA *et al.* (2015)

- Cette classification demeure encore **défendue** aujourd'hui par une partie des scientifiques.

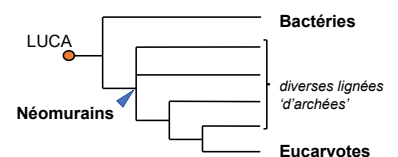
Le **plus ancien ancêtre du monde vivant actuel et fossile** est appelé **LUCA** (Last Universal Common Ancestor), même s'il ne s'agit sans doute pas de la première forme de vie ayant existé, simplement celle ayant eu une **descendance** ayant perduré jusqu'à aujourd'hui.

#### C. L'origine discutée des virus

- L'**origine** (unique ou multiple ?) de **particules sub-biologiques** telles que les **virus** demeure **discutée**.

#### B. Une probable paraphylie des 'archées' qui incluraient en réalité les Eucaryotes

- Depuis 2015 avec la découverte d'archées particulières (Archées d'Asgård), il apparaît de plus en plus clair que les **Eucaryotes** seraient une lignée émergeant au sein des 'archées', ce qui rendrait les 'archées' au sens de **WOESE** **paraphylétiques**. Les **Eucaryotes** et **Archées** formeraient donc un **domaine unique** : les **Neomura** (Neomurains) (figure 6).



▲ FIGURE 6. Phylogénie récente du vivant. Original sept. 2021.



- ✓ « **plante** » : Le terme « **plante** » recouvre quant à lui :
  1. Soit tous les **organismes photosynthétiques eucaryotes** ('algues' uni- et pluricellulaires, plantes terrestres).
  2. Soit tous les **organismes photosynthétiques eucaryotes pluricellulaires** ('algues' pluricellulaires et 'plantes' terrestres).

NB Dans ce cas, les 'algues' unicellulaires étaient placés dans le vieux règne (aujourd'hui obsolète) des 'protistes'.

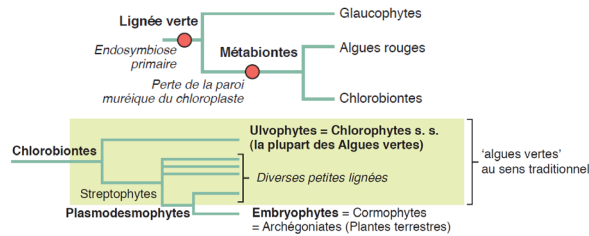
- ✓ « **champignon** » : ce sont des organismes uni- ou pluricellulaires :
  1. **Organismes eucaryotes hétérotrophes s'alimentant par absorption** : Eumycètes, Microsporidies, Oomycètes, Mycétozoaires (Myxomycètes et groupes mineurs)...
  2. **Définition restreinte** : **Champignons = (Eu)mycètes (monophylétique)**.

## IV. Les eucaryotes photosynthétiques

### A. Quelques groupes « d'algues » eucaryotes

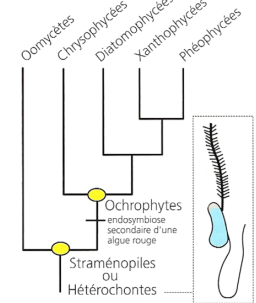
- ✓ « **algue** » : **organisme aquatique photosynthétique, uni- ou pluricellulaire, vivant en milieu aquatique et non pourvu d'un appareil végétatif différencié en cornus.** Figures 10-11
- (!) On peut y inclure les **Cyanobactéries** (!) L'**appareil végétatif d'une algue (ou d'un champignon)** s'appelle un **thalle** et est peu différencié ; il s'oppose au **cornus** des **Embryophytes** où l'on observe des **organes spécialisés (feuilles, racines...)** bien individualisés.

#### ➤ La Lignée verte (Archéoplastides)



▲ FIGURE 10. La Lignée verte (en haut) avec un gros plan sur les Chlorobiontes (en bas). D'après SEGARRA et al. (2015).

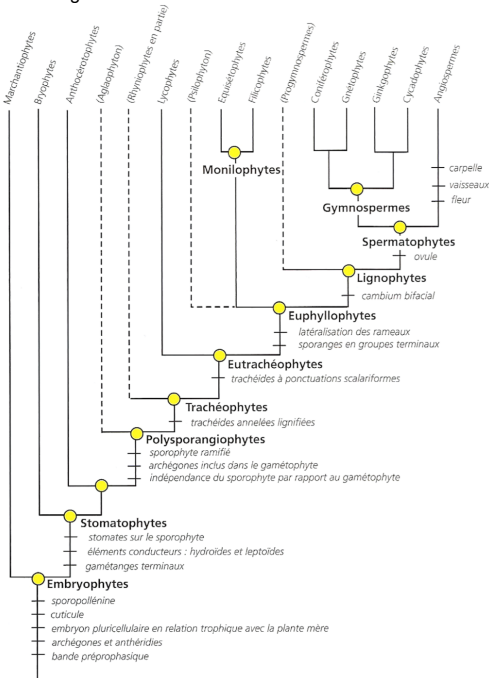
#### ➤ Les Ochrophytes, émanation des Straménophiles



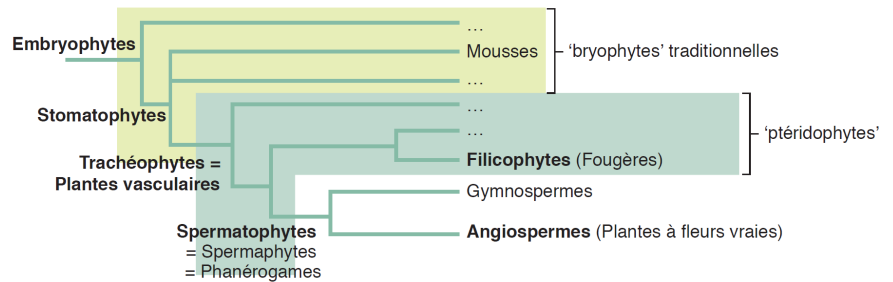
➤ FIGURE 11. Arbre des Straménophiles. D'après MEYER et al. (2008).

### B. Focus sur les Embryophytes

- On appelle **Embryophytes, Archégoniotes** ou **Cormophytes**, ou encore **Plantes terrestres** (figures 12-13) (même si *certaines espèces sont revenues à la vie aquatique*) les **organismes végétaux chlorophylliens, majoritairement aériens, caractérisés par un cornus, un embryon végétal organisé (tête, suspenseur, pied) lors du développement et des gamétanges particuliers (anthéridies, archégonies)** – même si *ces gamétanges ont été secondairement perdus ou modifiés dans une partie du groupe*.
- Ces organismes ont colonisé tous les milieux et se sont notamment plus ou moins affranchis du milieu aquatique.



▲ FIGURE 12. Arbre des Embryophytes avec les principales innovations évolutives. D'après MEYER et al. (2008).



▲ FIGURE 13. Arbre simplifié des Embryophytes. D'après SEGARRA et al. (2015).

Quelques innovations des lignées :

- **Embryophytes** :
  - Embryon pluricellulaire se développant aux dépens de la plante-mère
  - Cuticule, sporopollénie
  - Archégonies, anthéridies [parfois secondairement perdues]
  - Cornus
- **Tracheophytes** :
  - Trachéïdes (xylème) + phloème différencié
  - Lignine, bois
  - Vraies feuilles [Euphyllophytes : majorité des Tracheophytes]
  - Archégonies inclus dans le gamétophyte [parfois secondairement perdu]
  - Indépendance du sporophyte et du gamétophyte [parfois secondairement perdu]
- **Spermatophytes** :
  - Cambium bifacial
  - Ovule
  - Grain de pollen [souvent siphonogamie]
  - Perte des gamétanges
  - Perte de l'indépendance des générations
- **Gymnospermes** :
  - Structure particulière du xylème (trachéïdes aréolés) et du phloème
  - Ovule nu (unitégumenté)
  - [Pas de fleurs]
- **Angiospermes** :
  - Fleur vraie [convergence avec les Gnétophytes]
  - Vaisseaux vrais
  - Carpelles protégeant l'ovule [« angiosperme »] et donnant le fruit
  - Cellules compagnes dans le phloème

(!) *Noter que les anciennes 'bryophytes' au sens large et les 'ptéridophytes' sont paraphylétiques.*

### C. Focus sur les Angiospermes

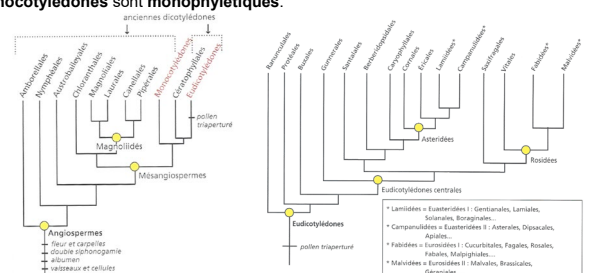
#### 1. 'dicotylédones' et Monocotylédones

- Les **Angiospermes** étaient classiquement divisées en deux classes :
  - Les '**dicotylédones**' [Magnoliopsida] caractérisées par :
    - Deux **cotylédons** (feuilles primordiales constitutives de la plantule de la graine)
    - Des feuilles avec un limbe vrai, simple ou composé
    - Un limbe à nervures ramifiées (quelques exceptions)
    - Un grain de pollen **triatérupturé** (trois pores) chez les **Eudicotylédones**
    - **Histologie** : la présence de formations secondaires
    - >> possibilité de port herbacé, arbustif ou arborescent
    - Un réseau racinaire souvent pivotant.

*Le groupe des 'dicotylédones' au sens traditionnel est paraphylétique. L'essentiel des 'dicotylédones' est représenté par le groupe (monophylétique) des Eudicotylédones auquel appartiennent les familles et espèces que nous étudierons cette année.*
  - Les **Monocotylédones** [Liliopsida] caractérisées par :
    - Un seul **cotylédon**
    - Des feuilles toujours simples, le limbe étant une évagination et un aplatissement du pétiole
    - Un limbe à nervures parallèles
    - Un grain de pollen **monaperturé** (un seul pore)
    - Une graine à albumen persistant
    - **Histologie** : l'absence de formations secondaires
    - >> plante presque toujours herbacée
    - Un réseau racinaire fasciculé.

#### 2. Phylogénie des Angiospermes

- Les **classifications phylogénétiques synthétiques** des Angiospermes sont produites par un consortium d'auteurs qui s'appellent l'**Angiosperm Phylogeny Group** ; la **classification actuellement retenue** est la quatrième version (**APG IV**).
- On notera que :
  - les '**dicotylédones**' sont **paraphylétiques** mais les **Eudicotylédones** (qui regroupent la plupart des espèces courantes) sont **monophylétiques** (figure 14),
  - les **Monocotylédones** sont **monophylétiques**.

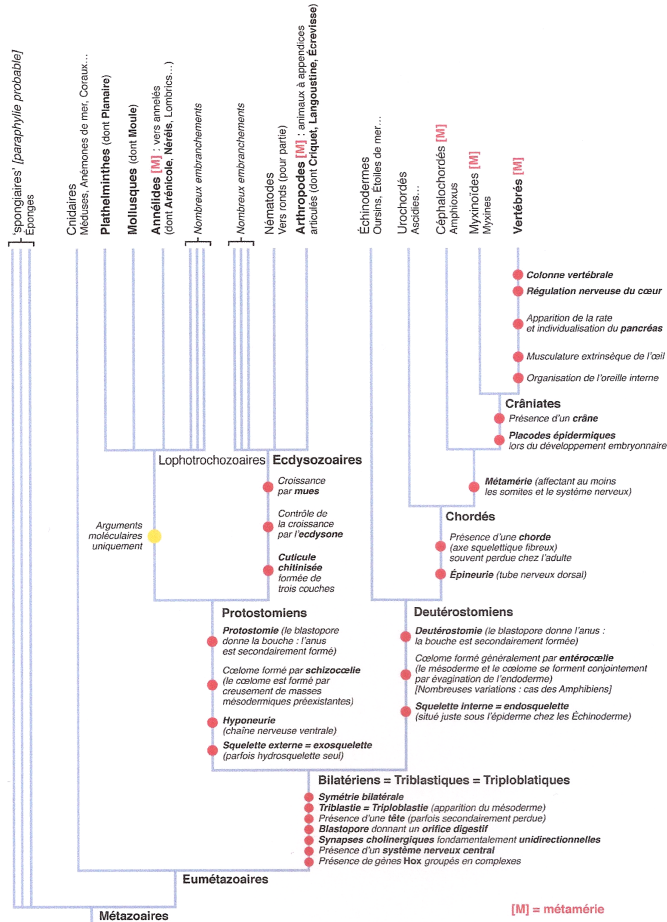


▲ FIGURE 14. Phylogénie des Angiospermes (APG IV) avec un focus sur les Eudicotylédones. D'après MEYER et al. (2019).

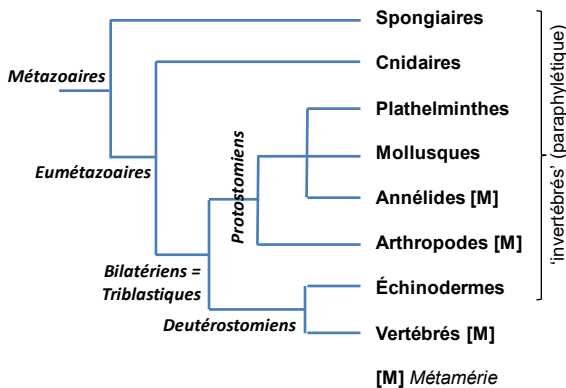
# V. Les Métazoaires

• Les **Métazoaires** (figures 15-16) sont les **Animaux pluricellulaires**, des **organismes eucaryotes pluricellulaires s'alimentant par ingestion (= phagotrophes)**.

## A. Arbre global des Métazoaires



▲ FIGURE 15. Arbre des Métazoaires. Original 2015.



▲ FIGURE 16. Arbre simplifié des Métazoaires. Original 2015.

**Caractères dérivés des Mollusques**

- Présence d'un **manteau** (tégument sécréteur de coquille calcifiée)
- Présence d'une cavité dans le manteau (**cavité palléale**)
- Denture chitineuse particulière (**radula**)

**Caractères dérivés des Arthropodes**

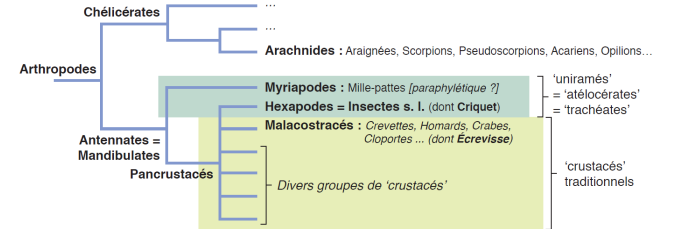
- **Métamérie**
- **Exosquelette** divisé en **pièces** (les **sclérites**) articulées entre elles
- **Appendices articulés**
- 1 paire d'**yeux composés** (yeux à facettes)

**Caractères dérivés des Pancrustacés**

- **Arguments moléculaires** essentiellement
- **Similitudes de développement**
- **Larve nauplius** (secondairement perdue par une partie du groupe)

## B. Focus sur les Arthropodes

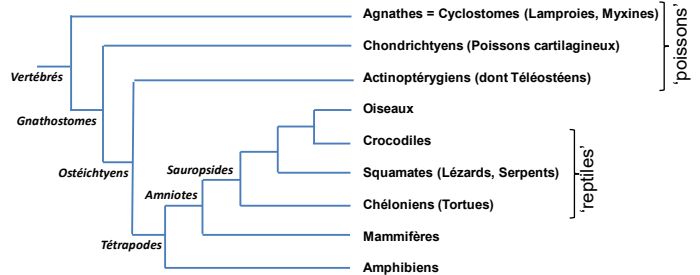
- Les **Arthropodes** (figures 16) sont des **Métazoaires métamérisés à appendices articulés**.
- On pourra retenir que :
  - Deux **groupes monophylétiques** principaux se dégagent : les **Chélicérates** (caractérisés par des **chélicères**, des crochets venimeux) et les **Antennates = Mandibulés** (caractérisés par la présence de **mandibules** et d'**antennes**)
  - Les **'uniramés'** et les **'crustacés'** sont clairement **paraphylétiques** (voire **biphylétique** pour les premiers), les **Hexapodes** émergeant au sein des **Pancrustacés** (sans que le détail de cette phylogénie ne soit clairement unanime).
  - Les Hexapodes sont monophylétiques.



▲ FIGURE 17. Arbre simplifié des Arthropodes. Original 2015.

## C. Focus sur les Vertébrés

- Les **Vertébrés** (figures 16) sont des **Métazoaires à endosquelette osseux et/ou cartilagineux présentant une colonne vertébrale**.
- On pourra retenir que :
  - Les **'poissons'** et les **'reptiles'** traditionnels sont **paraphylétiques**
  - Les **Sauropsides** regroupent les anciens **'reptiles'** et les **Oiseaux**
  - Les **groupes classiques de 'poissons'** (Ostéichthyens, Sarcoptérygiens...) sont **redéfinis** dans la classification phylogénétique de manière à **incorporer les Tétrapodes**.



▲ FIGURE 17. Arbre simplifié des Vertébrés. Original 2015.

**Caractères dérivés des Vertébrés**

- Colonne vertébrale
- Régulation nerveuse du cœur
- Rate et pancréas
- Présence d'un crâne
- [Musculature extrinsèque de l'œil]

**Caractères dérivés des Mammifères**

- Arguments moléculaires essentiellement
- Similitudes de développement
- Larve nauplius (secondairement perdue par une partie du groupe)

**Caractères dérivés des Téléostéens**

- Organisation osseuse particulière de la **mâchoire supérieure**
- **Nageoire caudale** fondamentalement **homocerque**

**Caractéristiques des 'crustacés' (groupe paraphylétique !)** : *Il ne s'agit donc PAS de caractères dérivés*

- **Appendices** fondamentalement **biramés** (= deux séries d'articles)
- **2 paires d'antennes**

**Caractères dérivés des Hexapodes (= Insectes au sens large)**

- Présence d'un **labium**
- **Tagmation** en tête / thorax / abdomen
- **3 paires de pattes** (portée par le thorax)
- Maximum de **11 segments abdominaux**
- **Respiration trachéenne**
- **Excrétion** par des tubes de **MALPIGHI**

**Caractères dérivés des Insectes au sens strict (= Ectognathes)**

- **Pièces buccales externes** : labre, mandibules, maxilles, labium
- **Tarses** fondamentalement composés de **5 articles**
- Présence d'un **ovipositeur** (chez les femelles) fondamentalement constitué de **quatre valves**
- **Coxae** articulées avec les **pleures**
- [Antennes à organisation particulière]

## Références citées

Voir les cours et TP correspondants pour une bibliographie plus étoffée

- MEYER, S., C. REEB & R. BOSDEVEIX (2008). *Botanique. Biologie et physiologie végétales*. Maloine, Paris, 2<sup>e</sup> édition (1<sup>er</sup> édition 2004).
- MEYER, S., C. REEB & R. BOSDEVEIX (2019). *Botanique. Biologie et physiologie végétales*. Maloine, Paris, 3<sup>e</sup> édition (1<sup>er</sup> édition 2004).
- SEGARRA, J. (dir.), É. CHAUVET, C. COLSON-PROCH, M. HUILLE, M. LABROUSSE, F. LOUET, F. METZ & E. PIÈTRE (2014). *Biologie BCPST 1<sup>re</sup> année*. Ellipses, Paris.
- SEGARRA, J., E. PIÈTRE (dir.), G. BAILLY, O. CHASSAING, D. FAVRE, T. JEAN, F. METZ & C. MEUNIER (2015). *Biologie BCPST 2<sup>e</sup> année*. Ellipses, Paris.

## Plan du complément

<b>I. Principes de classification (phylogénétique)</b> .....	1
A. Un ensemble hiérarchique de taxons .....	1
B. L'emploi d'arbres phylogénétiques .....	1
C. La reconnaissance des seuls groupes monophylétiques dans les classifications phylogénétiques .....	1
D. L'évolution des caractères .....	1
<b>II. Arbre global du vivant</b> .....	1
A. La classification classique en trois domaines .....	1
B. Une probable paraphylie des 'archées' qui incluraient en réalité les Eucaryotes .....	1
C. L'origine discutée des virus .....	1
<b>III. Arbre des Eucaryotes</b> .....	2
A. Structure de l'arbre .....	2
B. Les enseignements majeurs .....	2

C. Mitochondries et plastes : une acquisition par endosymbiose .....	2
D. Des mots sans grande valeur systématique .....	2
<b>IV. Les eucaryotes photosynthétiques</b> .....	3
A. Quelques groupes « d'algues » eucaryotes .....	3
B. Focus sur les Embryophytes .....	3
C. Focus sur les Angiospermes .....	3
1. 'dicotylédones' et Monocotylédones .....	3
2. Phylogénie des Angiospermes .....	3
<b>V. Les Métazoaires</b> .....	4
A. Arbre global des Métazoaires .....	4
B. Focus sur les Arthropodes .....	4
C. Focus sur les Vertébrés .....	4
<b>Références citées</b> .....	5
<b>Plan du complément</b> .....	5

© Tanguy JEAN. Les textes et les figures originales sont la propriété de l'auteur. Les figures extraites d'autres sources restent évidemment la propriété des auteurs ou éditeurs originaux. Document produit en septembre 2021 • Dernière actualisation : mai 2024.  
Contact : [Tanguy.Jean4@gmail.com](mailto:Tanguy.Jean4@gmail.com)  
Adresse de téléchargement : <https://www.svt-tanquy-jean.com/>



Ces données sont placées sous licence *Creative Commons Attribution – Pas d'Utilisation commerciale 4.0 CC BY NC* qui autorise la reproduction et la diffusion du document, à condition d'en citer explicitement la source et de ne pas en faire d'utilisation commerciale.