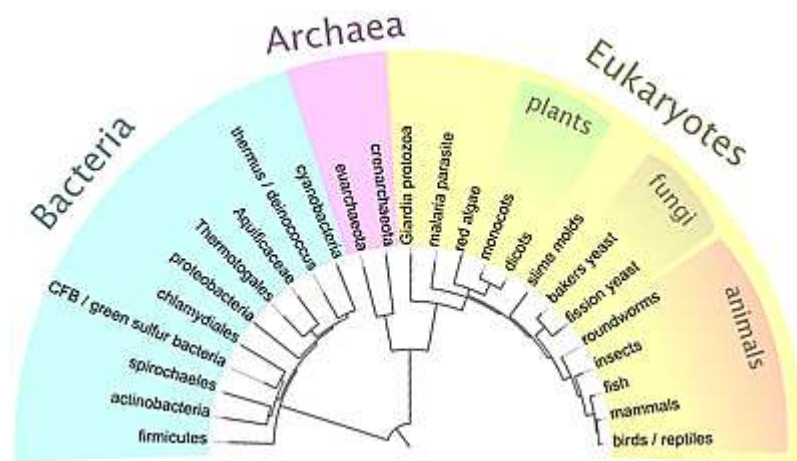


# Classification

Comment l'aborder avec nos élèves ?  
Quelles ressources au Muséum ?

« Rien n'a de sens, en biologie,  
si ce n'est à la lumière de l'évolution. »

Théodosius Dobzhansky,  
généticien et zoologiste américain né en Russie (1900-1975)



(source : wikipedia , arbre de la vie)

De nombreux documents de ce dossier sont tirés de l'ouvrage: "Comprendre et enseigner la classification du vivant" de G. Lecointre et H. Le Guyader (Editions Belin)

**Service éducatif du Muséum de Grenoble**  
**Catherine Boulanger,**  
**Pascal Decorps, Mohamed Moktar**

## Sommaire

<b>1 - Quelques repères dans l’histoire de la classification – historique incomplet...</b>	<b>3</b>
<b>2 - Les méthodes de la classification phylogénétique : deux exercices de cladistique.....</b>	<b>4</b>
A quoi sert ce genre d’exercice ? .....	6
Les outils des systématiciens .....	6
<b>3 - Textes et programmes en lien avec la classification phylogénétique .....</b>	<b>7</b>
Ecole maternelle – Ecole primaire .....	7
Collège .....	8
Lycée.....	9
<b>4 - Nos vieilles erreurs... à ne plus transmettre .....</b>	<b>10</b>
<b>5 - Enseigner par la démarche d'investigation .....</b>	<b>11</b>
<b>6 - Des ateliers de classification dans les salles du Muséum.....</b>	<b>12</b>
Classer les animaux de la salle Atlas .....	13
Classer les animaux de la Montagne.....	15
<b>7 - Une collection d'animaux des différentes salles .....</b>	<b>18</b>
Parmi les animaux du Muséum de Grenoble - Qui est plus proche de qui ? .....	18
<b>8 - Un exercice de classification dans la salle Carnaval des Insectes.....</b>	<b>21</b>
<b>Webographie sur la classification phylogénétique.....</b>	<b>22</b>
<b>Bibliographie sur la classification phylogénétique.....</b>	<b>22</b>

## 1 - Quelques repères dans l'histoire de la classification – historique incomplet...

Pierre Louis Moreau de **Maupertuis** (1698 – 1759), assez méconnu, brillait dans les salons parisiens du XVIII, remettant en cause par des expériences concrètes des croyances sur certaines espèces. Il s'est longuement interrogé à propos d'un Africain albinos. Il est précurseur en génétique, considérant déjà qu'une série de mutations fortuites répétées au cours du temps pouvait engendrer une multiplication toujours croissante du nombre d'espèces, expliquant la grande diversité observée sur la Terre.

Carl von **Linné** (1707-1778) médecin et botaniste suédois, est le créateur du système actuel de nomenclature binominale des espèces :

un nom de **genre** suivi d'un nom d'**espèce**.

Dans sa classification, les espèces sont classées dans un système à 7 niveaux :

**règne** (ex : animal)

**embranchement** (ex : vertébrés)

**classe** (ex : mammifères)

**ordre** (ex : primates)

**famille** (ex : hominidés)

**genre** (ex : Homo)

**espèce** (ex : sapiens)

Les caractères sont observés en comparaison avec l'Homme, les groupes peuvent ainsi être nommés pour une absence de caractère (ex : agnathes, sans mâchoire ; invertébré, sans vertèbre). En effet Linné travaille dans le cadre de l'ordre divin où l'Homme est presque au sommet (sous les anges et les archanges) dans l'échelle de la Création (**Scala naturae**), toutes les autres espèces étant rangées au dessous sur cette échelle. Il est donc évidemment **fixiste**. Son œuvre est considérable, de nombreuses espèces ayant été décrite dans son ouvrage **Systema naturae**.

Jean Baptiste de Monet, chevalier de **Lamarck** (1744-1829) émet l'hypothèse d'une transformation des espèces : la fonction crée l'organe et les caractères acquis sont transmis aux descendants ; l'exemple célèbre est celui de la girafe qui tend son cou pour attraper les feuilles dans les arbres, ce qui allonge son cou : ses descendants auront un cou allongé aussi. C'est le **transformisme**. Il a le mérite de remettre en cause le fixisme et de percevoir le rôle du milieu dans l'évolution, mais l'hypothèse de la transmission des caractères acquis est erronée.

**Charles Darwin** (1809-1882) part à 22 ans comme compagnon de voyage du capitaine du Beagle, en mission pour cartographier les portions mal connues du littoral sud-américain. Il observe et prélève un grand nombre d'espèces de milieux très divers ; il remarque leur ressemblance liée à leur répartition géographique, et leur variabilité au sein d'une espèce ; l'exemple des « pinsons » des Galapagos, des géospizes, montre que des espèces proches diffèrent selon l'île qu'elles occupent, les ressources qu'elles y exploitent, et semblent provenir d'espèces ancestrales continentales, par de petits changements graduels ; il entrevoit le mécanisme à l'origine de nouvelles espèces. Il attend la confirmation par un pair (Alfred Wallace) pour publier « **De l'origine des espèces** ». Par **sélection naturelle** (tous les individus d'une espèce n'ont pas les mêmes capacités de survie et de reproduction, les plus aptes survivent et se reproduisent) les populations changent graduellement et s'adaptent ainsi à leur environnement. Il parle de **descendance modifiée** (quand nous parlons d'évolution) et de **généalogie** (quand nous parlons de parenté).

**Ernst Haeckel** en 1866 considère que « l'ontogénie (le développement embryonnaire) résume la phylogénie (l'évolution) ».

**Willi Hennig** (1913-1976), entomologiste allemand, est le fondateur de la **systématique phylogénétique** ou **cladistique**. Il recherche des parentés entre espèces en les rassemblant en groupes monophylétiques (ou clade : un ancêtre commun et toute sa descendance). Pour cela il recherche les synapomorphies, ou homologues secondaires, ou partages de caractère dérivé.

## 2 - Les méthodes de la classification phylogénétique : deux exercices de cladistique

(tirés de "Comprendre et enseigner la classification du vivant", Lecointre et Le Guyader, Editions Belin)

Dans la classification phylogénétique on part des connaissances sur l'évolution et les parentés, et on cherche à préciser les parentés dans un groupe d'espèces choisies.

Les **exercices** ci-dessous permettent d'aborder les méthodes utilisées dans les constructions d'arbre de parenté. Ils n'ont rien à voir avec ce que font les élèves au primaire ou au collège, mais permettent de comprendre les précautions à prendre avec nos élèves.

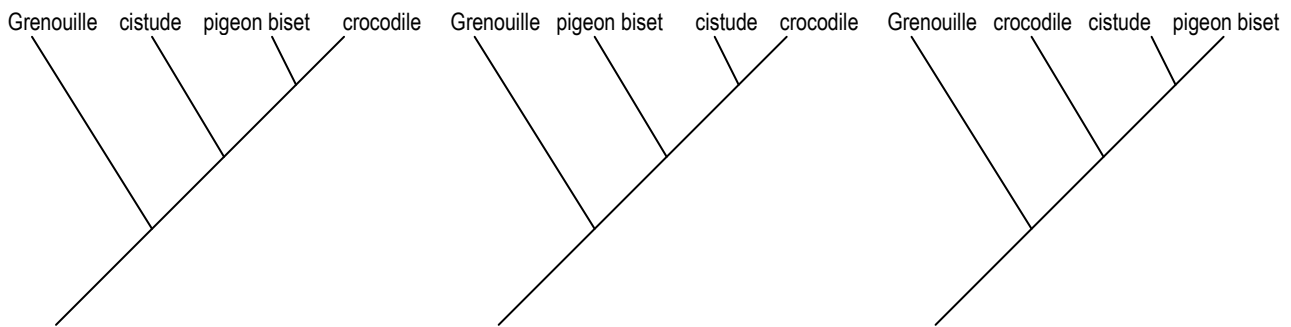
La question étant « **Qui est plus proche de qui ?** » on prend au minimum trois espèces dans l'échantillon (ici, pigeon, cistude et crocodile). On choisit en plus un **extra groupe** (ici la grenouille) qui possède des **caractères ancestraux** en commun avec les espèces du groupe. Les caractères différents observés dans le groupe sont considérés comme des caractères nouveaux apparus lors de l'évolution, ou **caractères dérivés**.

	Grenouille verte	Cistude d'Europe	Crocodile du Nil	Pigeon biset
<b>1 Amnios</b>	0	1	1	1
<b>2 Gésier</b>	0	0	1	1
<b>3 Mandibule</b>	0	0	1	1
<b>4 Bec corné</b>	0	1	0	1
<b>5 Ailes</b>	0	0	0	1
<b>6 Colonne vertébrale</b>	0	0	0	0

Les 0 indiquent un caractère ancestral (absence d'amnios ; absence de gésier ; mandibule pleine ; absence de bec corné ; absence d'ailes ; présence de colonne vertébrale)

Les 1 indiquent un caractère dérivé (présence d'amnios ; présence de gésier ; mandibule fenestrée ; présence de bec corné ; présence d'ailes)

Trois arbres sont possibles



Sur ces arbres on place au bon endroit sur les branches les changements observés pour les 6 caractères. On choisit ensuite l'arbre le plus parcimonieux, celui qui nécessite le moins grand nombre de changements. C'est l'hypothèse de parenté la plus probable. Il s'agit de la première, où 6 innovations sont nécessaires pour valider l'hypothèse, au lieu de 7 ou 8 pour les deux suivantes.

Parmi les caractères pris en compte, certains nous ont servi à classer.

D'autres ne sont pas informatifs :

-la colonne vertébrale, partagée par toutes les espèces (c'est un caractère apparu anciennement) ;

-l'amnios, partagé par tous ceux dont on veut établir la parenté ;

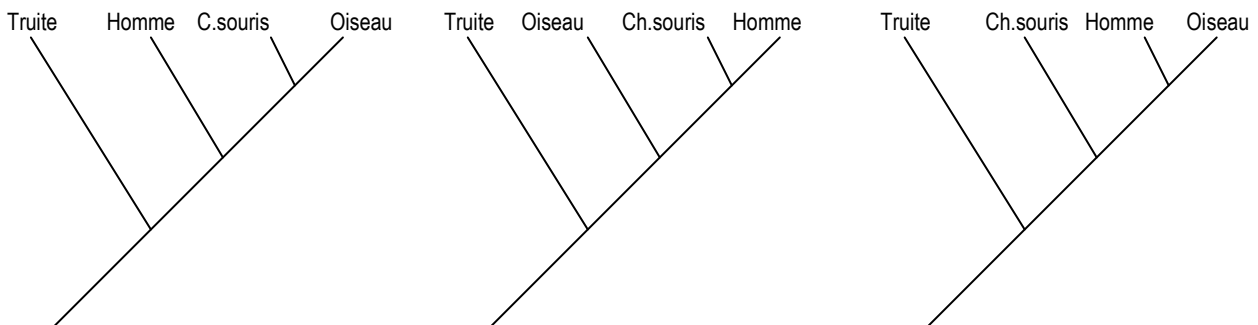
-l'aile, qui n'est pas un caractère partagé (seul l'oiseau la possède) (l'absence d'aile est un caractère partagé par deux espèces, mais à l'état primitif).

Autre exemple : l'extra groupe est le poisson.

	Homme	Chauve-souris	Oiseau	Truite
1 Mâchoire	0	0	0	0
2 Membres	1	1	1	0
3 Dents	0	0	1	0
4 Mandibule	1	1	0	0
5 Réserves vitellines	1	1	0	0
6 Ailes	0	1	1	0

(Caractères primitifs 0: présence de mâchoire ; membres pairs à nageoires rayonnées ; présence de dents ; mandibule en plusieurs os ; réserves vitellines de l'œuf importantes ; absence d'aile

Caractères dérivés 1 : membres pairs marcheurs ; absence de dents ; mandibules constituée d'un seul os dentaire ; réserves vitellines quasi nulles ; présence d'ailes)



On retrouve encore des caractères non informatifs :

Partagés par tous :

Partagés par tous ceux dont on veut connaître la parenté :

Possédé par une seule espèce de l'échantillon (pas partagé) :

### Ces exercices mettent en évidence trois types de ressemblance qu'on peut observer entre des espèces :

-des ressemblances dues à des **caractères très anciens** partagés par deux espèces, qui ne nous renseignent pas sur leur parenté dans le groupe étudié (ex : la colonne vertébrale, chez les mammifères). (Les phylogénéticiens les appellent **symplesiomorphies** !)

-des ressemblances dues à des **convergences** : un caractère apparu indépendamment dans deux groupes différents au cours de l'évolution (ex : l'aile chez les oiseaux et les chiroptères, qui n'est pas homologue ; chez les oiseaux, le deuxième doigt est porteur, couvert de peau et plume, chez la chauve-souris, les quatre derniers doigts sont porteurs, couverts de peau et de poils). (Les phylogénéticiens les appellent **homoplasies** !!)

-des ressemblances dues à un

### nouveau caractère apparu lors de l'évolution chez un ancêtre commun

et partagé par les deux espèces observées (Ex : le gésier, les mandibules fenestrées chez les oiseaux et crocodiles), qui partagent donc un ancêtre commun. Ce sont les caractères utiles pour répondre à la question « Qui est plus proche de qui ? ». (Les phylogénéticiens les appellent **synapomorphies**, ou **homologies secondaires** !!!).

## A quoi sert ce genre d'exercice ?

En **construisant** des arbres de cette sorte (ou arbre cladistique) on voit très bien, par exemple, que :

Le crocodile et le pigeon biset sont les **plus proches parents** dans l'échantillon étudié.

La cistude, le crocodile et le pigeon biset descendent d'un **ancêtre commun**, chez qui est apparu l'amnios (enveloppe protectrice autour de l'embryon, remplie de liquide amniotique). Le groupe contenant cet ancêtre et **tous ses descendants** est un **clade** (ou **groupe monophylétique**) celui des **AMNIOTES**.

Le crocodile et l'oiseau descendent d'un ancêtre commun chez qui la mandibule s'est allégée par la formation d'un orifice. Le groupe monophylétique comprenant cet ancêtre et tous ses descendants se nomme **ARCHOSAURES**.

Le crocodile et la cistude étaient traditionnellement classés ensemble parmi les reptiles : on voit grâce à ce travail que ce groupe n'est pas un clade (il manque les oiseaux parmi les descendants de l'ancêtre commun) : c'est un **grade**, ou **groupe paraphylétique**, donc c'est un terme qui n'a pas sa place dans la classification phylogénétique.

## Les outils des systématiciens

Dans les faits, les « exercices » de classification sont réalisés avec des logiciels qui choisissent très rapidement l'arbre le plus parcimonieux (celui où le nombre de changements est le plus faible, scénario le plus plausible).

Pour déterminer si un caractère est dérivé ou ancestral, les systématiciens doivent connaître leur ordre d'apparition au cours de l'évolution, et les retrouvent lors du développement embryonnaire (l'ontogenèse récapitule la phylogenèse, ce qui signifie que les stades du développement embryonnaires rappellent les stades de l'évolution ; par exemple la colonne vertébrale apparaît avant les membres dans l'évolution, et se forme aussi avant les membres chez un embryon).

Il faut bien prendre conscience que dans cette science une **hypothèse** n'est pas **validée** par une expérimentation, mais par le fait qu'elle est **cohérente avec les observations**, comparaisons, faites par des scientifiques d'horizons divers qui étudient l'anatomie, la morphologie mais aussi les molécules (la comparaison des gènes, des protéines, permet aussi d'élaborer des hypothèses de parenté). Elle repose sur des données les plus nombreuses possibles qui doivent confirmer (ne pas infirmer...) les hypothèses de départ ou les rectifier

### 3 - Textes et programmes en lien avec la classification phylogénétique

Une visite au Muséum pour les élèves de l'école primaire et du collège, en plus de toutes les activités de langage qu'elle permet de mettre en œuvre, permet de viser les compétences suivantes:

(Extrait des textes officiels: **socle commun des compétences et connaissances**)

"**Culture humaniste**: donner à chacun l'envie d'avoir une vie culturelle personnelle par (...) la fréquentation de musées..."

**Autonomie et initiative**: développer la capacité des élèves à apprendre tout au long de la vie."

De plus, un travail sur la classification participe à la construction des connaissances et capacités suivantes, issues du **socle**:

"**Culture scientifique**: Chacun doit connaître les caractéristiques du vivant: unité...biodiversité...évolution des espèces.

**Autonomie et initiative**: rechercher l'information utile, l'analyser, la trier, la hiérarchiser, l'organiser, la synthétiser."

---

## Ecole maternelle – Ecole primaire

### MATERNELLE - Découvrir le monde

À l'école maternelle, l'enfant découvre le monde proche ; il apprend à prendre et utiliser des repères spatiaux et temporels. Il **observe**, il pose des questions et apprend à adopter un autre point de vue que le sien propre et sa confrontation avec la pensée logique lui donne le goût du raisonnement. Il devient capable de **classer, d'ordonner et de décrire, grâce au langage et à des formes variées de représentation (dessins, schémas)**. Il commence à comprendre ce qui distingue le vivant du non-vivant (matière, objets).

### CP-CE1

#### Découvrir le monde du vivant, de la matière et des objets

Les élèves repèrent des caractéristiques du vivant : naissance, croissance et reproduction ; nutrition et régimes alimentaires des animaux. Ils apprennent quelques règles d'hygiène et de sécurité personnelles et collectives. Ils comprennent les interactions entre les êtres vivants et leur environnement et ils apprennent à respecter l'environnement.

### CE2 – CM1 - CM2

#### L'unité et la diversité du vivant

Présentation de la biodiversité : recherche de différences entre espèces vivantes

Présentation de l'unité du vivant : recherche de points communs entre espèces vivantes.

Présentation de la classification du vivant : interprétation de ressemblances et différences en termes de parenté.

---

## Collège

### Sixième

#### **Partie transversale : diversité, parenté et unité des êtres vivants**

Connaissances :

« Les organismes vivants sont classés en groupes emboîtés définis uniquement à partir des attributs qu'ils possèdent en commun. Ces attributs définis par les scientifiques permettent de situer des organismes d'espèces différentes dans la classification actuelle.

Capacités (compétence 7 du socle) :

« Rechercher l'information utile, l'analyser, la trier afin de déterminer un organisme vivant à partir d'une clé de détermination.

Rechercher l'information utile, l'analyser, la trier, l'organiser afin de créer des groupes emboîtés dans la classification.

Rechercher l'information utile et mobiliser ses connaissances en situation afin de replacer un organisme vivant dans la classification actuelle. »

### Cinquième

#### **Respiration et occupation des milieux de vie**

« Connaissances : Chez les animaux les échanges gazeux se font par l'intermédiaire d'organes respiratoires : poumons, branchies, trachée.

Capacités : Rechercher l'information utile et mobiliser ses connaissances en situation afin de replacer un organisme vivant dans la classification. »

#### **Géologie externe : évolution des paysages**

« Connaissances : les roches sédimentaires peuvent contenir des fossiles : traces ou restes d'organismes ayant vécu dans le passé.

Capacités : Rechercher l'information utile, l'analyser, la trier afin de déterminer un organisme fossile à partir d'une clé de détermination. Rechercher l'information utile et mobiliser ses connaissances en situation afin de placer un organisme fossile dans la classification actuelle.

### Quatrième

#### **Reproduction sexuée et maintien des espèces dans les milieux**

« Connaissances : L'union des cellules reproductrices mâle et femelle a lieu dans le milieu ou dans l'organisme. Des mécanismes à l'échelle des individus et des cellules reproductrices favorisent la fécondation

. Capacités : Recherche l'information utile et mobiliser ses connaissances en situation afin de replacer un organisme vivant dans la classification actuelle. »

### Troisième

#### **Evolution des organismes vivants et histoire de la Terre**

« Connaissances : La cellule, unité du vivant ...indique(nt) sans ambiguïté une origine primordiale commune. ...Leur comparaison (des espèces) conduit à imaginer entre elles une parenté, qui s'explique par l'évolution. L'existence de ressemblances entre groupes apparus successivement suggère la parenté des espèces qui les constituent. Une espèce nouvelle présente une organisation commune et aussi des caractères nouveaux par rapport à une espèce antérieure dont elle serait issue. L'Homme, en tant qu'espèce, est apparu sur la Terre en s'inscrivant dans le processus de l'évolution.

Capacités : Exploiter des textes, schémas, graphiques images, bases de données afin d'établir une relation de parenté entre les espèces. »



### **Seconde :**

#### **Thème 1 – La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant : une planète habitée**

La biodiversité, résultat et étape de l'évolution.

Au sein de la biodiversité, des parentés existent qui fondent des groupes d'êtres vivants. Ainsi les vertébrés ont une organisation commune. Les parentés d'organisation des espèces d'un groupe suggèrent qu'elles partagent toutes un ancêtre commun.

### **Premières ES et L**

#### **Place de l'Homme dans l'évolution**

### **Terminale S**

#### **Parenté entre les êtres vivants actuels et fossiles – Phylogenèse – Evolution**

« Recherche de parenté chez les vertébrés – L'établissement de phylogénies

L'établissement de relations de parenté entre les vertébrés actuels s'effectue par comparaison de caractères homologues (embryonnaires, morphologiques, anatomiques et moléculaires).

Les comparaisons macroscopiques prennent en compte l'état ancestral et l'état dérivé des caractères. Seul le partage d'états dérivés des caractères témoigne d'une étroite parenté. Ces relations de parenté contribuent à construire des arbres phylogénétiques. Les ancêtres communs représentés sur les arbres phylogénétiques sont hypothétiques, définis par des espèces qui leur sont postérieures : ils ne correspondent pas à des espèces fossiles précises. Une espèce fossile ne peut être considérée comme la forme ancestrale au cours de laquelle se sont différenciées les espèces postérieures.

Lignée humaine – Place de l'Homme dans le règne animal

L'Homme est un eucaryote, un vertébré, un tétrapode, un amniote, un mammifère, un primate, un hominoïde, un hominidé, un homininé : ces caractères sont apparus successivement à différentes périodes de l'histoire de la vie. L'Homme partage un ancêtre commun récent avec le Chimpanzé et le Gorille. Cet ancêtre commun n'est ni un Chimpanzé (ou un Gorille) ni un homme.

## 4 - Nos vieilles erreurs... à ne plus transmettre

### Fossile vivant

Tous les fossiles sont morts ! Les espèces vivantes ne sont pas des fossiles !

On parle parfois de fossile vivant à propos d'une espèce actuelle ressemblant à un fossile connu, comme le coelacanthe (*Latimeria chalumnae*) semblable au coelacanthe fossile datant du Crétacé supérieur ; or le coelacanthe actuel est le résultat d'une longue évolution jusqu'à l'époque actuelle, il peut avoir accumulé des changements génétiques nombreux sans que sa morphologie ne soit très modifiée par rapport aux formes anciennes.

### Chaînon manquant, ancêtres identifiés

La classification phylogénétique établit des arbres de parenté, pas des arbres généalogiques ; on ne connaît pas les ancêtres, on risque d'autant moins d'établir une généalogie complète ! La rareté des fossiles ne permettra jamais de reconstituer entièrement l'évolution : les « chaînons manquants » forment l'immense majorité des formes disparues !

Par contre certaines formes présentant une collection de caractères qui n'existe plus dans les groupes actuels sont nommés des intermédiaires structuraux, et permettent d'établir des parentés entre groupes : par exemple l'*Archeopteryx* possède un mélange de caractères de dinosaures (dents) et d'oiseaux (plumes) et permet d'établir la parenté entre dinosaures et oiseaux (sans pour autant être l'ancêtre des oiseaux).

Par contre l'établissement des arbres de parenté permet d'établir un portrait partiel de l'ancêtre commun hypothétique situé sur la branche commune : il possède tous les attributs partagés par tous ses descendants.

### Espèce primitive ou évoluée – notion de progrès dans l'évolution

Toutes les espèces actuelles sont évoluées ; quand on compare certains de leurs caractères, une espèce peut posséder la forme primitive de ce caractère et l'autre espèce la forme dérivée (fruit d'un changement évolutif) ; par exemple au sein des mammifères, les monotrèmes possèdent des glandes mammaires et le lait suinte à travers la peau, ceci est un caractère primitif comparé aux autres mammifères qui possèdent des glandes mammaires à tétons ; par contre si l'on considère la présence d'éperons venimeux sur les pattes arrière des mâles, ce caractère évolué est trouvé chez l'*Ornythorynque* et pas chez les autres mammifères.

Les vieilles idées de progression linéaire aboutissant à LA forme évoluée qui serait l'Homme ont la vie dure ! L'éperon venimeux est un caractère évolué que nous ne possédons pas. La présence de tétons est un caractère évolué que nous possédons. En classification il faut se garder de faire preuve d'anthropocentrisme.

### Groupes paraphylétiques – groupes privatifs

Notre vocabulaire comprend des mots autrefois utilisés en systématique, dont on voit aujourd'hui qu'ils n'ont pas de sens en phylogénie, car ils ne rassemblent pas tous les descendants d'un ancêtre qui leur a transmis un caractère nouveau. C'est le cas des **reptiles**, leur ancêtre commun étant aussi celui des oiseaux et des mammifères actuels.

Les **poissons** forment un groupe d'animaux qu'on pêche, qu'on achète chez le poissonnier, mais qui ne descend pas d'un ancêtre commun exclusif. Ce sont des vertébrés sans patte, or les absences de caractères n'ont pas de signification en phylogénie (sauf pour la disparition d'organes préexistants, comme la réduction de la queue en *coccyx* chez les hominoïdes).

Les groupes privatifs (**invertébrés** sans vertèbres, **agnathes** sans mâchoires, **procaryotes** sans noyau dans leurs cellules...) sont privés de caractères que l'Homme possède, on voit encore l'héritage anthropocentrique dont il faut se débarrasser en classification. Les invertébrés ne partagent aucun caractère exclusif.

### Confusion tri-classification

Dans une activité de tri, on répond à la question « a ou n'a pas », ce qui est utile pour déterminer un être vivant (trouver son nom dans une clé de détermination). Les clés de détermination sont un outil performant, comme la flore de Gaston Bonnier, pour identifier une espèce.

La construction d'arbres de parenté ne doit pas se faire sur l'absence d'un attribut. Certains documents confondent clé et arbre, on y prendra garde. Les arbres proposés dans ce dossier sont ceux proposés par G. Lecointre et H. Le Guyader, références en classification phylogénétique, ou bien des arbres à construire dans les salles du Muséum.

## 5 - Enseigner par la démarche d'investigation

1- L'enseignant provoque une **situation de départ** qui focalise la curiosité des élèves.

2- Les élèves expriment leurs **conceptions premières**, posent des questions, émettent des avis.

3- L'enseignant organise la **confrontation** des conceptions premières.  
Il sélectionne un **problème scientifique** qui se prête à une **démarche d'investigation** débouchant sur la construction des savoir-faire, des connaissances et des repères culturels prévus par les programmes.

### 4- Démarche d'investigation

Les élèves émettent des **hypothèses** et tentent des explications en utilisant :

4.1 Expérimentation directe conçue et réalisée par les élèves.

4.2 Réalisation matérielle (recherche d'une solution technique).

4.3 Observation directe ou assistée par un instrument avec ou sans mesure.

4.4 Recherche sur des documents.

4.5 Enquêtes et visites.

**Recueil et mise en forme des résultats** en vue de leur communication au sein de la classe.

Retour éventuel sur les étapes antérieures.

### 5- Synthèse

L'enseignant organise la confrontation des résultats, qui débouche sur une formulation d'une connaissance provisoire, propre à la classe. Lorsque la réponse au problème est incomplète ou insuffisante, il amène les élèves à poursuivre l'investigation en variant les moyens. La démarche suivie est mise en forme.

6- L'enseignant amène les élèves à **confronter le résultat de la synthèse au savoir établi** ou savoir savant, dans la perspective d'une généralisation d'une connaissance ou d'un savoir faire. Les élèves, avec l'aide de l'enseignant, mettent en forme la trace écrite.

Nouveaux problèmes, nouvelles questions.

7- L'enseignant **évalue**, les élèves font le point sur ce qu'ils ont appris et sur la façon dont ils l'ont appris.

## 6 - Des ateliers de classification dans les salles du Muséum

Les documents qui suivent vous permettent de faire travailler vos élèves avec les animaux sous les yeux, dans les vitrines des salles Atlas, Montagne Vivante et Carnaval des Insectes, avec des difficultés variables.

Un **premier document** à destination des élèves, permet d'observer les animaux de la Salle Atlas et de remplir un tableau d'attributs. C'est la seule salle où l'on peut trouver d'autres vertébrés que des oiseaux ou mammifères. Cet exercice permet entre autres de rassembler dans le même groupe (celui des sauropsides) les oiseaux et "reptiles" ici un lézard : **bien faire repérer les écailles sur les pattes de l'oiseau !**

Après avoir rempli leur tableau, les élèves peuvent constituer les groupes : c'est difficile, sauf si on partage le travail : un groupe d'élève traite un attribut. Dans ce cas, à la mise en commun, on se rend compte de l'emboîtement des groupes, et les élèves peuvent tenter de les emboîter correctement...

On peut aussi donner une image de chaque animal à chaque élève, et les élèves se rassemblent en groupe selon les attributs qu'ils (l'animal qu'ils représentent) partagent. Ils peuvent constituer des sous groupes dans les grands groupes.

C'est difficile, on peut alors passer au **deuxième document** qui sert de référence scientifique (voilà comment les scientifiques construisent les groupes pour cet échantillon d'animaux). On voit aussi la présentation en arbre de parenté, qui donne autant d'information que les groupes emboîtés (mais qui est plus facile à remplir !) Selon le temps, on peut prévoir de remplir seulement le tableau en visite, et faire la suite en classe.

Le **troisième document** permet de faire un travail similaire dans la salle Montagne Vivante, avec encore une fois les groupes emboîtés (**quatrième**) et l'arbre correspondant (**cinquième**).

Les deux documents suivants sont à réserver à des experts ! Ils permettent d'établir dans la Montagne Vivante, des groupes plus précis avec un plus grand nombre d'attributs et d'animaux. Vérifiez que vous vous en sortez avant de lancer vos élèves ! (**sixième**). Enfin le dernier concerne les Arthropodes, dont une activité à faire dans la salle Carnaval des Insectes, pour des élèves déjà à l'aise avec les groupes emboîtés.



Squelette interne (Vertébrés), quatre membres (Tétrapodes)

Ecailles sur la peau (Sauropsidés)

Plumes sur la peau (Oiseaux)

Main à quatre doigts (Lissamphibiens)

Poils sur la peau, oreilles à pavillon externe (Mammifères)

Incisives très coupantes (Rongeur)

Sabots (Cétartiodactyles)

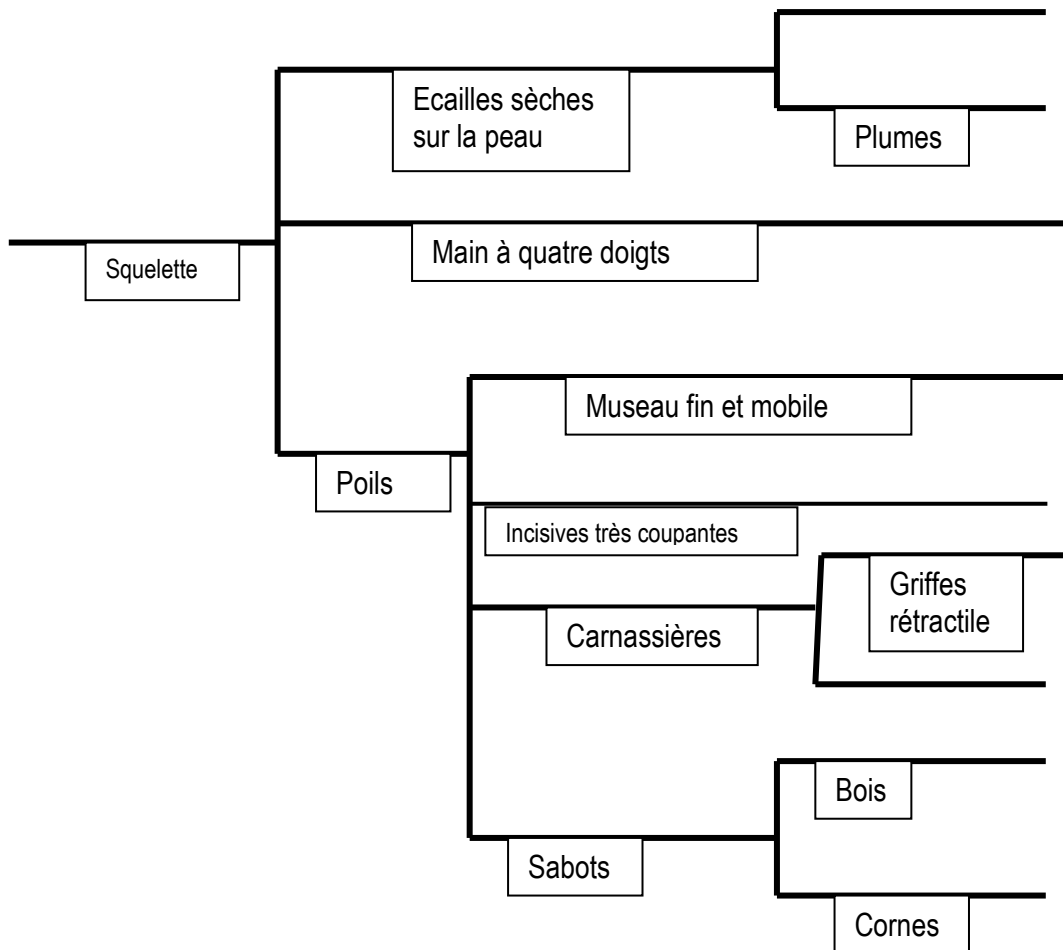
Corne permanente (Bovidés)

Bois (corne osseuse temporaire) (Cervidés)

Museau fin et mobile (Insectivore)

Crocs et carnassières (Carnivores)

Griffes rétractiles (Félidés)





Squelette interne (Vertébrés)

Plumes (Oiseaux)

Poils, mamelles, oreilles à pavillons externes (Mammifères)

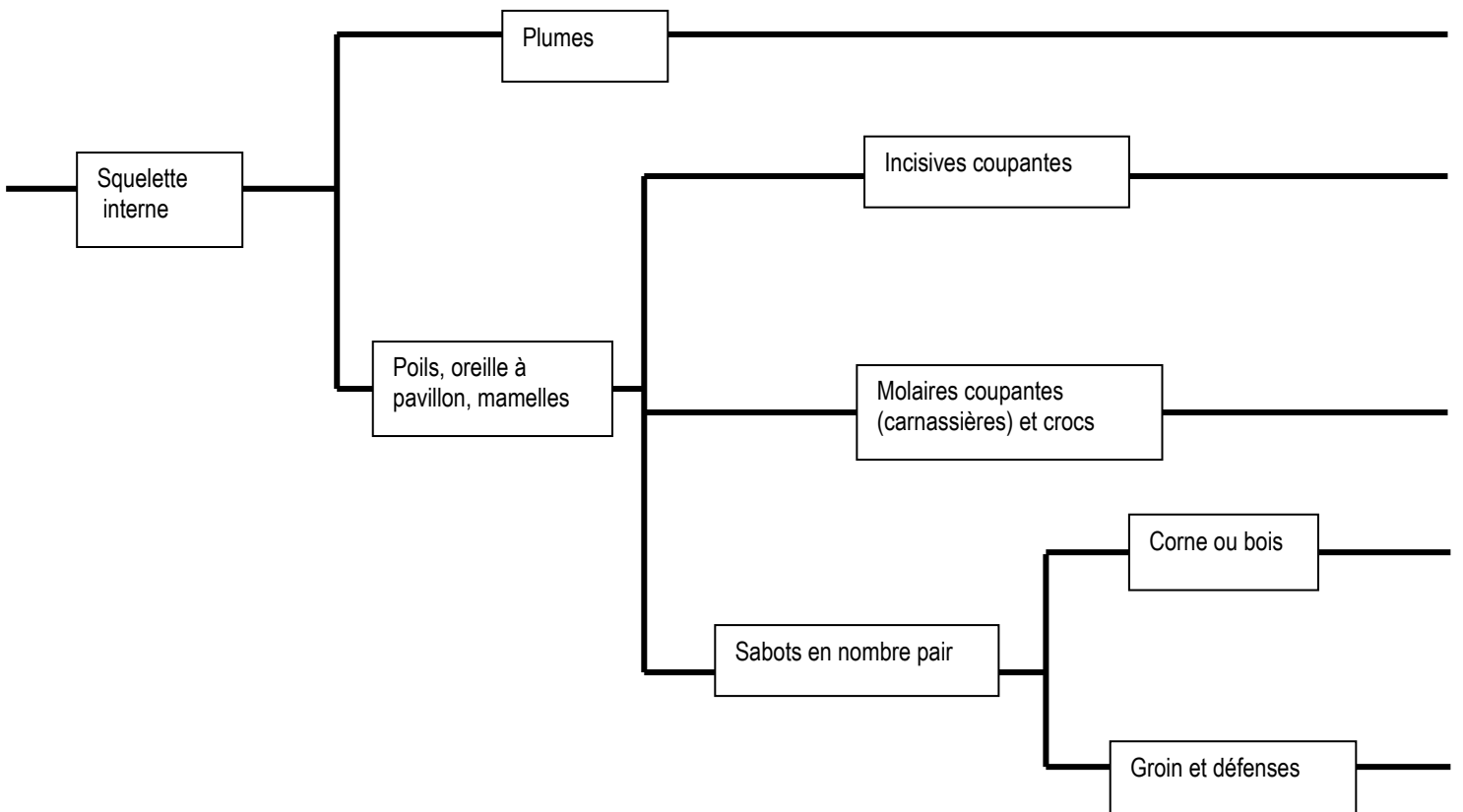
Incisive coupante à croissance continue (Glires : rongeurs et lagomorphes)

Carnassières: molaires coupantes (Carnivores)

Sabots en nombre pair (Artiodactyles)

Cornes, ou bois, et quatre poches digestives permettant la rumination (Ruminants)

Groin, canines inférieures en défenses (Cévidés)





Squelette interne (Vertébrés)

Plumes  
(Oiseaux)

Bec crochu, serres (Rapaces)

Yeux en avant de la face  
(Strigiformes)

Caroncule (Galliformes)

Poils, mamelles, oreilles à pavillons externes  
(Mammifères)

Incisive coupante à croissance  
continue (Glires)

Une paire d'incisives (Rongeurs)

Deux paires d'incisives (Lagomorphes)

Carnassières  
(carnivores)

(Canidés)

Corps allongé, pattes  
courtes (Mustélidés)

Griffe rétractile  
(Félidés)

Nombre pair de sabots  
(Cetartiodactyles)

Groin, canines inférieures en  
défenses (Suidés)

Estomac et œsophages en quatre poches, permettant la  
ruminantion (Ruminants)

Bois (cornes osseuses recouvertes de peau  
et tombant chaque année) (Cervidés)

Cornes osseuses permanentes  
couvertes d'un étui corné (Bovidés)



<b>Yeux, bouche</b>	<b>Sabots en nombre pair</b>	<b>Trois paires de pattes</b>
<b>Squelette interne</b>	<b>Incisives coupantes à croissance continue</b>	<b>Nombreuses paires de pattes</b>
<b>Quatre membres</b>	<b>Carnassières (molaires tranchantes)</b>	<b>Deux antennes</b>
<b>Poils, oreilles à pavillons externes</b>	<b>Squelette externe</b>	<b>Chélicères et quatre paires de pattes</b>
<b>Ecailles sur les pattes</b>	<b>Plumes, ailes</b>	

## Yeux, bouche

### Squelette interne, quatre membres

#### Poils, oreilles à pavillons externes

Sabots en nombre pair

Incisives coupantes à croissance continue

Carnassières (molaires tranchantes)

#### Ecailles sur les pattes

Plumes, ailes

### Squelette externe

Trois paires de pattes et deux antennes

Nombreuses paires de pattes et deux antennes

Quatre paires de pattes, chélicères

## 8 - Un exercice de classification dans la salle Carnaval des Insectes



Bonjour, je suis le Machaon, tu peux me voir dans certaines vitrines ; je t'invite au

### Carnaval des Insectes

Cette belle salle va nous permettre de mieux connaître les insectes et comment on les classe.

### Il n'y a pas que des insectes dans cette salle !

Repère dans les vitrines : la Mygale, la Lule, les Bousiers, les Machaons, observe-les bien. Coche pour chacun, dans le tableau ci-dessous, les attributs que chacun possède.

Attribut	Squelette externe, pattes articulées	Tête portant 2 antennes, thorax portant 6 pattes, et 2 ou 4 ailes, abdomen	Nombreux segments identiques portant des pattes	Tête et thorax soudés, 8 pattes, chélicères et pédipalpes vers l'avant	Ailes antérieures dures (élytres) recouvrant les ailes membranées	Ailes couvertes d'écaillés colorées
Espèce						
Mygale						
Lule						
Bousier						
Machaon						

Fais vérifier ton tableau. Tu vas pouvoir distinguer plusieurs **groupes** d'animaux qui partagent des attributs.

Ces animaux sont tous des **arthropodes**. La **lule** est un **myriapode**. La **Mygale** est un **arachnide**. Les **machaons (groupe : papillon)** et les **bousiers (groupe : coléoptère)** sont les seuls **insectes** de cette petite collection... Place les noms des espèces dans les bonnes boîtes ci-dessous ; ensuite précise quel attribut est partagé dans chaque groupe.

Arthropodes – attribut partagé :

Insectes – attribut partagé :

Coléoptère – attribut partagé :

Papillon – attribut partagé :

Myriapodes attribut partagé :

Arachnides – attribut partagé :

## Webographie sur la classification phylogénétique

<http://www.perigord.tm.fr/~ecole-scienc/PAGES/MONVIV/Classif/SoMod.htm>

(ou [www.perigord.tm.fr](http://www.perigord.tm.fr) puis sélectionner éducatif, puis école des sciences, puis activités ; le monde vivant.)

Un site proposant des documents téléchargeables permettant de classer les animaux de la ferme, de la forêt tempérée, de la savane africaine, pour les cycles 2 et 3.

<http://www.inrp.fr/lamap/>

(Choisir Activités puis biologie puis classification)

Le site de la main à la pâte, qui vous propose des activités et des documents téléchargeables pour les cycles 2 et 3 (classer des animaux de la forêt tempérée ; classer les animaux de la poissonnerie ; l'homme, un animal comme les autres ; une proposition d'activités sur la classification des êtres vivants en cycle 3).

[http://www.ac-orleans-tours.fr/svt/infosvt/ipr/enseigner\\_classification.ppt](http://www.ac-orleans-tours.fr/svt/infosvt/ipr/enseigner_classification.ppt)

Un diaporama destiné aux enseignants de collège, sur l'enseignement de la classification.

<http://www.ac-creteil.fr/svt/cdromlog/phylogenie/phylo.htm>

Une page de présentation de l'ouvrage « Comprendre et enseigner la classification du vivant » par G. Lecointre et H. Le Guyader, chez Belin.

<http://tolweb.org/tree/phylogeny.html>

Un site international, en anglais, où vous pouvez explorer l'arbre de la vie que construisent les scientifiques du monde entier.

## Bibliographie sur la classification phylogénétique

L'incontournable ouvrage cité plus haut « **Comprendre et enseigner la classification du vivant** », où des exemples de séquences testées sont proposées, avec des fiches à photocopier.

### **Graine de sciences 4, aux éditions du Pommier**

Un ouvrage collectif d'enseignants et de scientifiques, destiné aux parents et enseignants « qui veulent accompagner les enfants dans la découverte des sciences ».

« **Classer des animaux au quotidien, cycles 2 et 3** », Chanet, B. et Lusignan F. Collection « Au quotidien », SCEREN-CRDP de Bretagne, 96 pages + cédérom, février 2007.

"**Le rêve d'Estelle la pipistrelle**" un album qui raconte les diverses rencontres d'Estelle avec des animaux qui lui ressemblent plus ou moins, et un classeur plein de conseils et d'activités pour les enseignants. Françoise Drouard, éditions CELDA, 2008.