

BOITE À OUTILS

Pourquoi travailler la notion de classification phylogénétique ?

Les animaux sont abordés sous de nombreux aspects dans les classes de maternelle et de primaire : observation de leur diversité, analyse de leur anatomie, de leur régime alimentaire, de leur manière de se reproduire, de se déplacer, de respirer... Ces différentes approches peuvent constituer aussi une façon de les classer, de les regrouper, qui, selon le critère choisi, donne lieu à des regroupements différents.

La classification phylogénétique quant à elle rassemble dans un même groupe des espèces qui possèdent les mêmes caractéristiques, appelées aussi attributs. Ce qui est spécifique à cette classification est que les attributs n'ont pas été choisis au hasard pour réaliser des groupements, mais ils représentent une nouveauté évolutive apparue à un moment donné dans la longue histoire de l'évolution des vivants. S'intéresser à ces attributs et à la manière de classer les animaux permet d'aborder la notion d'évolution des espèces avec les élèves et de comprendre ainsi les liens de parenté celles-ci.

Intégrer cette manière de classer à son enseignement est importante afin de préparer l'élève à acquérir un esprit critique vis-à-vis de diverses croyances telle que le créationnisme par exemple. Dans les classes de l'enseignement fondamental, apprendre à classer comme le font les phylogénéticiens, c'est installer les bases correctes pour comprendre plus tard l'évolution des êtres vivants.

Une approche de la théorie de l'évolution avec le jeune enfant est une tâche difficile et n'apparaît dans les programmes qu'en fin de cycle primaire. Toutefois, comme le moment didactique l'explique, il est primordial d'installer les bases de ce concept dès le plus jeune âge.

Ce qu'il faut savoir en tant qu'enseignant ?

Pour entrer dans la logique de la classification phylogénétique, il est important que les élèves connaissent la notion d'attribut.

Les attributs ont été déterminés par les phylogénéticiens et sont des caractères souvent anatomiques qui ont représenté un avantage à un moment donné de l'évolution des espèces.

Ces caractères évolutifs :

- **Sont objectifs** : ils ne sont pas laissés à l'appréciation personnelle. En se basant sur ce critère, tout le monde fera le même classement. Un organisme qui possède une bouche et des yeux ou structures apparentées est un animal ;
- **Permettent un classement exclusif** : un animal ne peut appartenir à deux groupes différents ;
- **Sont positifs** : le critère décrit ce que l'animal a et pas ce qu'il n'a pas !

Ce dernier point permet de comprendre pourquoi on ne peut pas parler d'invertébrés pour désigner le groupe des animaux qui n'ont pas de squelette interne. La question que l'on se pose spontanément suite à ce constat est qu'ont-ils alors comme attribut ?

Quelques exemples d'attributs à caractère évolutif d'organismes connus des élèves :

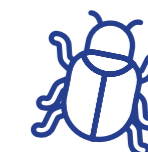
- **Une coquille** qui est une enveloppe protectrice dure et calcaire et **une ou deux paires de tentacules sur la tête**, comme l'escargot, la moule, la coquille St-Jacques, la limnée... Attributs caractéristiques des animaux de l'embranchement des mollusques ;



- **Un squelette externe** qui est une enveloppe protectrice chitineuse et **des pattes articulées**, comme le carabe, l'araignée, le cloporte, le mille-pattes... Attributs caractéristiques des animaux de l'embranchement des arthropodes ;



- **Un corps composé d'anneaux successifs semblables** comme le ver de terre, la sangsue, le néréis... Attribut caractéristique des animaux de l'embranchement des annélides.



Les animaux de ces trois catégories regroupent les organismes que les élèves rencontrent couramment en observant les petites bêtes du sol. D'autres animaux, plus macroscopiques, que les élèves peuvent rencontrer dans les parcs, à la campagne, dans les zoos... appartiennent à l'embranchement des vertébrés dont la caractéristique évolutive est la **présence de vertèbres** désignée dans la classification par la **présence d'un squelette interne**.

Parmi ce groupe des vertébrés, les phylogénéticiens dissocient ceux qui ont un **squelette interne osseux** de ceux qui ont un **squelette interne cartilagineux**. Cette dernière caractéristique concerne le groupe des requins et des raies.

Parmi les organismes qui ont un squelette interne osseux, les attributs évolutifs pris en compte et apparus il y a longtemps dans le processus évolutif du vivant sont la présence de **nageoires à rayons** (groupe des poissons osseux) et la présence de **4 membres** (groupe des tétrapodes).

Lorsque l'on tient compte de ces attributs pour classer des organismes que l'on peut trouver dans le jardin, par exemple, on obtient une organisation en arbre ou ensembles emboîtés telle que proposée par les figures 1 et 2. Les attributs pris en compte pour ce classement sont notés à chaque départ de ramification ou au-dessus de chaque ensemble constitué.



Figure 1 : Représentation d'une collection des animaux du jardin sous forme d'arbre phylogénétique. L'ancêtre commun à ces organismes possédait une bouche et des yeux. (Lecointre, 2008. Page 305)

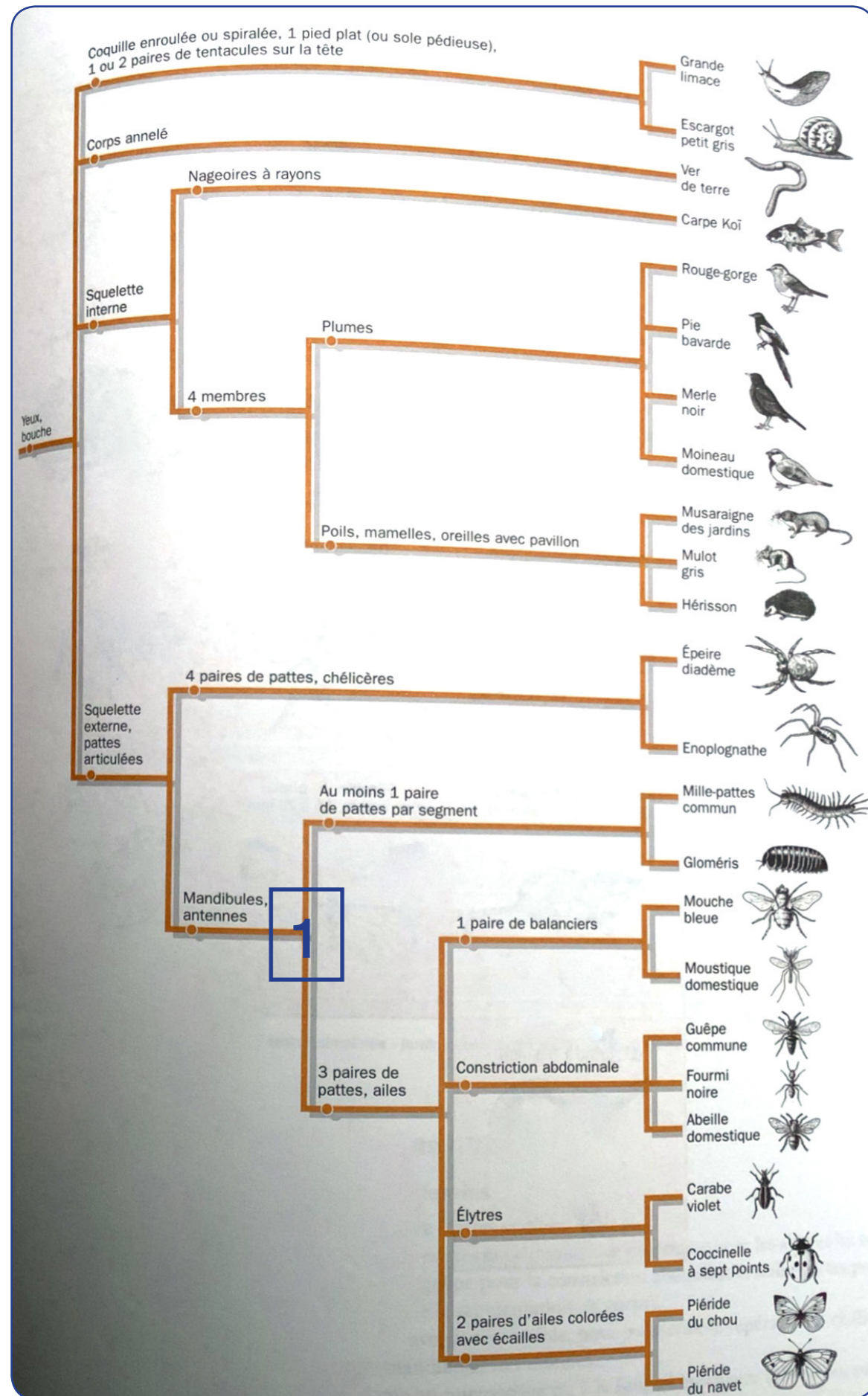
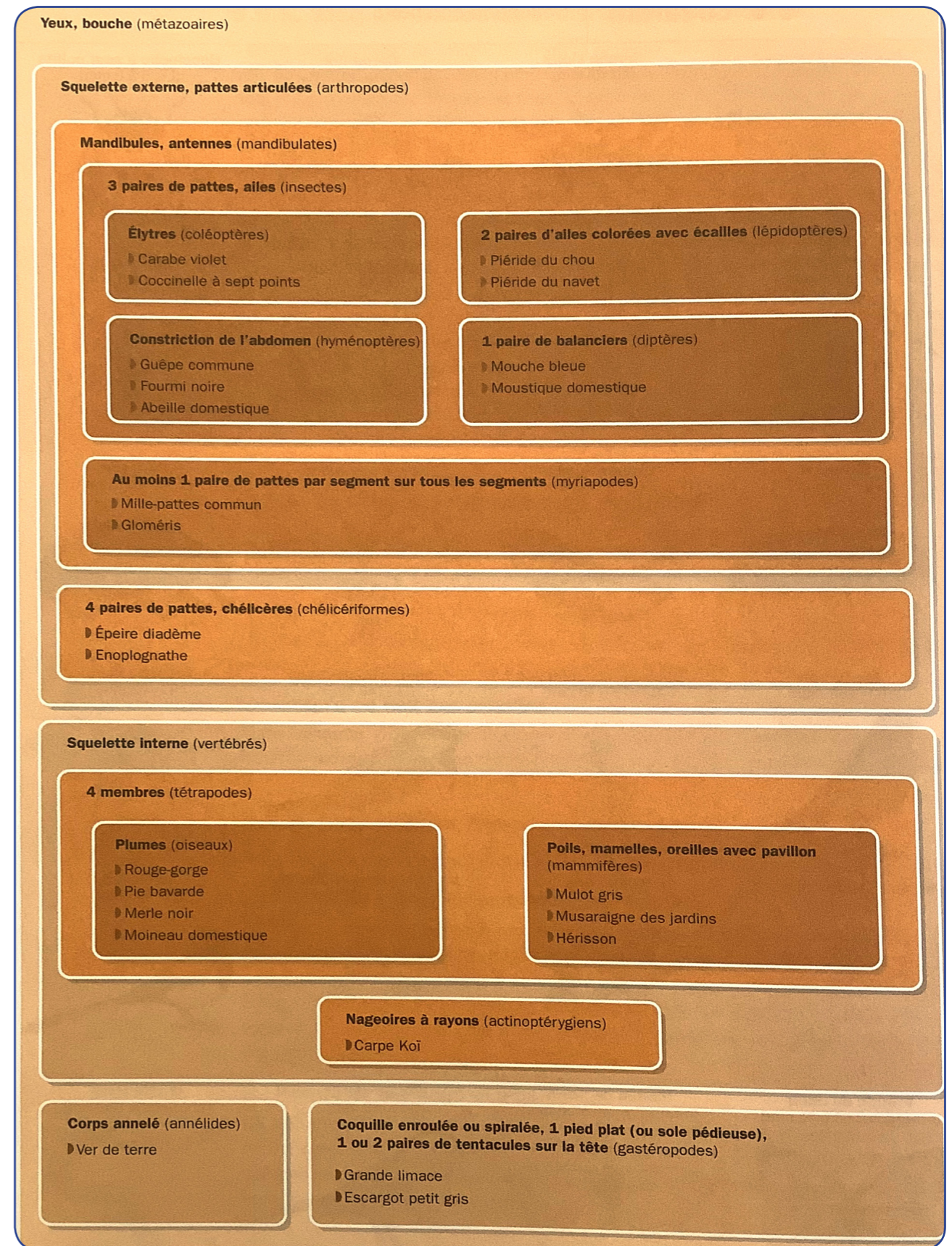


Figure 2 : Représentation d'une collection des animaux du jardin sous forme d'ensembles emboîtés. (Lecointre, 2008. Page 304)



Afin de permettre à l'élève de réaliser le classement évolutif des espèces, il est important d'aborder avec lui quelques éléments essentiels d'anatomie, comme les notions de membres, de pattes articulées et de poils par exemple, pour débiter l'apprentissage. Le critère « membres » pose généralement problème car le langage courant nomme les appendices qui permettent aux vivants de se déplacer par le terme « pattes ». Or l'attribut « pattes » en tant que tel n'existe pas dans la classification, le scientifique parlera de « membres » ou de « pattes articulées ». Les membres sont spécifiques des tétrapodes. Les ailes des oiseaux ainsi que les nageoires des dauphins (mammifères) et des manchots (oiseaux) sont donc des membres.

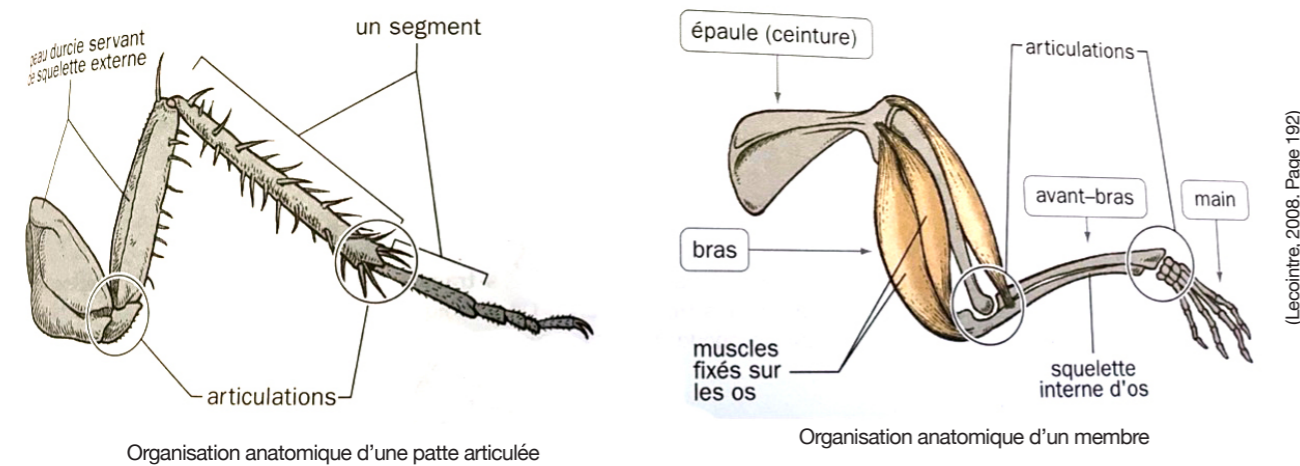
Les pattes articulées sont spécifiques des organismes appartenant à l'embranchement des arthropodes.

Qu'est-ce qu'un membre ?

Un membre est formé de trois parties osseuses articulées, mobilisées par une musculature. Il est raccordé au reste du squelette par une ceinture (bassin ou épaule).

Qu'est-ce qu'une patte articulée ?

C'est un appendice du corps formé de segments rigides articulés entre eux. La rigidité est due à la présence d'une peau protégée par une partie durcie appelée squelette externe.



Le nombre de pattes articulées est un critère évolutif également pris en compte. Les organismes qui ont trois paires de pattes (classe des insectes) seront séparés de ceux qui en possèdent quatre paires (classe des arachnides), de ceux qui en possèdent 5 à 7 ou qui ont deux paires d'antennes (classe des crustacés) et encore de ceux qui en possèdent une à deux paires par segment (classe des myriapodes - mille-pattes).

Dans le langage courant, le terme « poil » désigne tout revêtement filiforme indépendamment de sa structure. Or le poil au sens strict et scientifique du terme est un attribut exclusif des mammifères. Les élèves vont rapidement soulever que les insectes ou les araignées possèdent des poils également ; pour les scientifiques, ceux-ci sont des soies.

Il est nécessaire de faire la distinction entre :

- Le poil de mammifère est un poil implanté dans la peau et associé à des glandes (glande sébacée et, souvent, glandes sudoripares) ;
- Les autres « poils », ceux des insectes et des arachnides qui sont des poils de surface. Ils correspondent à un soulèvement de la partie supérieure de la peau, l'épiderme. Dans ce cas, ces prolongements filiformes sont appelés des soies.

La figure 3 permet de comparer l'organisation anatomique d'un poil et d'une soie.

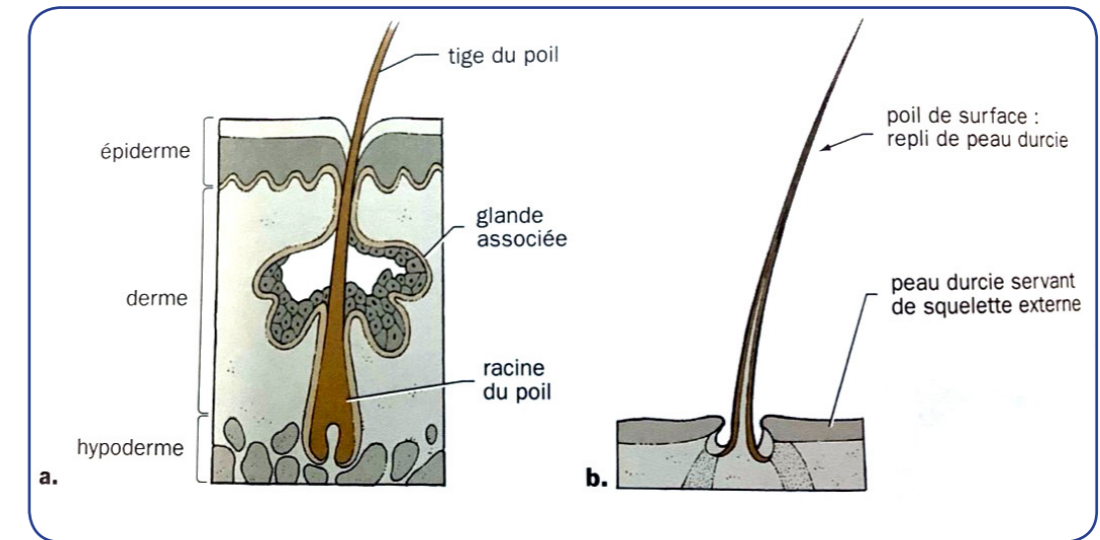


Figure 3 : Vue en coupe d'un poil de mammifère (a) et d'une soie d'insecte (b). (Lecointre, 2008, Page 194)

Compte tenu de l'extrême diversité des formes, des longueurs et des épaisseurs, il existe une multitude de termes spécifiques que l'on peut regrouper sous le même terme générique de poil implanté comme les vibrisses, moustaches, sourcils, cils ou encore cheveux.

Pour pouvoir classer de manière phylogénétique un organisme, il faut donc d'abord observer son anatomie et déterminer quels sont ses attributs évolutifs.

Par exemple, si l'organisme possède une bouche et des yeux, il appartient au règne animal. S'il possède un squelette interne osseux, quatre membres et un corps couvert de poils, il appartient au groupe des mammifères. Et ainsi de suite, pour d'autres organismes.

Au fur et à mesure de ce travail, un arbre ou un ensemble emboîté phylogénétique se constitue. Celui-ci permet de prendre conscience des liens de parenté entre les espèces. Par exemple, lorsque l'on analyse les figures 1 et 2, on observe que le mille-pattes commun est plus proche parent du moustique que du ver de terre car en « remontant l'arbre du vivant », l'ancêtre commun au moustique et au mille-pattes se rencontre en premier lieu (noté 1 sur la figure 1).

Il est aisé de se rendre compte que, sans un travail sur l'observation et l'analyse préalable des caractéristiques anatomiques des animaux rencontrés, il est impossible d'entamer l'apprentissage de la classification phylogénétique des organismes.

Repérer les attributs partagés par les animaux d'une collection est donc une nécessité pour effectuer un classement selon la logique de la phylogénie.

En parlant de collections, précisons qu'il s'agit bien de raisonner sur des collections d'animaux, des petites collections en maternelle. La sélection des animaux est pensée en fonction du côté observable évident des attributs évolutifs.



MOMENT DIDACTIQUE

La classification phylogénétique¹...

« Le monde vivant est si divers qu'il nous fascine et que nous éprouvons le besoin d'y mettre un ordre rationnel, du plus jeune enfant au scientifique chevronné. Une fois l'opération de classification comprise, de 7 à 77 ans, tous en redemandent. » Lecointre, 2008.

De 7 à 77 ans... Nous pouvons même avancer qu'ils en redemandent dès l'âge de 5 ans. Au terme de la séquence proposée dans les classes maternelles, nombreux ont été les enfants à demander dans quel groupe placer tel animal.

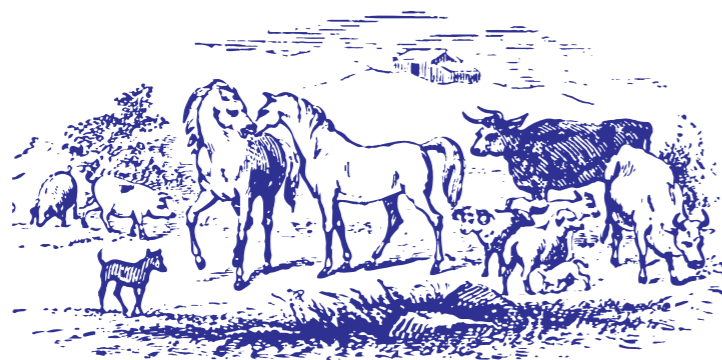
- « Moi, j'ai un poisson rouge. Il va dans quel groupe ? »
- « A-t-il une bouche, des yeux... »
- « Oui ! »
- « A-t-il des poils, des plumes ? »
- « Non. Il a des écailles... »
- « ... »

Les enjeux scientifiques associés à cette « nouvelle » classification

Les changements dans l'approche de la classification phylogénétique n'ont pas toujours été compris. Ils ont parfois été interprétés comme une nouvelle mode, comme une mise à jour trop précoce des contenus de l'enseignement par des connaissances trop sophistiquées. Il y a derrière ces changements des enjeux scientifiques véritables comme :

- ❖ Cesser de confondre trier, ranger et classer ;
- ❖ Comprendre que différentes classifications existent et qu'elles résultent de préoccupations distinctes ;
- ❖ Renouer classification et observation ;
- ❖ Rompre avec le discours « ils ont six pattes parce que ce sont des insectes » pour passer à « ce sont des insectes parce qu'ils ont six pattes » ;
- ❖ Rompre avec l'anthropocentrisme et les classifications irrationnelles en ignorant des regroupements d'espèces argumentés sur des absences ;
- ❖ Renforcer le vocabulaire anatomique ;
- ❖ Apprendre de nouveaux noms comme une conséquence de procédure ;
- ❖ Se donner les moyens de parler d'évolution biologique ;
- ❖ Comprendre que la science des classifications, la systématique, fait des progrès, comme toute science et que les classifications sont susceptibles de changements.

Au final, il ne s'agit pas d'avoir une vision exhaustive des groupes présents dans une mare ou au jardin, mais de comprendre ce qu'est classer.



¹ Inspiré de G. Lecointre (2^e édition, 2008). Comprendre et enseigner la classification du vivant. Paris : Éditions Belin.

Pourquoi cette « nouvelle » classification du vivant ? Quelques mots d'histoire...

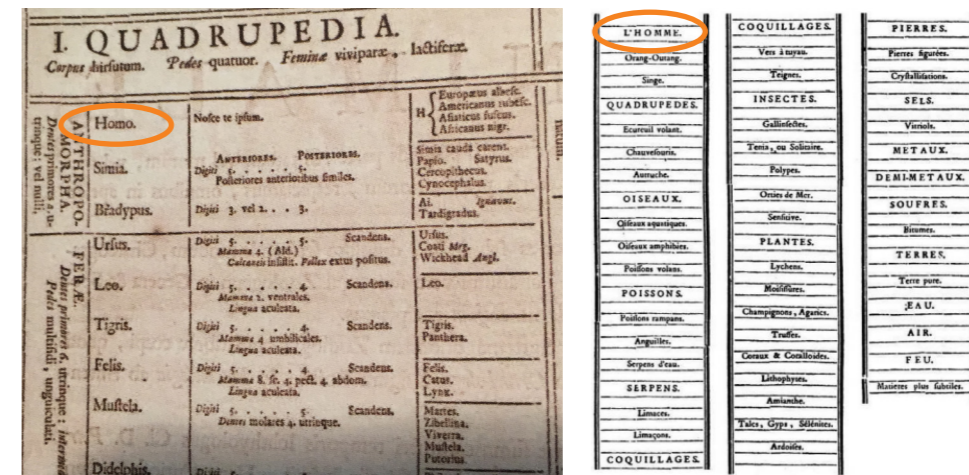


Figure 1 : Organisation du règne animal "Systema naturae" selon Linné (1707 – 1778)².
Figure 2 : Organisation de l'échelle des êtres selon Charles Bonnet (1720-1793), naturaliste suisse, contemporain de Linné³.

C'est à partir de la Renaissance que l'idée de comprendre l'ordre qui régit la Nature émerge, avec l'apparition des premières classifications naturelles. Les scientifiques commencent à comparer les êtres vivants, sur la base de ce qu'ils ont mais également de ce qu'ils n'ont pas. La classification de Linné (1707-1778) est née dans ce contexte où science et théologie étaient fortement liées. La classification du vivant se devait de refléter un ordre divin, au sommet duquel se trouvait l'Homme, créature parfaite. Les êtres vivants furent donc classés « en comparaison avec l'Homme ». Les invertébrés, contrairement à l'Homme, n'ont pas de vertèbres.

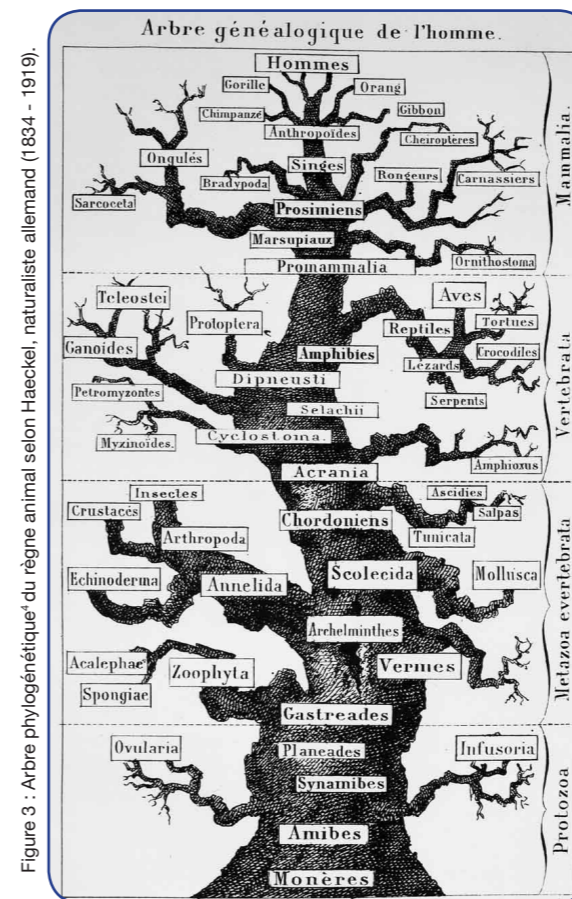


Figure 3 : Arbre phylogénétique⁴ du règne animal selon Haeckel, naturaliste allemand (1834 - 1919).

À partir de la seconde moitié du 18^e siècle, les idées évoluent et l'idée que la nature pourrait modifier les espèces fait son chemin. Lamarck (1744-1829) puis Darwin (1809-1882) participent à imposer le fait que les espèces se transforment au cours du temps et légèment leurs caractères héréditaires à leur descendance. L'image de l'arbre « phylogénétique » supprime celle de l'échelle des êtres.

Schématiquement, deux types de caractères sont ainsi transmis : des caractères « anciens », c'est-à-dire non modifiés, et des caractères « nouveaux », c'est-à-dire des caractères qui se sont transformés et dont la transformation est à l'origine de l'évolution de l'espèce considérée. La conséquence fondamentale de cette propriété est qu'un attribut trouvé à l'état identique chez plusieurs espèces actuelles a probablement été légué par un ancêtre commun à ces espèces. Cet ancêtre commun est hypothétique car la généalogie des espèces au cours des temps géologiques est et restera inaccessible. Le scientifique ne peut observer que le résultat de cette généalogie complexe qui est la diversité actuelle des espèces⁴.

² https://fr.wikipedia.org/wiki/scala_naturae

³ Bainbridge, D. (2020). Page 62. La classification animale. Paris : Delachaux et Niestlé.

⁴ Bainbridge, D. (2020). Page 162. Op cit

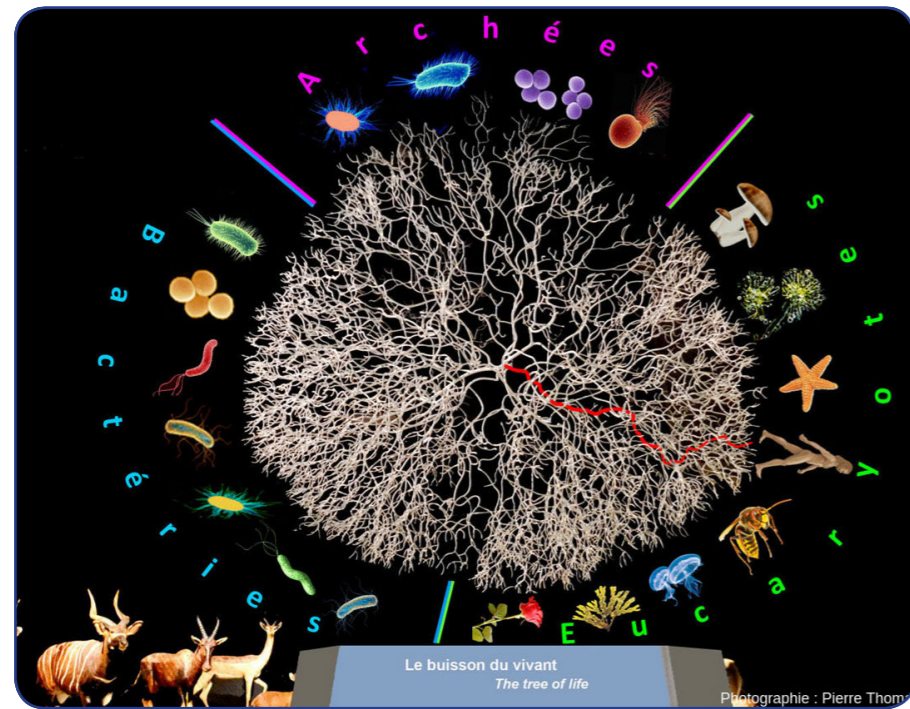


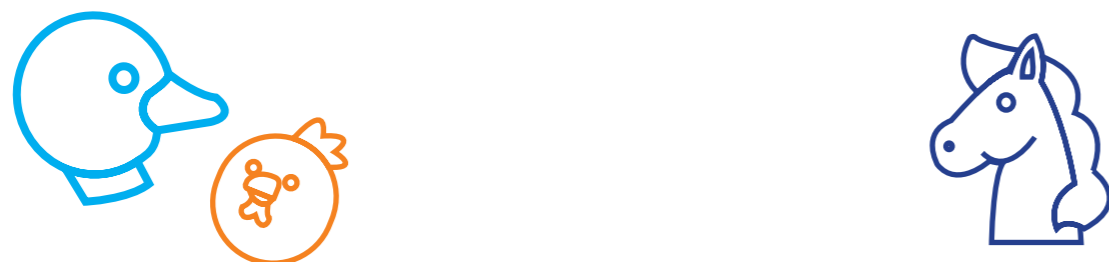
Figure 4 : Le buisson du vivant⁵ a maintenant supplanté l'arbre du vivant. L'Homme n'occupe plus le sommet de l'arbre : il est sur la branche des primates au sein des mammifères.

D'après ce principe de transmission des caractères, il est possible de déterminer qui est le plus proche parent de qui. Cependant, malgré cette transformation des idées, les classifications vont continuer à contenir à la fois des groupes ayant une réelle signification phylogénétique et des groupes non fondés sur l'apparement. Ce cadre de référence continue à placer l'Homme au rang d'être le plus évolué (au sommet de l'arbre) assignant aux autres animaux le statut d'êtres plus ou moins primitifs selon leur degré de proximité apparente à l'Homme. Or, tous les groupes d'animaux sont le résultat d'une histoire évolutive, différente mais tout aussi importante dans l'histoire de la vie sur Terre que celle des vertébrés. Le buisson du vivant, qui met en avant la phylogénie des espèces, est alors choisi comme modèle illustratif de l'évolution du vivant.

« Représenter l'arbre du vivant comme un buisson sphérique porte un message : de même qu'il n'y a aucun point privilégié à la surface d'une sphère, il n'y a aucun rameau particulier ou privilégié dans ce buisson du vivant. Le trajet qui va de LUCA (dernier ancêtre commun universel) à Homo sapiens (trajet surligné en rouge par anthropocentrisme) n'a rien de plus ni rien de moins que les millions d'autres. » (Pierre Thomas, 2015)⁶

Le centre de ce buisson symbolise l'ancêtre commun à tous les organismes vivants et la périphérie représente notre présent et toutes ses espèces vivantes. Entre ces deux zones, certaines branches s'arrêtent. En effet, certaines espèces disparaissent sans laisser de descendance. D'autres se séparent éventuellement en plusieurs branches car une innovation biologique permet l'émergence de nouvelles espèces.

Guillaume Lecointre reprend les principales idées du pourquoi la classification des êtres a été modifiée au cours du temps par les scientifiques dans la vidéo suivante (jusqu'à 5'20") : <https://www.youtube.com/watch?v=rbrKnUSP7E8>



⁵ Illustration <https://www.google.be/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fplanet-terre.ens-lyon.fr%2Fressource%2Fimg492-2015-04-06.xml&sig=AOvVaw1XCK8uyi6YDEuQr1zzlcVR&ust=1624618351399000&source=images&cd=vfe&ved=0CAoQjRxqFwoTCjilipyNsPECFQAAAAAdAAAAABAD>

⁶ Thomas, P. (2015) Comment et pourquoi représenter l'arbre phylogénétique du vivant? La réponse du musée des confluences de Lyon. Récupéré le 28 juin 2021 de <https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/img492-2015-04-06.xml>

Comment travailler la classification phylogénétique dans les classes fondamentales ?

Le concept de classification des êtres vivants selon leur degré de parenté est un bel exemple qui illustre l'évolution constante des connaissances dans le domaine des sciences et les répercussions que cela entraîne dans les pratiques enseignantes. Les recherches permanentes effectuées par les scientifiques, ici les systématiciens plus spécifiquement, nécessitent une mise à jour des cours.

Les classifications biologiques proposées dans les classes ne sont généralement pas phylogénétiques. Elles portent toujours la trace d'une soumission aux influences religieuses de l'époque de Linné⁷ durant laquelle la classification des espèces reflétait l'ordre divin au sommet duquel se trouvait l'Homme, créature parfaite. Le groupe des invertébrés, encore souvent proposé comme regroupement dans les écoles, est donc défini par ce qui manque aux espèces qu'il renferme, par rapport à l'Homme (ils n'ont pas de vertèbres). Ce critère est établi comme si le but était de comparer les êtres vivants à l'Homme mais de plus, rassemble des objets sur la base de ce qu'ils n'ont pas, ce qui est une aberration, selon la logique mathématique.

L'approche de la classification phylogénétique ne se veut pas être une manière précoce d'aborder des contenus d'enseignement abstraits mais plutôt d'installer, dans le cadre d'un enseignement en spirale, dès l'école maternelle et primaire, les fondements nécessaires à la compréhension de théories plus complexes comme l'évolution des espèces.

Comprendre les données proposées à la figure 5 pourrait être un objectif à atteindre au terme de la fin du primaire. Il est évident que l'accès à cette connaissance ne pourra être mise en place que si tous les cycles du fondamental sont concernés par cet apprentissage.

Travailler ce nouveau concept de classification phylogénétique ne signifie pas pour l'enseignant qu'il doit modifier sa pratique lorsqu'il aborde des activités associées à la compréhension de l'organisation du vivant, mais qu'il doit veiller à ce que l'élève observe également les animaux au regard de ce qu'impose comme savoir de nécessité le concept de parenté des espèces.

L'idée est donc d'apprendre, dès le plus jeune âge, à rassembler les individus selon des critères physiques, attributs, qu'ils partagent. Il s'agit donc dans le même temps d'apprendre aux élèves à CLASSER. L'action de classer, à ne pas confondre avec les actions de trier et ranger, se révèle être un nœud didactique qui pourrait empêcher l'élève de comprendre le fondement de la classification phylogénétique. Il est donc nécessaire de consacrer plusieurs petits moments d'apprentissage à cette notion incontournable dès la maternelle.

De l'école maternelle au début du primaire

Les activités proposées à l'école maternelle, comme le souligne Giordan⁹, se conçoivent sur le long terme. Les différents aspects de la découverte du vivant ne peuvent être abordés qu'à partir de mises en situation et d'observation du réel qui répondent à la curiosité des enfants. De manière générale, c'est ce qui se passe déjà dans les classes maternelles. Il ne faut donc rien changer à ces pratiques déjà en place, mais susciter une observation dirigée en regard de ce que l'élève devra mobiliser plus tard pour comprendre la parenté des espèces.

La séquence développée dans ce magazine propose principalement un outil de structuration des apprentissages pour installer ces bases de la classification phylogénétique : construire un lexique pour nommer les éléments de la morphologie des animaux, repérer ceux-ci, construire des référents, procéder à des classements explicites sur base de photos du réel observé dans l'environnement proche de l'élève. Préalablement à ces apprentissages, dans le cadre du travail mené, c'est la découverte de la diversité du vivant aux abords de l'école qui a d'abord retenu l'attention des élèves à l'extérieur de la classe. De petits animaux ramenés en classe ont suscité une observation approfondie : une attention aux modes de déplacement, aux comportements des uns et des autres... Ces activités étaient essentielles afin de maintenir la curiosité et la motivation des élèves tout au long de la séquence.

⁷ Carl Von Linné (1707 – 1778) naturaliste suédois a répertorié, nommé et classé la plupart des espèces vivantes connues à son époque. Sa classification des espèces s'inscrit dans une époque où la notion d'évolution des espèces n'existe pas encore et où science et théologie étaient fortement liées. Sa classification est dite fixiste.

⁸ Op cit.

⁹ Giordan, A. Une didactique pour les sciences expérimentales, Belin, 1999.

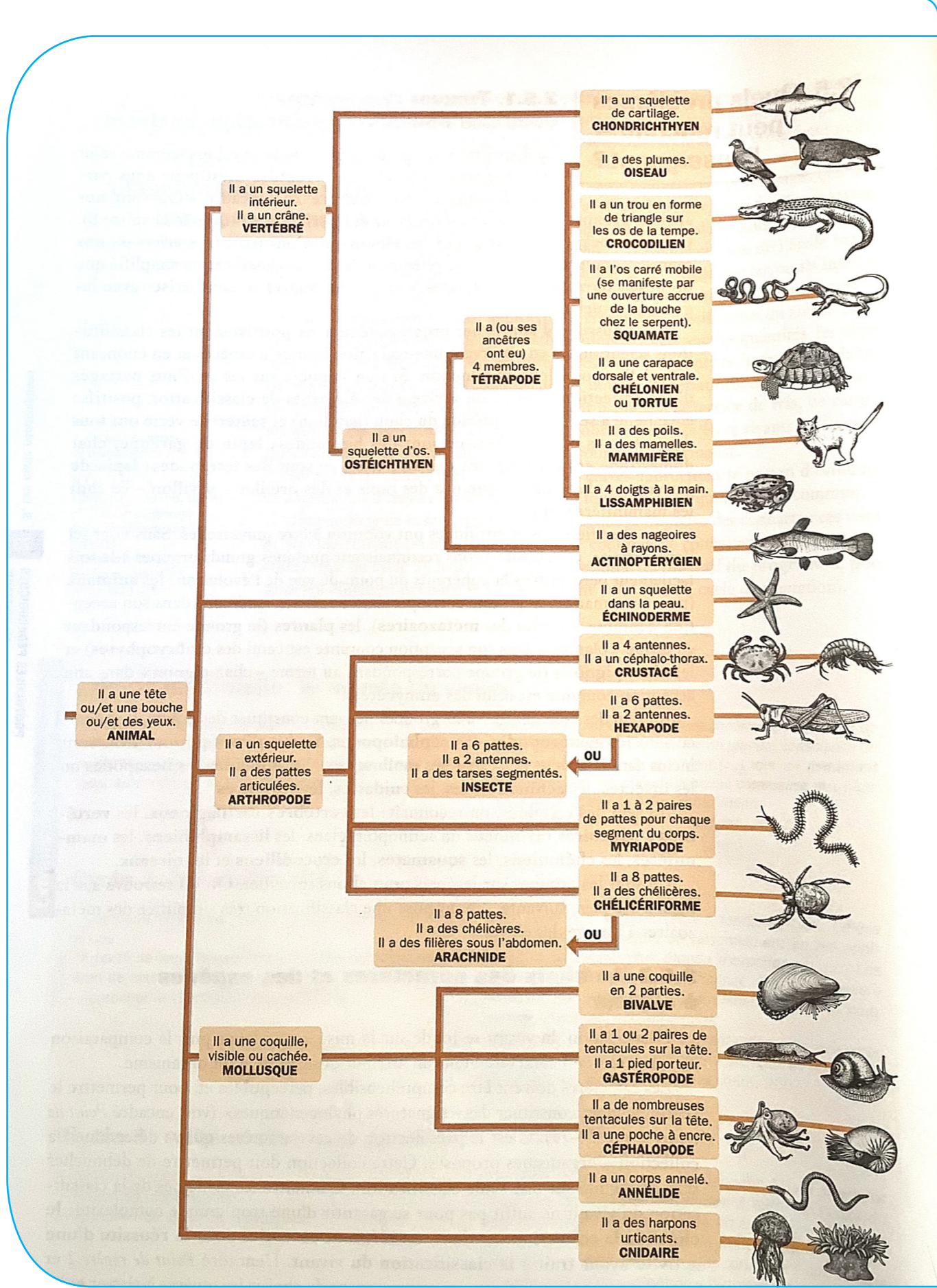


Figure 5 : Classification phylogénétique simplifiée selon G. Lecointre⁸ (page 74)

De la 3^e à la 6^e primaire

L'observation dirigée se poursuit, la notion de classement se précise, en quoi se distingue-t-elle de celle de ranger et trier? Une visite au musée facilite la compréhension et la comparaison de l'organisation interne des animaux, conscientise à l'existence de squelette de nature différente : osseuse et cartilagineuse. Cette notion subtile est nécessaire pour permettre à l'élève de comprendre que les poissons osseux sont de lointains cousins des poissons cartilagineux (requins et raies), ce qui entraîne la disparition du groupe des poissons au sens strict, comme le montre la figure 5.

Les tortues, les crocodiles et les serpents sont des groupes évolutifs indépendants! Le groupe des reptiles n'existe plus. L'extrait d'un classement (figure 6) montre bien que le crocodile est plus proche cousin du corbeau freux qu'il ne l'est de la vipère aspic. D'un point de vue phylogénétique, ce n'est donc pas cohérent de classer le crocodile et la vipère dans le même groupe sous le nom de reptile.

La visite au musée permet également de pouvoir observer les attributs évolutifs spécifiques à ces groupes, repris à la figure 5.

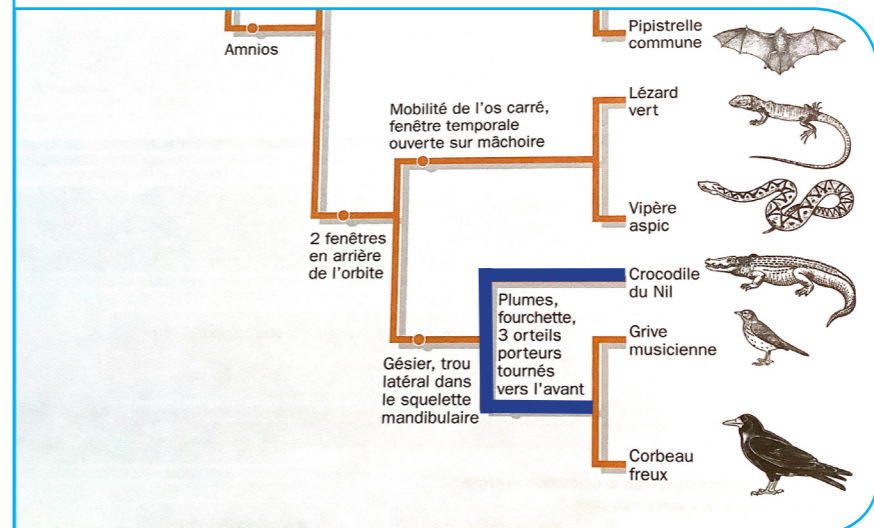


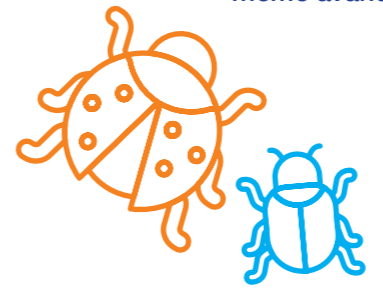
Figure 6 : Classification phylogénétique simplifiée selon G. Lecointre¹⁰ (page 322)

Ces éléments sont complexes à observer pour les élèves du primaire car très précis. Il n'est pas nécessaire qu'ils les retiennent. Seulement qu'ils comprennent le principe qui a guidé les systématiciens à en faire des groupes différents. Toutefois, à partir de moment où l'on va cesser d'utiliser dans le langage courant le terme de reptile, il n'y aura plus de confusion possible.

La brochure «*La classification phylogénétique du vivant. Séquence en gradation pour les élèves de 8 à 14 ans*», disponible sur le site de l'ASBL ou via le lien ci-dessous¹¹, propose une séquence en gradation de manière à permettre aux élèves de construire des ensembles emboîtés ou des classifications en arbre qui reflètent les degrés de parenté entre espèces, selon des collections d'organismes déterminées en fonction de l'âge des élèves.

Terminons par le commencement...

«*De 7 à 77 ans... Nous pouvons le confirmer et même avancer qu'ils en redemandent dès l'âge de 5 ans.*»



¹⁰Op cit.

¹¹<http://www.hypothese.be/wp-content/uploads/2019/10/ASBL-cahier-classification-OK-SITE.pdf>