

Les clés de la phylogénie pour le primaire

Classer le vivant a toujours été une préoccupation majeure des hommes. Aristote, esprit précurseur de la science moderne, a eu un des premiers le très grand mérite de privilégier l'observation objective en s'affranchissant des préjugés et des croyances de son époque. Cependant, malgré quelques brillantes intuitions, sa classification est maintenant en très grande partie infirmée par les connaissances scientifiques actuelles. La clé qui permet de comprendre et qui a radicalement changé notre vision du vivant a été proposée par Charles Darwin sous la forme d'une théorie scientifique révolutionnaire, la théorie de l'évolution, exposée dans son livre « Origin of species », paru en 1859. Les classifications modernes reposent sur le concept d'évolution qui a démontré scientifiquement que les êtres vivants portent par leurs caractéristiques les traces de cette évolution. Dès lors, une classification des êtres vivants doit reconstituer l'histoire de leur évolution c'est-à-dire leur **phylogénie**.

La théorie de l'évolution est un fondement essentiel des sciences du vivant et l'aborder dès l'école primaire est une double nécessité :

- Il n'est pas admissible d'un point de vue éthique que les élèves construisent au primaire des connaissances qui seraient invalidées plus tard dans leur scolarité, tel que le classement dépassé vertébré/invertébré ;
- Une première approche de la classification du vivant est au programme du cycle 2 tandis que l'histoire de la vie sur Terre permettant un premier niveau d'explication est proposée au cycle 3 (BOEN du 14 février 2002).

Il ne s'agit pas de parler de but en blanc d'évolution à des élèves de cycle 2, mais d'observer des caractères simples partagés par des espèces et de procéder à des regroupements sur des bases scientifiques objectives. Cela permettra de faire germer l'idée que les êtres vivants sont apparentés entre eux en raison de caractères communs transmis par des ancêtres communs. Les relations de parenté entre espèces ou relations phylogéniques sont le concept qui fonde la classification scientifique du vivant. C'est ce concept qui sera développé au cycle 3 et tout au cours de la scolarité future des élèves.

L'analyse phylogénique

L'analyse de chaque échantillon d'animaux est basée sur l'observation de **caractères exclusifs** permettant de regrouper les espèces.

ON CLASSE LES ORGANISMES SUR :	ON NE CLASSE PAS LES ORGANISMES SUR :
<ul style="list-style-type: none">- Ce qu'ils ont (des poils, des vertèbres, une coquille en 2 parties ...)	<ul style="list-style-type: none">- Ce qu'ils n'ont pas (absence de vertèbres)- Ce qu'ils font (nager, voler, manger des plantes ...)- L'endroit où ils vivent

Ces distinctions sont importantes car, dans le passé, leur non-respect a conduit à des impasses dans le travail des systématiciens et donc dans l'enseignement de la classification à tout niveau et ce jusqu'à l'université.

En effet, se fonder sur « ce qu'ils ont » revient à utiliser des preuves, des arguments, c'est-à-dire revenir à la base de toute démarche scientifique. En revanche, se fonder sur « ce qu'ils n'ont pas » revient à utiliser une absence de preuve pour justifier d'un raisonnement. Est-ce sérieux ?

C'est ainsi qu'on ne fera pas référence au groupe des invertébrés, traditionnellement défini par l'absence de vertèbres, pseudo groupe qui réunit des organismes aussi différents que le lombric, le poulpe et la libellule.

De la même manière, se fonder sur « ce qu'ils font » ou sur « l'endroit où ils vivent » revient à utiliser des arguments de type écologique qui ne peuvent pas être utilisés dans une classification. En effet, regrouper des organismes selon « l'endroit où ils vivent » ou « ce qu'ils font » équivaut à oublier que les organismes peuvent migrer ou réaliser des fonctions différentes avec des organes différents. Classeriez-vous ensemble, une fourmi et un moineau au prétexte que vous les avez rencontrés tous deux sur un bouleau ? Une libellule et une chauve-souris sous prétexte qu'ils volent ? Pour en rester sur ce dernier exemple, ces deux organismes volent en effet mais avec des organes de structure différente, transmis par des ancêtres différents. Ils n'ont donc PAS la même chose, même si nous appelons cela sous le terme générique « aile », et ne peuvent donc pas être classés ensemble.

Prenons un exemple simple :

Dans le conte des frères Grimm « Les musiciens de Brême », 4 animaux unissent leur destin pour survivre. Il y a l'âne, le chien, le chat et le coq. Nous leur adjoindrons en forme de clin d'oeil la brème, espèce de nos rivières bien connue des pêcheurs à la ligne.



Classons les :

● Selon ce qu'ils n'ont pas :

Âne, chien, chat et coq seront placés dans un même groupe au titre qu'ils n'ont pas de nageoire.

● Selon ce qu'ils font :

Chien et chat seront placés dans un même groupe au titre qu'ils mangent de la viande. Âne et brème formeront un second groupe au titre qu'ils mangent du pain. Le coq est omnivore, où doit-on le mettre ?

● Selon l'endroit où ils vivent :

La brème vit dans l'eau, les 4 autres vivent sur terre. Le coq est certes terrestre mais à la différence des autres il est capable de voler et peut donc se rencontrer sur la branche d'un arbre. On n'aura aucune chance d'y trouver l'âne et le chien mais le chat est tout à fait capable de rejoindre le coq.

Au final, on aboutit à des incohérences et des contradictions : aucun groupe stable ne peut être défini. On obtient au contraire des groupes rassemblant des animaux aussi différents que l'âne et la brème ou le coq et le chat. Tous les chiens savent nager. Doit-on regrouper le chien et la brème ? Ils

nagent tous les deux certes mais avec des organes très différents. Quant à faire un groupe des animaux n'ayant pas de nageoire ... Ce serait un très vaste fourre-tout avec entre autres le rhinocéros, le grillon et la chauve-souris. C'est exactement ce qui se passe quand on forme le groupe des invertébrés.

En revanche, si on se fonde sur ce qu'ils ont :

Chien et chat ont des crocs (caractère C1) ;

Âne, chien et chat ont des poils (caractère C2), des oreilles externes ou pavillons (caractère C3).

Âne, chien, chat et coq ont 4 membres (caractère C4), une tête surmontant un cou mobile (caractère C5).

Présentons cela dans un tableau :

		Chien	Chat	Âne	Coq	Brème
C1	Crocs	X	X			
C2	Poils	X	X	X		
C3	Pavillons	X	X	X		
C4	4 membres	X	X	X	X	
C5	Cou mobile	X	X	X	X	

Le caractère C1 est exclusif au chien et au chat. Il permet de les regrouper.

Les caractères C2 et C3 sont exclusifs au chien, au chat et à l'âne. Ils permettent de les regrouper dans un groupe incluant le précédent.

Les caractères C4 et C5 sont exclusifs au chien, au chat, à l'âne et au coq. Ils permettent de les regrouper dans un groupe incluant le précédent.

Sans faire intervenir aucun caractère interne (présence d'os, de vertèbre, forme et structure de la mâchoire ...), on obtient 3 regroupements emboîtés :

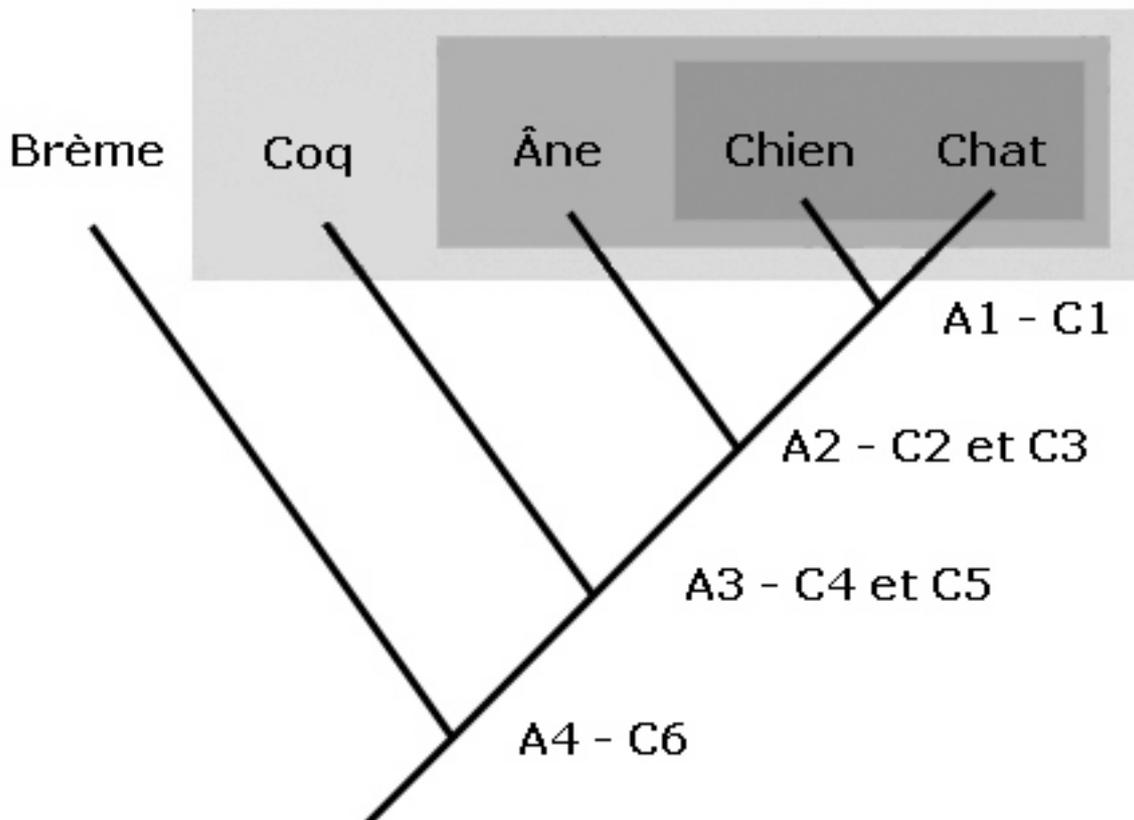


- **Les carnivores**¹ : avec le chien et le chat caractérisés par la présence de crocs ;
- **Les mammifères** : avec l'âne, le chien et le chat caractérisés par la présence de poils et de pavillons ;
- **Les vertébrés tétrapodes** : avec le coq, l'âne, le chien et le chat caractérisés par la présence de 4 membres et d'une tête sur cou mobile.

¹ Le mot carnivore a 2 sens. En systématique, c'est un ordre de mammifères caractérisé par la présence de crocs. En écologie, c'est un régime alimentaire à base d'animaux (synonyme « zoophage »). Voir à ce sujet la fiche complémentaire de l'exercice « Montagne tempérée » : un carnivore végétarien.

D'un point de vue évolutif, les caractères exclusifs d'un groupe ont été transmis par un même ancêtre commun. L'arbre des relations de parenté, c'est-à-dire la phylogénie des espèces de l'échantillon, permet de retrouver non seulement la parenté et le caractère transmis par l'ancêtre commun mais également le déroulement historique de l'évolution des espèces. Les points de rencontre entre les branches représentent les ancêtres communs entre espèces ainsi que la présence de caractères transmis par ces ancêtres. L'ancêtre commun au chien et au chat (A1) a transmis la présence de crocs (C1). Il apparaît comme plus proche - plus récent dans l'histoire de l'évolution - que l'ancêtre commun partagé avec l'âne (A2 / C2 et C3). Il est en effet très improbable que l'apparition des poils chez le chien et le chat soit postérieure à celle des crocs puisque l'âne a des poils mais n'a pas de crocs. De même, l'ancêtre commun A3 qui a transmis 4 membres à ses descendants est encore plus ancien que celui qui a transmis les poils puisque le coq est un de ses descendants.

Le plus éloigné est l'ancêtre commun A4 qui avait et a transmis à ses descendants un squelette interne structuré par une colonne vertébrale (caractère C6). Tous les descendants de A4 forment le groupe des vertébrés.



Cette seconde représentation, arborescente, offre l'énorme avantage de permettre de construire le concept d'évolution (programme du cycle 3) sur des données objectives et grâce à un raisonnement rigoureux plutôt que sur un discours d'autorité venant de l'enseignant.

L'objectif à viser au cycle 3 est, comme au cycle 2, l'utilisation raisonnée de la méthode de classification basée sur l'observation de caractères qu'ont les organismes. Il s'y ajoute la compréhension des principes de base du concept

d'évolution (espèce, parenté, transmission et brassage des caractères par reproduction sexuée, transformation des espèces ...) qui fondent la classification scientifique du vivant. L'utilisation de mots dont l'étymologie est souvent compliquée n'ayant pas d'intérêt, le vocabulaire lié à la classification à l'école primaire sera limité aux groupes les plus connus : mammifères, oiseaux, carnivores, ongulés, ruminants ... et aux caractères exclusifs qui les définissent : poils, plumes, crocs, sabots, cornes Une classification simplifiée du vivant (forcément incomplète à ce niveau) pourra être construite au moyen des exercices effectués.

Les limites de la méthode

Après avoir classé des organismes en utilisant des caractères observables, il pourrait être tentant de continuer à utiliser la même méthode avec un échantillon constitué de différentes races de chiens ... Mais, dans ce cas, la même méthode ne peut être appliquée.

En effet, dans l'exemple présenté ici, les animaux appartiennent à des espèces différentes : ils ne se reproduisent pas entre eux. Même si la notion d'espèce est complexe et encore en discussion chez les spécialistes, une définition simple pourrait en être «ensemble des organismes pouvant se reproduire entre eux dans des conditions naturelles». Une chienne et un chat, un coq et une brème ne peuvent pas avoir une descendance commune. Ils appartiennent clairement à des espèces différentes.

Dans le cas d'une même espèce de la faune sauvage soumise à la sélection naturelle, il existe des variations d'un individu à l'autre (taille, coloration, développement de certains organes ...) qui, par transmission sexuée et sélection naturelle peuvent souvent former des populations constituant des variétés isolées géographiquement. On distingue par exemple 7 variétés ou sous-espèces de l'espèce lion, *Panthera leo*, dont l'une, *Panthera leo persica*, ne survit plus que dans la réserve de Gir en Inde. C'est actuellement la seule population naturelle de lion ne vivant pas en Afrique. Les individus de ces différentes variétés sont interfertiles : un lion africain et une lionne indienne peuvent se reproduire entre eux et leur descendance sera fertile. Cependant, si dans le futur l'évolution séparée de ces deux variétés accroît l'écart génétique à un point tel que la reproduction entre elles devient impossible, on sera en présence de deux espèces distinctes dont le lien de parenté sera constitué par l'espèce actuelle, *Panthera leo*, qui sera alors leur ancêtre commun.

Dans le cas d'une espèce domestiquée comme le chien, *Canis familiaris*, issue du loup, *Canis lupus*, les caractères décelables chez différentes variétés (taille, forme des oreilles, coloration du pelage ...) peuvent se transmettre, être sélectionnés ou écartés par l'éleveur. Un mâle et une femelle de deux variétés différentes peuvent être croisés dans le but de créer une troisième possédant les caractères recherchés par l'éleveur. Un même caractère, longueur ou coloration du pelage, a pu ainsi être sélectionné plusieurs fois dans des contextes différents et ne signe donc pas le déroulement de l'histoire de ces variétés. Ces variétés sont des races, dans le sens où elles ont été le fruit d'une décision et d'une sélection contrôlées par l'homme. Leurs caractères ne signifient donc rien en terme de reconstitution de l'évolution de ces races.

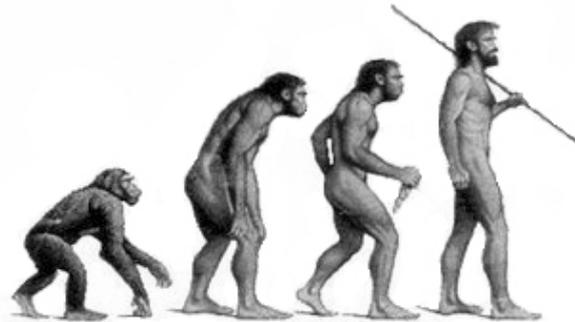
Le déroulement évolutif de l'histoire de ces races peut être décrit à l'aide de documents (gravures, textes, répertoire de pedigrees ...) ou grâce à l'analyse

de l'ADN des animaux ... ce qui nous éloigne considérablement des programmes de sciences de l'école élémentaire et du collège.

... Et nous les humains ?

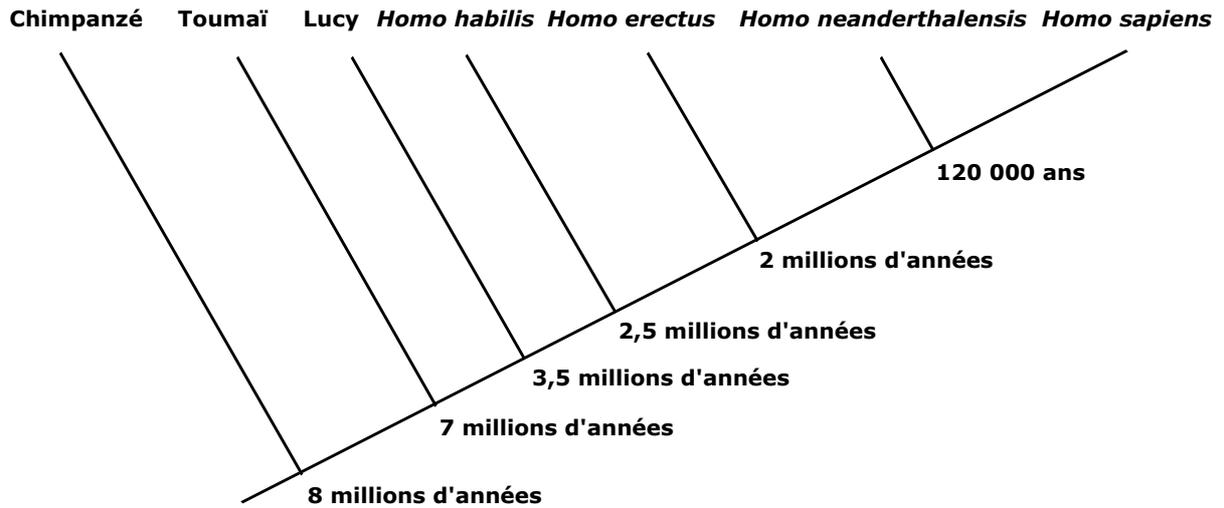
L'homme est un animal comme les autres ... Enfin presque, il est le seul qui sait écrire et lire des livres !!

Les professeurs des écoles auront sans doute à répondre à des questions d'élèves sur l'origine de l'homme et il n'est pas inutile de donner ici quelques éléments permettant de le faire. Le sujet est depuis plus de 15 ans en perpétuelle mutation et fait l'objet de nombreuses émissions de vulgarisation, vues par les élèves (« L'odyssée de l'espèce » diffusée en 2005, par exemple). Les découvertes récentes, tant géologiques que biologiques, viennent régulièrement modifier la vision de notre propre histoire évolutive et bouleverser certains présupposés et schémas ancrés dans nos esprits. L'un des plus solidement établi est celui d'une représentation linéaire de l'évolution menant à l'homme moderne et partant du singe.

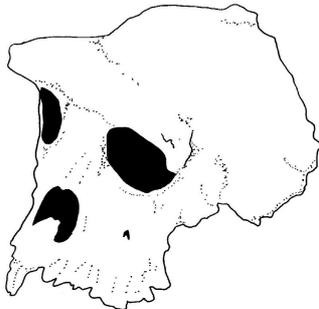


Cette vision est bien entendue **totale** **fausse** notamment parce qu'une espèce actuelle, le chimpanzé, *Pan troglodytes*, ne peut pas être l'ancêtre d'espèces fossiles comme *Homo erectus* et *Homo neanderthalensis*.

La phylogénie de la lignée humaine est arborescente comme toutes les lignées du vivant. Il est intéressant de noter que *Homo sapiens* est la seule espèce actuelle de la lignée humaine, toutes les autres espèces étant des espèces fossiles. Cela n'a pas toujours été le cas. *Homo neanderthalensis* a été le contemporain de notre espèce mais il s'est éteint il y a seulement 32 000 ans. L'homme de Néanderthal n'est donc pas l'ancêtre de l'homme actuel mais son plus proche parent. Leur ancêtre commun est daté de 120 000 ans. En remontant le temps sur l'arbre des relations de parenté de la lignée humaine, on trouvera les ancêtres communs à notre espèce et aux différentes espèces fossiles connues à ce jour. Notre plus proche parent dans la nature actuelle est le chimpanzé et notre ancêtre commun remonte à 8 millions d'années. Chaque nouvelle découverte vient préciser cette reconstitution historique et parfois déstabiliser des connaissances qu'on croyait bien établies.



Arbre de relations de parenté simplifié de la lignée humaine



Toumaï

Lucy est *Australopithecus afarensis*, une parmi plusieurs espèces d'australopithèques connues.

Toumaï est *Sahelanthropus tchadensis*, notre plus lointain cousin connu à ce jour postérieurement à la diversification de la lignée conduisant au chimpanzé.