

Evolution des espèces et unité du vivant

« J'ai pris le parti de l'anthropomorphisme le plus simpliste. Parce que je suis convaincu que, de toute façon, on n'y échappe pas. Nous avons la logique et le langage d'une époque donnée, la nôtre. Aux esprits qui viendront après nous, nous paraîtrons inévitablement de naïfs anthropomorphes... Autant l'accepter. »

Hubert Reeves *Patience dans l'azur* éditions du Seuil, Paris, 1981 (page 20).

Plan

1- Rappels	page 2
2- notion d'espèce	page 2
3- Diversité des individus au sein d'une espèce	page 2
4- Notion de caractère innovant partagé	page 4
5- Les attributs spécifiques d'Homo sapiens	page 7
6- L'évolution vers Homo sapiens	page 10

1- Rappel.

Tous les Êtres Vivants ont les points communs suivants qui les caractérisent :

- ils produisent de l'énergie (en se nourrissant et en respirant) ;
- ils peuvent (éventuellement) se reproduire.

2- Notion d'Espèce et unité du vivant.

Les Êtres Vivants peuvent être groupés en catégories.

L'une de ces catégories est l'espèce.

Une espèce regroupe les êtres vivants ayant des caractéristiques communes, qui sont interféconds et dont les descendants sont à leur tour interféconds.

Remarques :

Les Êtres Humains actuels appartiennent tous à la même espèce : *Homo sapiens*. Il y a deux catégories d'Humains : les Hommes et les Femmes.

Interfécond : dont le mâle et la femelle peuvent donner naissance à de nouveaux individus qui peuvent à leur tour se reproduire.

Ne pas confondre « être humain » et « être vivant »! Les êtres humains sont des êtres vivants mais tous les êtres vivants ne sont pas des humains : les lichens, les éponges, les coraux, les baleines, sont des êtres vivants mais ne sont pas des êtres humains.

3- Diversité des individus au sein d'une espèce.

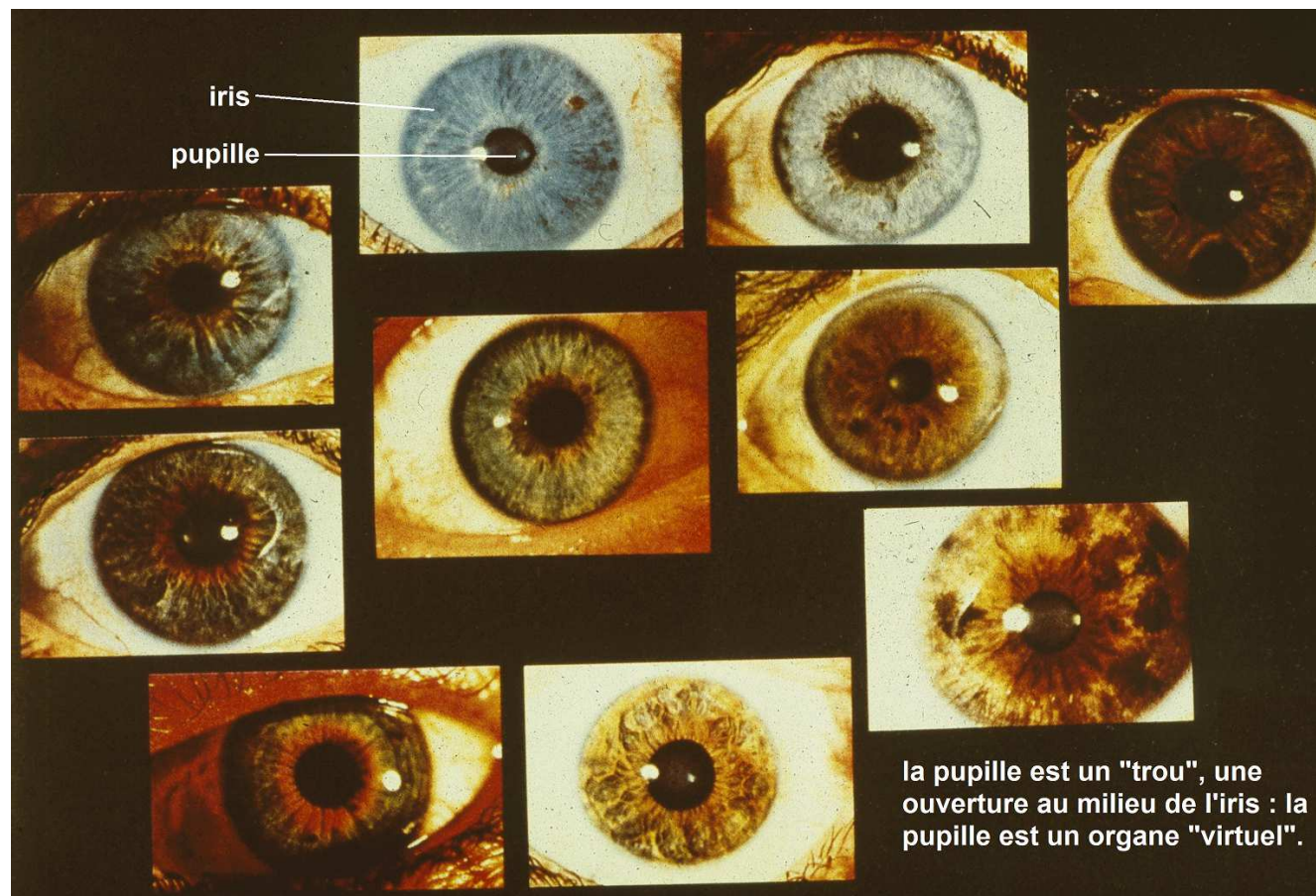
Si nous considérons notre espèce, le corps de chacun d'entre nous recèle des caractères individuels qui font que nous sommes tous différents tout en appartenant tous à la même espèce.

En effet, il n'existe pas deux êtres humains identiques, même les vrais jumeaux peuvent être différenciés (certes c'est parfois compliqué).

D'ailleurs regardez vos iris (la « couleur » de vos yeux est – en réalité – celle de vos iris) et constatez que votre iris droit n'est pas le même que le gauche.

7 milliards d'humains c'est 14 milliards d'iris différents ; c'est pourquoi des sociétés de protection et de sécurité utilisent l' « empreinte » de l'iris pour permettre l'accès à certains locaux.

Photographie montrant la diversité des iris :



Faites cette expérience chez vous : photographier vos oreilles ; vous constaterez qu'elles ne sont pas identiques, l'une n'est pas le miroir de l'autre.

7 milliards d'humains c'est 14 milliards d'oreilles toutes différentes.

4- Notion de caractère innovant partagé

Définitions permettant de comprendre le titre de ce paragraphe :

Caractère : quelque chose de détectable dans la construction ou le fonctionnement d'un individu (être vivant, cellule, etc.) (Ce mot vient du grec antique *carac* qui veut dire « signe gravé » (sous-entendu dans la pierre, donc qu'on efface difficilement)).

Remarque : « détectable » car il faut être attentif au fait que les humains se servent beaucoup de leurs yeux, mais il est des caractères (très nombreux) qui ne se détectent pas avec les yeux : le groupe sanguin ne se détecte pas avec les yeux.

Remarque : ne confondez pas cette définition du caractère avec celle qu'on a coutume d'utiliser pour décrire le comportement de quelqu'un.

Innovant : qui est nouveau, qui n'existait pas auparavant (ou alors pas sous la forme ni la fonction qu'on lui connaît).

Par exemple, la télévision avec écran cathodique est conçue en 1897, le caractère « écran cathodique » est innovant, c'est nouveau. Les téléviseurs à écrans plasma apparaissent vers l'an 2000, L'écran avec le « caractère » plasma est à son tour innovant.

Voyons ce que cela donne pour le vivant.

Le fait d'appartenir tous à la même espèce suppose des caractéristiques communes et celles-ci récapitulent des caractères innovants partagés qui sont apparus chez des ancêtres lointains que nous avons en commun avec tous les êtres vivants qui nous entourent aujourd'hui sur la planète Terre.

Remarque : ces caractères partagés innovants (nouveaux, qui n'existaient pas avant l'espèce) sont aussi appelés « attributs ».

Les deux expressions pouvant être utilisées parce que les deux sont valables.

D'où la définition :

Caractère innovant partagé (ou attribut) : point commun dans la structure ou le fonctionnement de plusieurs êtres vivants qui ont un ancêtre commun chez lequel est apparu ce caractère.

Homo sapiens, en tant qu'espèce, s'inscrit dans le processus de l'évolution de la Vie, et des liens de « parenté » existent entre nous et d'autres espèces.

Plus le nombre de liens de parenté (caractère innovants en commun, innovations partagées) est important, plus ces espèces sont des proches « cousines » de la nôtre.

Un exemple de caractère innovant partagé : le pouce opposable aux autres doigts.

Cela fait de nous des primates.

Du grec *prim* = premier. Parmi les primates existent les Loris, les Lémurs, les Tarsiers, les Simiiformes (l'Humain fait partie des primates simiiformes)

Parmi les mammifères, les primates ont le caractère innovant commun d'avoir le pouce opposable aux autres doigts.



Main humaine



Main de tarsier (Google images)

L'artiste Bernard Buffet a bien observé cela et l'a mis en évidence dans sa peinture. Remarquons qu'il a eu le premier prix de Sciences naturelles (l'ancien nom des SVT) au lycée Carnot à Paris en 1939.



(Mes singes, gorilles – Bernard Buffet 1997 – huile sur toile).

Tous les primates ont donc un ancêtre commun qui a vu apparaître chez lui ce caractère innovant par rapport aux autres mammifères.

Chez l'humain, cette caractéristique a disparu pour les pieds. C'est l'un des caractères qui nous différencie des autres primates ! Elle a « disparu » parce que nous marchons « debout ».

Le plus ancien fossile connu dont il est certain qu'il soit d'un primate a été découvert dans des sédiments datant d'il y a 55 Ma (Millions d'années).

On sait que ce fossile est un primate car son pouce est opposable aux autres doigts, c'est un caractère innovant que nous partageons avec lui.

D'autres fossiles datant d'il y a 85 Ma font envisager que l'ancêtre commun des primates daterait de cette époque, mais on ne retrouve que sa dentition, pas l'extrémité de ses pattes.

En effet, il y a des attributs qui vont « ensemble », par exemple : les primates ont des dents différentes de celles des proboscidiens (les proboscidiens sont les animaux de la famille de l'éléphant)(du grec *probosci* qui signifie « trompe »).

Molaire d'humain



Molaire d'éléphant



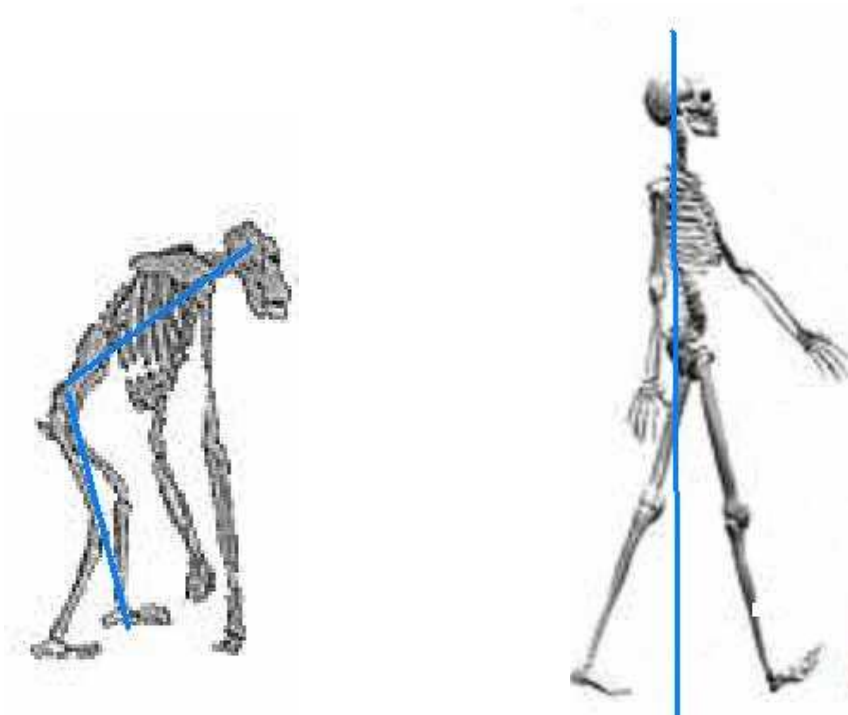
les rapports de taille ne sont pas respectés

Remarque : des dents différenciées et spécialisées est caractéristique des mammifères.

5- Les attributs spécifiques d'Homo sapiens.

a- l'Humain « marche debout » : sa tête, sa colonne vertébrale, son bassin et ses jambes sont dans le même axe vertical, il a ainsi une bipédie permanente.

Notre plus proche « cousin » est le chimpanzé, contrairement à ce qu'on croit, celui-ci ne marche pas debout.



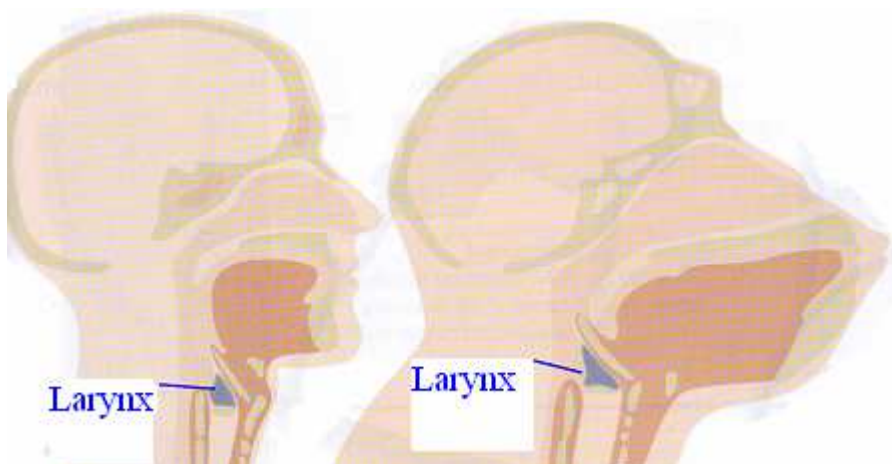
Squelette de Chimpanzé

(ses bras touchent le sol, son trou occipital (reliant le crâne à la colonne vertébrale) est ramené vers l'arrière).

Squelette d'Humain

(le trou occipital, la colonne vertébrale et les jambes sont dans le même axe vertical, les bras équilibrent la marche).

b- L'Humain a un langage articulé grâce à un larynx mieux placé que celui du chimpanzé :



coupe d'une tête humaine

coupe d'une tête chimpanzée

(image (modifiée) extraite de SVT 3^e, éditions Magnard, 2008, page 103)

Remarquez que ces deux schémas ne sont pas représentés à la même échelle, car ils suggèrent que le cerveau du chimpanzé est aussi volumineux que celui de l'être humain, ce qui n'est pas la réalité.

c- L'Humain a un cerveau très développé par rapport au reste de son corps.

Il n'y a guère que le dauphin qui nous dépasse, le chimpanzé a un cerveau plus petit que le nôtre (par rapport au reste de son corps).

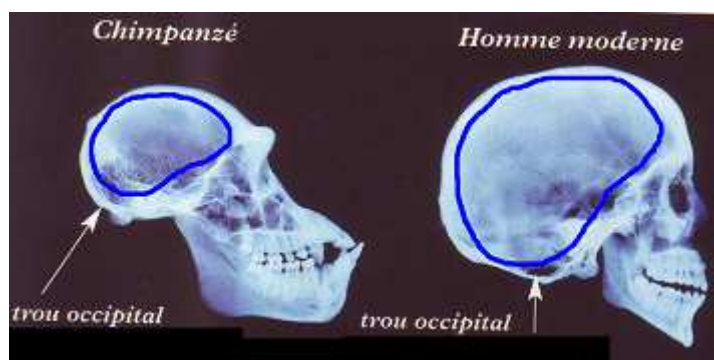
« Par rapport au reste du corps », qu'est ce que cela veut dire ?

Le cerveau de l'éléphant a une masse de 6 kilogrammes (kg), l'éléphant entier peut avoir une masse de 6 tonnes (6 000 kg), son cerveau représente un millième de cette masse totale.

Notre cerveau a une masse de 2 kg, notre corps faisant en moyenne 60 kg, notre cerveau représente un trentième de notre masse totale.

Revenons à la comparaison entre notre cerveau et celui du chimpanzé.

Ci après des radiographies du crâne à la même échelle. En **bleu le tracé du cerveau**. Outre cela et la position du trou occipital, on notera le développement important des arcades sourcilières chez le chimpanzé, ainsi qu'une mâchoire inférieure et une dentition différentes.



(image (modifiée) extraite de Sciences de la Vie et de la Terre 3^e, éditions Bréal, 2008, page 109)

On remarquera la face allongée et penchée du chimpanzé, l'absence de front chez lui, sa mâchoire inférieure très développée, son bourrelet sus-orbitaire (au dessus de l'orbite de l'œil).

Puisque nous avons donné quelques différences entre humains et chimpanzés actuels : quand ce sont individualisées ces deux espèces actuelles ?

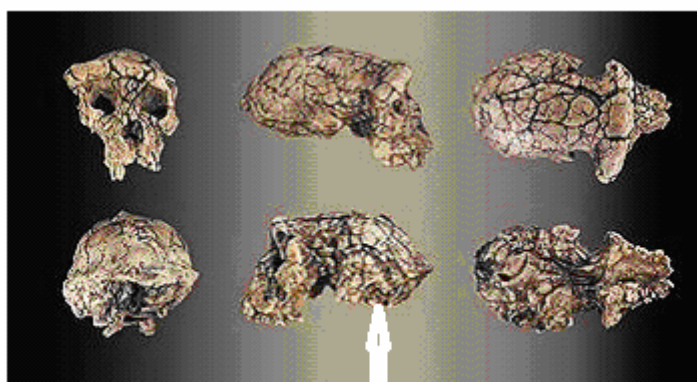
C'est l'étude des fossiles qui va permettre d'y répondre, provisoirement.

En attendant que de nouveaux fossiles soient découverts le plus ancien ancêtre commun aux deux espèces existait **avant** 7 millions d'années, probablement en Afrique.

Fossile : reste ou empreinte d'être vivant conservé dans une roche.

Avant car dans la région qu'on appelle aujourd'hui le Tchad on a trouvé un fossile qui est déjà avec des caractéristiques humaines et qui date d'il y a 7 millions d'années.

Ci-dessous le crâne de l'hominine (espèce qui est dans la lignée humaine sans encore être humaine comme nous) de Toumaï (Tchad) appelé du nom d'espèce *Sahelanthropus tchadensis*. L'âge de ce fossile est estimé à environ 7 millions d'années. On observe sur ce crâne un trou occipital en position avancée vers la mâchoire compatible avec une locomotion bipède, et une face plutôt verticale qui, selon ceux qui ont examiné ce crâne, permettent de positionner ce fossile dans la lignée humaine.



position du trou occipital

(Moulage du crâne non-reconstruit de *Sahelanthropus tchadensis*, exemplaire du Laboratoire d'Anthropologie Moléculaire et Imagerie de Synthèse de Toulouse, auteur Didier Descouens, 2010, in Wikipedia)

Entre -7 Millions d'années et aujourd'hui, beaucoup d'espèces de la lignée qui conduit vers nous se sont succédées.

Remarque sur le nom donné à ce fossile :

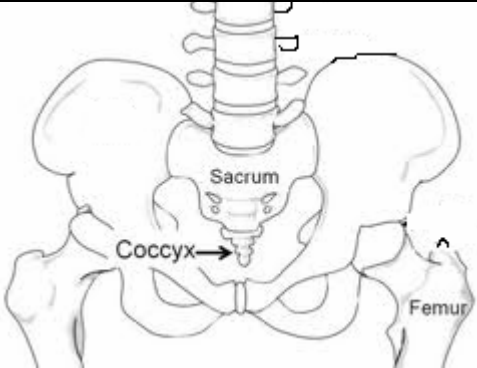


Du grec *Anthrop* qui signifie humain, Sahel est la région désertique où il a été découvert, Tchad est le pays où il a été découvert.

Il est fréquent de donner le nom du lieu où les fossiles de notre lignée ont été découverts, ainsi le premier fossile de l'homme de Néandertal (*Homo neanderthlis*) a été découvert dans la vallée de Néandertal en Allemagne.

Notre espèce *Homo sapiens* apparaît (autrement dit : les plus anciens fossiles découverts) il y a ~200 000 ans en Afrique, l'être humain étant migrateur il a depuis colonisé tous les continents (sauf l'Antarctique).

6- L'évolution dont nous sommes le résultat : les autres caractères innovants partagés des êtres humains.

Notre organisme récapitule tous ce que nos ancêtres d'un passé plus ou moins lointain ont vu apparaître comme innovation.

 <p>bassin d'un Homo sapiens</p>	<p>Homo sapiens est un</p> <p>Hominoïde</p> <p>Le caractère innovant partagé avec les autres hominoïdes est la présence d'un coccyx</p>
 <p>visage d'un Homo sapiens</p>	<p>Homo sapiens est un</p> <p>Catarhinien</p> <p>Cata = de haut en bas</p> <p>Rhin = nez</p> <p>Le caractère innovant partagé avec les autres catarhiniens : des narines orientées du haut vers le bas.</p>
 <p>main d'un homo sapiens</p>	<p>Homo sapiens est un</p> <p>Primate</p> <p>Primus = premier</p> <p>Le caractère innovant partagé avec les autres primates est d'avoir le pouce opposable aux autres doigts.</p>



utérus d'une femme Homo sapiens
enceinte

Homo sapiens est un

Euthérien

Eu = vrai

Le caractère innovant partagé avec les autres euthériens est d'avoir un utérus où se développe l'embryon.



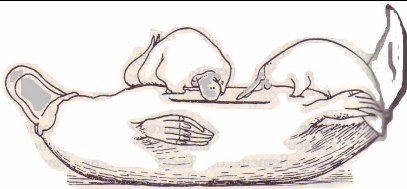
Intérieur de la poche d'un kangourou
(marsupial)

Homo sapiens est un

Thérien

Therion = animal sauvage (en grec)

Le caractère innovant partagé avec les autres thériens est d'avoir un téton terminant la mamelle.



femelle ornithorynque allaitant ses petits
(qui éclosent : cet animal pond des œufs,
il a des mamelles mais pas de téton)

Homo sapiens est un

Mammifère

Mammi = mamelle

Fere = porter

Le caractère innovant partagé avec les autres mammifères est d'avoir des mamelles qui produisent du lait.



dessin de poussin qui éclot

Homo sapiens est un

Amniote

Le caractère innovant partagé avec les autres amniote est d'avoir un amnios : une membrane contenant un liquide qui protège l'embryon de la dessiccation (appelée membrane coquillière chez les oiseaux et les reptiles et poche des eaux chez les mammifères).



squelette de grenouille

Homo sapiens est un

Tétrapode

Tetra = 4

Podos = pied

Le caractère innovant partagé avec les autres tétrapodes est d'avoir 4 membres en 3 parties articulées (par exemple le bras, l'avant bras, la main)

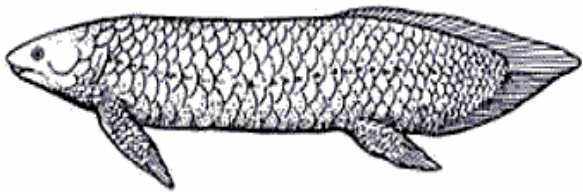


image d'un dipneuste (Neoceratodus).

Homo sapiens est un

Rhipidistien

Rhipid = éventail

Le caractère innovant partagé avec les autres rhipidistiens est d'avoir un poumon avec alvéoles

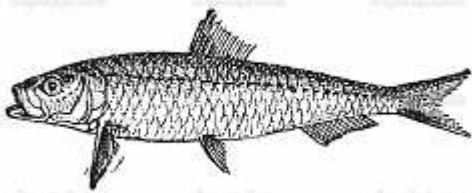


image d'une sardine



Homo sapiens est un

Ostéichtyen

Os = os

Ichtye = poisson

Le caractère innovant partagé avec les autres ostéichtyens est d'avoir un squelette osseux (en plus d'avoir du cartilage)

 <p>image d'un requin</p>	<p>Homo sapiens est un</p> <p>Gnathostome</p> <p>Gnatho = mâchoire</p> <p>Stome = bouche</p> <p>Le caractère innovant partagé avec les autres gnathostomes est d'avoir des mâchoires</p> <p>Les arêtes du requin sont en cartilage.</p>
 <p>image d'une myxine</p>	<p>Homo sapiens est un</p> <p>Craniate</p> <p>Le caractère innovant partagé avec les autres craniates est d'avoir un crâne (remarquer l'absence de membre, la Myxine n'a pas de mâchoire, seulement une bouche – la Myxine ne mâche pas)</p>
 <p>évolution d'une ascidie (en noir la chorde qui disparaît progressivement)</p>	<p>Homo sapiens est un</p> <p>Chordé</p> <p>Le caractère innovant partagé avec les autres chordés est d'avoir une chorde (qui est une colonne vertébrale chez les craniates)</p>
 <p>photographie d'un oursin</p>	<p>Homo sapiens est un</p> <p>Deutérostomien</p> <p>(bouche (stome) en 2^e (deutéro))</p> <p>Le caractère innovant partagé avec les autres deutérostomiens est d'avoir un tube digestif avec une bouche et un anus</p>



dessin d'un crabe

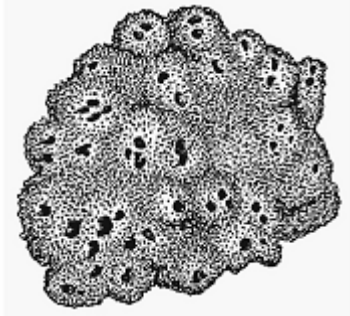
Homo sapiens est un

Bilatérien

Bi = 2

Latér = côté

Le caractère innovant partagé avec les autres bilatériens est d'avoir un corps avec une symétrie bilatérale (les deux côtés du corps sont leur image dans un miroir).



une éponge (c'est un animal !)

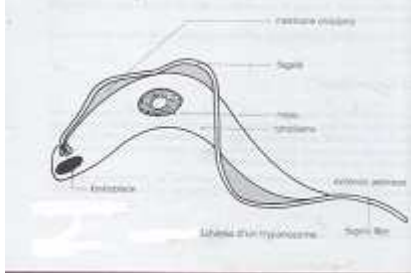
Homo sapiens est un

Métazoaire

Meta = à propos de

Zoo = animal

Le caractère innovant partagé avec les autres métazoaires est d'avoir un corps constitué de plusieurs cellules



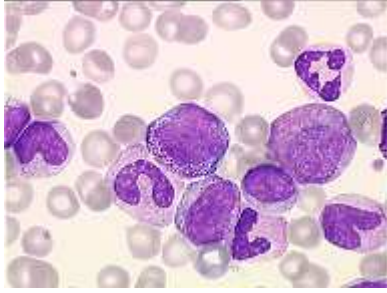
Trypanosome (protozoaire responsable de la maladie du sommeil – son corps n'est constitué que d'une seule cellule, le nôtre en a plusieurs milliards)

Homo sapiens est un

Animal

Anima = mouvement

Le caractère innovant partagé avec les autres animaux est d'avoir ses cellules qui ont noyau protégeant leur(s) chromosome(s) et qui n'ont pas de paroi protégeant la cellule



sang humain vu au microscope

Homo sapiens est un

Eucaryote

Caryo = noyau

Le caractère innovant partagé avec les autres eucaryotes est d'avoir ses cellules qui ont noyau protégeant leur(s) chromosome(s)

Last Unic Common Ancestor

Le dernier unique ancêtre commun

Homo sapiens est un être vivant descendant de LUCA apparu il y a plus de 3,8 milliards d'années.

Les bactéries sont des procaryotes, elles ont une cellule sans noyau qui protège leur chromosome.

Elles sont, elles aussi, les descendantes de LUCA.

Il y a peut être au d'autres êtres vivants en même temps que LUCA, mais on ne le saura pas.

On sait que tous les êtres vivants sur Terre sont ses descendants car la chimie des êtres vivants est la même pour tous ; ainsi on peut greffer des gènes de bactérie dans notre programme génétique et inversement.

7- Exercices.

Les réponses et remarques sont en bleu

Remarque : pour les deux premiers exercices, pages 17 et 18, il faut comprendre que ce qui est écrit pour l'aile est valable pour la nageoire, qu'il faut répondre en s'adaptant à l'énoncé (par exemple remplacer « aile » par « nageoire » dans l'exercice – puis contrôle).

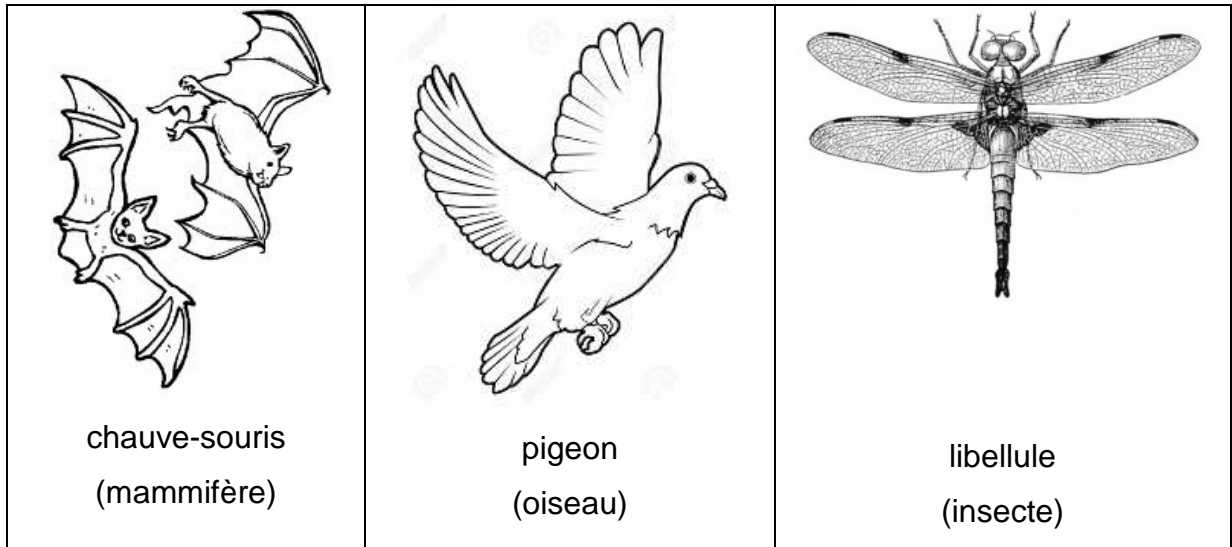
Reprenons ici ce principe :

Pour l'aile : Tout en étant différentes, les ailes de la chauve souris et du pigeon ont les mêmes caractères innovants partagés que nous (qui n'avons pas d'ailes) : un membre antérieur constitué d'un humérus, d'un radius, d'un cubitus. Ce sont ces os les attributs partagés, pas les ailes.

Pour la nageoire : Tout en étant différentes, les nageoires de la tortue et du cétacé ont les mêmes caractères innovants partagés que nous (qui n'avons pas de nageoires) : un membre antérieur constitué d'un humérus, d'un radius, d'un cubitus. Ce sont ces os les attributs partagés, pas les nageoires.

L'aile est-elle un caractère innovant (ou attribut) partagé ?

Voici trois animaux qui ont des ailes :



Ces animaux ont-ils un squelette interne ou externe ?

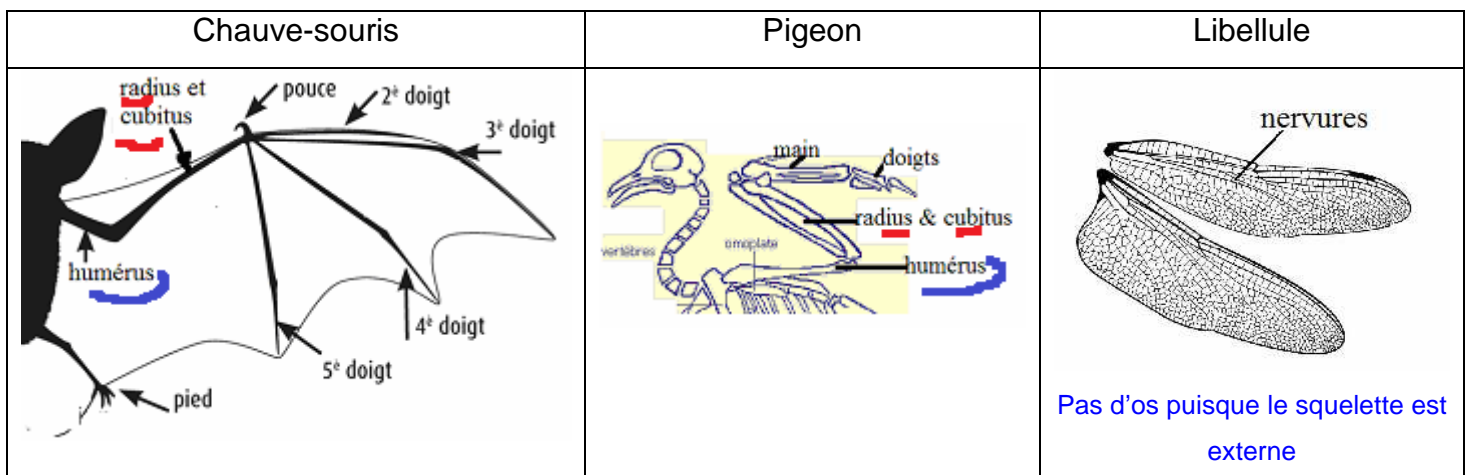
Chauve-souris	Pigeon	Libellule
Interne	Interne	externe

Ces animaux ont-ils une peau avec plumage, une peau avec pelage, une cuticule ?

Chauve-souris	Pigeon	Libellule
Peau avec pelage (comme nous)	Peau avec plumage	cuticule

La façon dont sont construits ces animaux est différente. Le fait qu'ils aient des ailes n'est pas un caractère innovant (ou attribut) partagé, c'est une évolution convergente (qui converge – c'est-à-dire qui va vers le même point, ici s'adapter au vol).

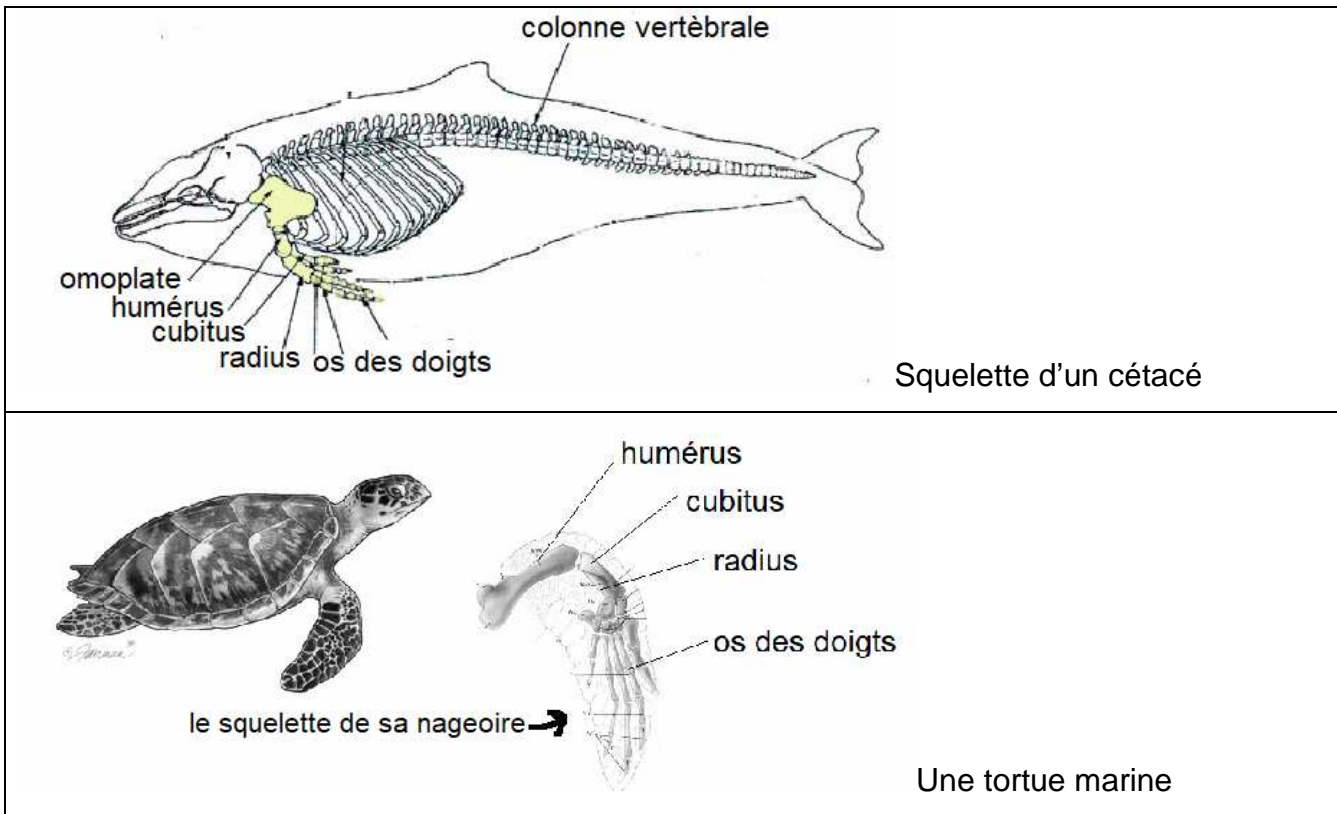
Structure de l'aile de chacun de ces animaux :



Tout en étant différentes, les ailes de la chauve souris et du pigeon ont les mêmes caractères innovants partagés que nous (qui n'avons pas d'ailes) : un membre antérieur constitué d'un humérus, d'un radius, d'un cubitus. Ce sont ces os les attributs partagés, pas les ailes.

La nageoire est-elle un caractère innovant (ou attribut) partagé ?

Voici deux animaux qui ont des nageoires : un cétacé et une tortue marine.



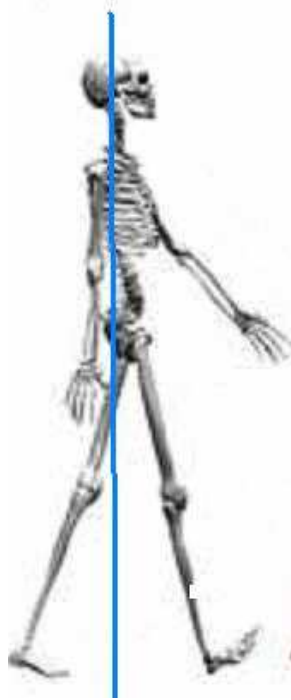
Les nageoires sont-elles un caractère innovant partagé ? Expliquer votre réponse.

La façon dont sont construits ces animaux est différente. Le fait qu'ils aient des nageoires n'est pas un caractère innovant (ou attribut) partagé, c'est une évolution convergente (qui converge – c'est-à-dire qui va vers le même point, ici s'adapter à la nage (permanente)).

Quels sont les « vrais » caractères innovants partagés ? quelle remarque peut-on faire ? (vous pouvez écrire derrière).

Tout en étant différentes, les nageoires de la tortue et du cétacé ont les mêmes caractères innovants partagés que nous (qui n'avons pas de nageoires) : un membre antérieur constitué d'un humérus, d'un radius, d'un cubitus. Ce sont ces os les attributs partagés, pas les nageoires.

A l'aide du document ci-dessous, écrire quel est l'un des caractères innovant partagé des êtres humains (Homo sapiens).



Squelette d'Humain

Le document montre que le crâne (le squelette de la tête), la colonne vertébrale, le bassin et les jambes d'un humain sont dans le même axe vertical (la réponse était facilitée par le trait vertical qui passe par toutes ces parties du corps sur le document). (**Remarque : on utilise le document pour expliquer sa réponse**).

Voici une poignée de mains entre un chimpanzé (à droite) et un humain (à gauche).



Les primates sont des mammifères.

Ce n'est pas une question c'est une affirmation, il n'y a aucune réponse à faire.

L'un des caractères innovants (ou attribut) partagé des mammifères est d'avoir un pelage.

Ce n'est pas une question c'est une affirmation, il n'y a aucune réponse à faire.

L'un des caractères innovants (ou attribut) partagé des primates est d'avoir le pouce opposable aux autres doigts.

Ce n'est pas une question c'est une affirmation, il n'y a aucune réponse à faire.

Voici les questions, il faut s'aider des affirmations pour expliquer chaque réponse.

Les humains et les chimpanzés sont ils des primates ? (expliquer votre réponse)

Oui, ce sont des primates car la photographie montre que leur pouce est opposable aux autres doigts. **(Remarque : on utilise le document pour expliquer sa réponse).**

Les humains et les chimpanzés sont ils des mammifères ? (expliquer votre réponse)

Oui, ce sont des mammifères car ils ont tous deux un pelage, la photographie montre que c'est évident chez le chimpanzé qui a un pelage plus développé que le nôtre.