

## **Thème III : Une histoire du vivant**

**La Terre est habitée** par une grande diversité d'êtres vivants. Cette biodiversité est dynamique et issue d'une longue histoire dont l'espèce humaine fait partie. L'évolution constitue un puissant outil de compréhension du monde vivant. Les activités humaines se sont transformées au cours de cette histoire, certaines inventions et découvertes scientifiques ont contribué à l'essor de notre espèce.

Les mathématiques permettent de modéliser la dynamique des systèmes vivants afin de décrire leur évolution. La démarche de modélisation mathématique comporte plusieurs étapes : identification du type de modèle le mieux adapté pour traduire la réalité, détermination des paramètres du modèle, confrontation des résultats du modèle à des observations, qui peut conduire à limiter son domaine de validité ou à le modifier. L'être humain a construit des machines pour traiter l'information et a créé des langages pour les commander. Avec les méthodes de l'intelligence artificielle, il continue d'étendre les capacités de traitement de données et les domaines d'application de l'informatique.

### **Histoire, enjeux et débats**

- Histoire de l'évolution humaine et découverte de fossiles par les paléontologues.

#### **- La théorie de l'évolution et son application dans différents champs.**

- Modèles mathématiques historiques d'accroissement des populations (Malthus, Quetelet, Verhulst) et controverses autour du malthusianisme.

- Histoire de grandes avancées médicales : aseptie (Semmelweis, Pasteur), antibiothérapie (Fleming), vaccination (Jenner, Koch, Pasteur), radiologie (Röntgen), greffe, chimiothérapie...

#### **- Biodiversité et impacts des actions humaines.**

- Histoire du traitement de l'information : de l'invention de l'écriture aux machines programmables (Jacquard, Babbage) et aux ordinateurs (Lovelace, Turing, Von Neumann...).

- Bogue (ou *bugs*) et failles de sécurité des systèmes informatiques, comme contrepartie parfois graves de leur flexibilité.

## **Chapitre 3 : L'évolution humaine.**

La paléanthropologie construit un récit scientifique de nos origines à partir des archives fossiles. La phylogénie permet d'étudier les relations de parenté entre les espèces actuelles et fossiles d'Hominidés.

### **Savoirs**

L'espèce humaine actuelle (*Homo sapiens*) fait partie du groupe des primates et est plus particulièrement apparentée aux grands singes avec lesquels elle partage des caractères morpho-anatomiques et des similitudes génétiques.

C'est avec le chimpanzé qu'elle partage le plus récent ancêtre commun.

Des arguments scientifiques issus de l'analyse comparée de fossiles permettent de reconstituer l'histoire de nos origines.

L'étude de fossiles datés de 3 à 7 millions d'années montre des innovations caractéristiques de la lignée humaine (bipédie prolongée, forme de la mandibule).

Le genre *Homo* regroupe l'espèce humaine actuelle et des espèces fossiles qui se caractérisent notamment par le développement de la capacité crânienne. Plusieurs espèces humaines ont cohabité sur Terre.

Certains caractères sont transmis de manière non génétique : microbiote, comportements appris dont la langue, les habitudes alimentaires, l'utilisation d'outils\*(Attention, certains grands singes en usent aussi...)...

### **Savoir-faire**

Analyser des matrices de comparaison de caractères morpho-anatomiques résultant d'innovations évolutives afin d'établir des liens de parenté et de construire un arbre phylogénétique.

**Mettre en relation la ressemblance génétique entre les espèces de primates et leur degré de parenté.**

**Positionner quelques espèces fossiles dans un arbre phylogénétique, à partir de l'étude de caractères.**

**Analyser des arguments scientifiques qui ont permis de préciser la parenté de *Homo sapiens* avec les autres *Homo*, et notamment la parenté éventuelle avec les Néandertaliens ou les Dénisoviens.**

### **Prérequis et limites**

L'objectif n'est pas de conduire une approche exhaustive des fossiles et de leurs caractères biologiques, mais de présenter la démarche scientifique permettant de construire une histoire raisonnée de l'évolution humaine. Les notions de liens de parenté, étudiées au collège, sont mobilisées ; un accent particulier est mis sur l'importance de l'identification d'innovations évolutives communes

## **Séance 1 :**

### **Introduction :**

La **paléanthropologie** construit un récit scientifique de nos origines à partir des archives fossiles et actuelles. La phylogénie permet d'étudier les relations de parenté entre les espèces actuelles et fossiles d'Hominidés. Cette discipline se sert des traces fossiles retrouvées et des séquençages ADN possibles depuis maintenant deux décennies.

### **A) Comment placer l'humain actuel au sein du monde vivant?**

#### **Introduction :**

Comme tout être vivant, l'humain possède des caractéristiques morpho-anatomique particulières qui permet aux scientifiques étudiant la biodiversité de déterminer les degrés de parenté qu'il partage avec les autres espèces actuelles.

**L'objectif va être ici de comprendre comment les scientifiques**

**PB : Quelles sont les méthodes utilisées pour déterminer les parentés entre les êtres vivants ? « Où se situe l'humain dans le monde vivant ?**

## Bilan séance 1 :

### 1. Les caractéristiques des Primates

L'étude comparative de ses caractéristiques morpho-anatomique permet de placer (=classer) l'humain au sein de la biodiversité actuelle : c'est un eucaryote, vertébré, tétrapode, amniote, mammifère, placentaire, **Primate** (pouce opposable aux autres doigts et des ongles, ce qui rend la main préhensile, capable de saisir des objets, yeux situés vers l'avant : leur permettant d'avoir une vision binoculaire très large)

**Dans ce groupe, humain et chimpanzé sont des :**

**Haplorhiniens** (Simien) présence d'un « vrai » nez (pas de rhinarium) → exit les lémuriens !!!

(Les Simiens se subdivisent en Platyrrhiniens qui peuplent exclusivement le continent américain et en Catarrhiniens en Afrique et Eurasie. Les *Platyrrhiniens* ont des narines écartées, possèdent 36 dents et une queue préhensile )

**Catarrhiniens**, à narines rapprochées, à denture constituée de 32 dents → exit les tarsiers/ ouistitis !!!

*Parmi lesquels les Cercopithécoïdes* (ou Primates à « queue ») avec les Babouins, Macaques, Gibbons, Cercopithèques et les

**Hominoïdes** : coccyx, durée de vie longue, un cerveau proportionnellement plus développé, une taille plus élevée, une longue période de développement des jeunes qui restent dépendants de leur mère pendant plusieurs années. Ils mesurent de 70 à 180 cm et pèsent de 30 à 230 kilos. (Gibbons, Gorilles, Chimpanzés, Orang-outang et l'espèce humaine) → exit les cercopithèques(babouins, macaques, mandrilles) !!!

Des comparaisons génétiques ou anatomiques permettent de préciser les relations de parenté au sein des Hominoïdes.

Avec des critères de :

présence d'un canal incisif et d'un sinus frontal- → groupe des **Hominoïdés**(exit gibbon)

de formes des trous oculaires rond → groupe des **Hominidés**(exit orang outan)

de critères moléculaires → groupe des **Homininés**(exit gorille)

de caractères relatifs à la station debout : **Hominines**(exit chimpanzé et bonobo)

À partir de ces éléments, on peut construire un arbre phylogénique. Dans cet arbre, les espèces présentant des attributs communs sont enracinées sur un même nœud. Chaque nœud correspond à l'ancêtre commun hypothétique des espèces enracinées sur ce nœud. Les caractères d'un ancêtre commun hypothétique sont ceux qui se trouvent en dessous de la ramification (=nœud).

L'Homme est un Primate, il partage avec le Chimpanzé l'ancêtre commun le plus récent avec la biodiversité actuelle.

### 2. Homme et Chimpanzé, deux espèces très proches

Il existe de nombreux points communs entre les deux espèces mais aussi des différences : quelles en sont les origines ?

L'analyse du caryotype de l'Homme (23 paires de chromosomes) et celui du Chimpanzé (24 paires de chromosomes) montre de grandes ressemblances. On observe également des remaniements chromosomiques. Le chromosome 2 de l'Homme résulte de la fusion des chromosomes 2p et 2q que l'on retrouve chez les autres Hominoïdes.

L'étude de la séquence de différents gènes trouvés chez les Primates montre que c'est entre le Chimpanzé et l'Homme que les différences sont les plus faibles. En ne considérant que les **séquences codantes**, Homme et Chimpanzé sont proches à 99%. Les différences ne représentent que 1%. Par comparaison, deux génomes humains pris au hasard diffèrent de 0,1%.

Les **phases de développement** sont les mêmes :

**embryonnaire** : organogenèse globale(dont cérébrale)

**foetale** : développement des organes pour devenir fonctionnels.

**Lactéale** : naissance à l'apparition de la première molaire sup.

**de substitution** : changements du corps qui se terminent à la puberté.

ATTENTION Hors programme :

La phase embryonnaire dure 2 semaines chez le chimpanzé et 8 chez l'homme. Hors il s'agit de la phase durant laquelle se met en place le système nerveux... Cela peut expliquer la différence de développement cérébrale.

La comparaison des crânes embryonnaires du chimpanzé et de l'humain montre de grandes similitudes. Par la suite, le crâne du chimpanzé développe des caractères nouveaux (mâchoire prognathe, bourrelets sus-orbitaires...) alors que celui de l'humain croît, mais ne développe pas ces caractères.

Il y a une **hétérochronie** du développement humain par rapport à celui du chimpanzé : les organes ne se développent pas à la même vitesse dans les deux espèces.

→ Cela provient de différences dans la chronologie et l'intensité de l'expression de gènes de développement. Quelques exemples :

**Gène ASPM** : intervient dans la régulation des mitoses au niveau cérébrale pendant la période embryonnaire uniquement, il s'exprime plus longtemps chez les humains (8 semaines au lieu de 3). Il existe une microcéphalie chez l'homme du fait de la mutation de ce gène → argument en faveur de sa fonction de développement cérébral.

Le crâne cesse de se modifier chez l'homme avant le chimpanzé (phéno inverse d' ASPM.) ainsi que la migration du trou occipital.

**Gène MYH16** : gène qui provoque le développement des muscles de la mâchoire pendant la phase lactéale : il est muté chez l'homme → **néoténie**.

Cela se traduit par des différences dans la durée des phases du développement des deux espèces. Les phases sont plus longues chez les humains que chez les Chimpanzés. On parle de **néoténie** (conservation des caractères juvéniles à l'état adulte). Ce ralentissement a des conséquences sur le phénotype humain. C'est durant la phase embryonnaire que les neurones sont générés. L'allongement de cette phase permet un nombre plus important de neurones chez l'Homme. Les phases infantile et juvénile sont des phases privilégiées pour l'apprentissage.

L'allongement des phases d'apprentissage, combiné au nombre de neurones plus important, permet des capacités intellectuelles plus développées chez l'Homme que chez le Chimpanzé.

Comme pour le Chimpanzé, l'acquisition du phénotype humain adulte repose sur les interactions des individus avec leur environnement, mais aussi sur un apprentissage et une communication entre individus.

**D'un point de vue génétique, l'Homme et le Chimpanzé, très proches, se distinguent surtout par la position et la chronologie d'expression de certains gènes.**

**Le phénotype humain, comme celui des grands singes proches, s'acquiert au cours du développement pré et postnatal, sous l'effet de l'interaction entre l'expression de l'information génétique et l'environnement (dont la relation aux autres individus).**

## Séance 2 :

### Introduction :

La **paléoanthropologie** construit un récit scientifique de nos origines à partir des archives fossiles et actuelles. La phylogénie permet d'étudier les relations de parenté entre les espèces actuelles et fossiles d'Hominidés. Cette discipline se sert des traces fossiles retrouvées et des séquençages ADN possibles depuis maintenant deux décennies.

### **B) Quelle est la place de l'espèce humaine au sein du genre Homo?**

#### Introduction :

La lignée humaine comprend tous les groupes d'êtres vivants descendants du dernier ancêtre commun de l'homme avec son plus proche parent, le chimpanzé. En d'autres termes, toutes ces espèces sont elles mêmes liées à d'autres espèces qui constituent la « lignée humaine », lignée qui a couru entre le DAC(Dernier Ancêtre Commun) à l'humain et au chimpanzé.

Le seul représentant actuel de la lignée humaine est l'*Homo sapiens*.

L'humain est aujourd'hui le seul représentant du genre Homo. On peut cependant, grâce aux traces fossiles, retrouver de nombreux individus qui auraient pu être classés dans ce genre mais dont les caractéristiques les éloignent de l'espèce sapiens.

L'objectif va être ici de comprendre comment les liens qui unissent les différentes espèces du genre Homo, et de celles qui font partie de la lignée humaine, qui ont existé sur Terre(tout au moins celles retrouvées).

PB : ?

**Idées d'objectifs : confronter les définitions historiques de la lignée humaine.**

## Bilan séance 2 :

### La phylogénie du genre Homo et de ses cousins...

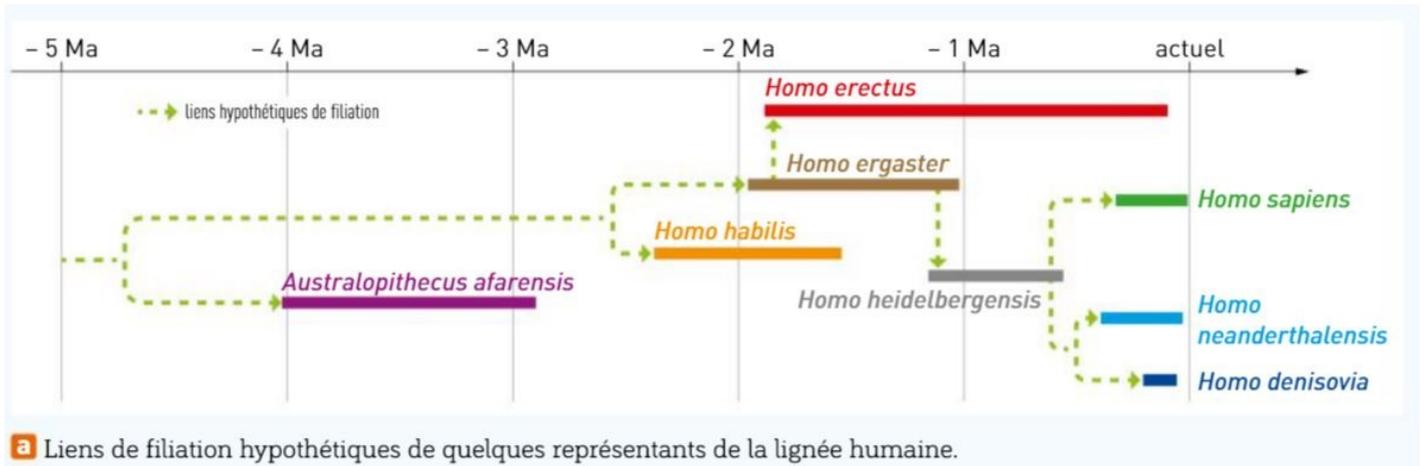
Le genre Homo regroupe l'Homme actuel et quelques fossiles qui se caractérisent notamment par :

- une face réduite (plate!)
- un dimorphisme sexuel peu marqué sur le squelette
- un style de bipédie avec trou occipital avancé et aptitude à la course à pied (forme du fémur, du bassin court...)
- une mandibule parabolique, etc.
- une production d'outils complexes
- une variété des pratiques culturelles

sont associées au genre Homo, mais de façon non exclusive.

La phylogénie du genre Homo est un sujet scientifique en devenir où les idées admises à un moment donné peuvent être modifiées à la suite de nouvelles découvertes.

La construction précise de l'arbre phylogénétique du genre Homo est controversée dans le détail.



Dernières trouvailles : flux migratoire des Homo en deux phases principales :

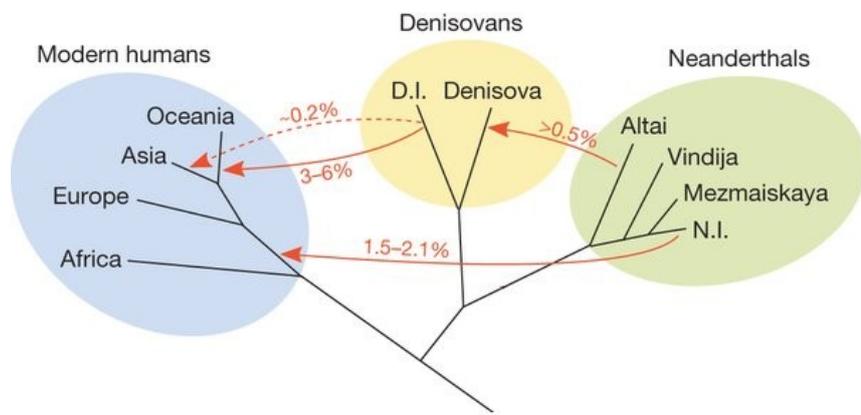
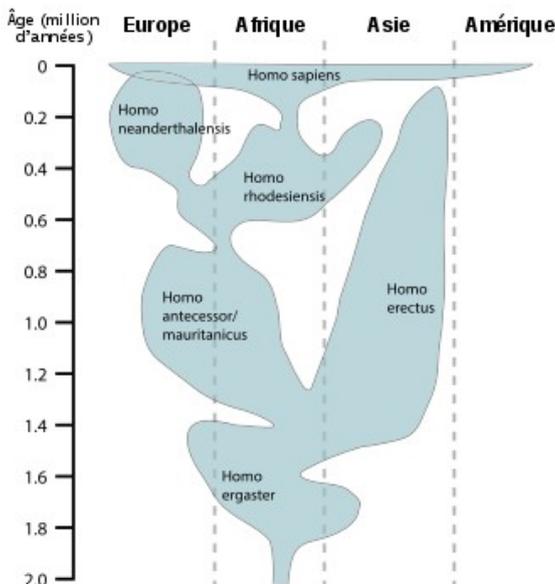
1- Erectus quitte l'Afrique et envahit le moyen orient et l'Europe entre 1,5 et 2 Ma/ Néanderthalien est issu de cette population. (ergaster ne serait d'une version d' erectus selon certains auteurs.

2- Attention, en 2002, on découvre en Géorgie, un squelette d'Homo baptisé Homo georgicus dont les caractéristiques sont proches d'H. Habilis et d'âge env. 1,8Ma... →

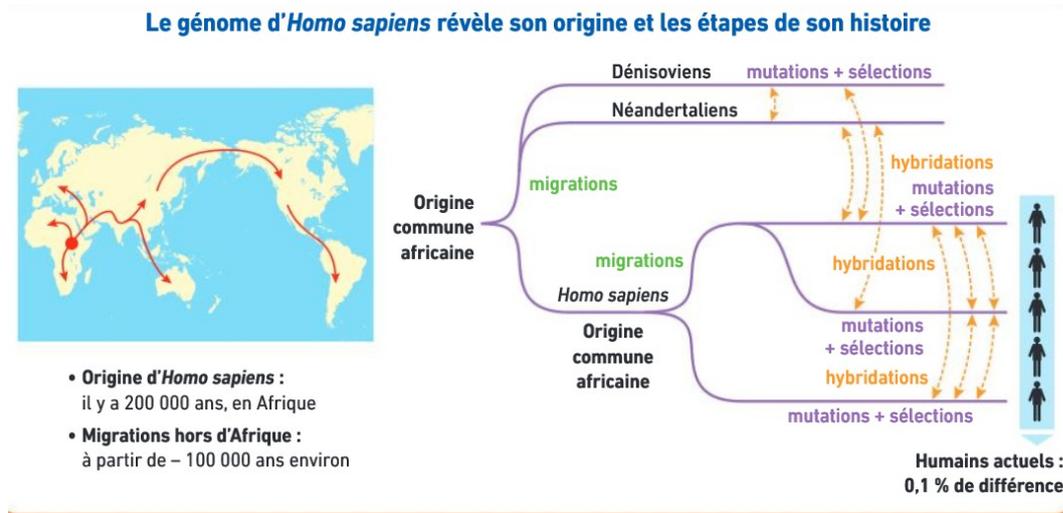
3- Des fossiles datés de plus de 2,5Ma existent au nord de l'Inde !!!

4- sortie de sapiens de l'Afrique, premières hybridation néanderthaliens/sapiens vers 60 000ans au proche orient / péninsule

arabique mais peut être quelques dizaines de milliers d'années après la sortie d'Afrique... ???  
Puis migration vers tous les coins du globe et hybridations avec les espèces présentes (Neand. Et Denis.).



Bref, c'est complexe et chaque découverte remet en cause les théories existantes...



[UN ARTICLE DE L'ENS POUR CEUX QUE CA INTERESSE.](#)

### **Bilan séance 3 :**

Certains caractères sont transmis de manière non génétique : le **microbiote**, comportements appris dont la langue, les habitudes alimentaires, l'utilisation d'outils...

*Ces transmissions nous façonnent et peuvent être utilisées pour établir des liens entre des populations d'individus.*