

Thème 1A4

CHAPITRE 4

Un regard sur l'évolution de l'homme

Quels sont les caractères du genre Homo?
Comment se sont ils mis en place?
Existe t il plusieurs histoires évolutives de l'Homme actuel?

I- La place de l'homme au sein du monde vivant

1- La parenté de l'homme et des primates

Tp 7
livre p 72 et 73

Maki (45 cm - 3,5 kg)



Forêts humides (Madagascar)

Tarsier des Philippines (15 cm - 0,135 kg)



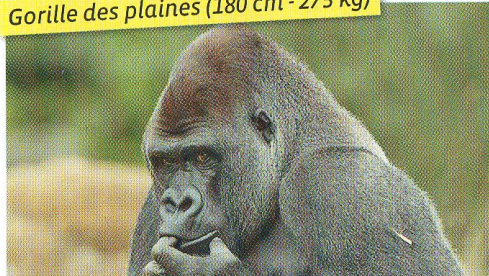
Forêts humides (Philippines)

Saki à face blanche (50 cm - 2 kg)



Forêts équatoriales (Amérique du Sud)

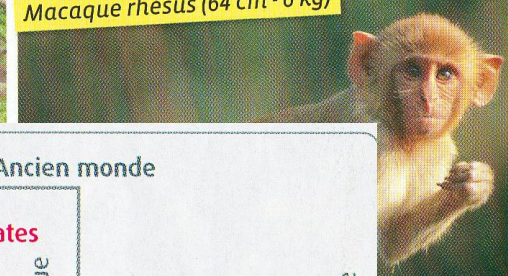
Gorille des plaines (180 cm - 275 kg)



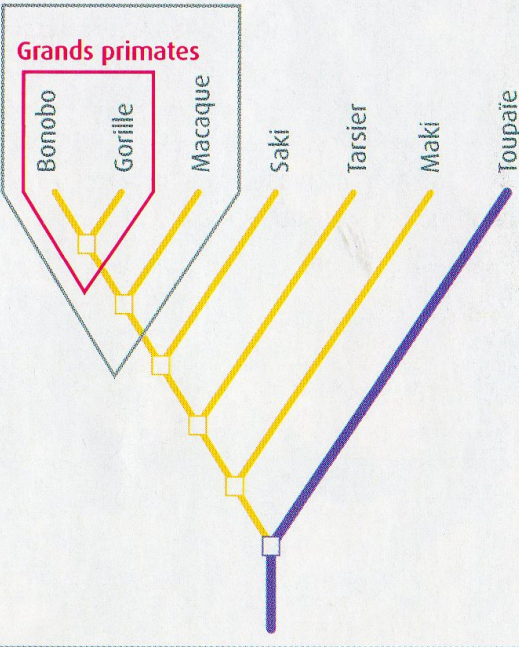
Chimpanzé bonobo (100 cm - 40 kg)



Macaque rhésus (64 cm - 6 kg)



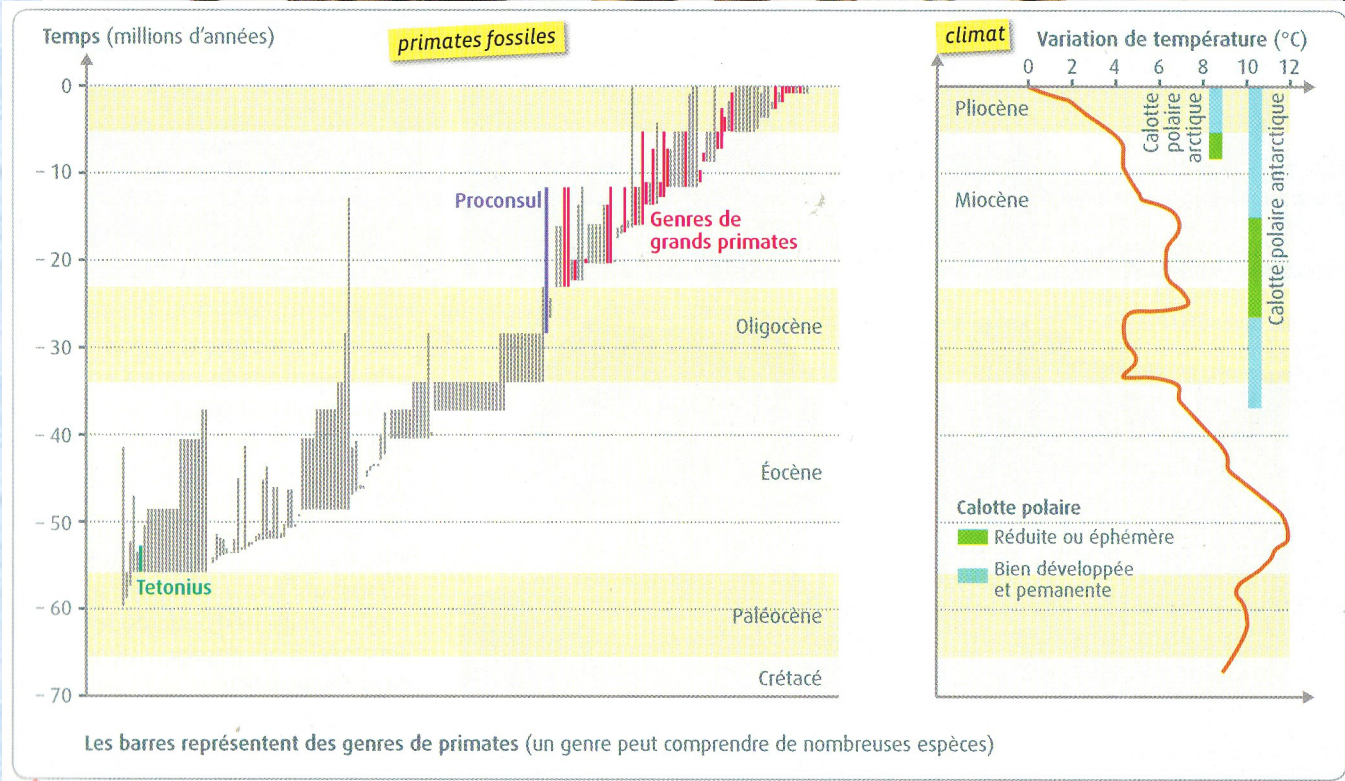
Primates de l'Ancien monde



	Pouce	Terminaisons des doigts	Appendice nasal	Orbites**	Narines	Queue
Bonobo	Opposable*	Ongles	Nez	Fermées	Proches	Absente
Gorille	Opposable	Ongles	Nez	Fermées	Proches	Absente
Macaque	Opposable	Ongles	Nez	Fermées	Proches	Présente
Saki	Opposable	Ongles	Nez	Fermées	Écartées	Présente
Tarsier	Opposable	Ongles	Nez	Ouvertes	Écartées	Présente
Maki	Opposable	Ongles	Truffe	Ouvertes	Écartées	Présente
Toupaïe	Non opposable	Griffes	Truffe	Ouvertes	Écartées	Présente

*Pouce opposable aux autres doigts.
 **Chez les primates, la cavité orbitaire peut présenter une fenêtre qui s'ouvre vers l'arrière du crâne (orbites ouvertes) ou être fermée (orbites fermées, comme chez l'Homme).

2 L'état de quelques caractères morphologiques chez sept mammifères actuels et l'arbre de parenté correspondant. Le toupaïe est un mammifère proche parent des primates.



4 Répartition temporelle des primates fossiles et évolution climatique depuis 65 Ma. On compte aujourd'hui plus de 190 espèces de primates. Les découvertes paléontologiques ont permis d'identifier environ 380 espèces de primates fossiles appartenant à près de 200 genres, dont 66 espèces de grands primates. Ces derniers émergent dans le registre fossile vers - 20 Ma. Vers - 16 Ma, ils colonisent le sud de l'Eurasie, où ils connaissent une forte diversification en nombre d'espèces. Vers - 8 Ma, ils disparaissent d'Eurasie, sauf en Asie du sud-est. Aujourd'hui, les grands primates sont, à l'exception de l'Homme, inféodés aux forêts des zones tropicales et subtropicales (chaudes et humides) d'Afrique et d'Eurasie. Leur diversité est réduite (8 genres et une vingtaine d'espèces).

2- La parenté de l'homme et des grands singes

Livre p 74 et 75

Les grands primates aujourd'hui

PISTE

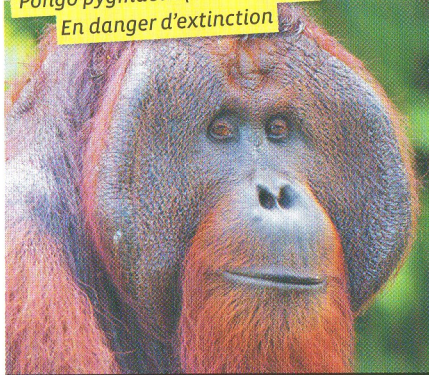
Hylobates lar (50 cm, 6 kg)
En danger d'extinction



Gibbons et Siamangs

- **Habitat:** forêt tropicale et équatoriale.
- **Nombre d'espèces connues:** 13
- Vivent en famille sur un territoire restreint

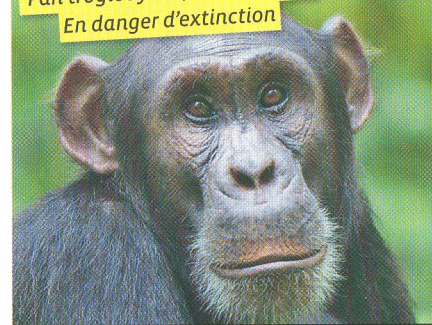
Pongo pygmaeus (130 cm, 75 kg)
En danger d'extinction



Orangs-outans

- **Habitat:** forêt équatoriale
- **Nombre d'espèces connues:** 2
- Solitaires

Pan troglodytes (140 cm, 50 kg)
En danger d'extinction



Chimpanzés

- **Habitat:** savane arborée, forêt équatoriale
- **Nombre d'espèces connues:** 2 (chimpanzé)

Gorilla berengei (230 cm, 250 kg)
En danger d'extinction



Gorilles

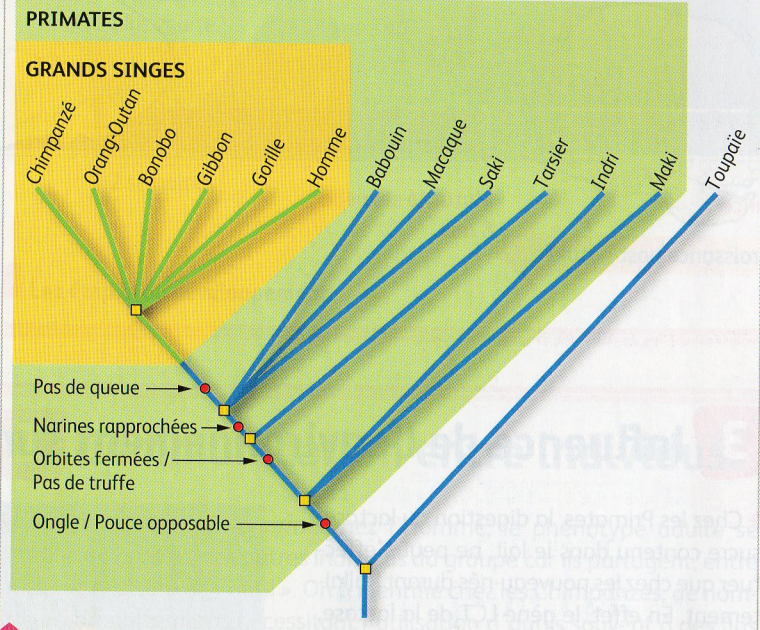
- **Habitat:** forêt équatoriale
- **Nombre d'espèces connues:** 2
- Vivent en petite communauté de 10 à 15 individus

Homo sapiens (175 cm, 75 kg)



Humains

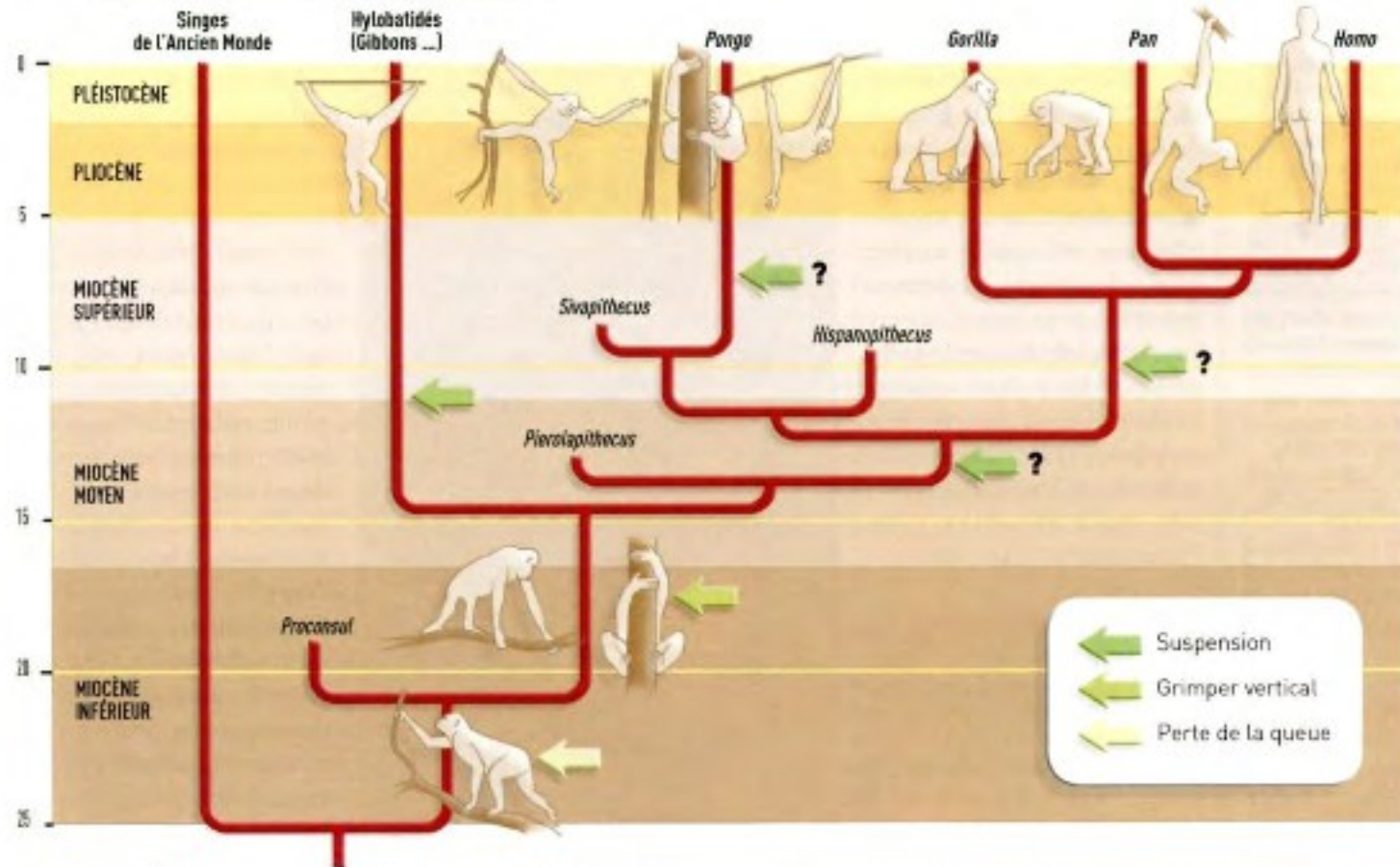
- **Habitat:** tous les milieux.
- **Nombre d'espèces:** 1



a **Arbre phylogénétique des Primates avec innovations.**

Le Toupaie n'est pas un Primate.

La locomotion des hominoïdes



LES HOMINOÏDES se sont différenciés des singes de l'Ancien Monde il y a plus de 20 millions d'années, notamment par la perte de la queue. Celle-ci aurait pourtant été bien utile au genre *Proconsul* pour équilibrer

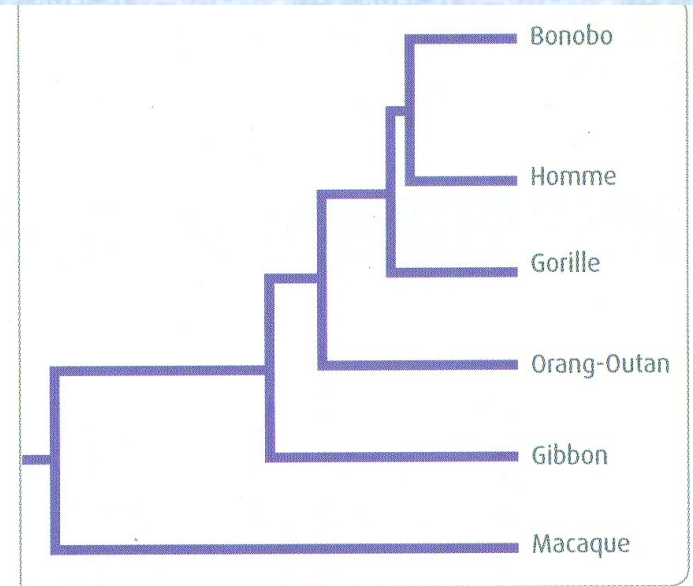
sa marche quadrupède. Les adaptations au grimper vertical, compatibles avec la bipédie, sont apparues ensuite, puis les adaptations à la suspension, probablement de façon indépendante dans plusieurs lignées.

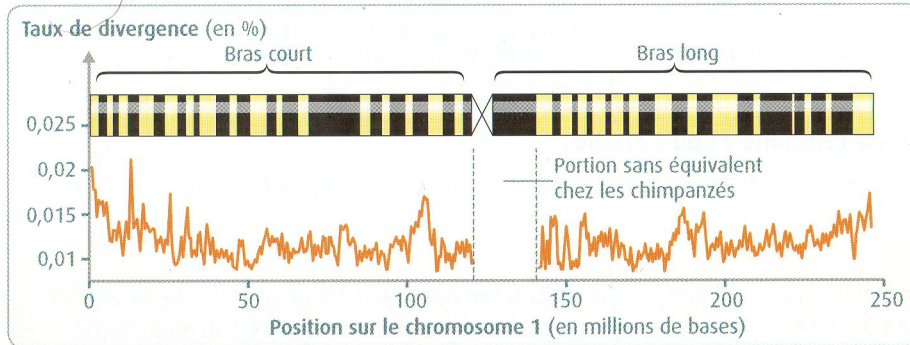
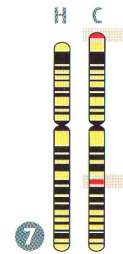
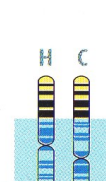
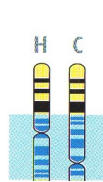
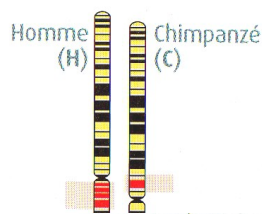


	Bonobo	Homme	Gorille	Orang-Outan	Gibbon	Macaque
Bonobo	0	6	7	12	14	27
Homme		0	7	14	13	27
Gorille			0	9	14	28
Orang-Outan				0	14	28
Gibbon					0	25
Macaque						0

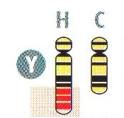
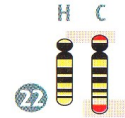
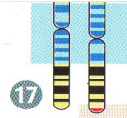
3 Comparaison d'une portion de la séquence de la protéine COX2 chez six primates et arbre de parenté correspondant.

Chaque chiffre indique le nombre d'acides aminés qui diffèrent entre les séquences prises deux à deux. Moins il y a de différences entre les séquences d'un même gène (donc d'une même protéine) chez deux espèces, plus elles sont proches parentes (bonobo = chimpanzé bonobo).





2 Comparaison de la séquence nucléotidique du chromosome 1 de l'Homme et des chimpanzés. Le taux de divergence correspond à la proportion de nucléotides qui diffèrent quand on compare la séquence simienne à la séquence humaine (chromosome représenté). Il est calculé sur des fragments d'un million de nucléotides.



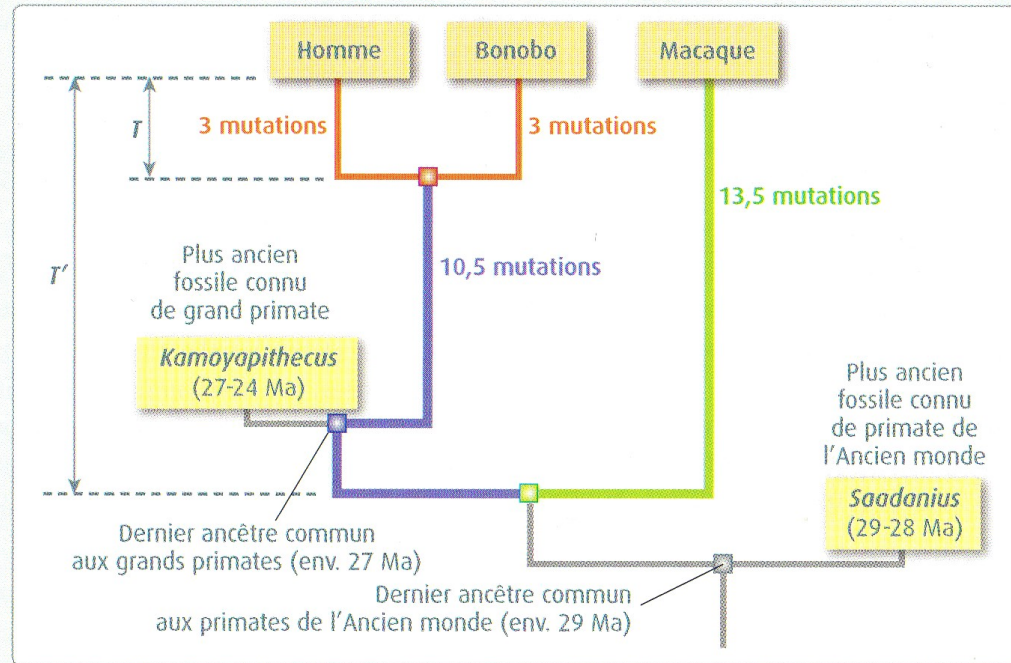
1 Comparaison du caryotype de l'Homme et des chimpanzés. L'Homme possède 23 paires de chromosomes, les chimpanzés 24. L'alternance des bandes sombres et claires, obtenues après traitement avec un colorant, produit des motifs caractéristiques de chaque chromosome. Les portions sur fond rouge n'ont pas d'équivalent chez l'une des deux espèces. Les portions sur fond bleu correspondent à des portions chromosomiques identiques, mais en orientation inverse chez les deux espèces. Les portions sur fond vert correspondent à des remaniements chromosomiques complexes.

La datation du dernier ancêtre commun à l'Homme et aux chimpanzés à partir des primates fossiles n'est pas aisée. L'apport de données moléculaires est donc précieux. On considère les lignées menant au macaque, au bonobo et à l'Homme. On peut faire l'hypothèse que, sur certains gènes, le taux de mutation u (nombre m de mutations qui s'accumulent dans une séquence donnée pendant un temps t : $u = m/t$) est constant et qu'il est le même dans chacune des lignées. Alors, l'accumulation des mutations constitue une sorte d'horloge moléculaire qui peut permettre d'estimer l'âge T du dernier ancêtre commun à l'Homme et au bonobo sachant que :

- on peut encadrer l'âge T' du dernier ancêtre commun au macaque, à l'Homme et au bonobo grâce aux fossiles ;
- 6 mutations distinguent la protéine COX2 de l'Homme et du bonobo (voir doc. 3). Donc en moyenne, 3 mutations sont

apparues dans chacune des deux lignées pendant la durée T ;

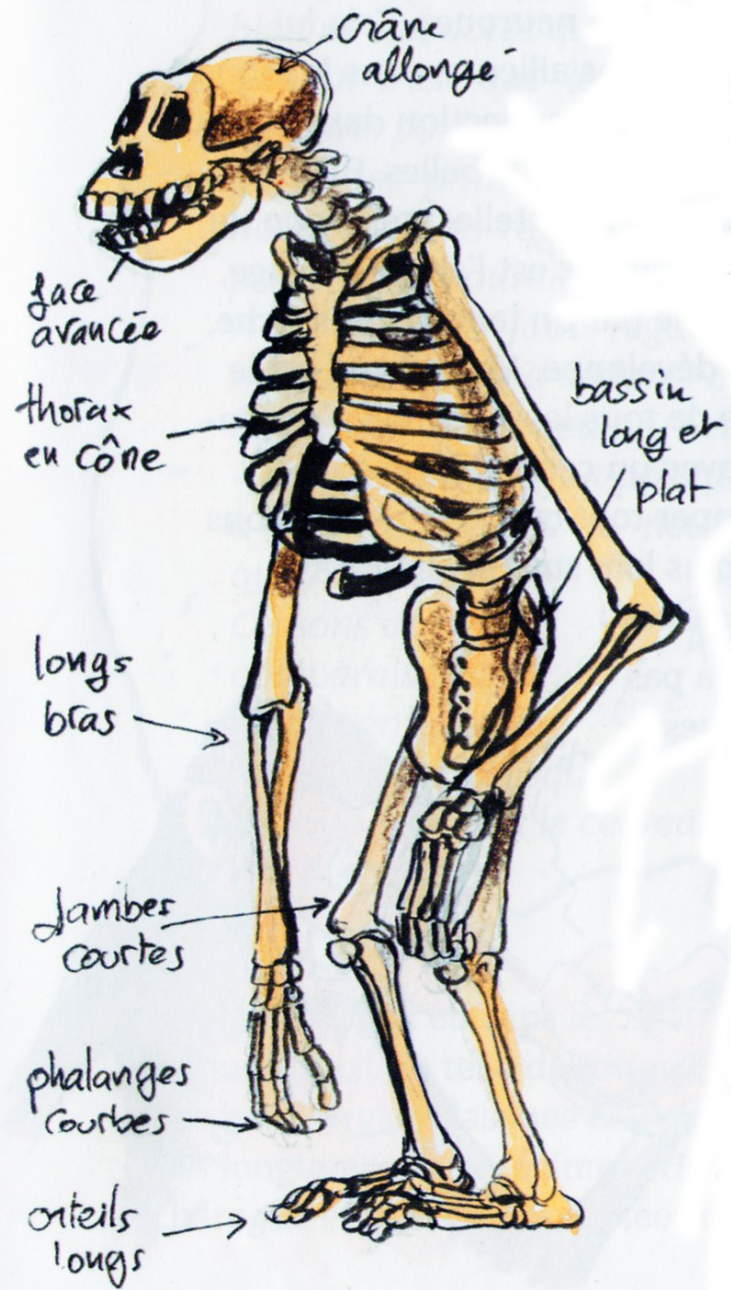
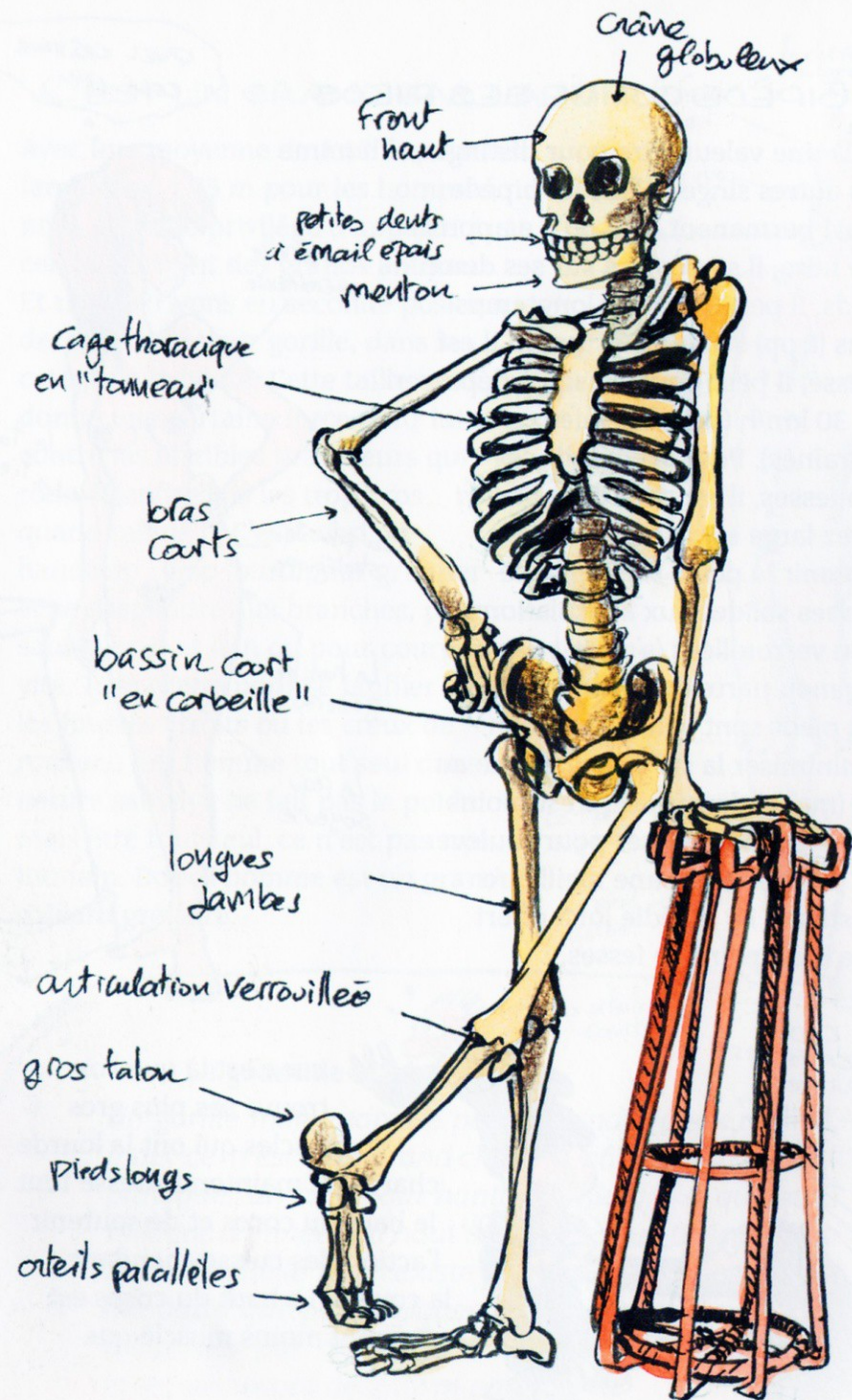
- 27 mutations se sont accumulées dans la protéine COX2 depuis le dernier ancêtre de l'Homme, du bonobo et du macaque (voir doc. 3). Donc en moyenne, 13,5 mutations sont apparues dans chacune des deux lignées pendant la durée T' .



4 Dater le dernier ancêtre commun de l'Homme et du bonobo.

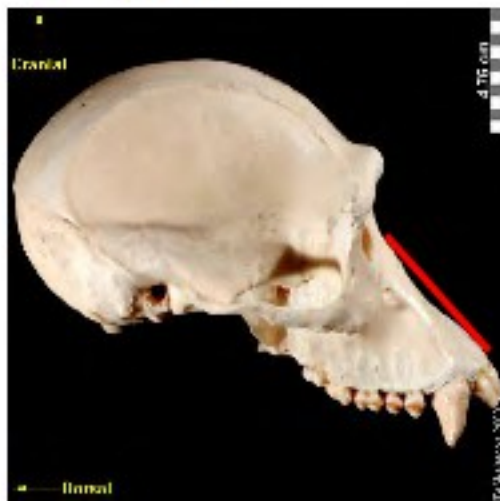
3- Les caractéristiques du genre Homo

Tp 8

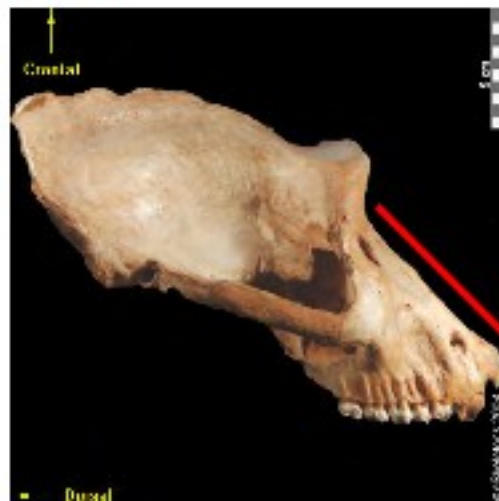


Le crâne

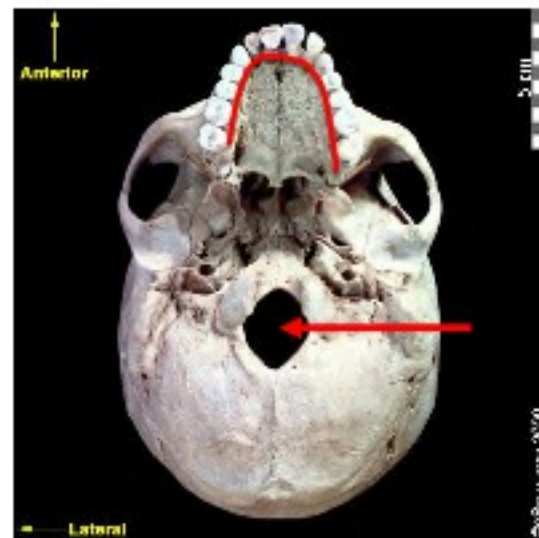
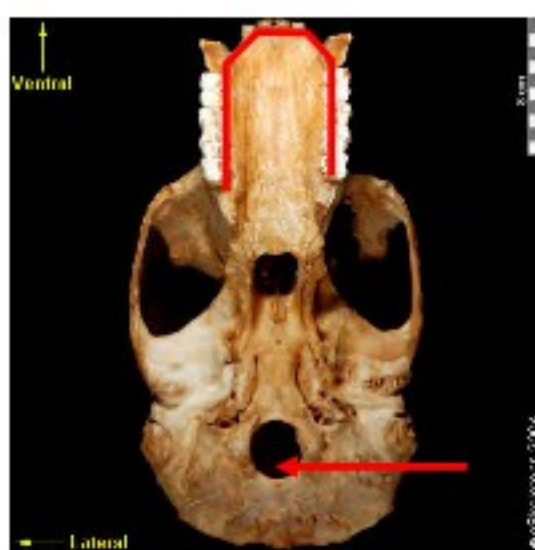
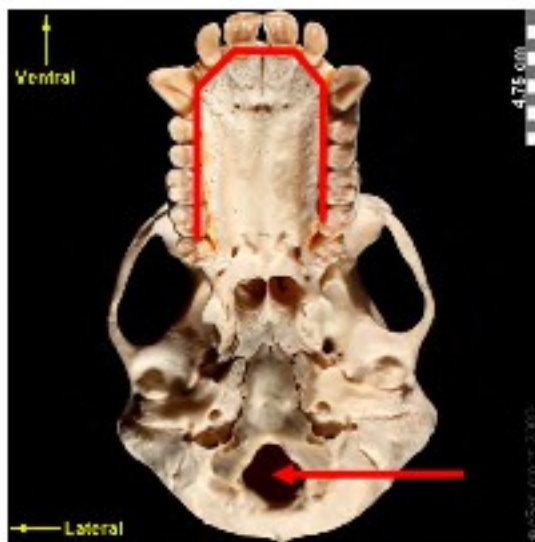
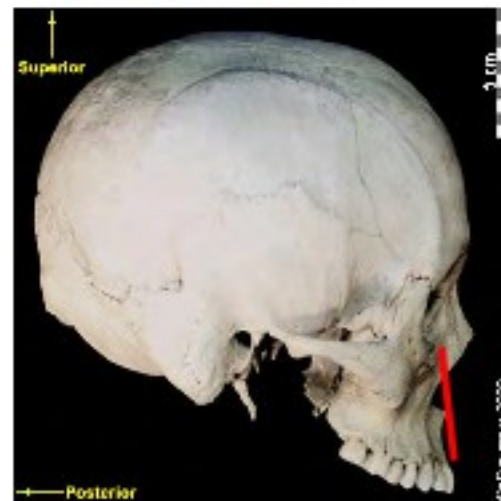
Chimpanzé



Gorille

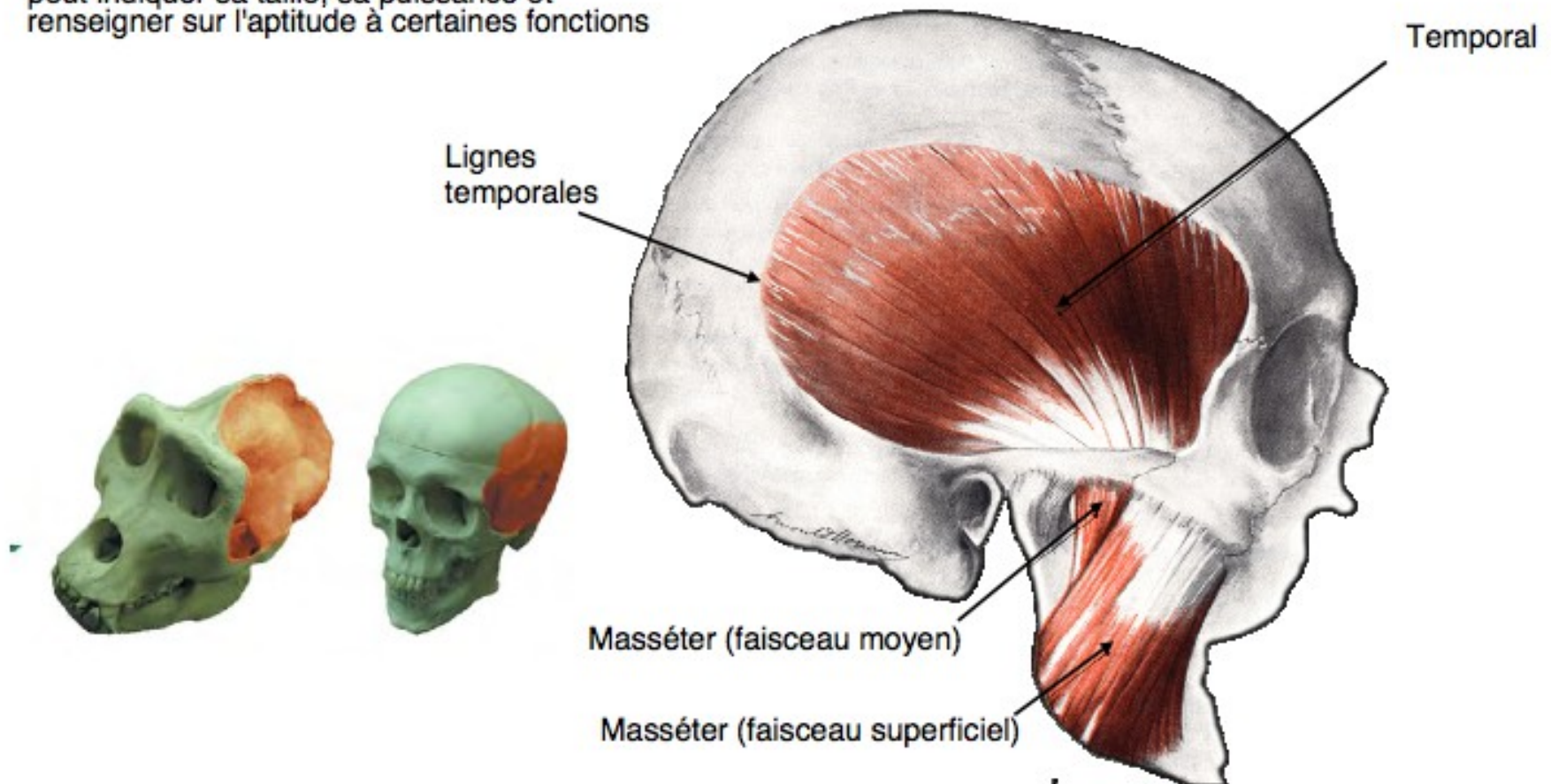


Homme moderne



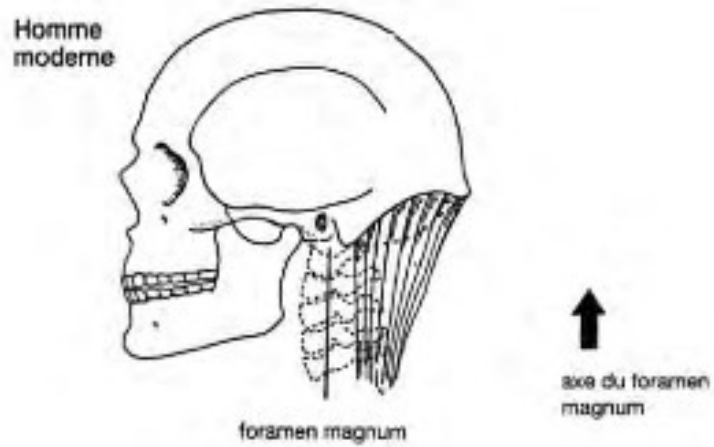
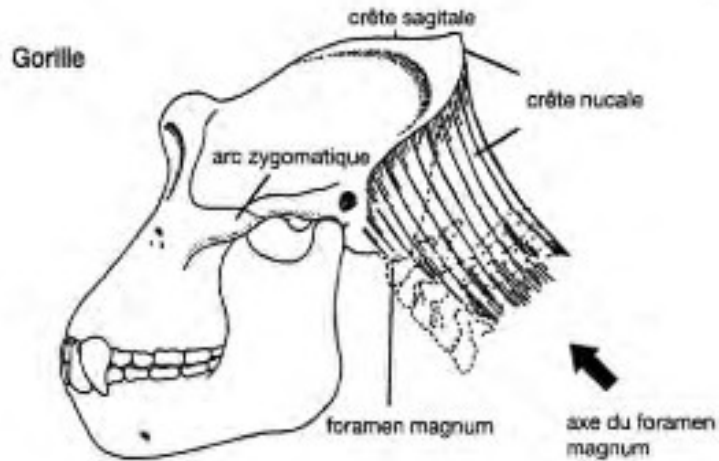
Relation avec les insertions musculaires

Un **muscle** est attaché à un ou plusieurs os.
L'empreinte d'insertion qu'il laisse sur l'os peut indiquer sa taille, sa puissance et renseigner sur l'aptitude à certaines fonctions



Masséter
muscle de la mastication

Le crâne

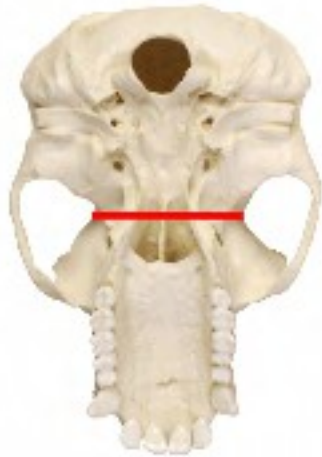


Insertion musculaire large

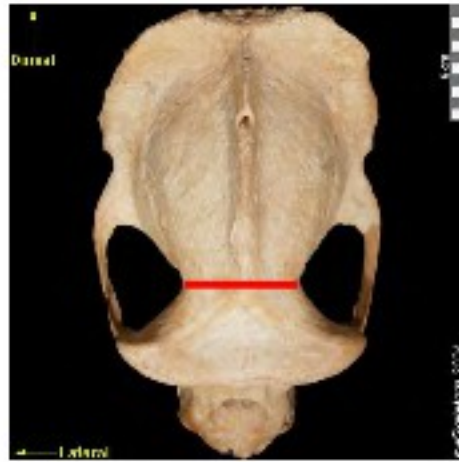


Constriction post-orbitaire

Chimpanzé



Gorille



Homme moderne



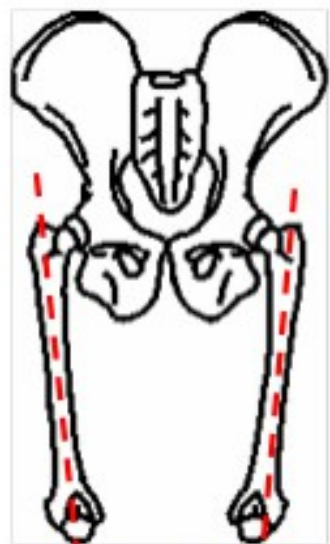
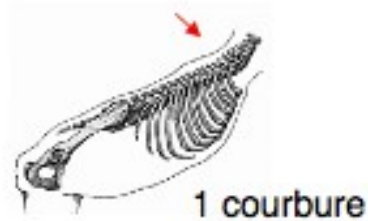
Capacité cérébrale moyenne
400 cm³

Capacité cérébrale moyenne
500 cm³

Capacité cérébrale moyenne
1400 cm³

Le squelette post-crânien

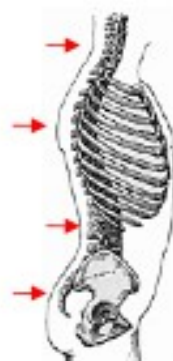
Chimpanzé



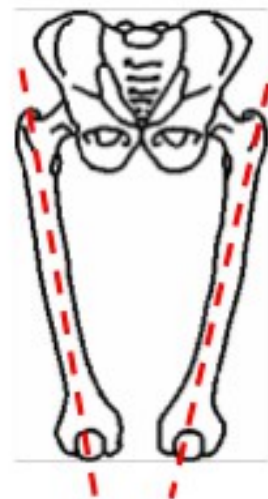
Fémurs parallèles

Bassin haut et étroit

Homme



Bassin court et large



Fémurs convergents

Chimpanzé



En forme de T

Homme



Evasé vers le haut

Col du fémur court

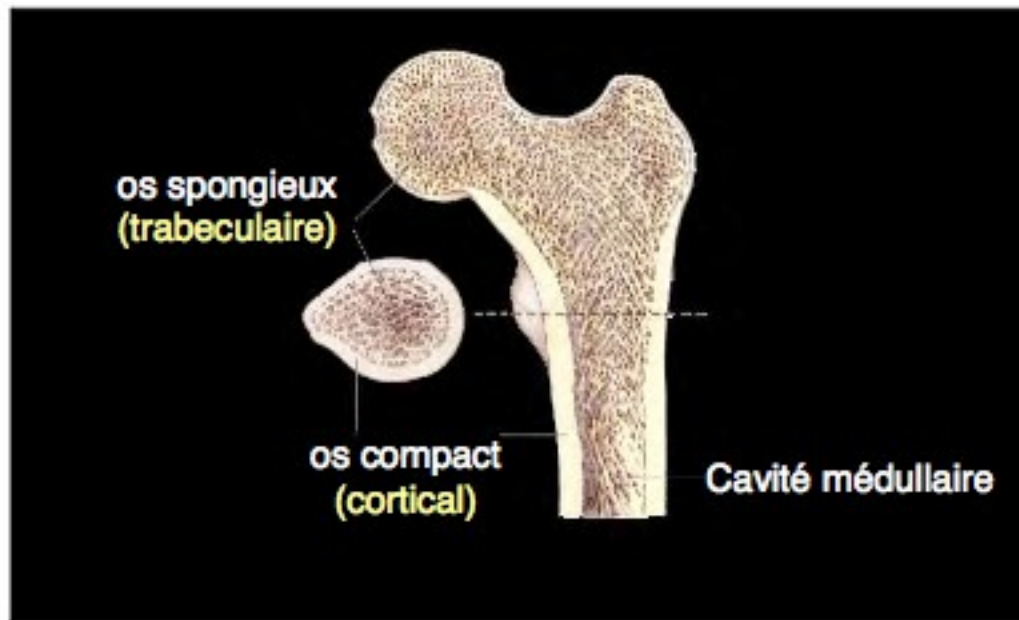


Col du fémur long



Source image :
<http://www.esqueletons.org/index.html>

La structure interne de l'os est aussi une source d'indices



Chimpanzé



Homme



Structure interne du Col du fémur vue en coupe transversale.

L'articulation du bras (coude)

Humérus

Chimpanzé



Creux profond :
verrouillage du coude

Homme



Creux peu profond

Indice intermembral :

$$\frac{\text{L. Humérus} + \text{L. Radius}}{\text{L. Fémur} + \text{L. Tibia}} \times 100$$

le Babouin ou Papio : 95%

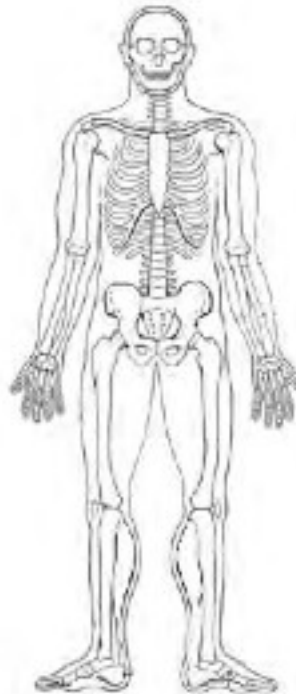
le Gibbon ou Hylobates : 129%

l'Orang-Outan ou Pongo : 144%

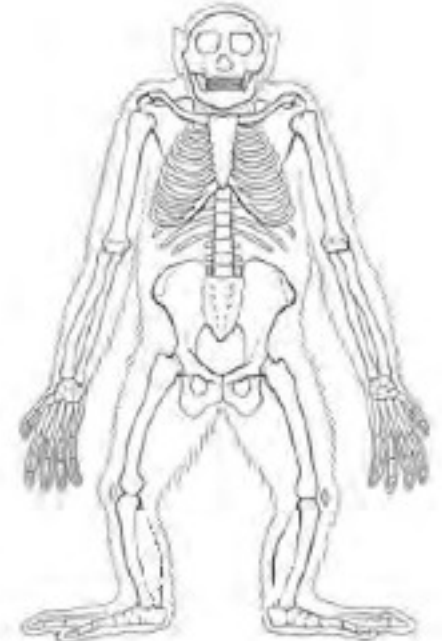
le Gorille : 117%

le Chimpanzé ou Pan : 107%

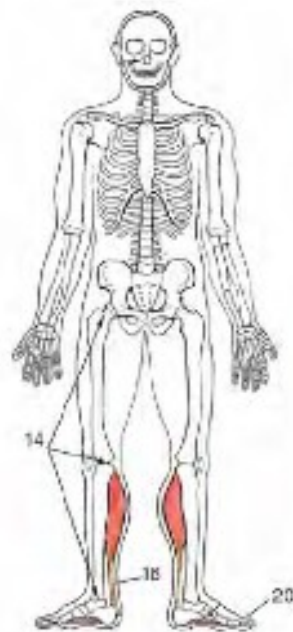
l'Homme : 70%



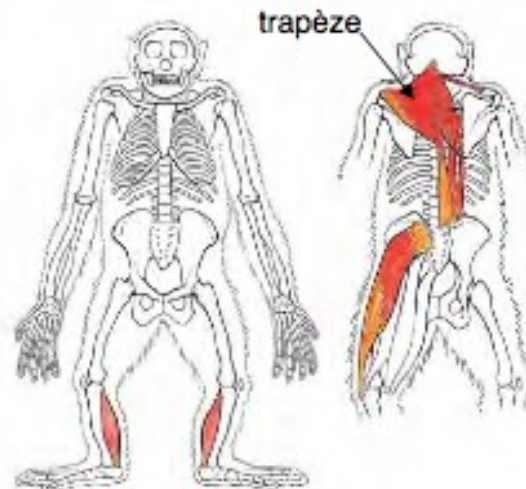
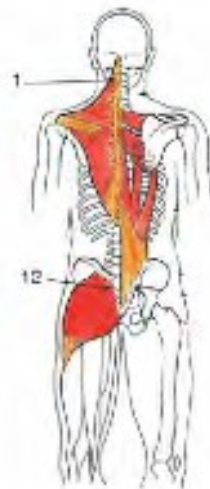
Homme



Chimpanzé



Homme



Chimpanzé

La musculature est différente et le développement de certains muscles est à mettre en relation avec le type de locomotion.



Comparaison anatomique homme / chimpanzé. Relation entre le développement musculaire et la locomotion. 1- ligament nuchal, 12 – grand fessier, 14 – surface des joints articulaires large et col du fémur court, 16 – muscle du mollet et tendon d'Achille long, 20- orteils courts.

« La forme du dos n'est pas fort différente dans l'homme de ce qu'elle est dans plusieurs animaux quadrupèdes, la partie des reins est seulement plus musculeuse et plus forte, mais les fesses qui sont les parties les plus inférieures du tronc, n'appartiennent qu'à l'espèce humaine, aucun des animaux quadrupèdes n'a de fesses ; ce que l'on prend pour cette partie sont leurs cuisses. L'homme est le seul qui se soutienne dans une situation droite et perpendiculaire ; c'est à cette position des parties inférieures qu'est relatif ce renflement au haut des cuisses qui forme les fesses. »

Buffon, Histoire naturelle de l'homme, in Oeuvres, Pléiade, p. 254.

Quelques exemples de mesures conventionnelles

Hauteur crânienne	<ul style="list-style-type: none">• Distance Po,Br
Indice crânien	<ul style="list-style-type: none">• Largeur / longueur
Indice facial	<ul style="list-style-type: none">• Hauteur / largeur
Prognathisme	<ul style="list-style-type: none">• Angle mesuré entre le plan de Francfort et la ligne Pr,Na
Verticalité du front	<ul style="list-style-type: none">• Distance(le plus long segment perpendiculaire à Na,Br et rejoignant le bord de la voûte frontale)
Indice orbitaire	<ul style="list-style-type: none">• Hauteur / largeur

Homo habilis



- **Age** : 2,4 à 1,6 Ma
- **Région**: Afrique orientale et australe
- **Habitat** :savanes arborées humides
- **Taille**: 1,30m et 40 kg (mâle); 1,15m et 30 kg (femelle)
- **Crâne**: volume cérébral entre 550 et 680 cm³. front incliné, étroit, précédé par un faible bourrelet sus-orbitaire. Trou occipital en position plus avancée. Mandibule parabolique.
- **Dents**: incisives développées et canines réduites. Molaires assez grandes, émail épais.
- **Postcrânien**: conserve des aptitudes au grimper dans les arbres. Bras longs mais peu robustes. Membres inférieurs relativement courts. Col du fémur long et mince, et tête peu volumineuse.

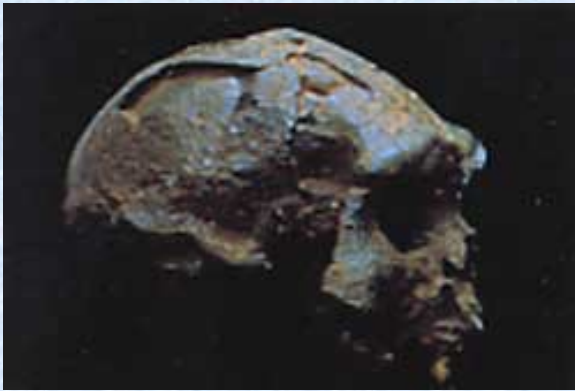
Homo ergaster



- **Age** : 2 à 1 Ma
- **Région** : Afrique, Europe et Asie méridionales;
- **Habitat**: savanes arborées et ouvertes de plaines et de moyenne montagne;
- **Taille**: 1,70m et 70 kg (♂); 1,55m et 50 kg (♀);
- **Crâne**: cerveau de 700 à 900 cm³, front incliné et étroit, bourrelet sus-orbitaire saillant et divisé en 2. Trou occipital en position avancée. Arcade dentaire parabolique.
- **Dents**: incisives et canines forment un arc régulier. Molaires de taille moyenne, émail épais.
- **Postcrânien**: corps longiligne adapté à la marche et à la course bipèdes. Mbres sup..courts et mbres inf. très longs. Bassin court, en cuvette et refermé vers l'avant. Col du fémur long et tête volumineuse. genou large et apte à l'hyper extension. Pied à double voûte plantaire.

Homo erectus au sens strict

- **Age** : 1,5 à 0,3 Ma;
- **Région**: Asie orientale et centrale. incursions en Afrique et en Europe;
- **Habitat**: tous les habitats des régions tempérées et chaudes;
- **Taille**: 1,65m et 57 kg (♂), 1,50m et 50 kg (♀);
- **Crâne**: volume crânien 800 à 1100 cm³; front très fuyant précédé d'un fort bourrelet sus-orbitaire continu et puissant; trou occipital en position avancée; arcades dentaires paraboliques.
- **Postcrânien**: corps longiligne mais robuste adapté à la marche et à la course; main courte et large, pouce opposable; bassin court et en cuvette, col du fémur robuste et tête volumineuse.

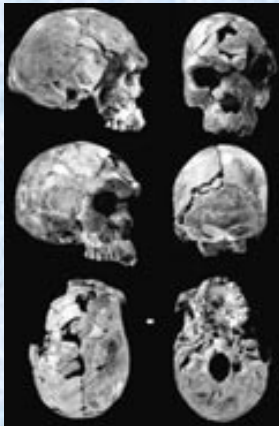


Homo neanderthalensis



- **Age** : 350 000 à 35 000 ans
- **Région**: Afrique, Europe et Asie occidentale, centrale et méridionale;
- **Habitat**: tous les habitats tempérés et froids;
- **Taille** : 1,65m et 90kg (♂) , 1,55m et 70 kg (♀)
- **Crâne** : cerveau de 1500 à 1750 cm³. boîte crânienne très volumineuse, longue et allongée (forme de bombe), occiput étiré en chignon.
- **Dents**: incisives et canines développées et verticales, molaires de taille réduite.
- **Postcrânien**: corps trapu avec des mbres aux extrémités relativement courtes. Fortes insertions musculaires, notamment au niveau de l'épaule. Bassin en cuvette, court. Pied plus plat que chez l'homme moderne.

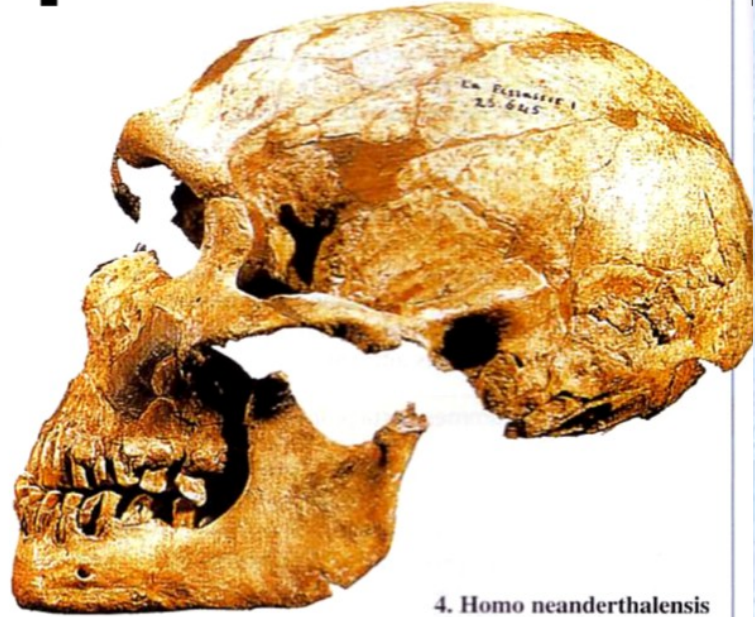
Homo sapiens archaïque



- **Age:** 120 000 ans
- **Origine:** Afrique, moyen Orient et Asie
- **Crâne:** un front redressé, le relief sus-orbitaire s'efface et se sépare en 2 arches distinctes, une capacité crânienne de plus de 1500cm³, un chignon étire l'occiput vers l'arrière, trou occipital en position très avancée, présence d'un vrai menton;
- **Dents:** incisives et canines forment un arc harmonieux, la 1^{ère} molaire est plus développées que les 2 autres; la mandibule bien que plus gracile que les autres hommes se renforce de plusieurs bourrelets.
- **Postcrânien:** le squelette porte de fortes insertions musculaires, les membres ont des articulations développées; les 1^{er} représentants de notre espèce sont plus corpulents et charpentés.



1. Australopithecus



4. Homo neanderthalensis



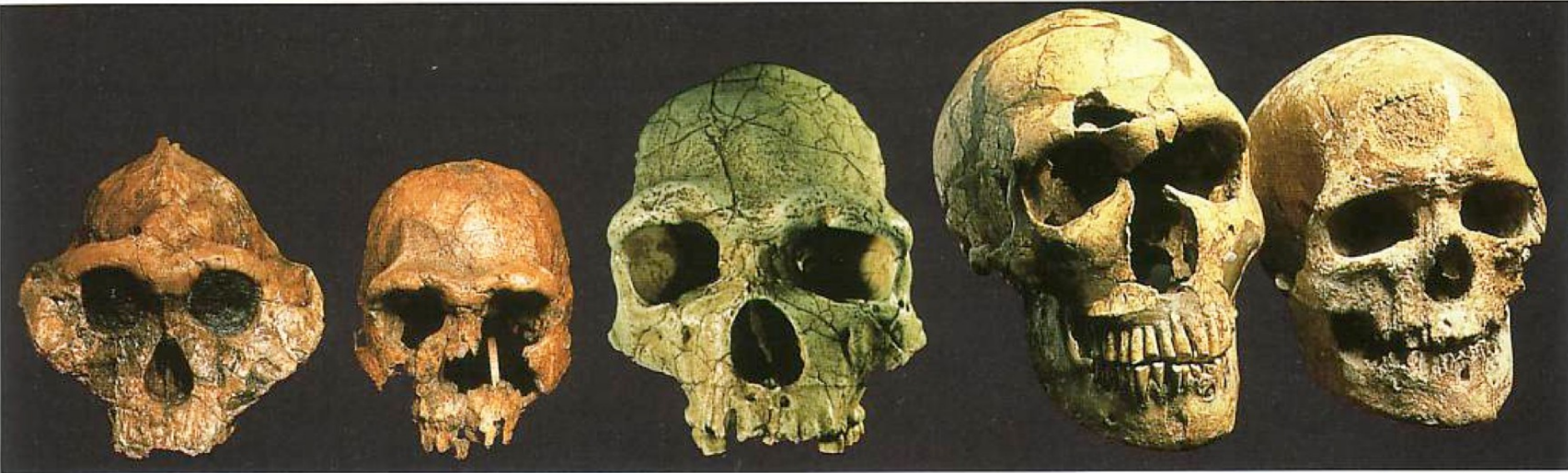
2. Homo habilis



3. Homo erectus



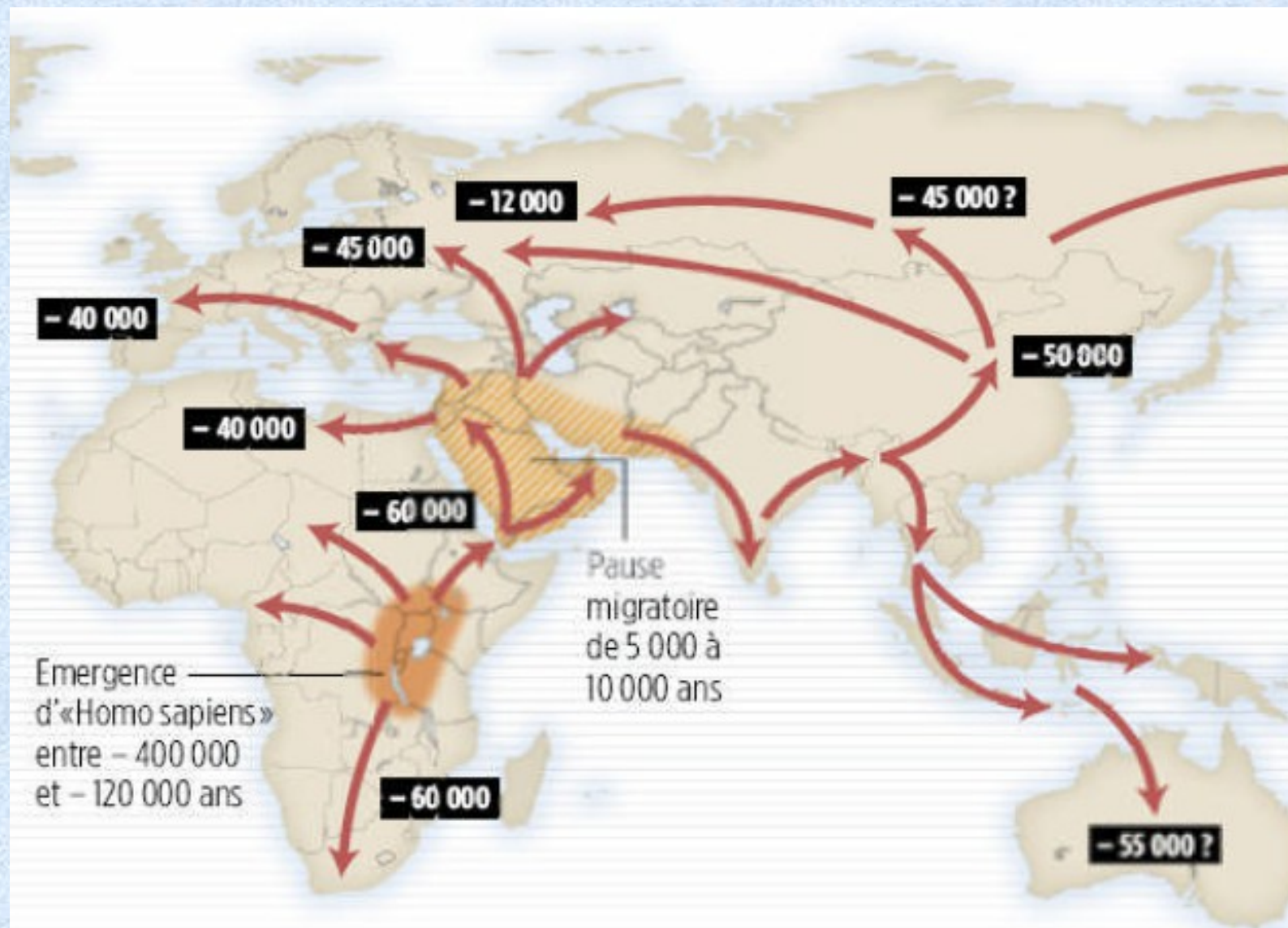
5. Homo sapiens

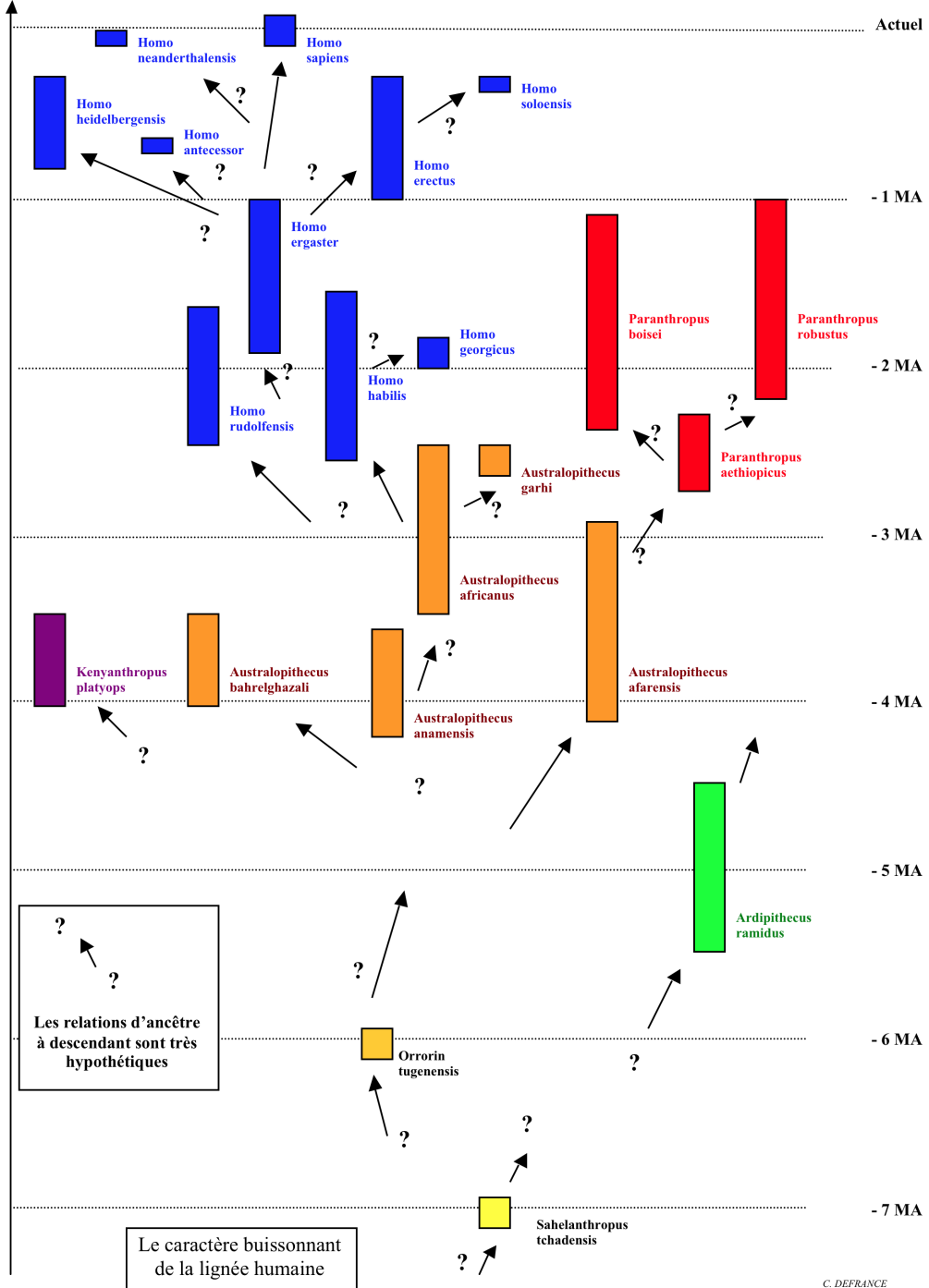


Photographies de gauche à droite : Paranthropus, Homo habilis, Homo erectus, Homo néanderthalensis, Homo sapiens.



Les principales étapes de la Préhistoire







Interview de **Véronique Barriel**, chercheuse en paléanthropologie (Museum national d'Histoire naturelle)

En 1960, les espèces du genre *Homo* étaient au nombre de trois: *Homo habilis*, *Homo erectus*

et *Homo sapiens*. En 2012, elles sont plus de dix.

Comment établir les relations de parenté entre les différents spécimens qui ont été découverts? La multiplication du nombre d'espèces décrites rend la tâche très difficile. Déjà, l'attribution taxinomique (c'est-à-dire le rattachement à telle ou telle espèce) d'un nombre non négligeable de fossiles est problématique. En effet, il n'existe quasiment pas de caractères morphologiques non ambigus qui permettraient de rattacher un spécimen fossile à une espèce donnée. Les différences morphologiques entre certains fossiles sont souvent du même ordre que les variations observées au sein d'une population d'une même espèce. Et l'ambiguïté va au-delà du genre *Homo*: on connaît par exemple de nombreux fossiles dont la mandibule est délicate à classer comme étant soit parabolique (à l'image de celle des *Homo ergaster*), soit « en U » (comme celle du fossile d'*Australopithecus afarensis* p. 80)...

En outre, la décision de rattacher certains fossiles à une nouvelle espèce du genre *Homo* est parfois liée au caractère exceptionnel d'une découverte. Ainsi, le premier fossile du genre *Homo* mis au jour dans la péninsule ibérique (âgé de 1,1 à 1,2 Ma) fut assigné à une nouvelle espèce: *Homo antecessor*. Il est toutefois bien difficile d'établir avec précision ce qui distingue cette espèce d'autres espèces contemporaines du genre *Homo*.

Conclusion: on ne peut pas, aujourd'hui, reconstituer les relations de parenté au sein du genre *Homo*. Ce que l'on sait en revanche, c'est qu'aucun de ces fossiles ne peut être considéré comme un ancêtre d'une espèce actuelle, Homme, chimpanzé ou autre.

Homo ergaster

↳ selon Groves (1989)

Australopithecus sp.

↳ selon Leakey (1976) et Holloway (1976, 1983)

Homo erectus

↳ selon Howell (1978) et Wolpoff (1978, 1984)

Australopithecus boisei

↳ selon Tobias (1980)

Homo habilis « au sens large »

↳ selon Kimbel (1984) et White (1981)

Australopithecus africanus

↳ Selon Falk (1986)

Homo ergaster

↳ selon Stringer (1986)

Homo sp.

↳ selon Chamberlain (1987)

Homo habilis

↳ selon Wood (1991, 1992)

Homo d'une nouvelle espèce

↳ selon Rightmire (1993)

Attribution taxinomique du spécimen KNM-ER1805 selon différents auteurs. Ce fossile découvert en 1973 au Kenya correspond à trois fragments crâniens d'un grand primate âgé de 1,9 Ma (« sp. »: espèce indéterminée au sein du genre). D'après S. Prat (2002).

1 Pourquoi la phylogénie du genre *Homo* est-elle non résolue ?

II- Les mécanismes à l'origine de la divergence homme chimpanzé

Quelques titres de journaux ...

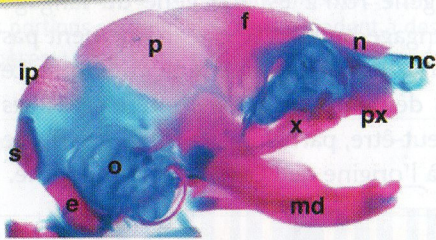
- « Un seul gène a conduit à l'être humain »
- « Le gène qui nous donne de plus gros cerveaux »
- « Les scientifiques identifient les gènes qui rendent les humains plus intelligents que les chimpanzés »

1- La construction du phénotype morphologique

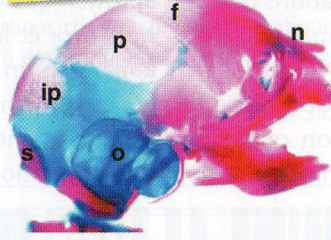
Les étapes du développement

Livre p 78

Souris témoin

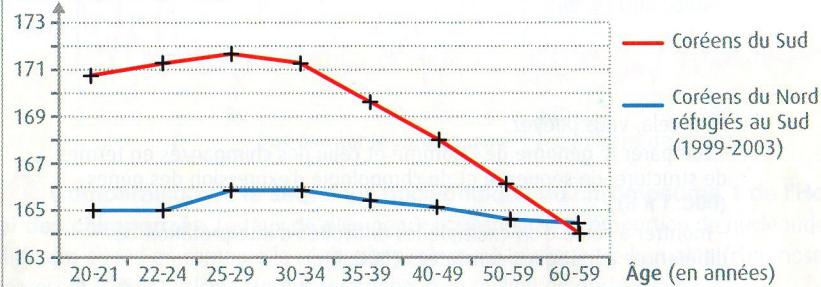


Souris mutée



2 Le contrôle de la morphogénèse du crâne. Les images ci-contre présentent le crâne d'un embryon âgé de 18,5 jours chez une souris témoin et chez une souris dont les deux allèles d'un gène (*Sox9*) ont été inactivés. Le résultat obtenu est généralisable aux autres mammifères. (Lettres et couleurs distinguent les différents os crâniens.)

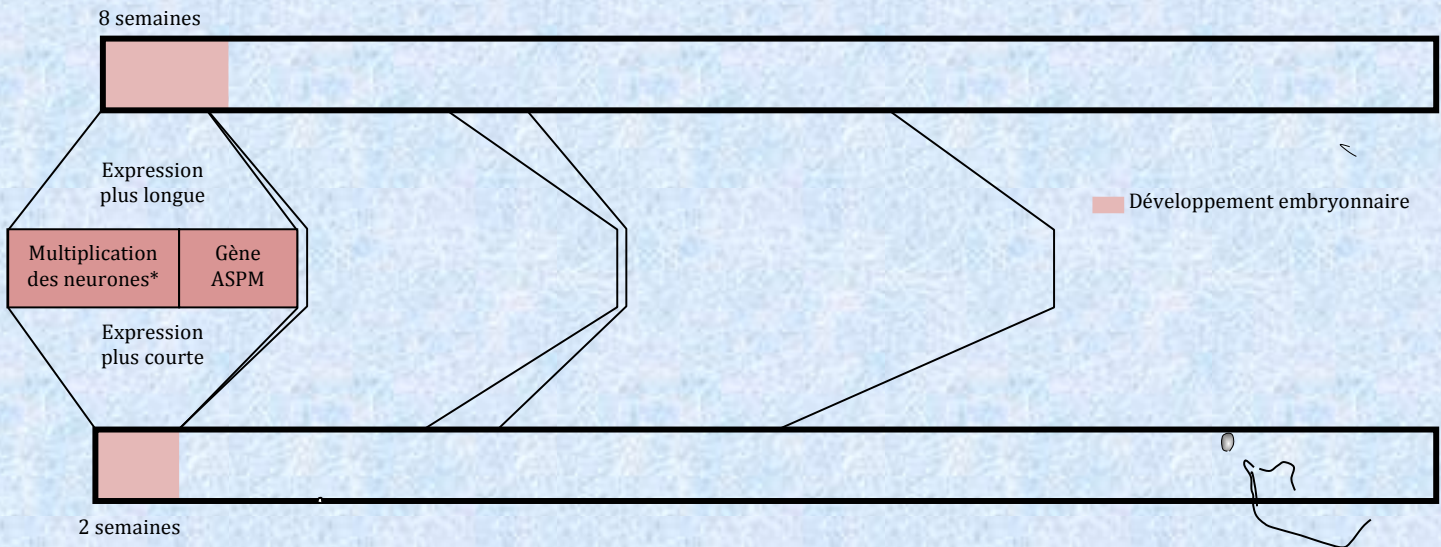
Taille moyenne (en cm)



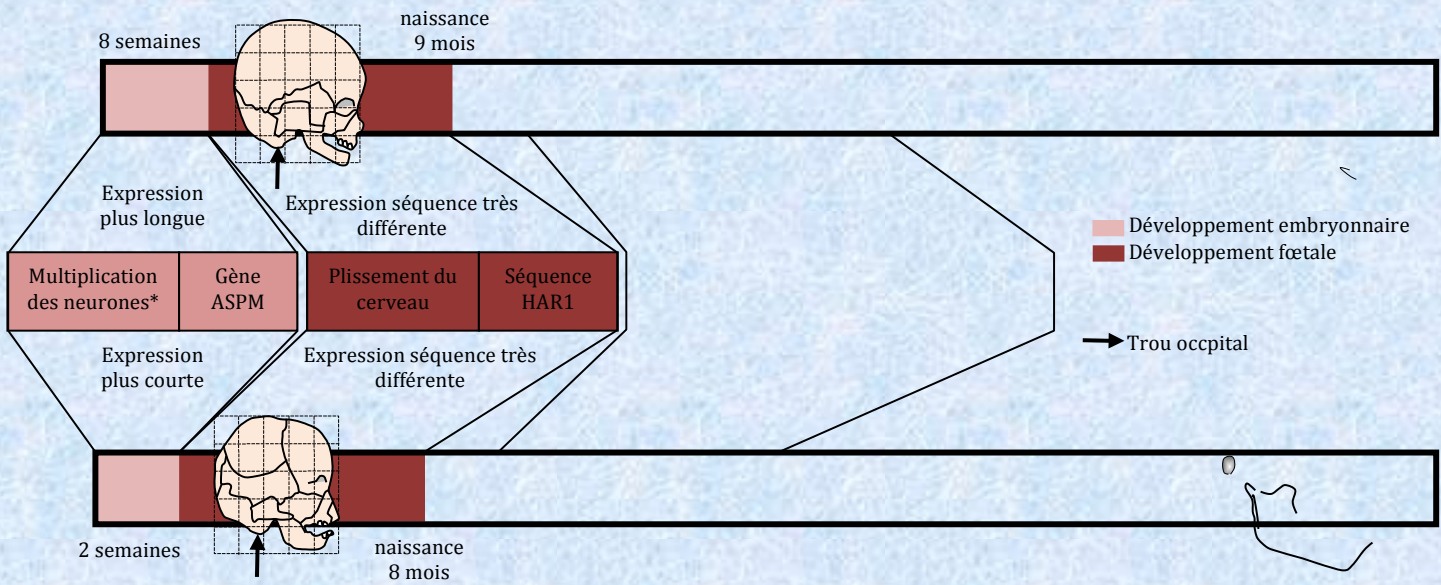
3 L'effet de l'alimentation sur la taille. Des Coréens du Nord ont été mesurés à leur arrivée en Corée du Sud entre 1999 et 2003. Leur taille moyenne est comparée, par classe d'âge, à celle d'individus nés et élevés en Corée du Sud. Depuis la séparation des deux Corées en 1953, les conditions alimentaires se sont régulièrement améliorées en Corée du Sud.

Qu'est-ce qui fait d'un gène un « candidat »?

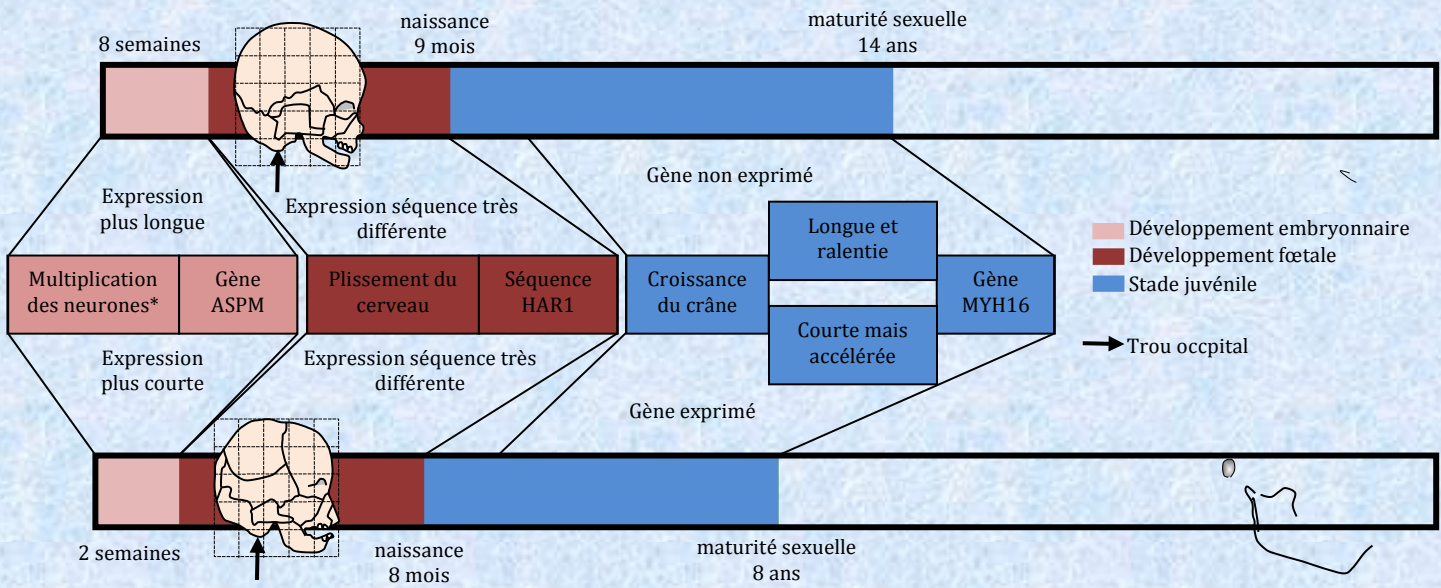
- Des mutations qui en révèlent l'importance fonctionnelle
- Un « bon » profil d'expression
- Le gène a muté lors de la formation de l'espèce humaine
- Les signes d'une pression de sélection positive



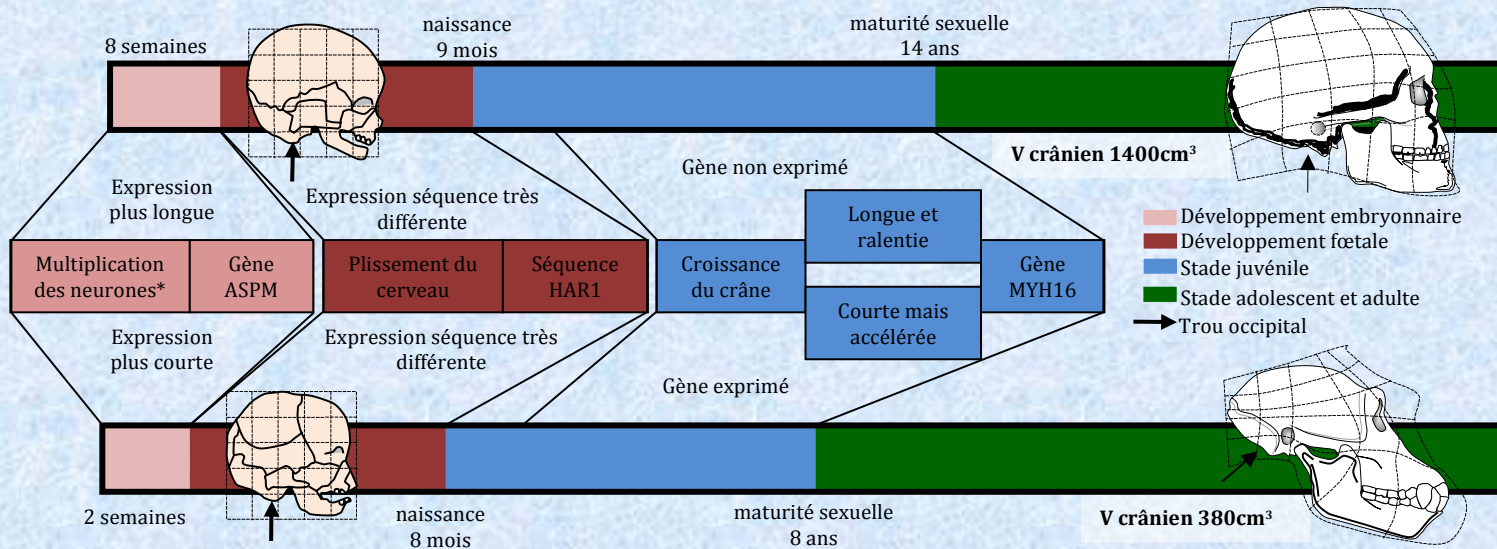
*Durant la phase embryonnaire, les cellules nerveuses se multiplient à raison de 5000 neurones par seconde.



*Durant la phase embryonnaire, les cellules nerveuses se multiplient à raison de 5000 neurones par seconde.



*Durant la phase embryonnaire, les cellules nerveuses se multiplient à raison de 5000 neurones par seconde.



*Durant la phase embryonnaire, les cellules nerveuses se multiplient à raison de 5000 neurones par seconde.

2- La construction du phénotype comportemental

Livre p 79



4 Image tirée du film *L'enfant sauvage* (François Truffaut, 1970). Ce film est inspiré de l'authentique histoire d'un garçon découvert en 1800 dans les bois de l'Aveyron, nu et couvert de cicatrices. À vers l'âge de Il fut pris en le décrit ce malgré tous



5 Un jeune chimpanzé observe sa mère attraper des termites à l'aide d'une baguette de bois. Les jeunes chimpanzés sont allaités et élevés par leur mère jusqu'à 4-5 ans, puis restent en famille jusqu'à 10-11 ans. Ils apprennent à

Comportement et outil associé	Population		
	Boussu (Guinée)	Taï (Côte-d'Ivoire)	Gombe (Ouganda)
Manger du miel récupéré avec une baguette	-	+	+
Utiliser une boule de feuilles comme une éponge	+	+	+
Récupérer la moelle des os avec une baguette	nd	+	-
Casser des noix à l'aide d'une pierre ou d'un bout de bois et d'une enclume	+	+	nd
Écraser à l'aide d'un pilon	+	-	-
Utiliser un bâton en forme de crochet pour attraper quelque chose	+	-	-
Attraper des termites avec une brindille	-	nd	+

+ le comportement est observé; - le comportement n'est pas observé; nd ressource non disponible

6 L'utilisation d'outils chez plusieurs populations de chimpanzés.

Les chimpanzés et l'Homme sont les seuls animaux qui utilisent une grande variété d'outils pour accomplir des tâches telles que boire, écraser, récupérer de la nourriture, etc. L'observation de populations de chimpanzés géographiquement isolées a permis de mettre en évidence des différences de comportement dans l'utilisation des outils. Ces comportements sont transmis de génération en génération par imitation.