

Thème : Génétique et évolution

**Chapitre:
Un regard sur l'évolution de l'homme**

Introduction:

- origine commune à tous les êtres vivants : existence de relations de parenté entre toutes les espèces fossiles et actuelles
- tous les êtres vivants (actuels et fossiles) sont apparentés, mais ils le sont plus ou moins étroitement
- phylogénie : reconstituer des relations de parenté entre plusieurs espèces de vertébrés actuels et fossiles
 - Comparaison de caractères homologues (\neq analogues)
 - Comparaison de séquences génétique d'une même protéine

- **Exemple de caractères homologues:**

Données anatomiques utilisables pour établir des relations de parenté : membres antérieurs de quelques Vertébrés

c : grenouille (batracien)

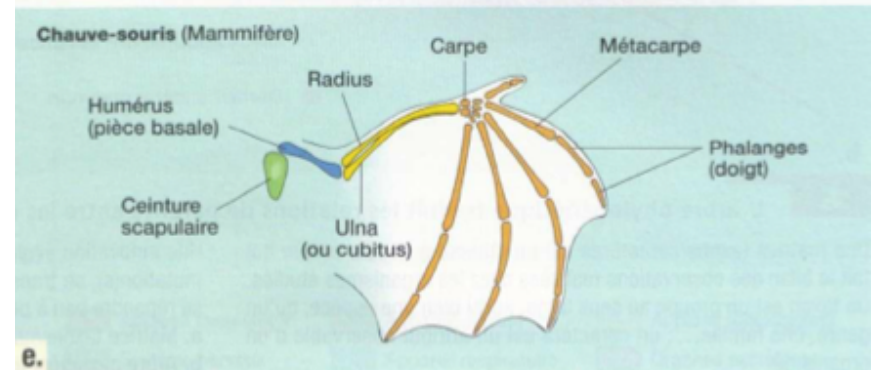
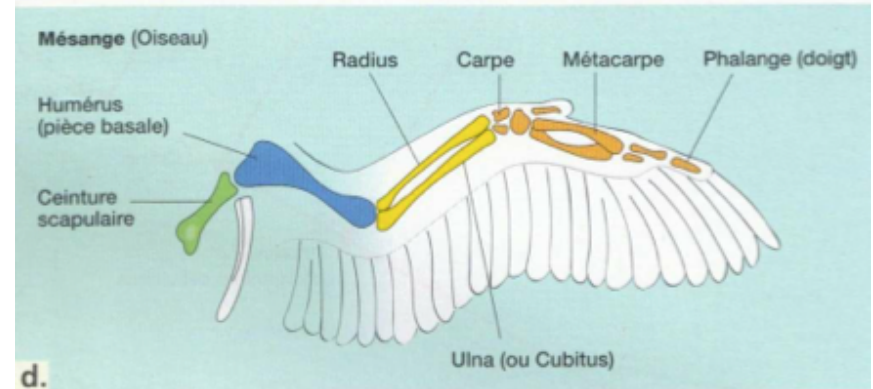
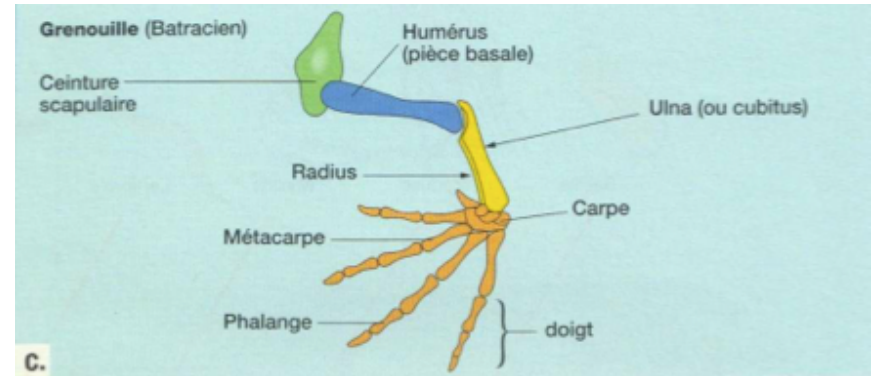
d : mésange (oiseau)

e : chauve souris (mammifère)

Caractères homologues :

organes qui ont la même structure, même connexion aux organes adjacents (même origine embryonnaire) : sont hérités d'un ancêtre commun.

Ces organes ne réalisent pas forcément la même fonction.



- **Exemple de caractères analogues:**

Caractères analogues :

organes qui se ressemblent parce qu'ils réalisent la même fonction, mais qui ne sont pas organisés de la même façon et ne se mettent pas en place de manière identique.

(Voir convergence évolutive p.76)

taupe



Taupe-grillon

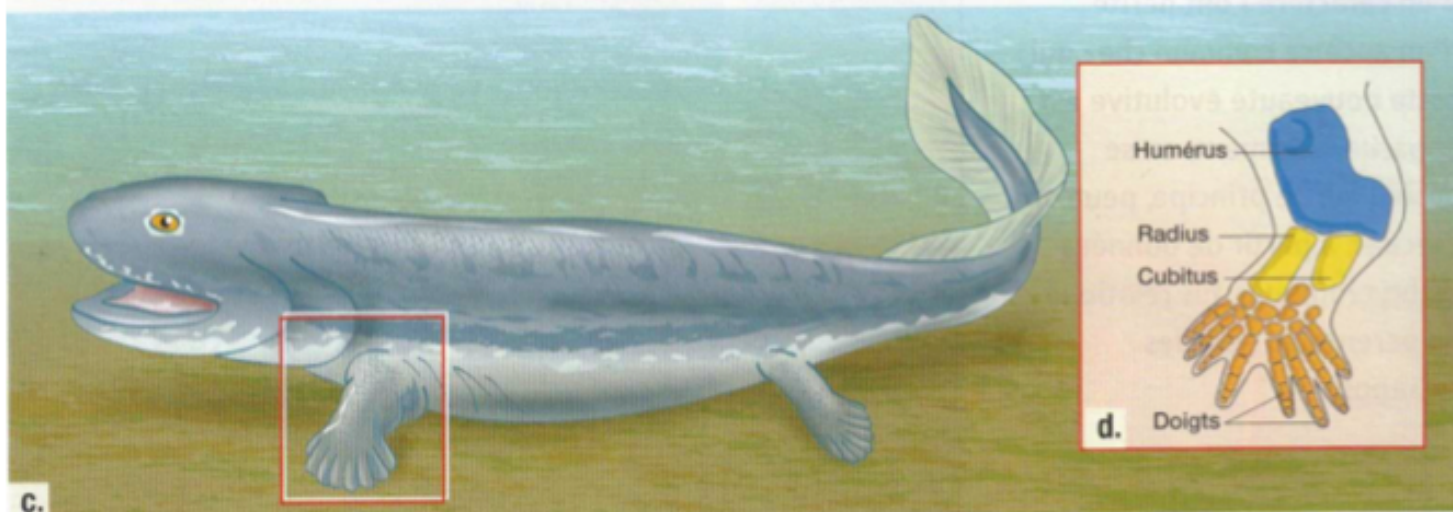
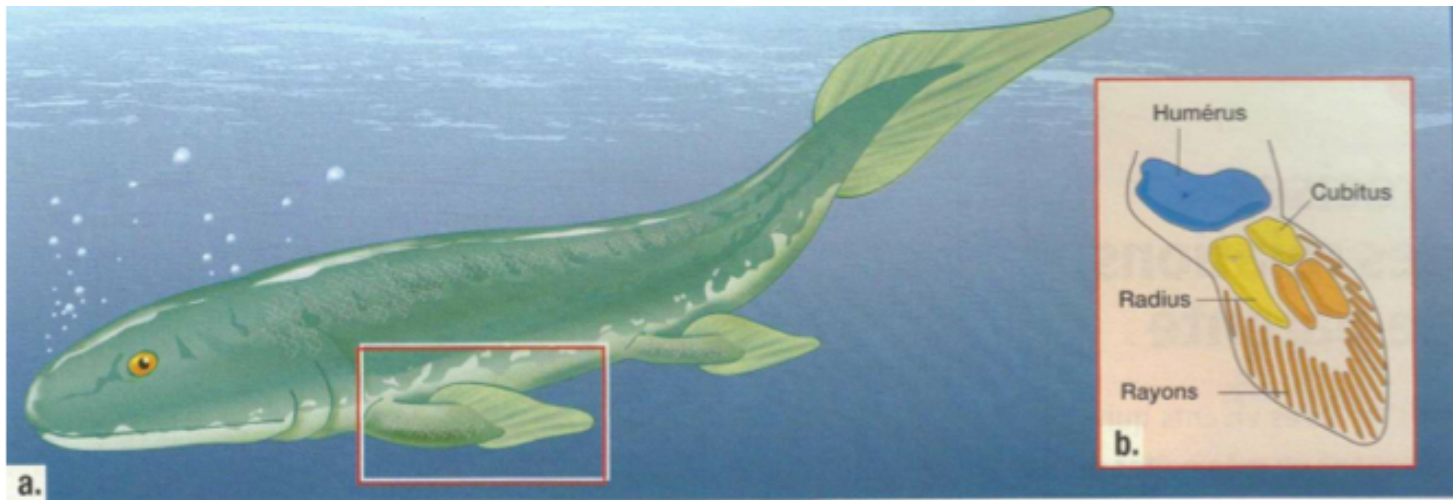


- Le partage de caractères homologues par des taxons différents signifie, dans le cadre de la théorie évolutive, qu'ils ont reçu ces caractères d'un ancêtre commun.
- Seule la comparaison de caractères homologues permet d'établir des relations de parenté.

- **Etat d'un caractère:**

- Un caractère est qualifié d'**ancestral** ou **primitif** quand il est le plus vieux (état qui préexistait)
- Un caractère est qualifié de **dérivé** ou **évolué** quand il est le plus jeune (nouvel état apparu)
- Utilisation de données paléontologiques pour situer le passage de l'état ancestral à l'état dérivé
- **L'état dérivé** provient de la modification de l'état primitif et constitue une **innovation évolutive**. Il correspond à une transformation du caractère ancestral au cours du temps. Ils sont hérités de l'ancêtre commun le plus récent :

la présence de tels caractères chez plusieurs espèces prouve donc bien une parenté étroite entre elles. Seuls les états dérivés des caractères permettent d'établir une phylogénie.



8

Données paléontologiques nécessaires pour identifier l'état dérivé d'un caractère.

Les plus anciens Vertébrés à mâchoires et à membres pairs découverts à ce jour, datés d'environ 410 millions d'années, possédaient des nageoires paires s'articulant à la ceinture par plusieurs pièces basales.

a. Reconstitution de *Panderichtys*, poisson à nageoires charnues vivant il y a 380 millions d'années.

b. Organisation squelettique d'une nageoire pectorale de *Panderichtys*.

c. Reconstitution d'*Acanthostega*. C'est l'un des plus anciens fossiles de Vertébré tétrapode, connu à ce jour, qui possède des doigts. Il vivait il y a environ 360 millions d'années.

d. Organisation squelettique d'une patte d'*Acanthostega*.

- La place de l'homme parmi le vivant :

- les cellules humaines sont compartimentées et ses chromosomes (matériel génétique) sont contenus dans un noyau => **c'est un eucaryote.**
- Le système nerveux dorsal est en partie protégé par des vertèbres => **c'est un vertébré.**
- Il possède quatre membres terminés par des doigts (= membres chiridiens) => **c'est un tétrapode.**
- L'embryon humain est contenu dans une poche contenant du liquide amniotique (= amnios : protection de la déshydratation) => **c'est un amniote.**
- La peau est recouverte de poils et les petits sont allaités => **c'est un mammifère.**
- Le pouce est opposable aux doigts qui possèdent des ongles plats : **c'est un primate.**

I- Place de l'homme parmi les primates:

- Tous les primates sont caractérisés par la présence d'un pouce opposable aux autres doigts.

⇒ **L'homme appartient aux Primates**

- ✓ Parmi les primates nous allons nous intéresser à quatre groupes et essayer d'en retrouver les relations phylogénétiques.
 - Cf. docs p. 88 et 89

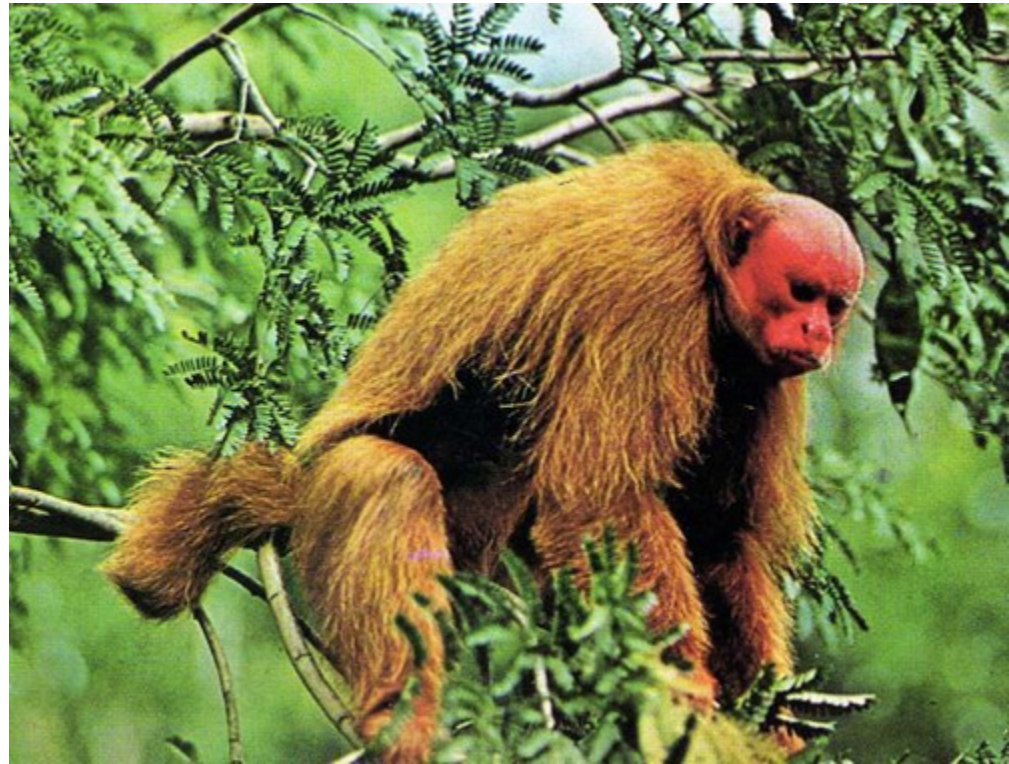
① Les Lémuriens:

- Caractéristiques de la faune de Madagascar
- petites tailles à vie essentiellement arboricole.
- incisives disposées en peigne dentaire.



② Les Platyrrhiniens (étymologiquement "nez plats")

- Singes d'Amérique qui présentent un certain nombre de caractères communs qui les différencient des singes d'Afrique et d'Asie.
- Le plus célèbre est l'Atèle ou Singe-Araignée, ou Ouakari à tête rouge.



③ Les Cercopithécidés (étymologiquement "singes à longue queue")

- Groupe particulièrement développé parmi les singes de l'Ancien Monde (Europe-Asie-Afrique)
- Le plus caractéristique du groupe est le Babouin.



④ Les Hominoïdes (étymologiquement "qui ressemblent à l'homme)

- Les grands singes comme le Gorille ou le Chimpanzé ainsi que l'homme qui est lui aussi un grand singe.
- Nous nous intéresserons plus particulièrement à 4 espèces.
 - Le Gorille (*Gorilla gorilla*)
 - Le Chimpanzé (*Pan troglodytes*)
 - Le Bonobo ou Chimpanzé pygmé (*Pan paniscus*)
 - L'homme (*Homo sapiens*)



Etablissement des liens de parenté

- La construction d'un arbre phylogénétique consiste à sélectionner des caractères permettant de bien définir un groupe.
- Lorsqu'une nouveauté, une innovation évolutive, apparaît dans un groupe, elle est dite caractère dérivé. Ce caractère dérivé est donc partagé par un groupe. Ce groupe est alors baptisé clade.

- Par exemple, les Primates constituent un clade défini par la présence du pouce opposable.
- Les autres animaux qui ne possèdent pas ce pouce opposable, sont donc porteur d'un caractère dit ancestral.
- On va ainsi définir des caractères de plus en plus spécifiques qui vont permettre d'affiner l'arbre phylogénétique.
- Attention, un arbre phylogénétique ne donne pas d'indication d'évolution. ***Il n'y a pas d'être vivant plus ou moins évolué.***
- L'arbre phylogénétique ne donne que des relations de parenté.

- Matrice de caractère ou de taxon (p.89)

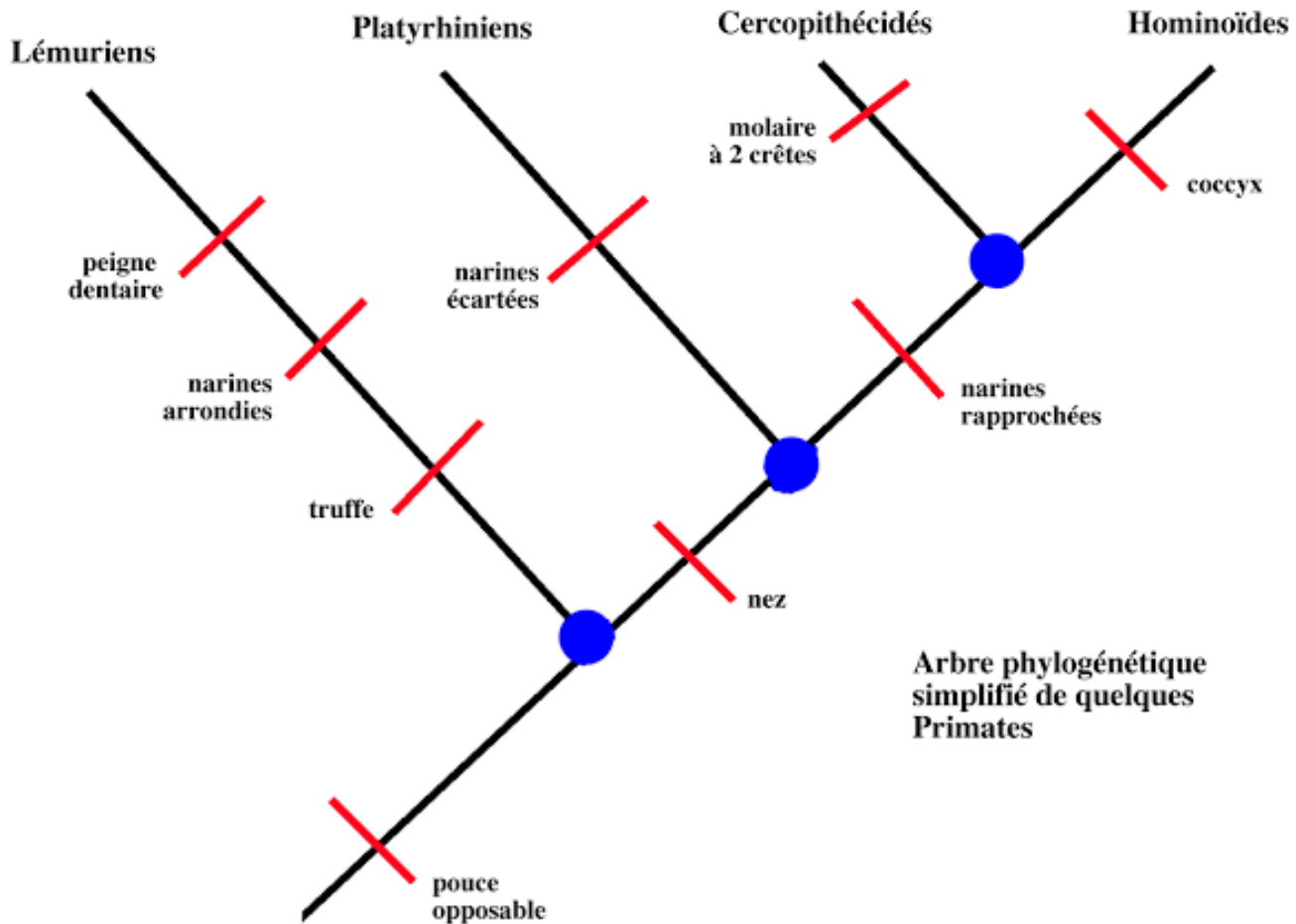
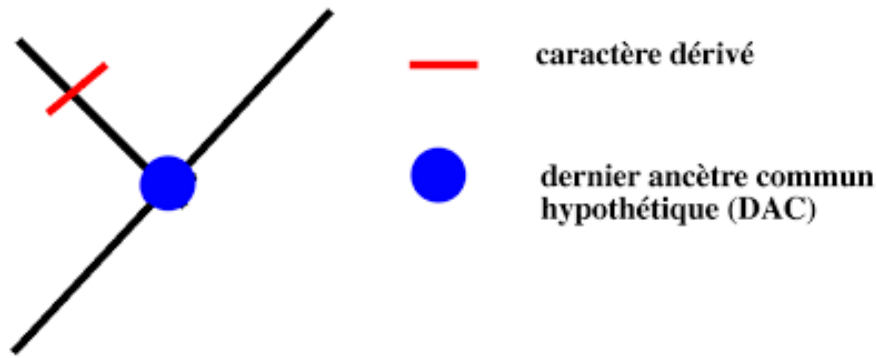
	lémuriens	homoïdes	cercopithèques	platyrrhiniens
Molaire à 2 crêtes	non	non	oui	non
Narines	arrondies	rapprochées	rapprochées	écartées
Peigne dentaire	oui	non	non	non
Pouce opposable	oui	oui	oui	oui
Queue ou coccyx	queue	coccyx	queue	queue
Truffe ou Nez	truffe	nez	nez	nez

Caractères ancestraux:

- Absence de molaires à 2 crêtes
- Absence de peigne dentaire
- Pouce non opposable
- Queue
- Truffe

Caractères dérivés = innovation évolutive:

Toutes les espèces qui partagent l'innovation l'ont héritées d'un ancêtre commun qui est le premier à en être doté.

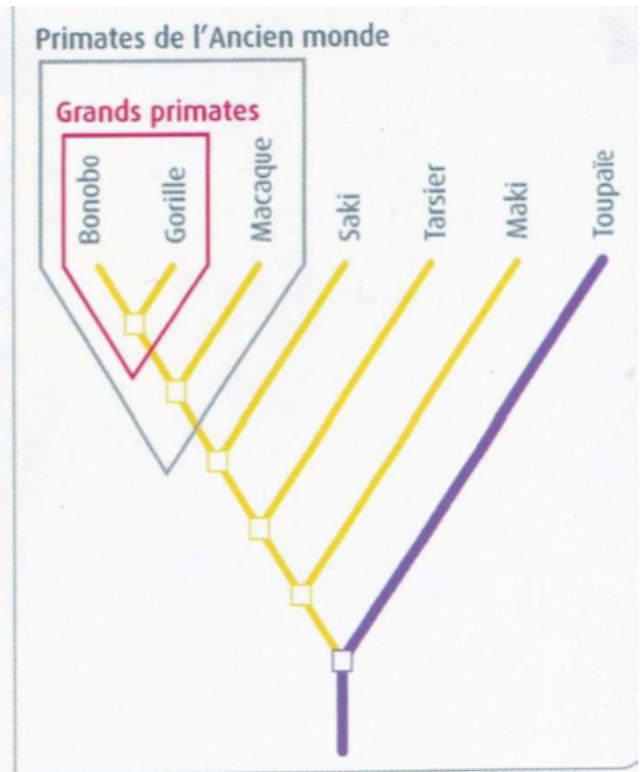


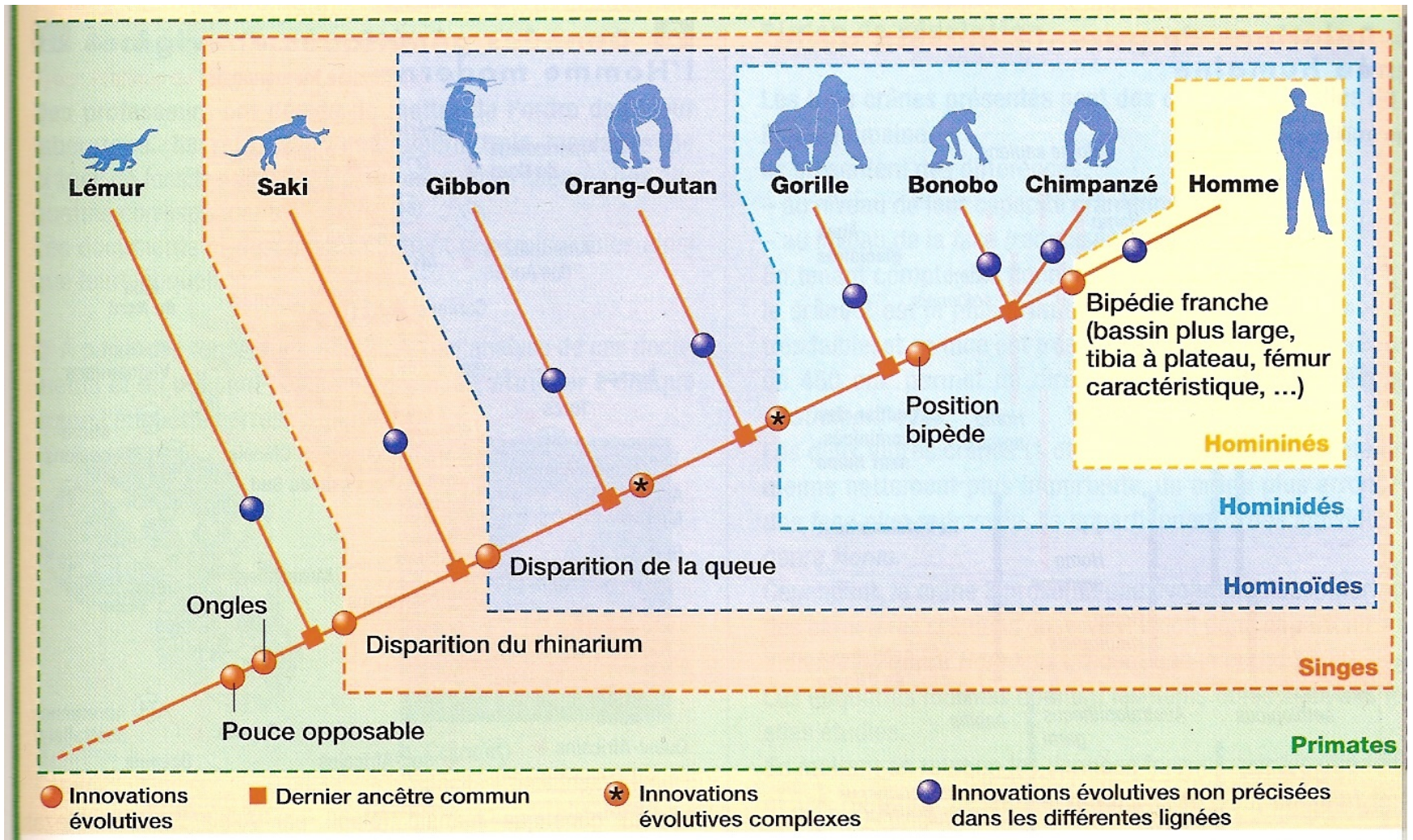
	Pouce	Terminaisons des doigts	Appendice nasal	Orbites**	Narines	Queue
Bonobo	Opposable*	Ongles	Nez	Fermées	Proches	Absente
Gorille	Opposable	Ongles	Nez	Fermées	Proches	Absente
Macaque	Opposable	Ongles	Nez	Fermées	Proches	Présente
Saki	Opposable	Ongles	Nez	Fermées	Écartées	Présente
Tarsier	Opposable	Ongles	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.





Bilan:

- L'Homme est un mammifère dont le pouce est opposable aux autres doigts et qui possède des ongles (et non des griffes). Ces caractères font de lui l'une des quelque 190 espèces de primates que compte la nature actuelle.
- L'Homme est un primate dont l'appendice nasal est un nez (et non une truffe), les orbites sont ouvertes, les narines sont rapprochées et qui ne possède pas de queue: ces caractères font de lui l'une des 19 espèces de grands primates actuels.
- Les premiers primates fossiles datent de - 65 à - 55 Ma et les premiers grands primates fossiles de - 20 Ma. Vers - 16 Ma, les grands primates connaissent une forte diversification dans le sud de l'Eurasie, alors que la formation de la calotte polaire antarctique provoque une migration vers le nord des zones à climat tropical humide. Vers - 8 Ma, suite à la formation de la calotte polaire arctique, le climat redevient tempéré dans le sud de l'Eurasie et les grands primates disparaissent de cette région, sauf en Asie du sud-est. Aujourd'hui, les grands primates sont, à l'exception de l'Homme, inféodés aux forêts tropicales de l'Afrique et de l'Eurasie. Leur diversité est réduite.

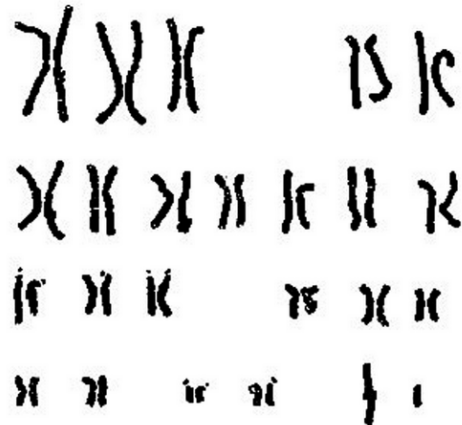
II- Place de l'homme parmi les grands primates (ou grands singes):

La comparaison entre les singes hominoïdes et l'homme peut se faire selon différents critères :

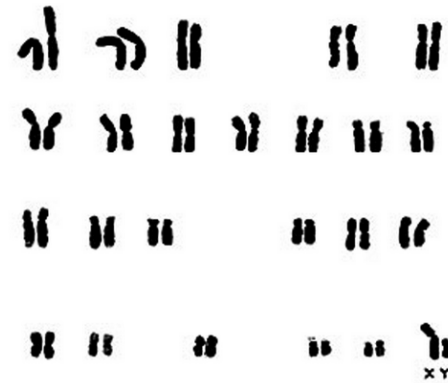
- des critères chromosomiques
- des critères morphologiques (squelette)
- des critères comportementaux

1- Les critères chromosomiques

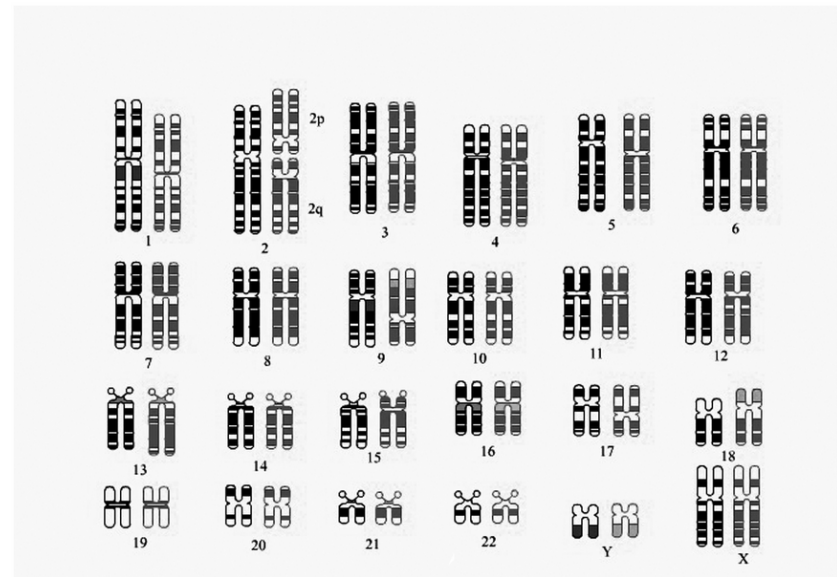
Caryotype humain



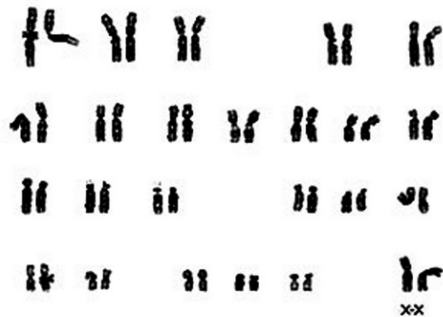
Caryotype de Gorille



Comparaison entre le caryotype de chimpanzé et le caryotype humain

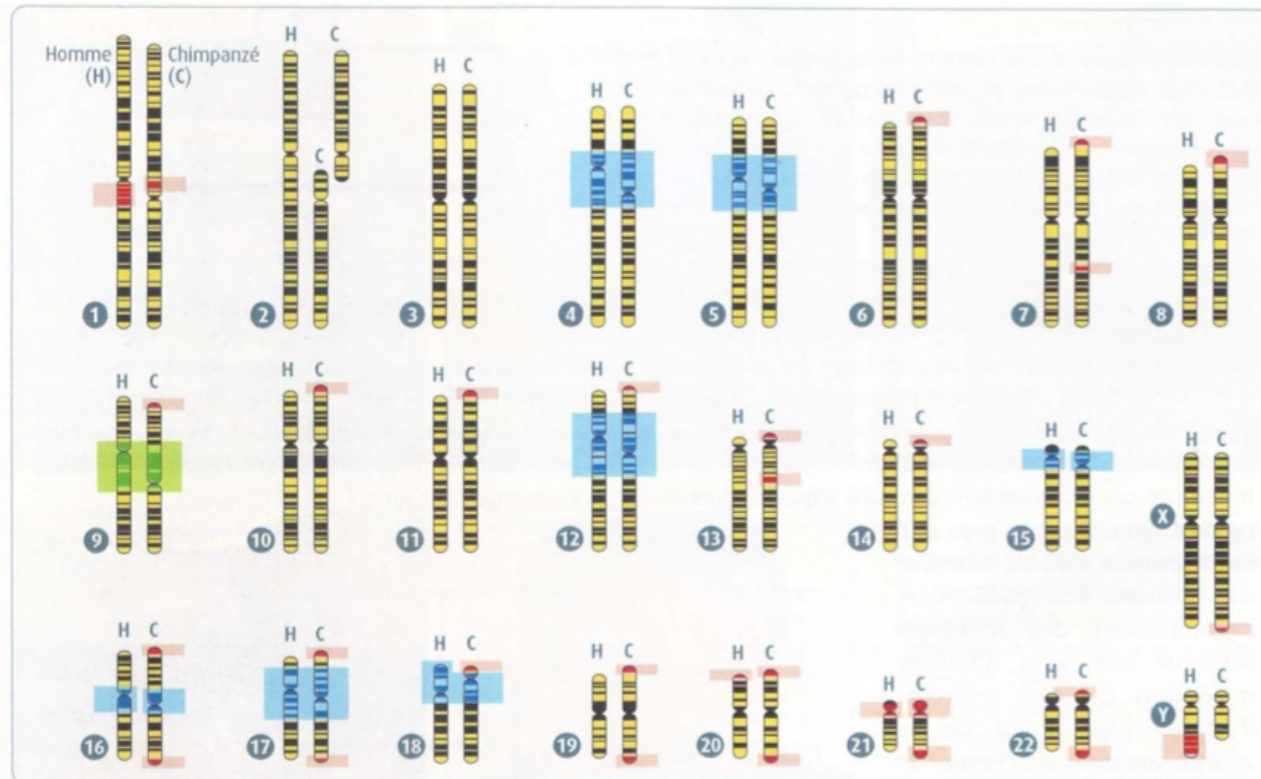


Caryotype de Chimpanzé



Logiciel lignée humaine
Site : <http://cinteny.cchme.org/>

Comparaison du caryotype de l'homme et du chimpanzé:



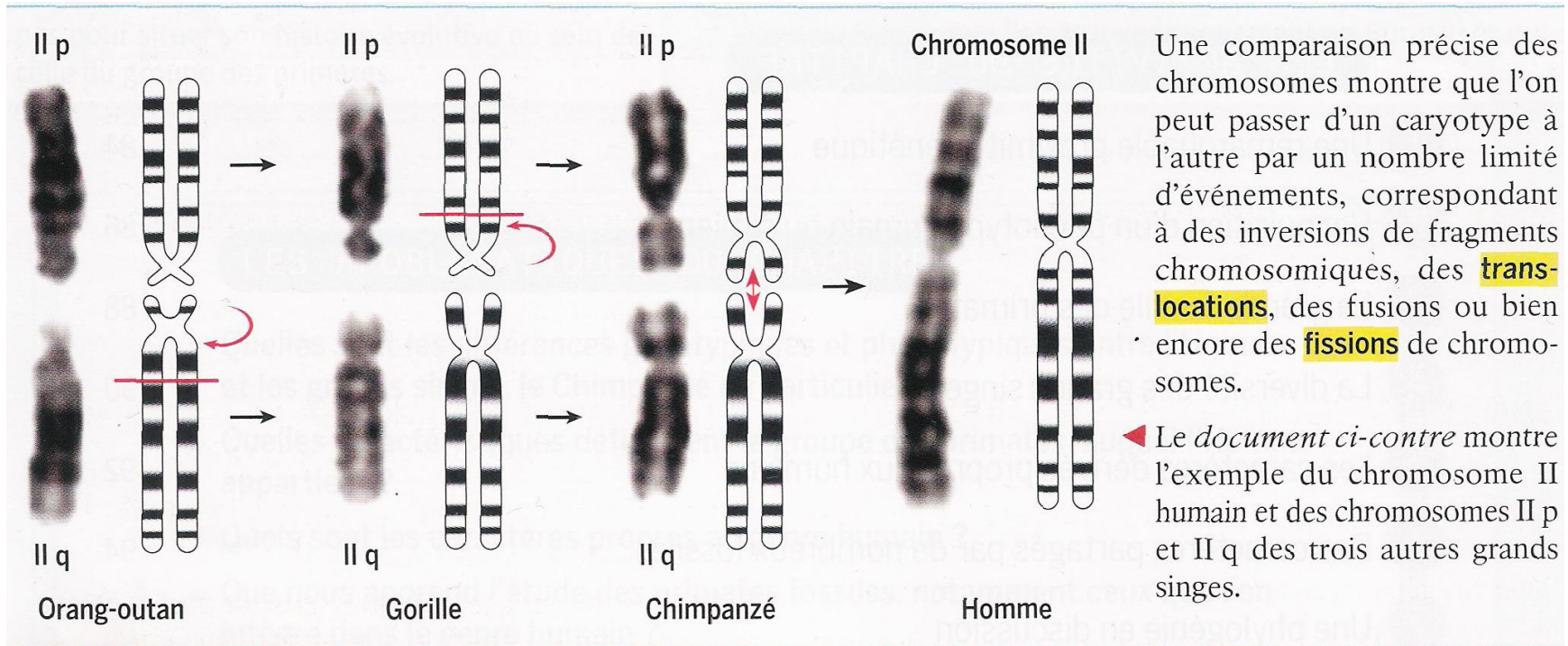
Rouge: portions ≠
Bleu: portions
inversées
Vert : remaniement
chr. complexe

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.

=> Des gènes en position différente mais 98,5% nucléotides identiques.

- le Gorille et le Chimpanzé possèdent le même nombre de chromosomes (24 paires) alors que l'Homme n'en possède que 23 paires.
- la paire numéro 2 chez l'homme provient d'une suture entre deux paires de chromosomes du Chimpanzé.
- On peut observer des réorganisations (inversion, translocations) des parties de chromosomes entre le Chimpanzé et l'Homme.
- **Malgré ces variations, on estime que l'Homme et le Chimpanzé partagent 98,5% de leur ADN.**

Doc. 2 et 4 p.85



Séquençage du génome humain et du chimpanzé:

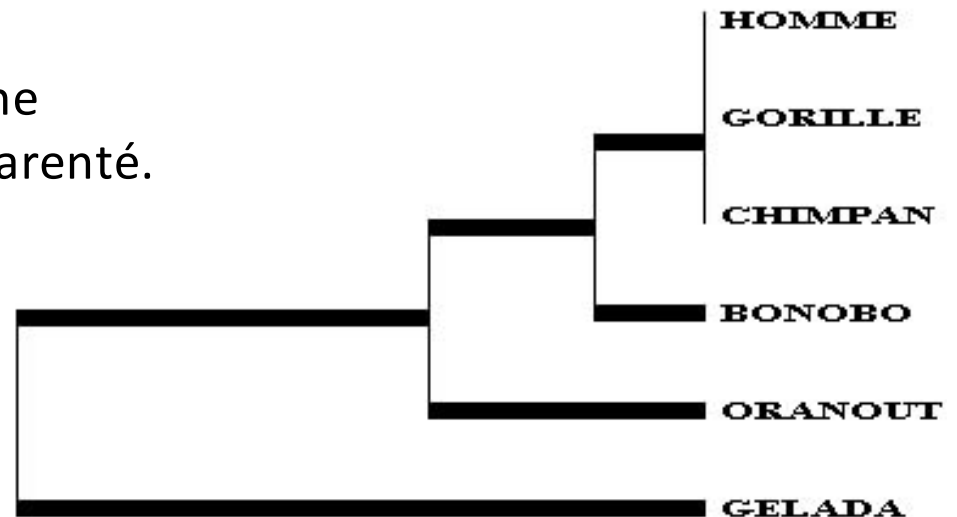
=> seulement 6 à 7 % de différences:

- 1,23% de variations ponctuelles => protéine humaine = protéine chimpanzé à 1 ou 2 acide aminé près!
- Insertions de courtes séquences
- Duplications de gènes

Comparaison de séquences génétiques ou protéiques:

- On peut aussi analyser les différences entre les Hominoïdes au niveau de la composition en acides aminés d'une protéine déterminée.

On prend ici le cas de l'hémoglobine epsilon et on construit l'arbre de parenté.

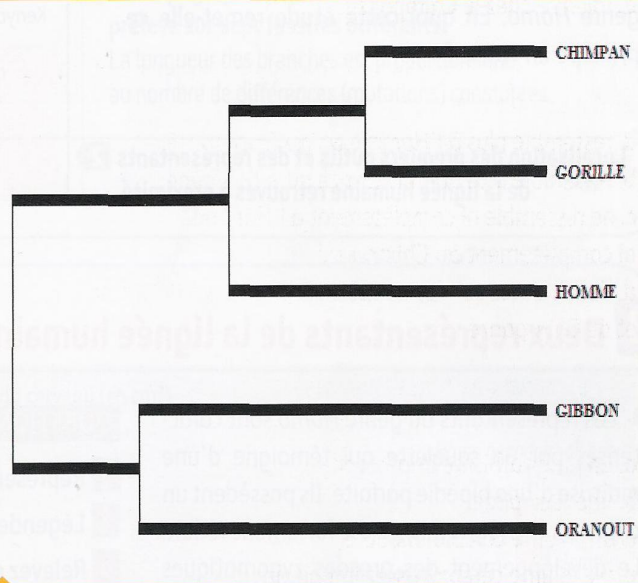


- Dans ce cas, le Bonobo est un peu plus éloigné mais pour d'autres molécules ce sera le Gorille ou le Chimpanzé...

=> Il y a donc une proximité très étroite entre les différents Hominoïdes.

	CHIMPAN	GORILLE	HOMME	GIBBON	ORANOUT
CHIMPAN	0	4	7	12	11
GORILLE		0	7	12	13
HOMME			0	11	12
GIBBON				0	9
ORANOUT					0

3 Tableau de comparaison de la séquence de la protamine (résultats en nombre de différences).

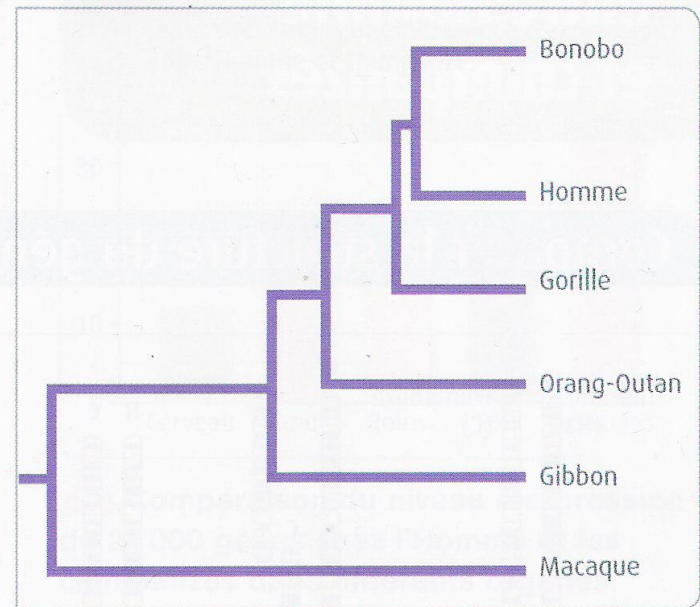


4 Arbre phylogénétique obtenu à partir d'une comparaison de la séquence de la protamine.

	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.

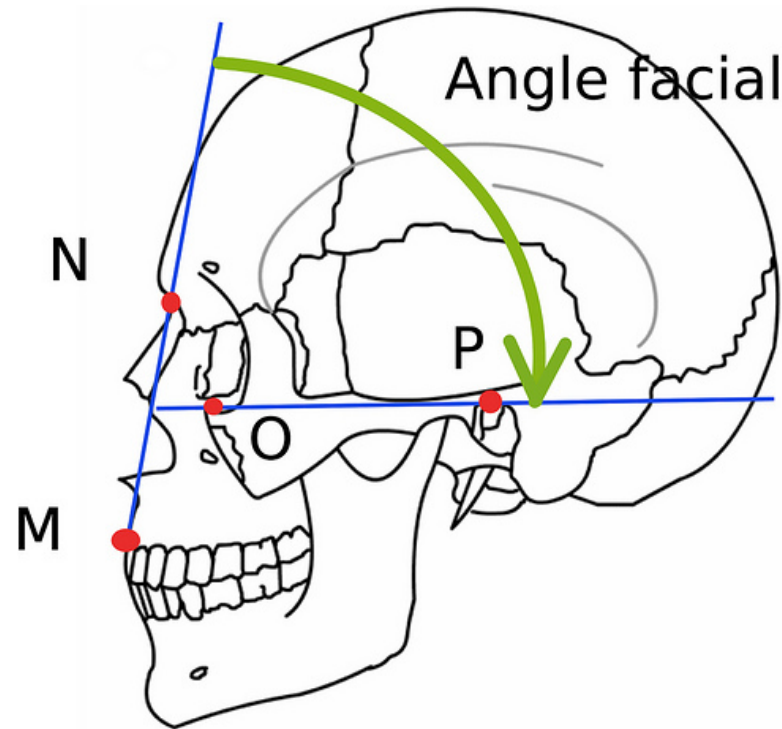
Chaque chiffre indique le nombre d'acides aminés qui diffèrent entre les séquences prises deux à deux. Moins il y a de différences entre les séquences d'un même gène (donc d'une même protéine) chez deux espèces, plus elles sont proches parentes (bonobo = chimpanzé bonobo).



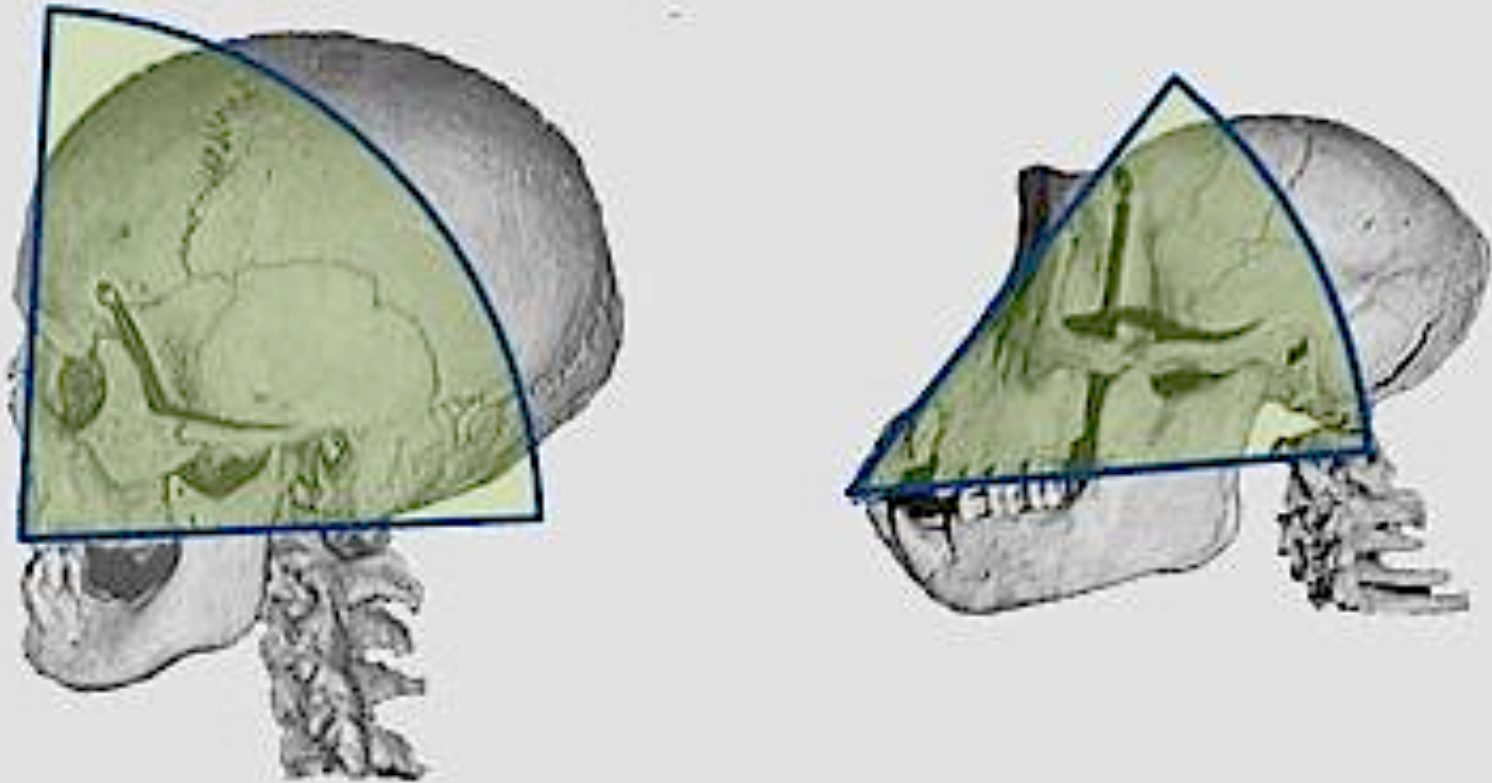
2- Les critères morphologiques

- Plusieurs critères peuvent être pris en compte

a- les paramètres crâniens: angle facial



Il y a présence d'un prognathisme développé chez le Chimpanzé:
- angle de près de 90° pour *Homo sapiens*,
- alors qu'il est de 45° environ chez *Pan troglodytes*



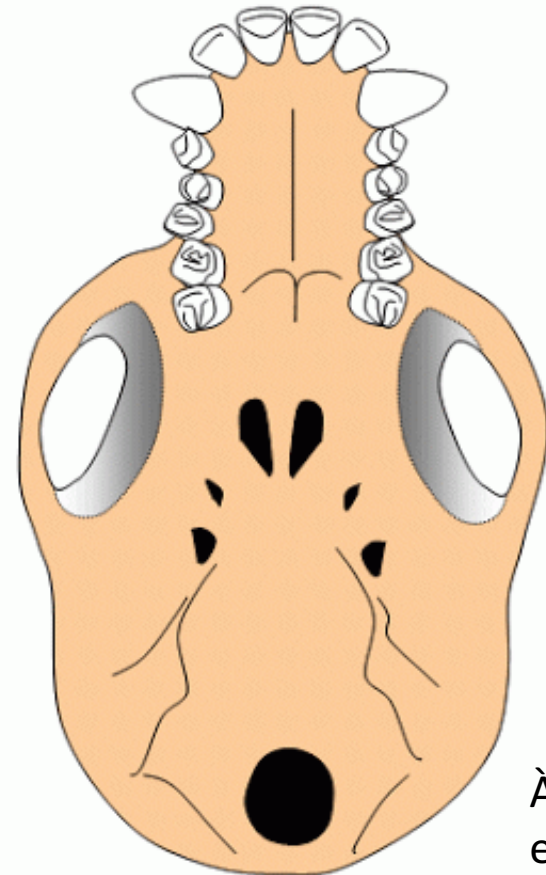
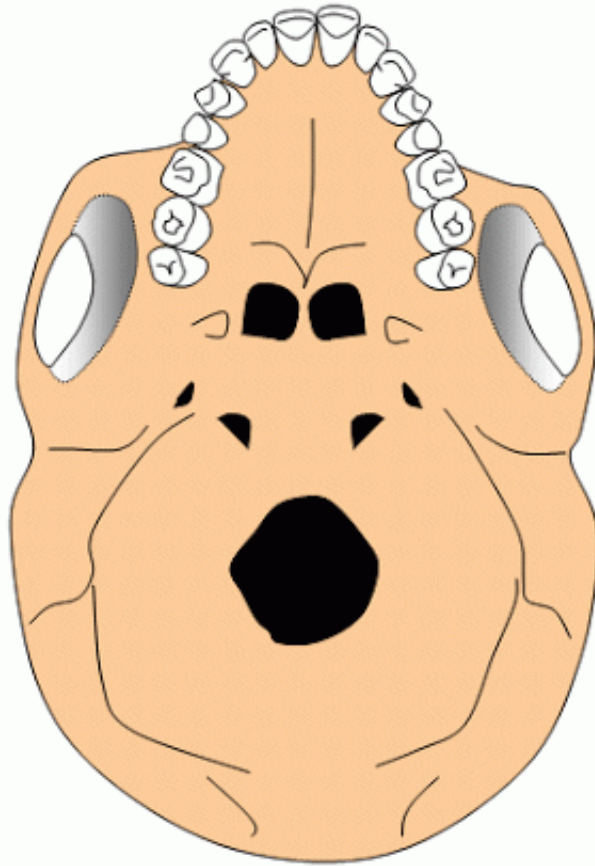
a- les paramètres crâniens: le front

- absence d'un front chez le chimpanzé qui est au contraire, très développé chez l'homme.
 - Le rapport hauteur/longueur du crâne le met en évidence.
- Le développement du front est le signe du développement des hémisphères cérébraux chez l'homme.

a- les paramètres crâniens: la position du trou occipital

crânes vus de dessous / Homme Chimpanzé – arc dentaire – denture - trou occipital-

Centré et
horizontal



À l'arrière
et oblique

a- les paramètres crâniens: la mâchoire

- Forme de l'arcade dentaire:
 - forme en U pour le chimpanzé versus forme en V (parabolique) pour l'homme.
- Mâchoire inférieure:
 - Très prononcée pour le chimpanzé (prognathe) versus réduite pour l'homme avec un menton réduit.
- Aspect des canines:
 - Très développées pour le chimpanzé versus réduites pour l'homme.

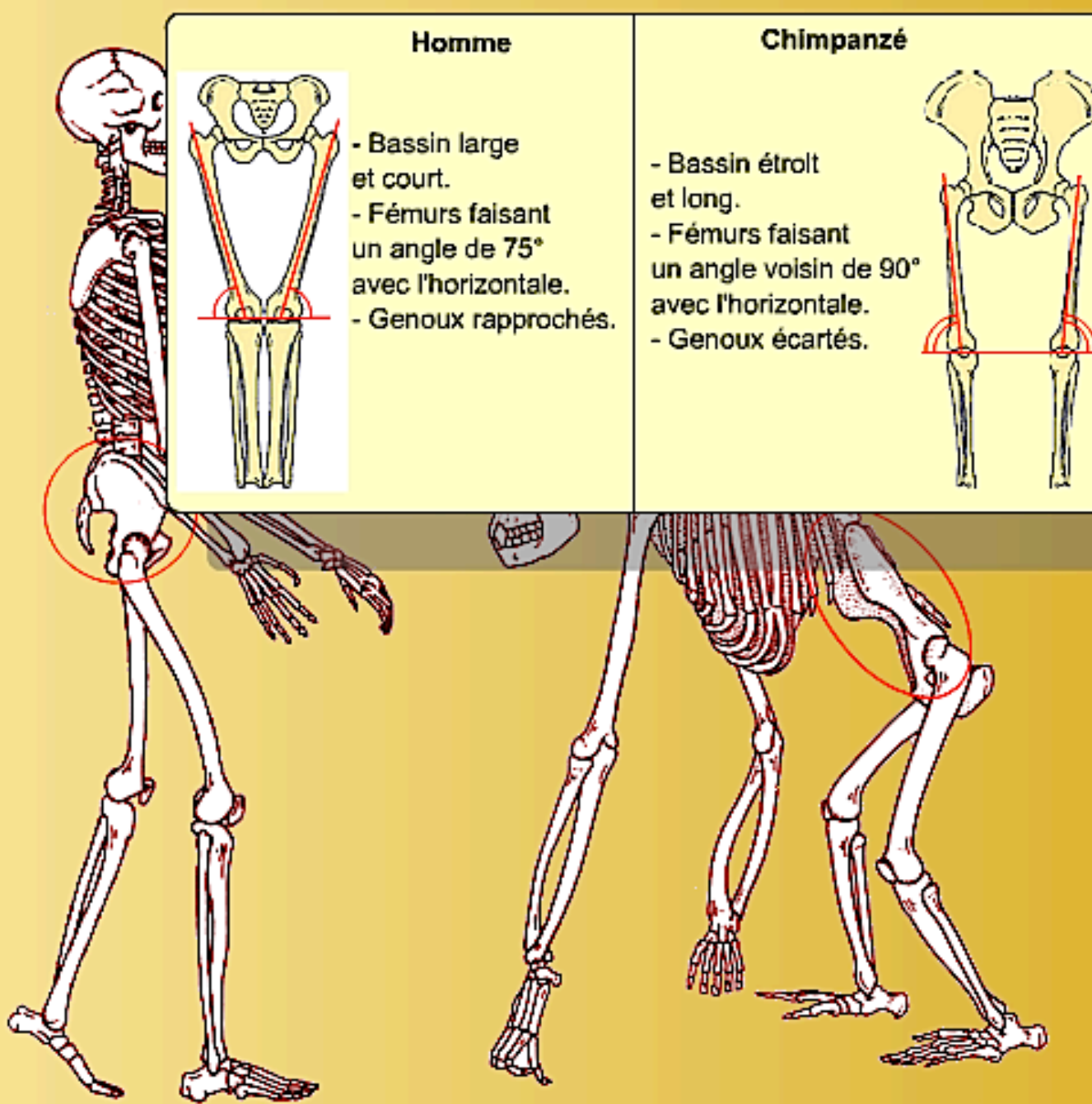
a- les paramètres crâniens: le volume cérébral

L'Homme est le primate qui a l'encéphale le plus volumineux et le plus complexe dans son organisation.

- Le volume crânien est en moyenne de 1 400 cm³. Les Chimpanzés et les Gorilles ont un volume crânien moyen de 400 cm³.
- L'organisation de l'encéphale humain est différente de celle de l'encéphale des singes : le cortex cérébral est organisé en aires qui ont des rôles spécifiques ; certaines de ces aires existent chez les Chimpanzés mais pas toutes.
- La vascularisation de l'encéphale des singes et de l'Homme est également différente.

b- les paramètres squelettiques: le bassin

- Bassin **long et étroit** chez le Chimpanzé alors qu'il est **large et court** chez l'homme.
- Cette particularité est liée à la position des fémurs, parallèles chez le Chimpanzé et qui se rapprochent au niveau des genoux chez l'homme, elle même en relation avec la démarche bipède ou quadrupède.



b- les paramètres squelettiques: la colonne vertébrale

- Toujours liées à la position du squelette, les courbures de la colonne vertébrale ne sont pas les mêmes chez le Chimpanzé et l'Homme.
- On remarquera que la position de la colonne vertébrale commande la position du trou occipital. (centrée pour l'homme versus en arrière pour le chimpanzé)

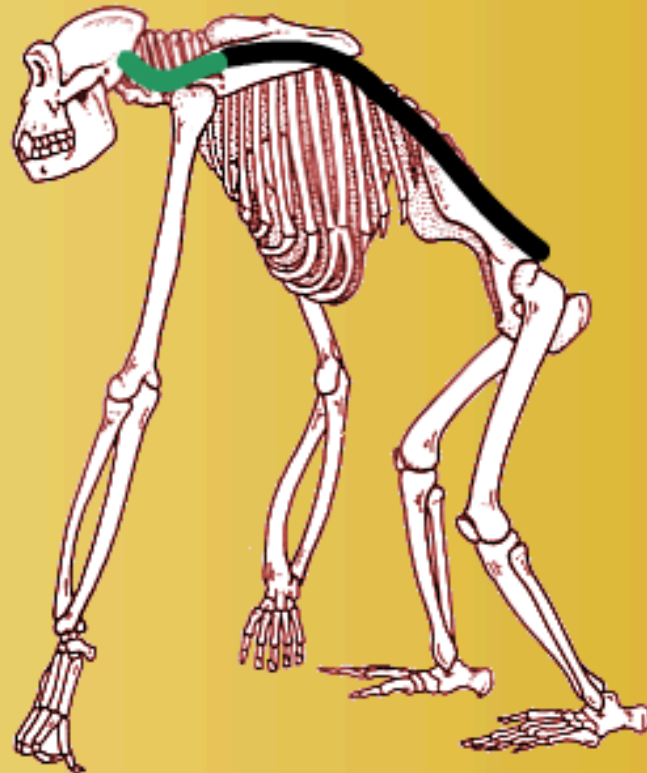


Homme

- 4 courbures :
- cervicale
 - dorsale
 - lombaire
 - sacrée

Chimpanzé

- 2 courbures :
- cervivale
 - dorso-lombaire



b- les paramètres squelettiques: le pied

- le singe présente des pouces opposables, ce qui n'est pas le cas de l'Homme.
- On est dans le cas d'une adaptation à la vie arboricole pour le singe et à la vie terrestre pour l'homme.

Homme

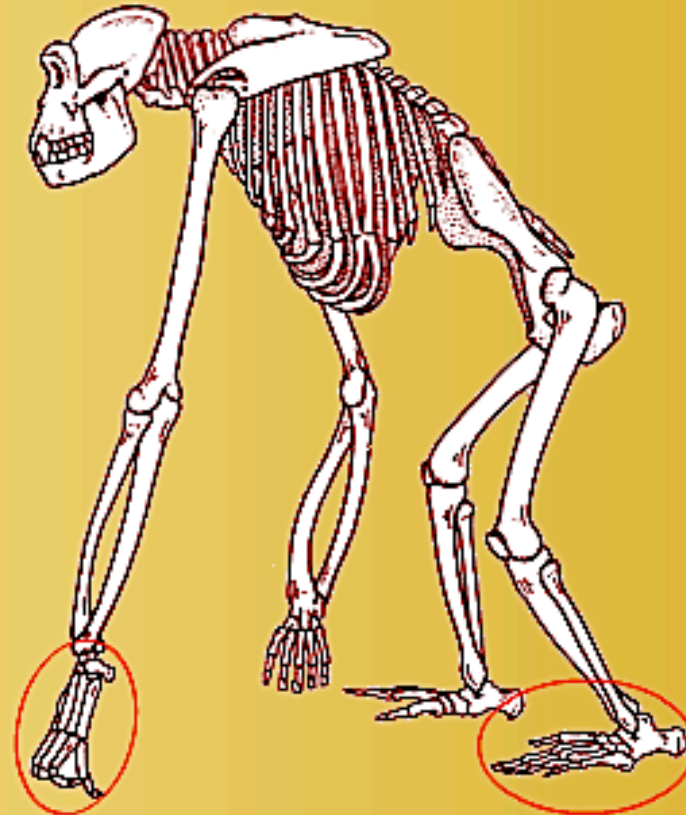
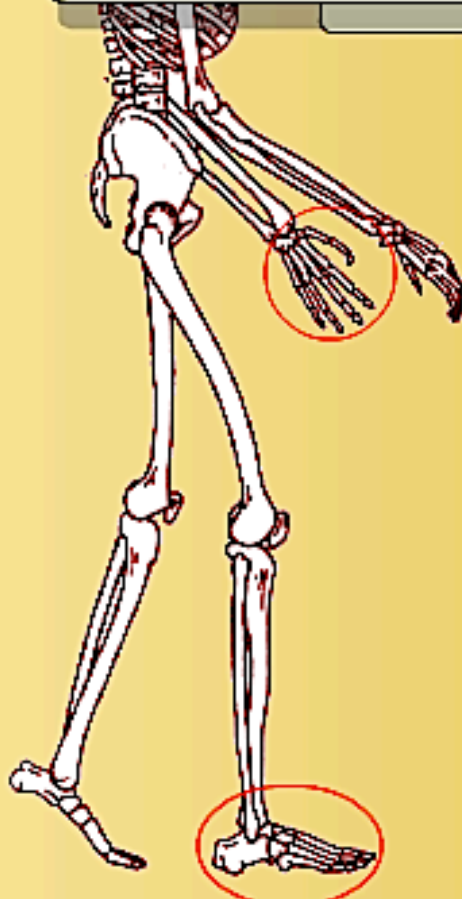


- Plante du pied incurvée (voûte plantaire).
- Gros orteil non opposable aux autres doigts.
- Doigts de pieds non incurvés.

Chimpanzé



- Plante du pied non incurvée.
- Gros orteil opposable aux autres doigts.
- Doigts de pieds incurvés.



3- l'origine des différences phénotypiques

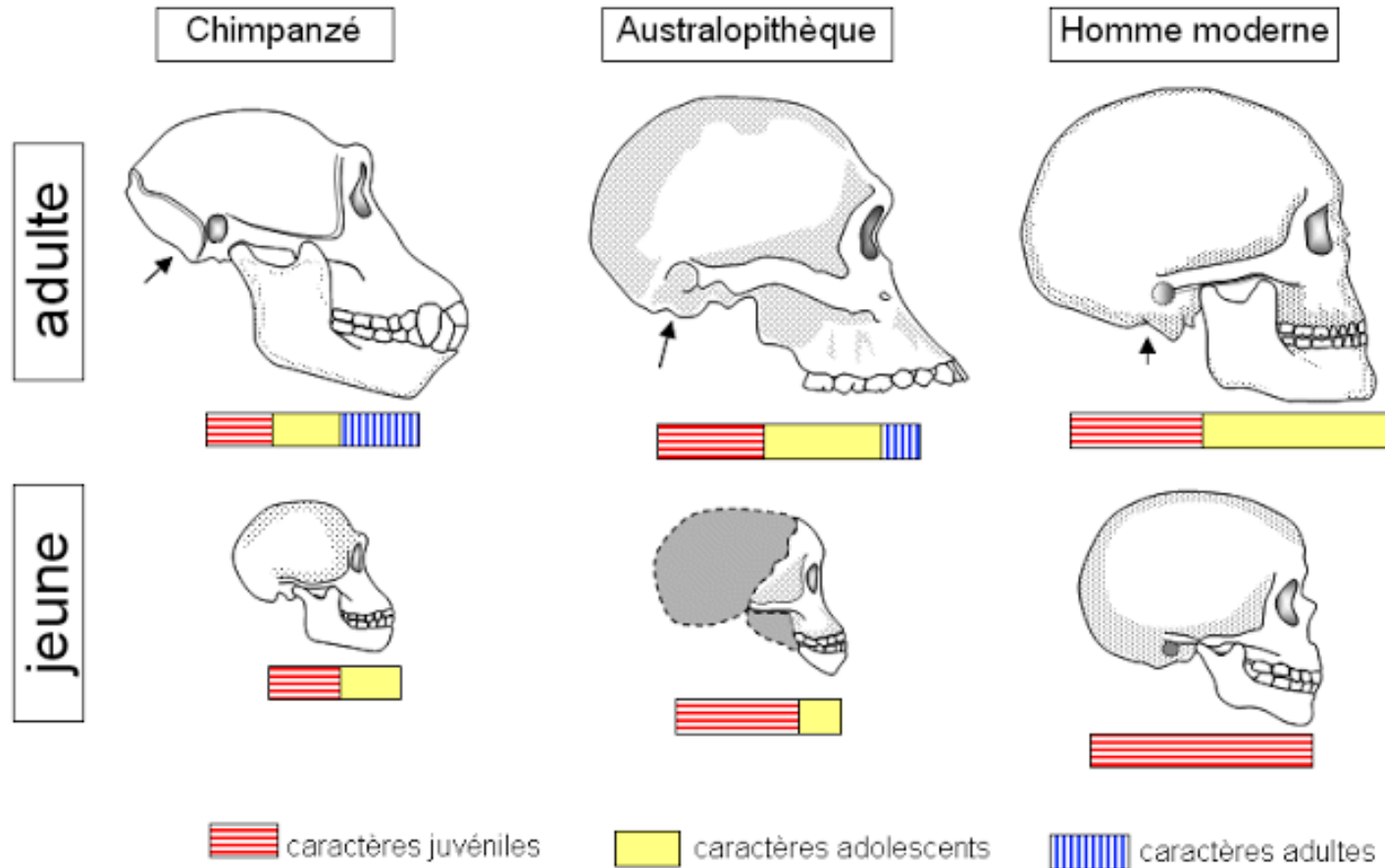
➤ Origine génétique :

– Les différences génétiques constatées, très minimales, ne suffisent pas à expliquer les différences de phénotype de l'Homme et du Chimpanzé

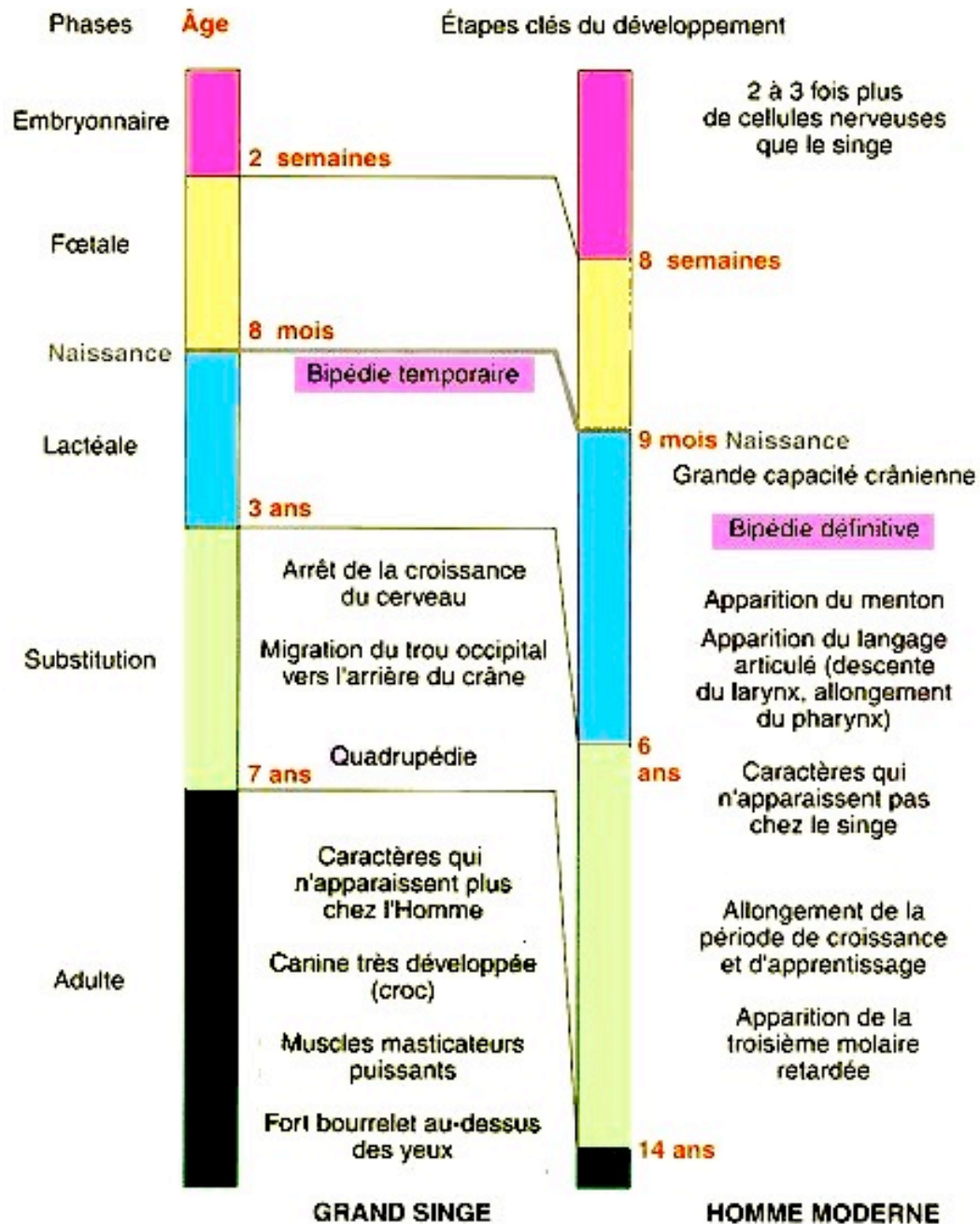
=> Différence dans l'expression des gènes (durée et intensité)

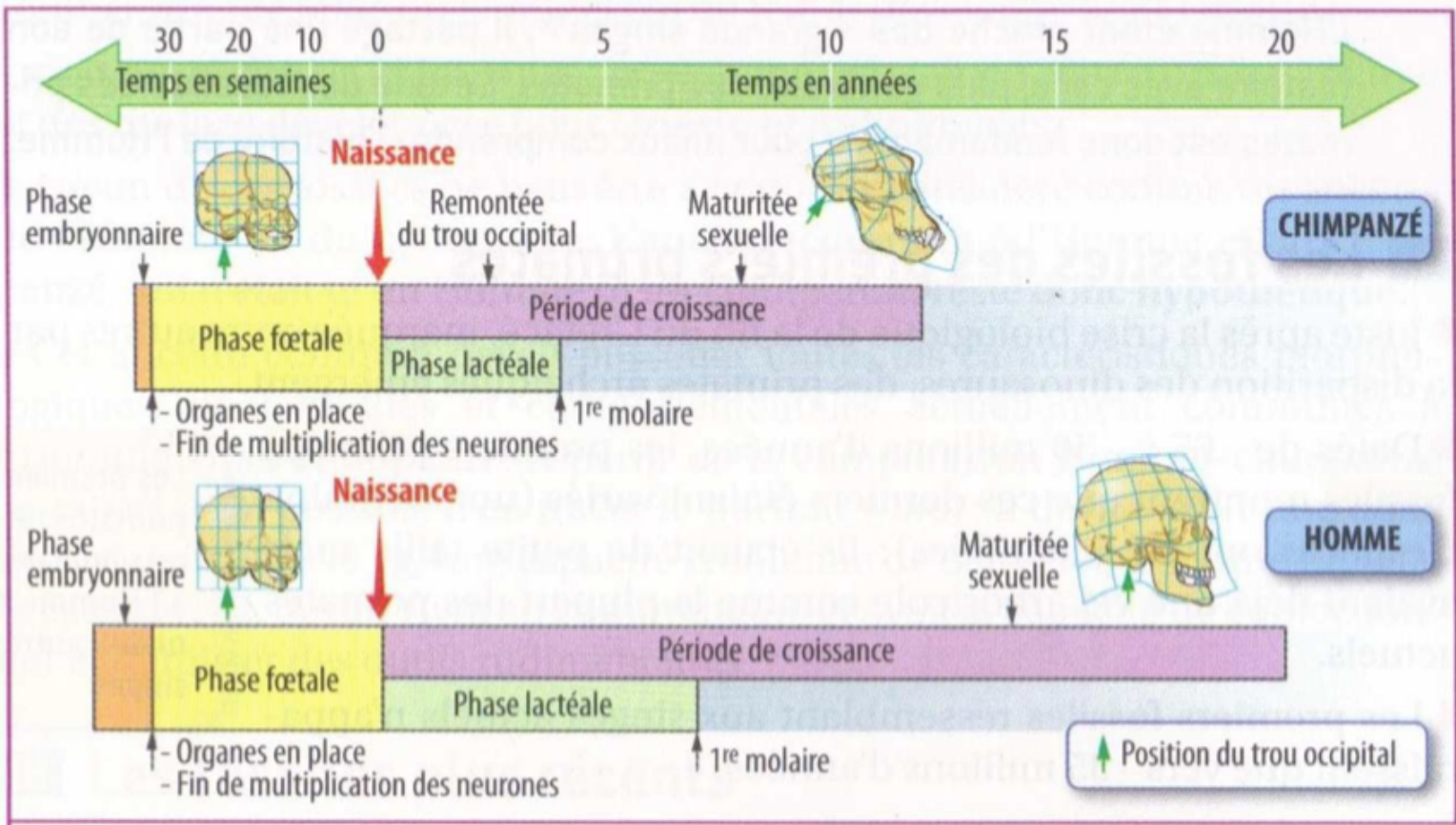
➤ Origine environnementale

a- Différence de vitesse de développement



- On peut constater qu'il y a moins de différence entre un jeune humain et un adulte qu'entre une jeune Chimpanzé et l'adulte. Cela signifie que chez l'homme, il subsiste de nombreux traits juvéniles chez l'adulte. Un tel phénomène est appelé néoténie.
- On peut constater que le développement humain est toujours décalé par rapport au développement des Grands Singes (doc. 1 p.86):
 - Phase embryonnaire et juvénile plus longue chez l'homme
=> le dvpt est ralenti => morphologie crânienne proche du foetus et maintien de la bipédie.



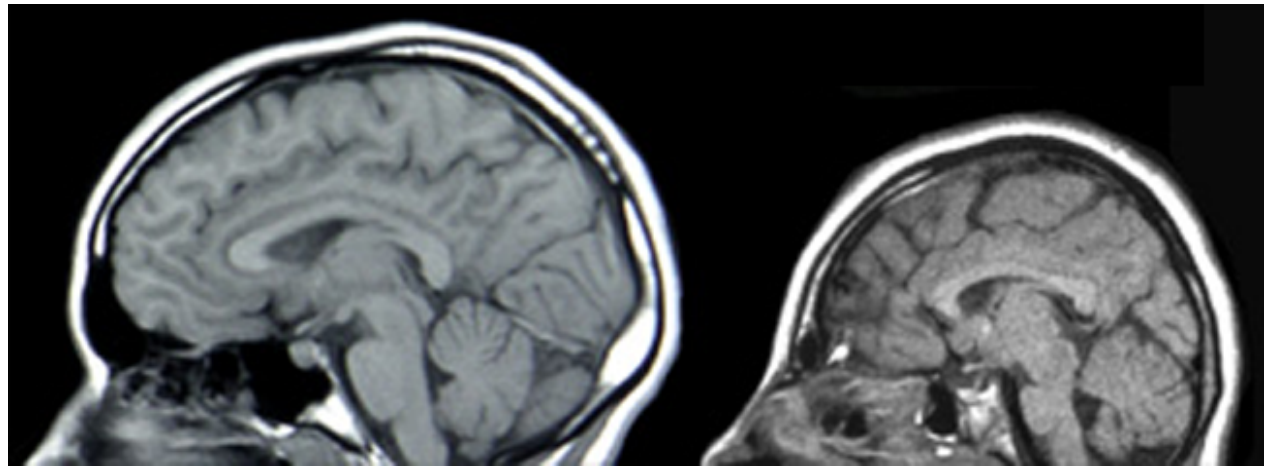


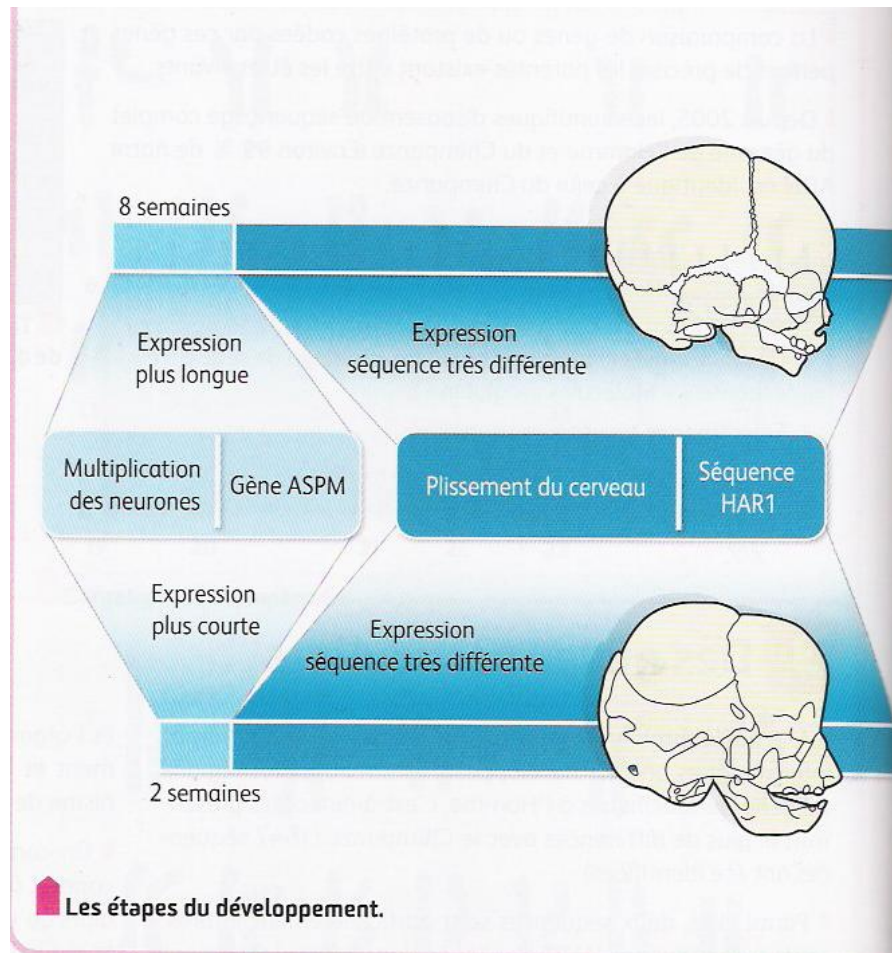
Doc. Chronologies du développement du chimpanzé et de l'Homme

- Au cours de l'ontogénèse, les caractères anatomiques se mettent en place en suivant un ordre et une chronologie précise. Par conséquent, des mutations génétiques perturbant l'ordre d'acquisition de ces caractères au cours du développement ou la durée de ces différentes phases peuvent avoir des conséquences sur la morphologie de l'adulte.
- Ces processus sont qualifiés d'hétérochroniques. Ces mécanismes pourraient être à l'origine de l'évolution de certains caractères au sein de la lignée humaine.
- Ainsi, un crâne foetal humain ressemble à un crâne foetal de chimpanzé alors que les crânes adultes sont très différents. En prenant comme référence ancestrale, le crâne de chimpanzé, on peut émettre l'hypothèse que depuis l'ancêtre commun à l'homme et au singe, il se serait produit un ralentissement de la croissance qui se traduit également par une augmentation de la durée des différentes phases de la croissance.
- Selon les chercheurs, d'autres caractères comme le bassin par exemple, auraient évolué par accélération.
- Ce serait donc plusieurs processus hétérochroniques qui pourraient expliquer l'apparition des caractères dérivés de la lignée humaine.
- Ces processus hétérochroniques pourraient avoir pour origine des mutations sur les gènes de développement.

b - Effet de la mutation d'un gène contrôlant le développement:

L'étude de cas de microcéphalie due à la mutation d'un gène homéotique, appelé gène ASPM, permet de faire l'hypothèse que le fort développement crânien de l'Homme pourrait avoir pour origine des mutations de ce type.





=> La durée et l'intensité de l'expression de certains gènes du dvpt expliquent les différences phénotypiques entre les 2 espèces.

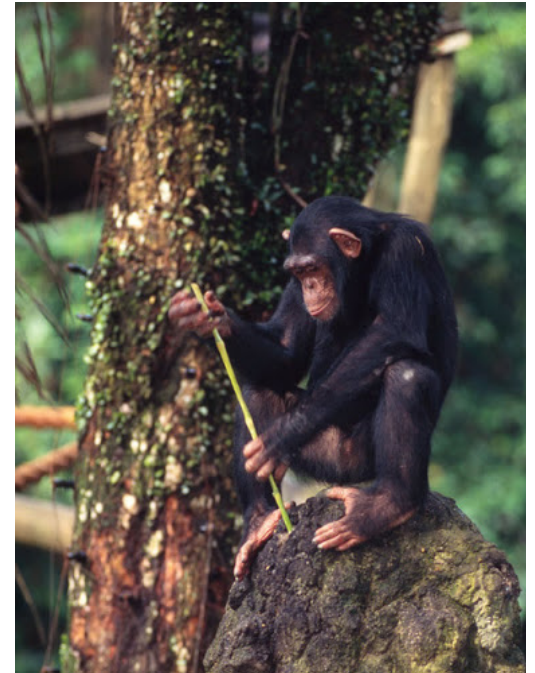
c- Interaction entre génétique et environnement: exemple du langage (doc 3 p.87)

- Le langage articulé est déterminé génétiquement:
 - Position du larynx et forme du palais chez l'homme permet la phonation (pas chez le Chimpanzé)
 - Gène FoxP2 muté => altération des capacités linguistiques
- Le langage se construit progressivement par les interactions sociales
 - Sans interaction sociale, sans apprentissage, le langage ne peut se développer

=> l'homme bénéficie d'une maturation lente de son syst. nerveux qui se poursuit en interaction avec l'environnement pendant l'enfance .

4- Les critères comportementaux

Alors que pendant très longtemps, l'utilisation d'outils a été considérée comme une spécificité humaine, on peut constater que les Chimpanzés utilisent des outils variés.



Utilisation d'une branche servant à récupérer des termites dans une termitière



Utilisation d'une pierre pour écraser les os pour récupérer de la moelle

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.

- Les Chimpanzés vivent en tribus. On a constaté que selon les tribus, les outils ne sont pas les mêmes et les techniques ne sont pas les mêmes.

⇒ Il y a donc une véritable culture propre à chaque tribu de Chimpanzé.

- Une autre caractéristique commune aux Grands Singes est la relation étroite qui lie la mère à son enfant.
- Les relations sociales sont établies dans une tribu par des rituelles marquant la hiérarchie. La hiérarchie permet une cohésion du groupe, nécessaire à sa survie.

Vidéo: Comment la culture se transmet chez les singes (le Monde & le CNRS)



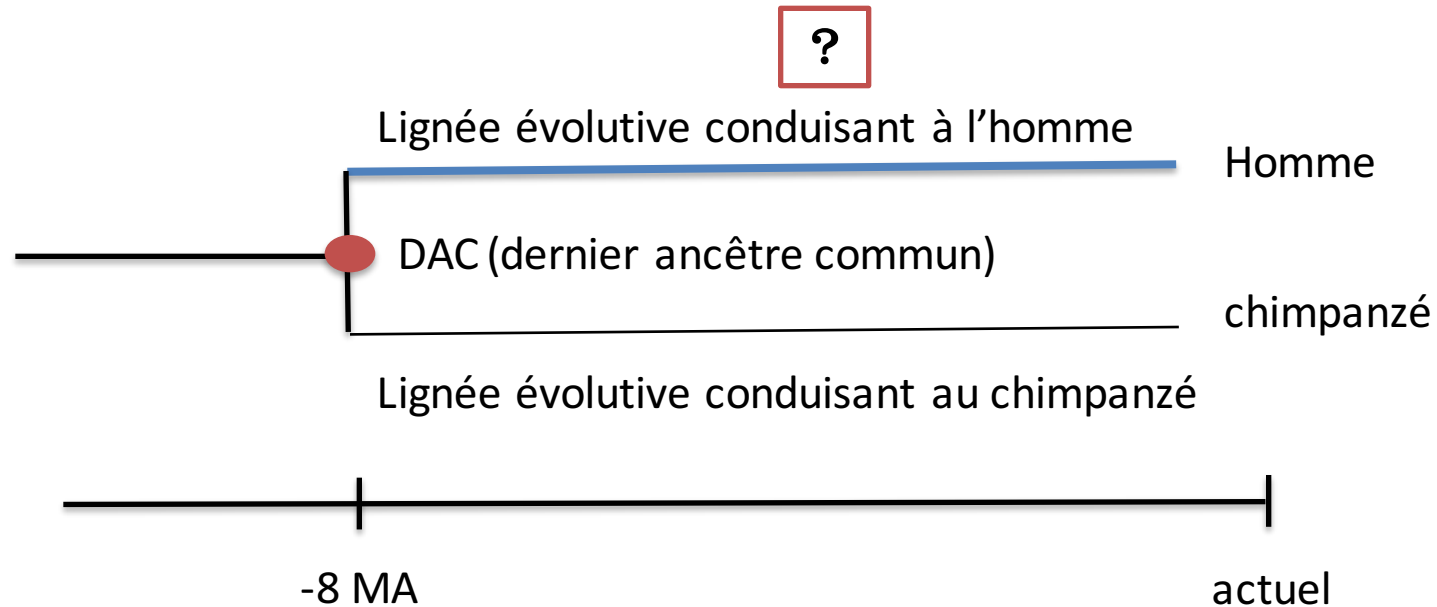
⇒ Le phénotype humain et celui des « grands singes » n'est pas totalement génétiquement déterminé.

L'environnement (dont la relation aux autres) intervient aussi : c'est le cas par exemple de la capacité à utiliser des outils.

Certains comportements sont transmis de génération en génération par l'apprentissage et non par les gènes.

⇒ Le phénotype des humains, comme celui des « grands singes » proches d'eux, s'acquiert donc au cours du développement pré et post natal, sous l'effet de l'interaction entre l'expression génétique et l'environnement.

III- Quelques étapes de l'évolution des hominidés



Que s'est-il passé depuis que la lignée humaine et celle conduisant aux chimpanzés ont divergé ?

La reconstitution de cette histoire évolue avec la découverte de nouveaux fossiles, de l'apport des données moléculaires et de la modification des cadres théoriques.

- A quoi pouvait ressembler les premiers fossiles de la lignée humaine ? Comment s'assurer qu'un fossile appartient à la lignée humaine et non pas à une autre lignée évolutive, à celle qui a conduit au chimpanzé par exemple?
- La comparaison de l'anatomie d'un Homo sapiens et d'un chimpanzé a permis d'apporter quelques éléments de réponse : les éléments anatomiques en relation avec la bipédie, la forme de la mâchoire, la taille de canines, la taille du cerveau sont des caractères qui signent l'appartenance à la lignée humaine.
- Ces caractères doivent donc se retrouver, du moins en partie, chez les hominins fossiles.

L'origine de la lignée humaine reste assez imprécise.

Les scientifiques posent un certain nombre de jalons dont ***Proconsul africanus***, un primate qui aurait vécu il y a 18 millions d'année (doc 2 p. 90).

C'est à partir de Toumaï (*Sahelanthropus tchadensis*) daté aux environs de -7 millions d'années qu'une bipédie permettant la marche au sol semble apparaître.

Cependant la restauration du crâne de Toumaï a entraîné des polémiques sur sa datation qui reste hypothétique.

(l'appartenance de *Toumaï* à la lignée humaine fait encore débat chez les spécialistes).

Schématiquement il y a 3 catégories de fossiles:

- Les plus anciens (*Sahelanthropus*, *Orrorin* et *Ardipithecus*)
- Les australopithèques au sens large (dont paranthropes)
- Les homos

Il n'existe pas une succession linéaire d'ancêtres aboutissant à l'homme mais une multitude d'espèces ancestrales dont le succès évolutif repose sur des bipédie plus ou moins développés, des mâchoires plus ou moins robustes et des cerveaux plus ou moins volumineux, sans oublier l'usage d'outils. C'est une évolution en mosaïque qui décline les caractères fondamentaux de notre lignée évolutive (Pascal Picq, paléoanthropologue).

1- les australopithèques, un groupe pré-humain très diversifié (doc p.94)

- En 1974, une équipe dirigée par le français Yves Coppens et l'américain Donald Johanson découvre en Ethiopie le squelette presque complet d'un Australopithèque baptisé Lucy.



- Lucy fait partie de l'espèce ***Australopithecus afarensis*** et est datée environ -3 millions d'années.
- Les Australopithèques forment un groupe complexe de **plusieurs espèces** qui ont vécu à des périodes et dans des zones variées, toujours en Afrique.

Crâne d'***Australopithecus africanus***
(-2,5 millions d'années)



En 1976, on a découvert à Laetoli en Tanzanie, des traces de deux Australopithèques (un adulte et un petit) conservées dans les cendres volcaniques.

C'était une preuve incontestable que les Australopithèques se déplaçaient de manière bipède. Cependant la forme du pied et la forme du bassin entraînent que la démarche des Australopithèques était très différente de la notre.



Les plus anciens australopithèques sont datés de - 4 Ma et les plus récents de -1 Ma. Tous les fossiles d'australopithèques ont été découverts en Afrique (Afrique de l'est, du sud et au Tchad).

Plusieurs espèces d'australopithèques ont été identifiées et ont en commun une petite taille, un crâne de faible volume (380 à 500 cm³ selon les espèces), un trou occipital avancés et une arcade dentaire à mi-chemin entre celle du chimpanzé et la mâchoire parabolique du genre Homo. Les australopithèques sont bipèdes mais la bipédie n'est pas aussi aboutie que celle du genre Homo ; ils marchent en balançant les bras et roulant les hanches.

Certains caractères anatomiques (longueur des bras, doigts recourbés...) laissent penser qu'ils devaient conserver la capacité de grimper aux arbres et de se suspendre aux arbres.

Entre -4 et -3 Ma plusieurs espèces d'australopithèques ont cohabité et entre -2,5 Ma et -1 Ma certains d'entre eux ont cohabité avec les premiers représentants du genre Homo qui apparaît il y a 2 Ma environ.

2- Exemples d'espèces fossiles appartenant au genre homo

Le genre Homo regroupe l'homme actuel et des espèces fossiles qui se caractérisent par une face réduite (plane), un dimorphisme sexuel peu marqué sur le squelette, un style de bipédie avec trou occipital avancé et aptitude à la course à pied, une mandibule parabolique. La production d'outils complexes (industrie lithique) et une variété des pratiques culturelles sont associées au genre Homo mais de façon non exclusive.

a- Homo Habilis (doc p.95)

Vers -2,5 millions d'années, apparaît toujours en Afrique une nouvelle population, *Homo habilis*.

- On associe, en général, la culture des galets aménagés (Pebble culture) à *Homo habilis*. Cependant, la découverte ultérieure de restes d'*Australopithèques* sur le même site remet en question cette attribution.



Homo Habilis



b- Homo Ergaster

L'appartenance d'*Homo habilis* au genre *Homo* est discutée. Le premier représentant du genre *homo* serait, selon certains auteurs, *Homo ergaster*.

- Ceux-ci présentent une anatomie témoignant d'une bipédie exclusive et aboutie et d'une aptitude à la course, une réduction du dimorphisme sexuel, un volume endocrânien (900 cm³) largement supérieur à celui des australopithèques.
- *Homo ergaster* est associé à deux cultures préhistoriques : l'Oldowayen et l'Acheuléen (bifaces, nombreux outils) et apprend à maîtriser le feu.

c- Homo erectus

Un autre groupe apparaît en Afrique vers - 1 millions d'années : *Homo erectus*.

C'est un groupe aux caractéristiques très variés tant sur la taille, que sur le volume cérébrale (800 à 1200 cm³) ou les caractéristiques faciales.

Il ne s'agit en aucun cas d'une espèce au sens strict du terme.

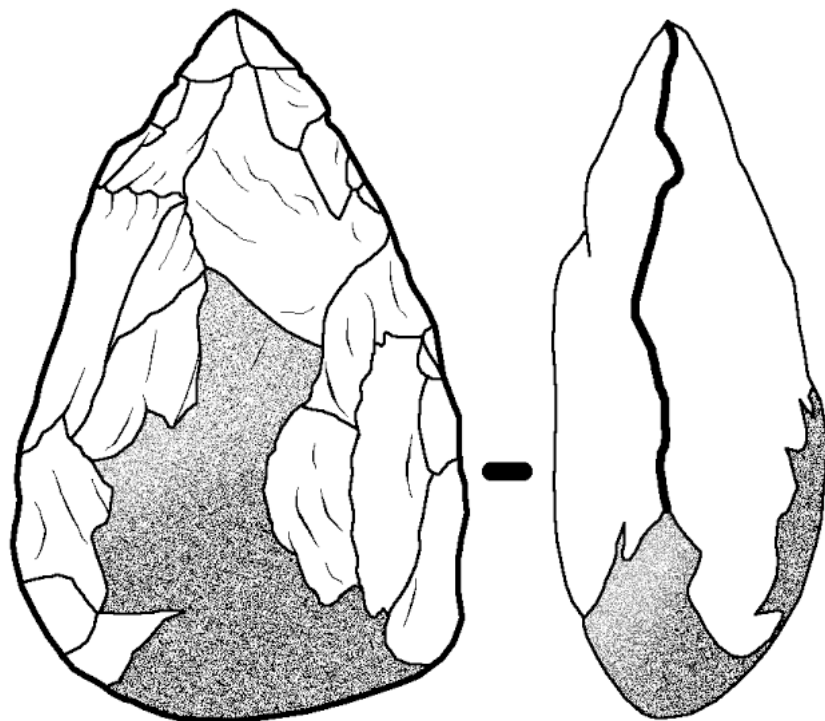
- *Homo erectus est le premier Homininé à quitter le berceau africain. Il va coloniser l'Europe, le Proche-Orient et l'Asie dans son entier, y compris l'Indonésie*

*Crâne d'un Homo erectus, l'Homme de Tautavel
(France) daté - 450 000 ans*



L'industrie d'*Homo erectus* est beaucoup plus variées que celle d'*Homo habilis*.

L'objet le plus caractéristique est le biface, véritable "couteau suisse" de la Préhistoire et qui traverse toutes les cultures qui se sont succédées.



La taille des objets devenant très précise, on estime qu'une spécialisation du travail s'est rapidement installée. De fait, on trouve dans certains sites un tel nombre de pièces taillées qu'on peut estimer qu'il existait de véritables ateliers de taille de pierre.

d- Homo floresiensis

C'est sur l'île de Flores qu'une découverte en 2003 va soulever la polémique. Une équipe mixte australo-indonésienne met à jour des restes d'Homininés de toute petite taille (1 mètre) au cerveau d'une taille plus petite que celle des Australopithèques mais que le développement des hémisphères rapproche du cerveau d'*Homo sapiens*.



Comparaison entre le crâne d'*Homo sapiens* et celui d'*Homo floresiensis*



- Les inventeurs de l'espèce (les découvreurs), estime que ces restes correspondent à un groupe d'Homininés qui se rattacheraient directement à *Homo erectus* ou *Homo habilis*. *Cependant, la datation des restes qui indique un âge de -18 000 ans est contraire à toutes les autres études qui montrent que l'Indonésie à cette période était déjà entièrement colonisée par Homo sapiens.*
- *Pour expliquer la présence de ces "Hobbits", des scientifiques penchent pour un phénomène de nanisme insulaire, analogue à celui qu'on observe dans le cas des fossiles d'éléphants de Sicile qui ne mesurait pas plus de 1 m au garrot.*

e- Homo neanderthalensis (doc. p.97)

- *Descendant sans doute d'Homo erectus (c'est une hypothèse non démontrée), un groupe n'est présent qu'en Europe et au Proche-Orient, Homo neanderthalensis (vers -100 000).*
- *Le volume crânien de H. neanderthalensis est légèrement supérieur à celui de Homo sapiens mais la forme du crâne est différente.*
- *D'un point de vue morphologique, H. neanderthalensis est plus petit et plus trapu qu'H. sapiens. On relie cette morphologie à une adaptation au froid, puisque l'extension maximale des Néanderthaliens correspond à la glaciation würmienne (cf. la morphologie des Inuits actuels).*

- Les relations entre les deux espèces ne sont pas clairement établies. Les dernières analyses génétiques de l'Institut d'Anthropologie de l'Université de Leipzig en 2010, montrent une communauté de gènes. Cela pourrait signifier qu'une **interspécificité** a certainement eu lieu avant que les deux espèces ne divergent trop.
- Les Néanderthaliens semblent avoir disparu il y a 30 000 ans en même temps que régressaient leurs gibiers constitués d'animaux inféodés au froid, comme le Mammouth, le Bison ou le Rhinocéros laineux. Les raisons de leur disparition ne sont toujours pas connues et font l'objet de discussions entre spécialistes.
- L'industrie néanderthalienne, appelée culture moustérienne est caractérisée par des racloirs, pointes de flèches et bifaces d'une taille assez simple.
- Culte rendu aux morts : offrandes et ensevelissement.

e- Homo sapiens (doc. p.97)

- *Homo sapiens est d'origine assez mystérieuse. Contemporain d'Homo neanderthalensis, il survit à celui-ci et conquiert l'ensemble de la planète.*



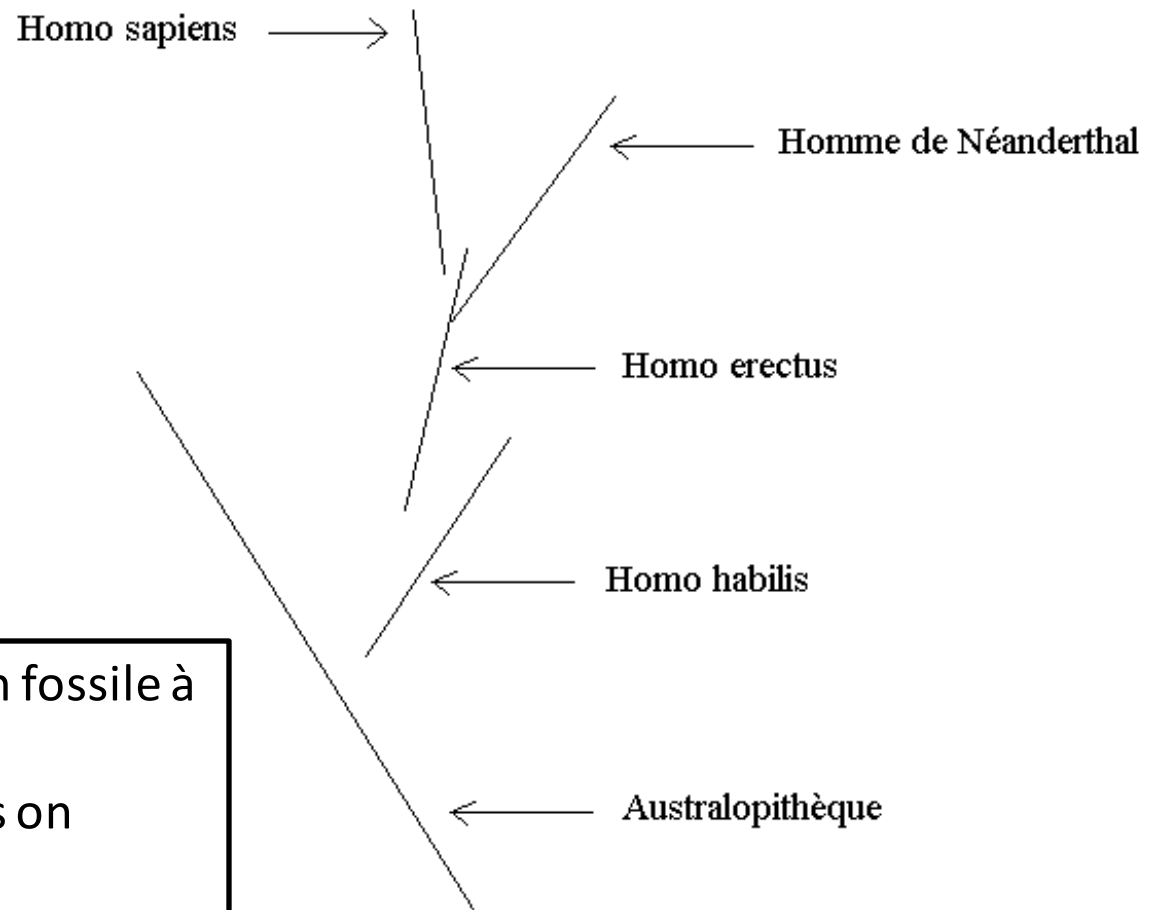
- La taille des outils devient de plus en plus précise, voire minutieuse comme dans le cas des "feuilles de laurier" d'une très grande finesse, exécutées au Solutréen (-20 000).



Les Homos sapiens seraient apparus en Afrique il y a un peu moins de 200 000 ans. Il y a 100 000 ans, ces homo sapiens auraient quitté l'Afrique remplaçant ainsi les populations d'Homo erectus et les néandertaliens.

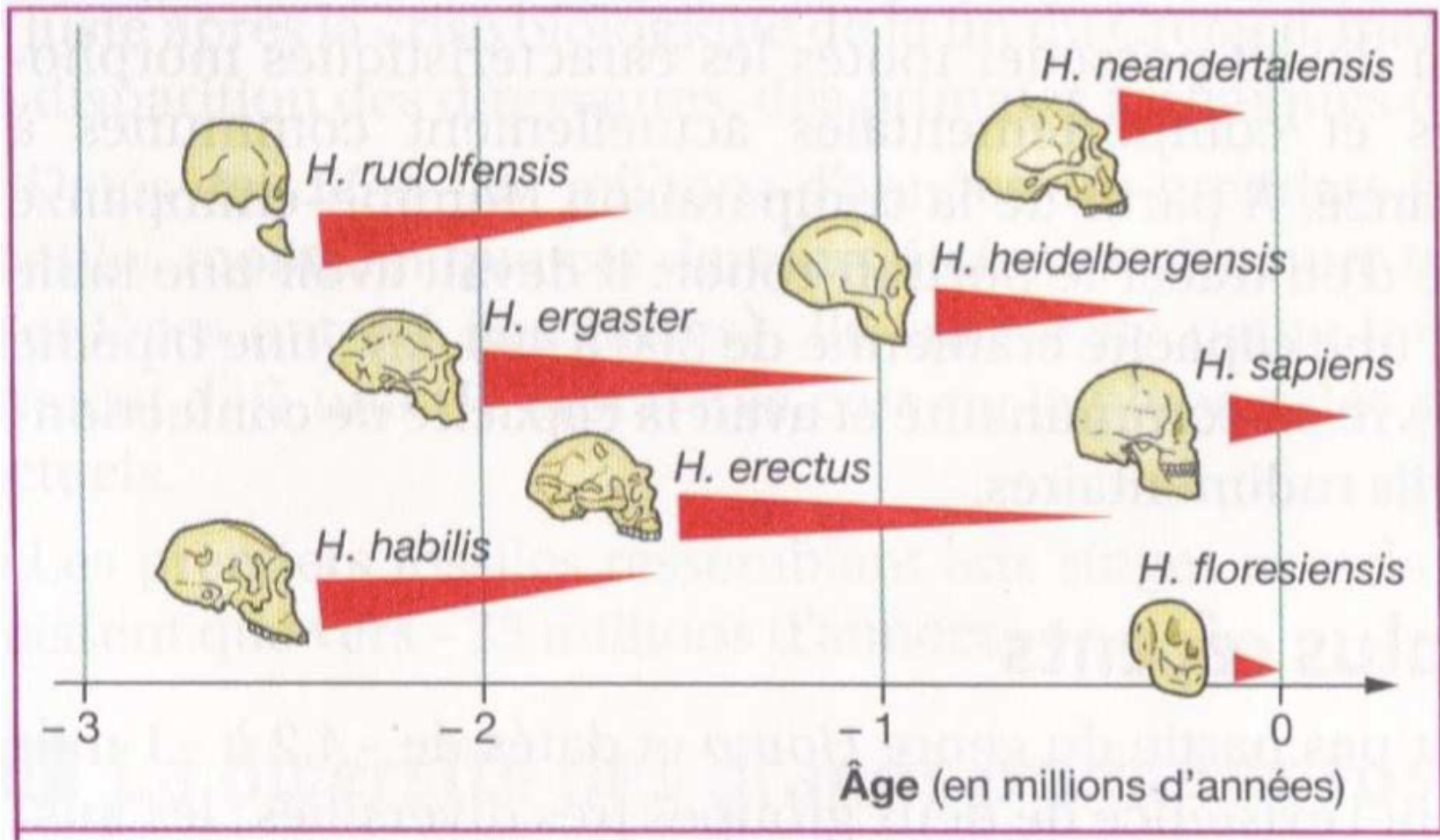
Leur présence est attestée au Moyen-Orient il y a 90 000 ans, en Australie et en Asie il y a 50 000 ans, en Europe il y a 40000 ans (homme de Cro- Magnon).

- Construire un arbre phylogénétique des Homininés est donc particulièrement difficile et toujours hypothétique

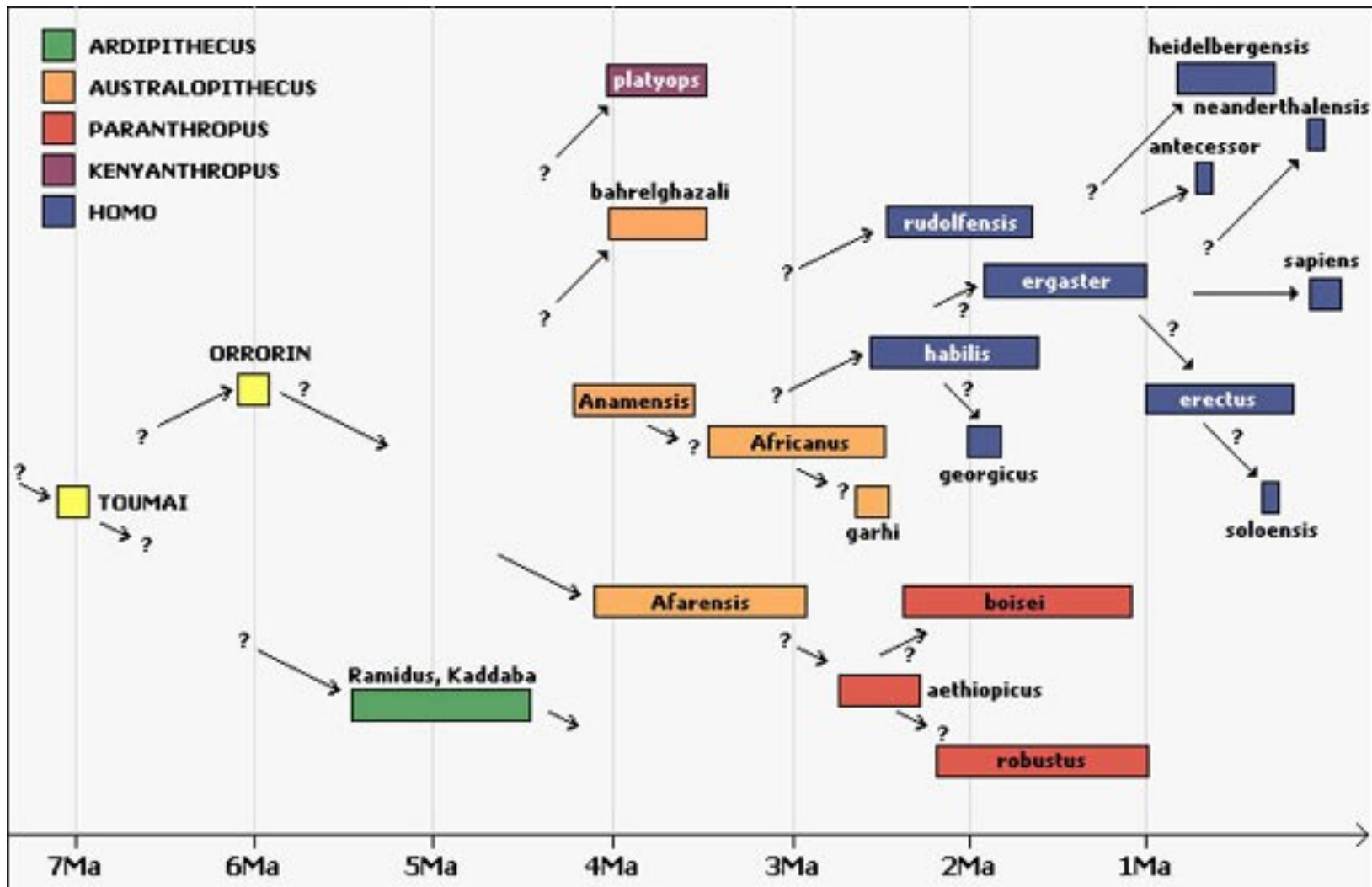


- Difficulté à d'attribuer un fossile à une espèce donnée.
- selon les critères retenus on parvient à des relations phylogénétiques différentes.

Répartition dans le temps de différentes espèces du genre homo



- **On parle d'évolution buissonnante** pour indiquer que les différents groupes ne présentent pas de liaisons simples. En réalité, ce qu'on sait des relations entre les différentes espèces d'Homininés est indiqué sur le tableau ci-dessous :



IV - Caractéristiques du genre Homo

La définition du genre Homo:

- L'homme appartient
 - au groupe des Primates (65 Ma) : pouces opposables, doigts terminés par des ongles plats, orbites orientées vers l'avant
 - au groupe des Hominoïdes (23 Ma) : disparition de la queue, nez à la place de la truffe, narines rapprochées, orbites fermées, bras plus longs que les jambes (Bonobo, Chimpanzé, Homme, Gorille, Orang-outan, Gibbon)
 - au groupe des Hominidés (10 Ma) : capables d'une certaine bipédie (Bonobo, Chimpanzé, Homme, Gorille)
 - au groupe des Homininés
 - Genre Homo, dont le seul représentant actuel est Homo sapiens
 - Genre Australopithecus (Lucy)
- On appelle lignée humaine, toute l'histoire évolutive des homininés à partir du dernier ancêtre commun à l'Homme et au chimpanzé.

bilan

- Le genre *Homo* regroupe l'Homme et plusieurs fossiles plus proches parents de l'Homme actuel que des chimpanzés.
- L'appartenance au genre *Homo* est définie par plusieurs critères liés notamment à la morphologie de la face, à la locomotion bipède et à l'existence d'un dimorphisme sexuel peu marqué au niveau du squelette.

	<i>Homo</i>	<i>Australopithecus</i>	<i>Pan</i>
Face	Réduite et plate	Mâchoires développées vers l'avant, à l'origine d'un prognatisme marqué	
Mandibule	Parabolique	En U	
Volume cérébral	Supérieur à 600 cm ³	Inférieur à 600 cm ³	
Bipédie	Permanente (bassin court et évasé, trou occipital avancé et horizontal, fémur incliné)		Occasionnelle (bassin haut et étroit, trou occipital reculé et non horizontal, fémur droit, membres sup. > membres inf.)
	Stricte (membres inf. > membres sup.)	Arboricole (membres sup. ≈ membres inf.)	
Aptitude à la course	Oui	Non	Non

Quelques caractéristiques des genres *Homo*, *Australopithecus* (autres fossiles plus apparentés à l'Homme actuel qu'aux chimpanzés) et *Pan* (chimpanzés). (> : plus long que; ≈ : de même longueur que)

Le genre Homo est donc associé à un ensemble de caractéristiques anatomiques liées d'une part à la morphologie du crâne (face réduite, mandibule parabolique, volume crânien important) et d'autre part à la pratique d'une bipédie avec aptitude à la course à pied (trou occipital en position avancée, bassin court et élargi, fémurs longs et obliques)

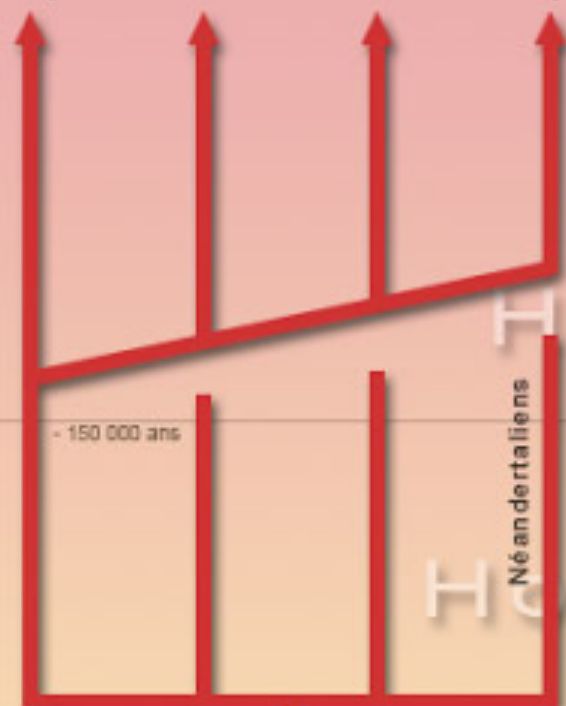
IV- Origine du peuplement actuel

- On sait qu'*Homo erectus* a peuplé l'Europe, le Moyen-Orient et l'Asie.
- Pour l'Europe et le Moyen-Orient, on sait que deux groupes lui ont succédé, *Homo neanderthalensis* et *Homo sapiens*, ce dernier restant seul après - 30 000 environ.
- En ce qui concerne la population actuelle de l'Asie, trois hypothèses ont été proposées :

Les 3 scénarios de l'apparition de l'homme

Monocentriste

Afrique Asie Proche-Orient Europe



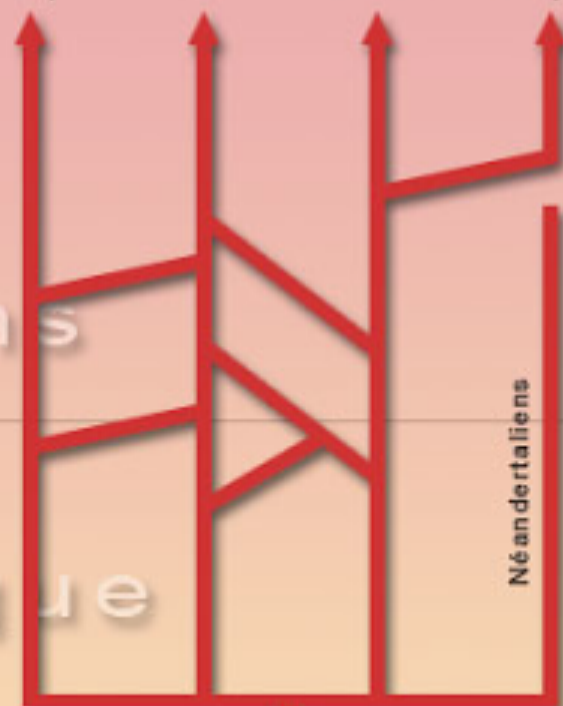
Pluricentriste

Afrique Asie Proche-Orient Europe



Intermédiaire

Afrique Asie Proche-Orient Europe



Homo sapiens

Homo archaïque

Homo erectus

Hominides.com

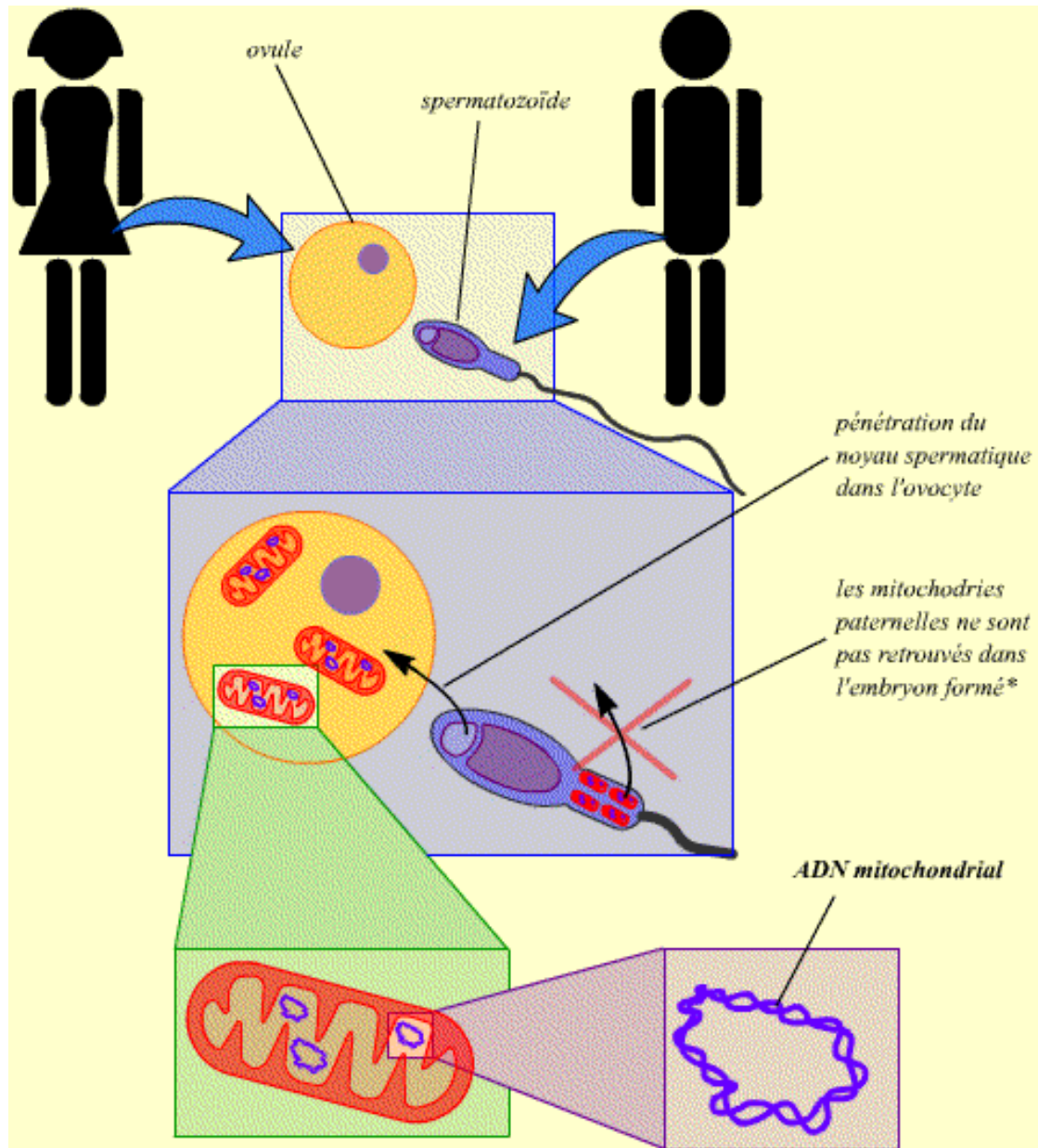
Totem Monocentriste - Arche de Noé - Out of Africa

Théorie Pluricentriste - Candélabre - Dents de pelle - Multi-régionale

Evolution réticulée - Théorie intermédiaire

- La première, appelée classiquement "out of africa", estime que la population mondiale actuelle a pour origine un groupe de quelques milliers d'*H. sapiens d'origine africaine*.
- *La seconde, dite "multirégionale" propose l'idée que chaque population d'*H. erectus* a évolué indépendamment pour donner des *H. sapiens*. Dès sa publication, cette hypothèse a soulevé des oppositions par le fait que l'évolution indépendante des groupes (en fait une spéciation), ne permettait pas d'expliquer l'interfécondité actuelle des différentes populations humaines.*
- *La troisième hypothèse, dite "intermédiaire" vise à corriger ce manque en proposant des échanges constants entre les différents groupes de façon à maintenir une interfécondité possible.*

- *Pour résoudre ce problème de l'origine du peuplement actuel, on a utilisé une technique particulière : l'utilisation de l'ADN mitochondrial. (Les mitochondries sont organites cellulaires assurant la respiration. Comme se sont d'anciennes bactéries endosymbiotiques, elles possèdent leur propre ADN.)*
- *Lors de la fécondation, seul le noyau du spermatozoïde pénètre dans l'ovocyte. Cela signifie que les mitochondries d'un individu proviennent toutes de la mère.*



Grâce aux empreintes génétiques de l'ADN mitochondrial, on peut donc reconstituer une hérédité même lointaine en tenant compte, bien sûr, de la dérive génétique.

- Le prélèvement d'ADN mitochondrial sur des sujets appartenant à la population originelle de différentes zones mondiales (Aborigènes d'Australie, Maori de Nouvelle-Zélande, Masai ou Zoulou d'Afrique, natifs d'Amériques) a permis de démontrer en 2007 que **toutes ces populations avaient leurs racines chez un *H. sapiens* d'origine africaine. C'est le modèle dit de "l'Eve mitochondriale".**

Bien entendu, ce modèle peut être remis en cause à tout moment, si des faits contraires étaient mis en évidence.

Homo sapiens est actuellement le seul Homininé vivant. Ce ne fut pas toujours le cas. Le processus d'apparition et de disparition des différentes populations qui se sont succédées et côtoyées reste en grande partie inconnu.

Bilan critères d'appartenance à la lignée humaine

- **Caractères du squelette en relation avec une bipédie permanente**
 - Fémur oblique depuis la hanche jusqu'au genou
 - Colonne vertébrale à 4 courbures
 - Trou occipital centré
 - Bassin court, élargi pour permettre la fixation des fessiers
 - Membres inférieurs plus longs que les membres supérieurs
 - Pouce du pied non opposable
- **Caractères crâniens en relation avec le développement du volume crânien et la réduction de la face**
 - Grande capacité crânienne
 - Face réduite, front bien apparent, menton net
 - Région occipitale arrondie
 - Absence de bourrelet sus-orbitaire
 - Arcade dentaire en V, dents petites, peu différenciées
- **Traces fossiles d'activités culturelles**
 - Outils élaborés
 - Maîtrise du feu
 - Peinture

Une forme fossile appartient à la lignée humaine si elle présente au moins 1 des 3 caractères dérivés propres à la lignée humaine.

Exemples de sujets de synthèse

- Après avoir longtemps été placé au-dessus de toutes les espèces, Homo sapiens est regardé aujourd'hui, sur un plan évolutif, comme toute autre espèce.

=> En vous basant sur les exemples de l'Homme et du Chimpanzé, vous présenterez les mécanismes à l'origine d'une différence entre les deux espèces ainsi qu'au sein de l'espèce.

Votre exposé, structuré, comportera une introduction, un développement et une conclusion. La diversification génétique qui résulte de l'association des mutations et du brassage génétique au cours de la méiose et de la fécondation ne sera pas traité.

- Un regard sur l'évolution de l'Homme. Dans un texte structuré, présentez les arguments qui ont permis de considérer l'Homme comme proche cousin du Chimpanzé.
- En rédigeant un texte structuré, comportant une introduction et une conclusion, expliquez en quoi l'Homme "moderne" se distingue des autres espèces d'Hommes fossiles.