

Homo sapiens est l'unique représentant actuel d'une lignée évolutive, celle des hominins, qui s'inscrit elle-même dans celle des primates.

PB : Quels sont les liens de parenté de l'Homme avec les autres primates, quels sont les caractères spécifiques à l'Homme ?

Phylogénie : relations de parenté évolutive entre les êtres vivants.
Arbre phylogénétique : représente la parenté entre les êtres vivants.
Phylogénèse : reconstitution de l'histoire évolutive des lignées à partir des liens de parenté.
 La phylogénie permet de trouver parmi un ensemble d'espèce le groupe-frère (=la ou les espèces les plus apparentées) à une espèce donnée. Elle ne permet **de trouver** les ancêtres communs à plusieurs espèces.

I/ L'Homme est un primate.

1. Principe de l'établissement des liens de parenté : (voir fiche annexe)

- Caractère = élément observable d'un organisme. *Morphologique, anatomique, embryologique, moléculaire.*
- Pour un caractère, on peut souvent définir plusieurs états de caractère.

Etat ancestral ou primitif d'un caractère ————— **Innovation évolutive** —————> Etat dérivé d'un caractère

Cela traduit le fait que les caractères évoluent, se transforment au cours du temps.

⚡*Attention :* « ancestral » ici veut dire ancien= primitif mais pas porté par l'ancêtre commun.
 Dans le cas des caractères moléculaires, on comparera les séquences des gènes ou des protéines.

Seul le partage d'états dérivés des caractères témoigne d'une étroite parenté, pas le partage d'un état primitif.

Principe :

Plus des espèces partagent de caractères à l'état dérivé, plus leur lien de parenté est étroit, plus leur ancêtre commun est récent.

2. Les liens de parenté entre les primates.

➤ Doc pages 88/89

La comparaison de caractères dérivés morpho-anatomiques chez différents animaux nous permet de construire un arbre phylogénétique.

Correction TP7 : Construire un arbre phylogénétique avec un logiciel : **phylogène**.

Télécharger le logiciel : <http://acces.ens-lyon.fr/evolution/logiciels/phylogene>

On obtient un tableau : matrice espèces/caractère.

Il nous faut maintenant organiser le tableau en cliquant sur « **polariser et organiser** »

- En choisissant le « **taxon extragroupe** » (*ici Tupaïe*) puis en colorant les cases des **caractères primitifs** → **bleu** et **dérivés** → **jaune**

- En organisant le tableau, pour cela on déplace lignes et colonnes afin de rassembler à gauche les caractères dérivés partagés par le plus de groupes et en bas les groupes partageant le moins de caractères dérivés

	Appendice nasal	Orbites	Pouce	Queue	Terminaisons des doigts	Naïnes
Chimpanzé	Nez	Fermées	Opposable	Absente	Ongles	Rapprochées
Gibbon	Nez	Fermées	Opposable	Absente	Ongles	Rapprochées
Gorille	Nez	Fermées	Opposable	Absente	Ongles	Rapprochées
Homme	Nez	Fermées	Opposable	Absente	Ongles	Rapprochées
Maki	Truffe	Ouvertes	Opposable	Présente	Ongles	Ecartées
Macaque	Nez	Fermées	Opposable	Présente	Ongles	Rapprochées
Orang-Outan	Nez	Fermées	Opposable	Absente	Ongles	Rapprochées
Saki	Nez	Fermées	Opposable	Présente	Ongles	Ecartées
Tarsier	Nez	Ouvertes	Opposable	Présente	Ongles	Ecartées
Tupaïe	Truffe	Ouvertes	Non opposable	Présente	Griffes	Ecartées

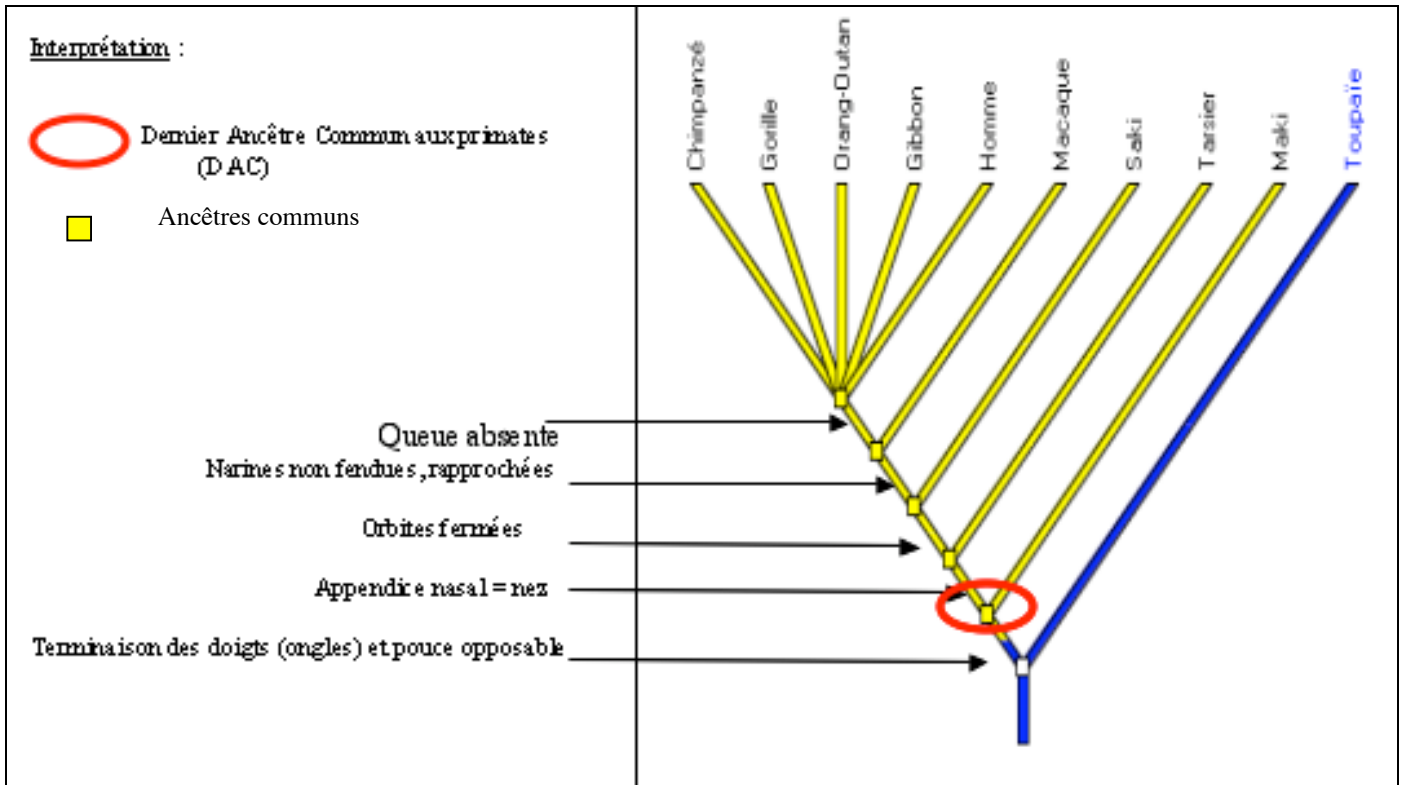
Pour construire l'arbre

- Cliquez sur l'icône « *Etablir des parentés* » puis sur « choisir les taxons » : on les sélectionne depuis le bas, ils apparaissent dans la fenêtre et on les réunit (cliquer/glisser) en fonction du caractère dérivé partagé (activez le caractère dans le tableau → le code de couleur apparaît)
- Ajoutez une nouvelle espèce et poursuivez en vérifiant avec les différents caractères.

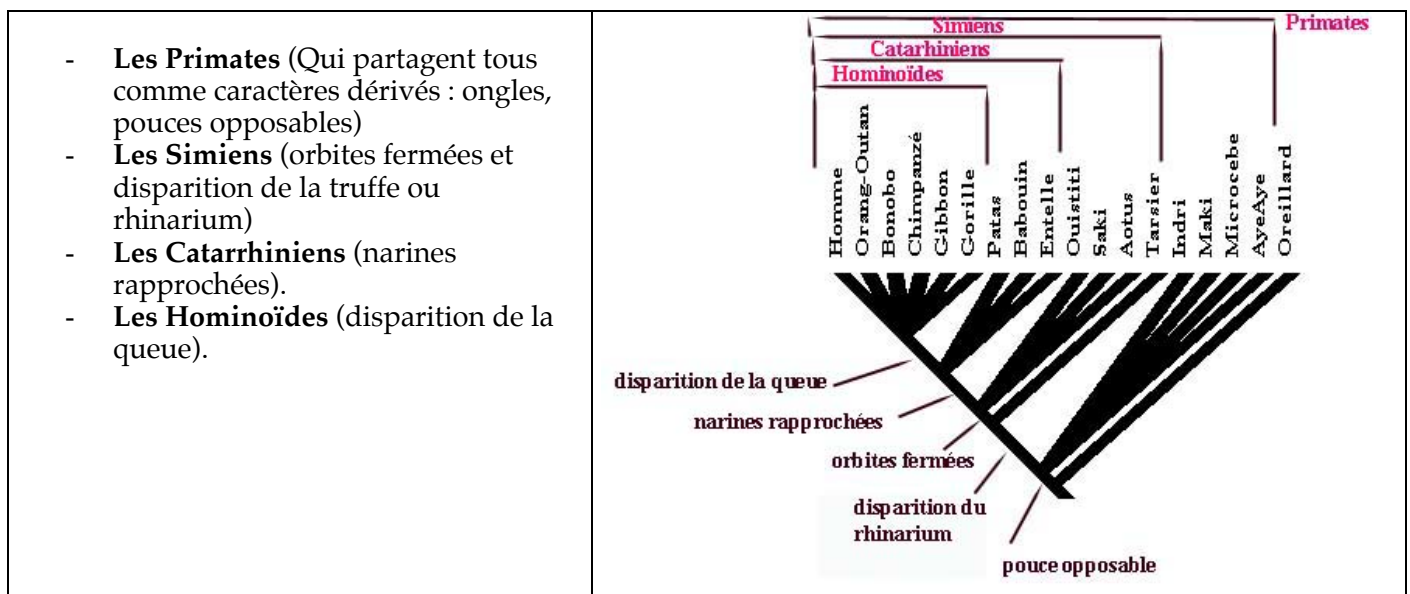
Nœud : représente l'ancêtre commun le plus récent des branches qui en découlent.

Extrémité des branches : Les espèces vivantes actuelles ou fossiles, jamais représentées sur une branche ou un nœud.

Branches: liens évolutifs entre l'ancêtre commun et les espèces actuelles ou fossiles



On peut définir comme groupes apparentés :



<http://www.inrp.fr/Acces/biotic/evolut/homme/html/defprim.htm>

L'étude des caractères morpho-anatomiques ne suffit pas à préciser les liens de parenté avec les autres hominoïdes

3. L'Homme est un hominoïde.

a) Etablissement des liens de parenté grâce à l'étude de caractères moléculaires.

- On utilise des **molécules homologues** : molécules présentes chez des espèces différentes, présentant une forme et une fonction identique mais pouvant avoir une séquence différente (nucléotides pour l'ADN ; Acides aminés pour les protéines)

Principe :

Plus le % d'identité est élevé entre les molécules chez les espèces étudiées, plus leur lien de parenté est étroit plus l'ancêtre commun (dont elles ont hérité cette molécule) est récent.

b) Quel est notre plus proche parent au sein des hominoïdes ?

- ❑ Les liens de parenté au sein des hominoïdes. (doc B page 91)
- On a choisi les séquences d'une enzyme : NAD (En TP : globines ; livre : cytochrome oxydase)

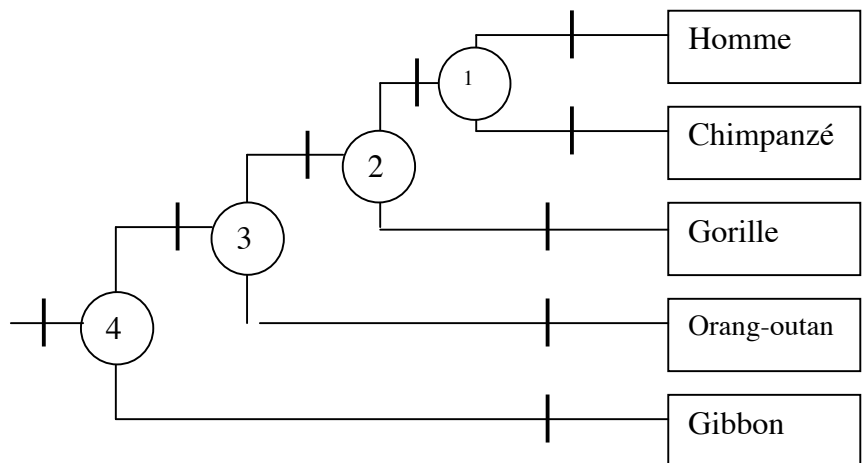
Espèce \ Espèce	Homme	Chimpanzé	Gorille	Orang-outan	Gibbon	- Construisez l'arbre phylogénétique correspondant à cette matrice. (Placez les mutations, les ancêtres communs) - Analysez-le.
Homme	100 %	89 %	86,5 %	75,5 %	75,9 %	
Chimpanzé		100 %	87,8 %	76,4 %	75,1 %	
Gorille			100 %	74,7 %	75,1 %	
Orang-outan				100 %	74,4 %	
Gibbon					100 %	

Tableau d'identité (en %) des gènes du NAD chez différentes espèces

1, 2, 3, 4 : ancêtres communs.

| = Mutations

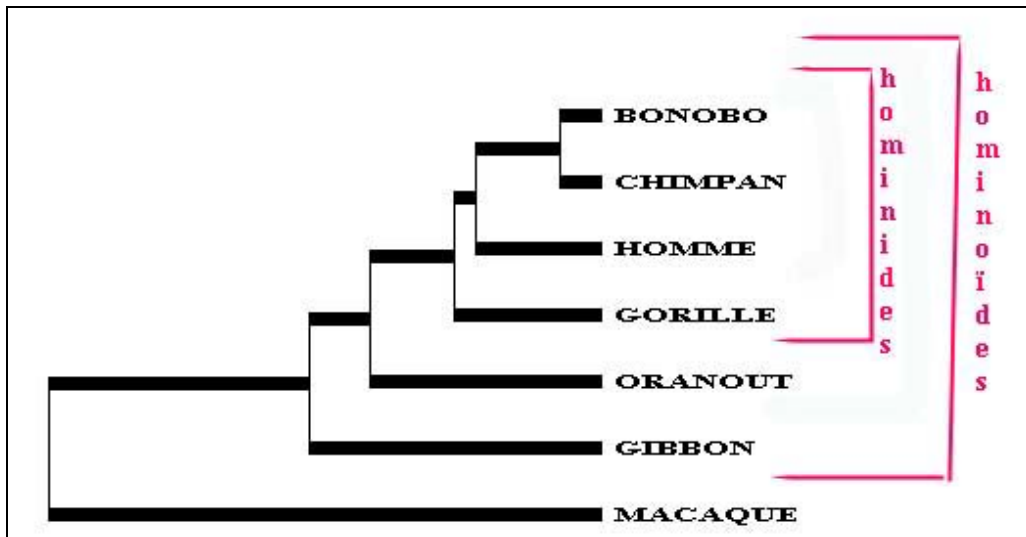
Arbre phylogénétique des 5 espèces étudiées, établis à partir des caractères moléculaires (gène du NAD)



Les % d'identité sont très élevés, **ils témoignent d'une parenté étroite entre ces espèces**, elles possèdent toutes le gène du NAD et avec des séquences suffisamment proches pour dire que ces gènes proviennent d'un gène ancestral qui était possédé par un ancêtre commun plus ou moins récent de ces espèces.

L'Homme et le chimpanzé possèdent les séquences les plus proches (% le plus élevé), elles ont donc été héritées de **l'ancêtre récent le plus récent** (qui possédait ce gène et l'a transmis aux 2 espèces mais des mutations sont intervenues et sont responsables des différences de séquence)

- Doc B page 91 : cette même étude réalisée sur le cytochrome oxydase confirme cette parenté. Chimpanzé et Bonobo partage un ancêtre commun plus récent qu'avec l'Homme. Au sein des hominoïdes, l'Homme partage l'ancêtre commun le plus récent avec le groupe [chimpanzé, bonobo]
- En TP, vous avez obtenu :



Au sein des hominoïdes, les parentés moléculaires définissent le groupe des Hominidés. L'Homme est un primate, hominoïde, hominidé. Ces plus proches parents sont les « paninés » = Chimpanzé et Bonobo.

<http://www.hominides.com/html/dossiers/hominoide.php>

❑ Etude des caractères génétiques.

- Comparaison des caryotypes. Docs page 84

<http://www.inrp.fr/Access/biotic/evolut/homme/html/caryot.htm#compar>

Caryotype de l'Homme (gauche) et chimpanzé (gauche)

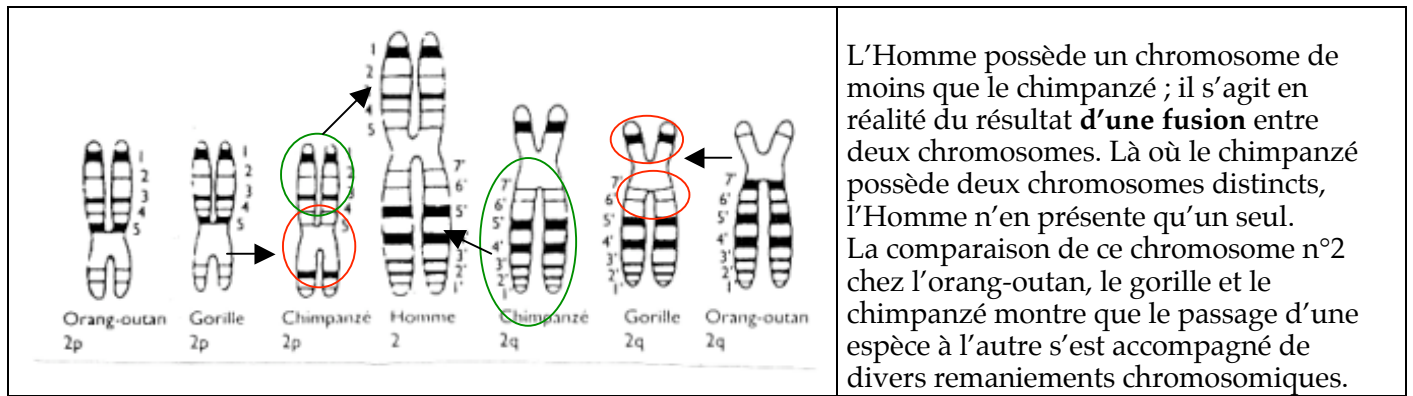
D'après B. Dutrillaux, (in "Les hommes, passé, présent, conditionnel", A. Langaney).

Les chromosomes peuvent subir des remaniements au cours de l'évolution et être différents. Moins il y a de remaniements entre deux caryotypes, plus les caryotypes sont proches plus le degré de parenté est fort.

Plusieurs types de remaniements :

- Délétion
- Addition
- Translocation
- Inversion
- Fusion. (exemple : $2p+2q = 2$)

Chromosomes identiques	Fusion de chromosomes	Insertion / Délétion de segments chromosomiques	Inversion de segments chromosomiques	Translocation de segments chromosomiques
Il y a 13 paires de chromosomes identiques entre l'Homme et le Chimpanzé : 3 ; 6 ; 7 ; 8 ; 10 ; 11 ; 14 ; 16 ; 19 ; 20 ; 21 ; 22 ; X/Y	Chromosomes 2p et 2q du Chimpanzé = Chromosome 2 de l'Homme	Chromosomes : 1 : Insertion par rapport au Chimpanzé 13 ; 18 : Délétion par rapport au Chimpanzé	Chromosomes : 4 ; 5 ; 9 (dans la région du centromère) ; 12 ; 15 ; 17 ; 18	Chromosome 9



Ces remaniements chromosomiques s'observent fréquemment entre espèces apparentées, mais ils ne sont pas la règle. Lorsqu'ils se produisent, ils peuvent **affecter les taux d'expressions relatifs de différents gènes, provoquant ainsi des différences dans le phénotype des individus.**

De plus, ces remaniements de chromosomes entérinent plus facilement l'isolement reproducteur des deux espèces. Une méiose n'est pas possible sur un génome hybride dont les chromosomes diffèrent autant.

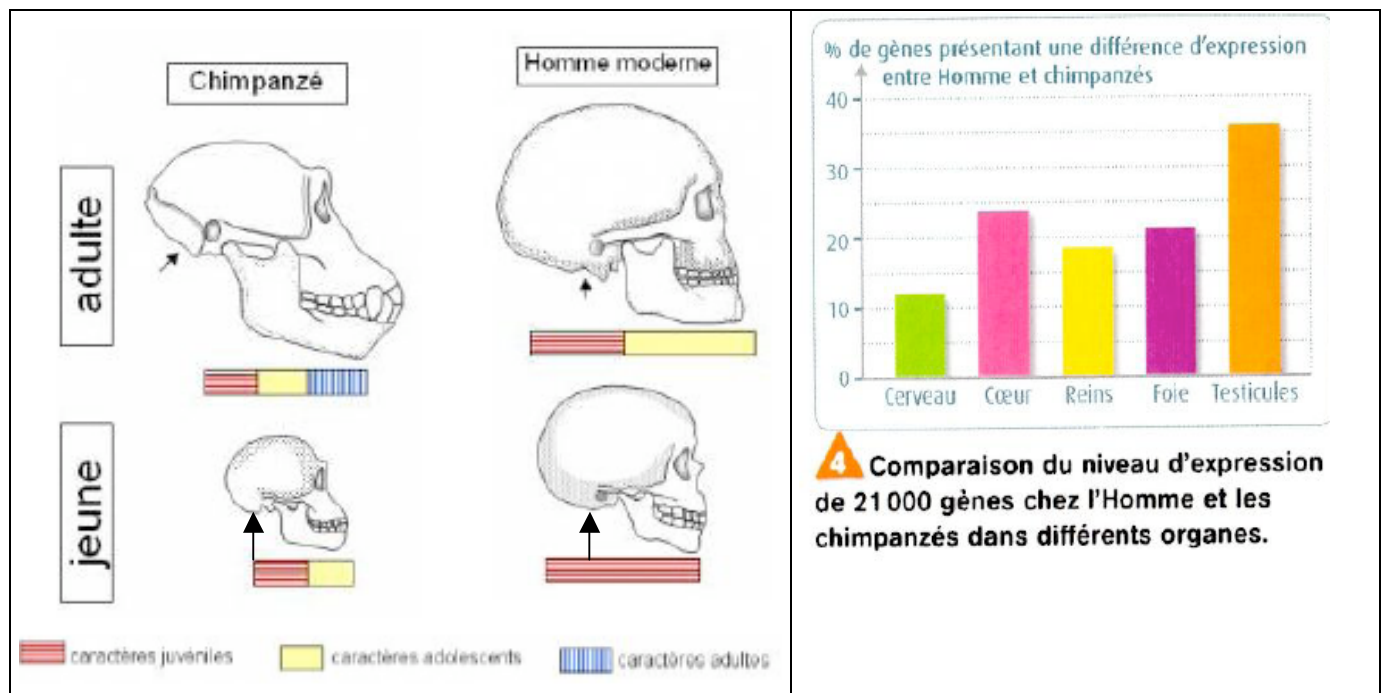
- Comparaison génétique Docs page 85.

On estime à 98%, le % d'identité génétique entre l'Homme et le chimpanzé.

PB : Comment 98% d'identité génétique peut-elle se traduire par une si grande différence phénotypique ?

4. Des différences dans le développement. : Petite cause, grands effets. (doc. page 86/87)

http://www.incertae-sedis.fr/gl/docut336_1_heterochronie.htm



L'observation des crânes nous montrent la persistance d'un fort % de caractères juvéniles et adolescents chez l'Homme adulte. (Y compris la persistance d'une position avancée du trou occipital). On note que de nombreux gènes présentent une différence d'expression entre Homme et chimpanzé.

Nous avons appris, au chapitre précédent que des mutations touchant les gènes de développement pouvaient entraîner des modifications du territoire, de la durée ou de la chronologie de leur expression. Ces modifications peuvent jouer un rôle déterminant dans l'apparition de nouveaux plans d'organisation, de nouvelles espèces.

Phase de l'ontogenèse	Durée chez le Chimpanzé	Durée chez l'Homme	Développement du système nerveux central
Vie embryonnaire	Durée : 2 semaines	Durée : 8 semaines	Phase au cours de laquelle les cellules nerveuses se multiplient beaucoup, jusqu'à 5000 neurones par seconde
	Bascul du trou occipital vers le bas et l'avant		- Durée chez chimpanzé 4 fois moins que chez Homme et vol cérébral 400 cm ³ contre 1600 cm ³ (= 4 X moins)
Vie fœtale	Durée : 7 mois 15 jours	Durée : 7 mois	Importante croissance cérébrale
		Naissance "prématurée"	
Phase lactéale	Durée : 3 ans	Durée : 6 ans	Développement du cerveau : - Multiplication des connections synaptiques durée 2 fois plus longue chez l'Homme
	Repositionnement du crâne et perte de l'aptitude à la bipédie	Trou occipital maintenu en position basse	
Phase de "substitution"	Durée : 4 ans	Durée : 8 ans	Multiplication des connections synaptiques au cours de l'apprentissage Durée 2 fois plus longue chez Homme
	Acquisition de nombreux caractères crâniens "adultes"	L'essentiel des traits juvéniles est conservé	

Des biologistes américains ont comparé 10000 gènes du cortex cérébral, de l'homme, du chimpanzé et du macaque. Ils ont remarqué que, pour la quasi-totalité, la différence consistait en une surexpression chez l'Homme.

Les différences anatomiques présentées (doc page 86) s'expliquent par une hétérochronie, c'est-à-dire une modification de la durée et/ou de la vitesse de développement de l'organisme au cours de l'évolution.

Elle est certainement due à une expression plus importante ou plus longue des gènes de développement chez l'homme

Chez les Homininés l'hétérochronie explique :

- que le trou occipital n'ait pas le « temps » de migrer en position arrière chez l'adulte (= conservation du caractère juvénile)
- que le prognathisme n'ait pas le temps de se mettre en place (= conservation du caractère juvénile)

L'Homme aurait un lien de parenté avec un ancêtre commun qui aurait conservé, à l'âge adulte des caractères normalement présents uniquement chez les jeunes.

La conservation de caractères juvéniles chez l'adulte s'appelle la **néoténie**.

Chez l'Homme il y a un **allongement** de la durée de la croissance suite à un **ralentissement** de l'ontogenèse (il y a **hétérochronie**)

Homme / Autres Primates et Mammifères : Ages de la vie très différents

- Durée gestation allongée
- Gros encéphale à la naissance / corps
- Croissance accélérée de l'encéphale après la naissance (allongée)
- Croissance tardive de l'encéphale / format corporel
- Maturité sexuelle plus tardive
- Durée de vie allongée (ménopause chez la femme, adolescence)
- Language, Cultures matérielles, Sociétés complexes

Bilan : un nombre restreint de mutations affectant les gènes du développement peut expliquer le paradoxe entre la grande proximité génétique et les grandes différences morphologiques des Paninés et Homininés.

Au-delà du génome, de l'anatomie de la culture, il semblerait que nous devions chercher l'origine de nos différences avec les chimpanzés dans l'intimité de la « grammaire » génétique, des processus complexes de régulation.

La persistance des caractères juvéniles a permis aussi le maintien de comportements liés à la juvénilité à l'âge adulte : jeu, apprentissage, forte capacité d'imitation, exploration de l'environnement.

NB : Le phénomène d'hétérochronie peut expliquer aussi le déterminisme du langage articulé :

<http://www.hominides.com/html/dossiers/langage.html>

Mais les études menées par les primatologues réduisent sans cesse la frontière entre l'Homme et les grands singes :

« L'homme est un singe ou, plus exactement, une espèce de singe qui s'appelle l'homme », note Pascal Picq dans "Le singe est-il le frère de l'homme ?" Le Pommier .(à lire...)

http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/paleontologie/d/hommes-et-grands-singes-sont-si-proches-la-preuve-par-le-cerveau_36531/

« La question homme/singe interroge en réalité l'essence même de notre propre identité. Une idée qui dérange car elle a ébranlé la construction du monde occidental, façonné sur les pensées cartésiennes et judéo-chrétiennes. Le monde oriental croit lui en la réincarnation de l'homme. Cette question apparaît donc beaucoup moins problématique dans la mesure où la culture orientale considère l'homme faisant partie de la Nature, au même plan que n'importe quelle espèce animale ou végétale. Quoi qu'il en soit, cette réflexion réveille des questions premières ; qui sommes-nous ? Comment nous situer dans un monde que nous partageons ? Comment se dessine notre destin alors que celui de nos semblables, si semblables en réalité, est en voie de disparition ? » Charlotte Duperray

Si vous avez le courage de lire cet article (y compris pour alimenter le cours de philo) avec de superbes photos...

<http://www.matierevolution.fr/spip.php?article1613>

Une BD sur l'hétérochronie : <http://www.bouletcorp.com/blog/2010/01/20/heterochronie/>