

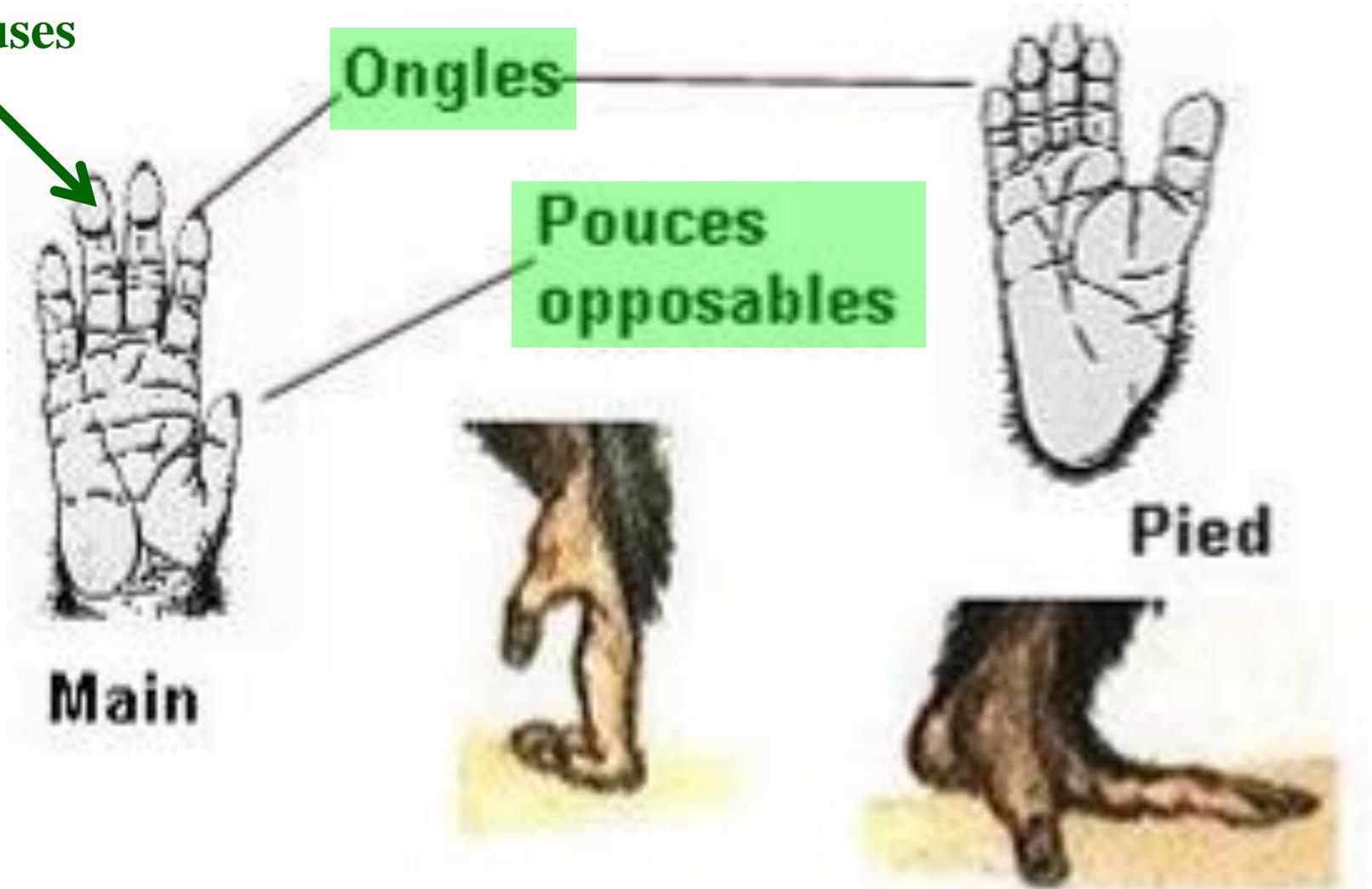
Chapitre 4. Un regard sur l'évolution de l'Homme

I. La place de l'Homme dans la dynamique évolutive des primates.

A. L'Homme est un primate.

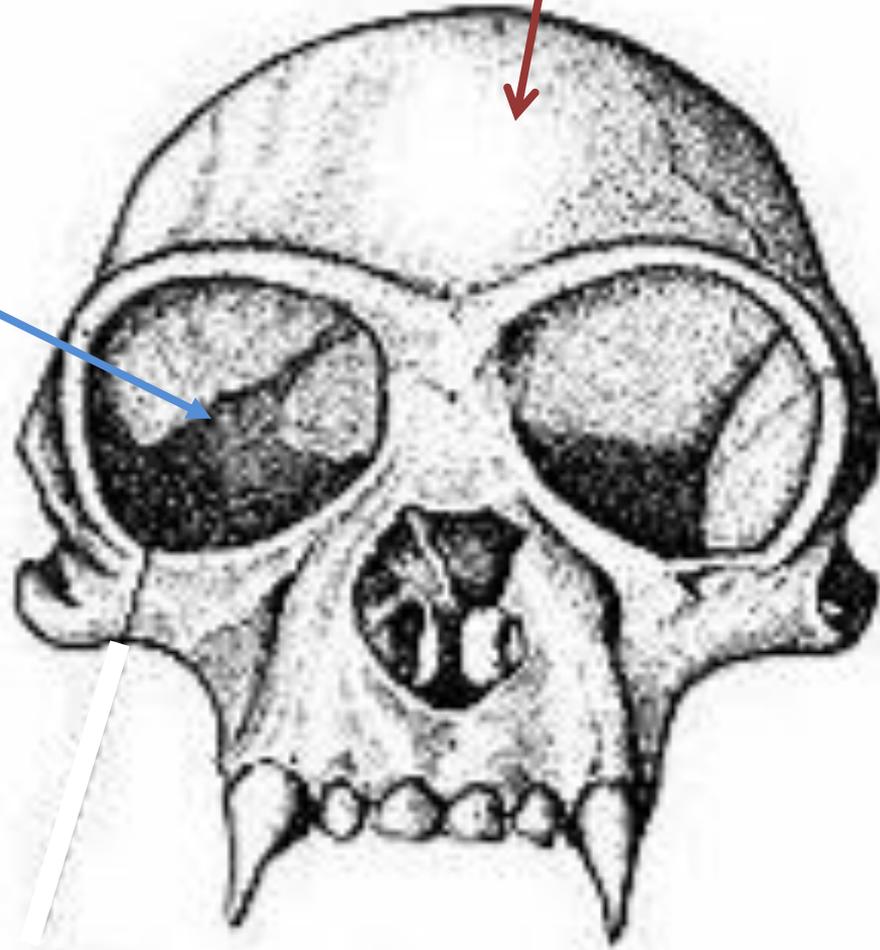
Caractéristiques des primates

**Nombreuses terminaisons
nerveuses**



Caractéristiques des primates

cortex cérébral développé



Grande orbite
+ cortex visuel
développé

Plus anciens fossiles de primates

Les premiers primates ont dû apparaitre entre
– 65 à – 50 Ma.

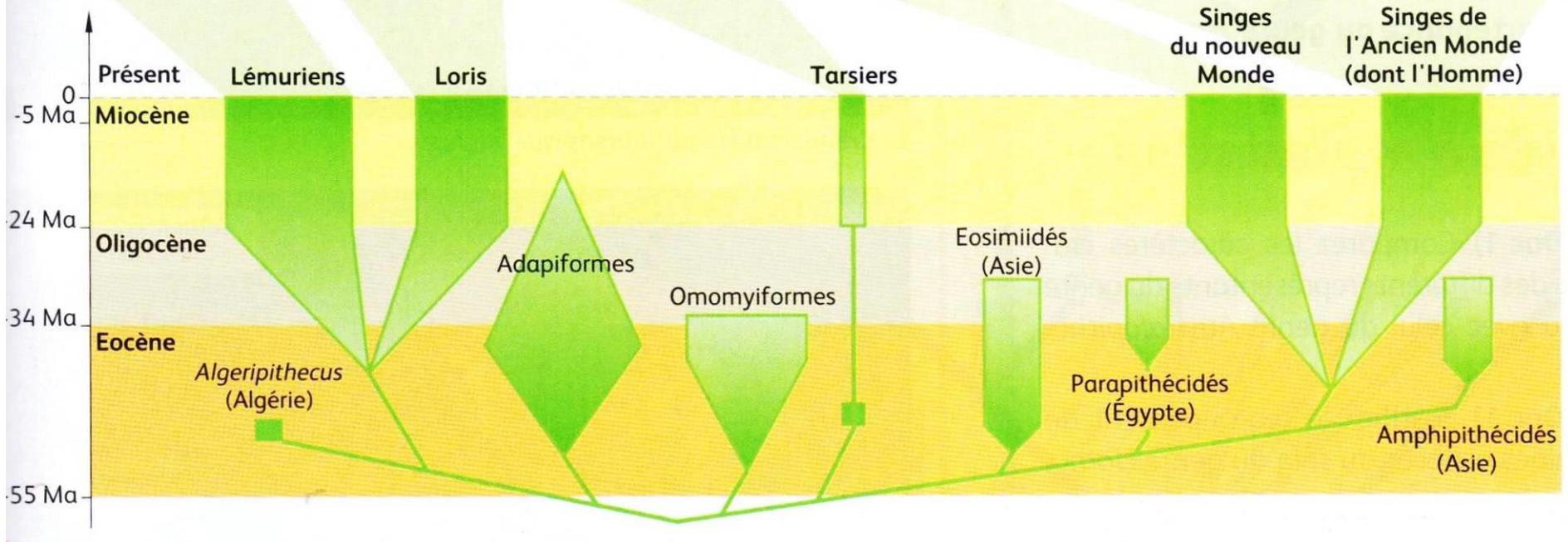
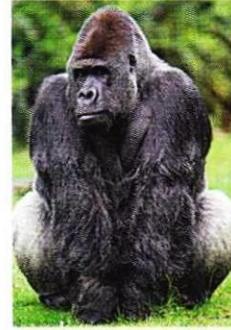


Darwinius masillae - 47 Ma



Algeripithecus - 50 Ma

Les primates, un groupe très diversifié dans le passé



Chapitre 3. Un regard sur l'évolution de l'Homme

I. La place de l'Homme dans la dynamique évolutive des primates.

A. L'Homme est un primate.

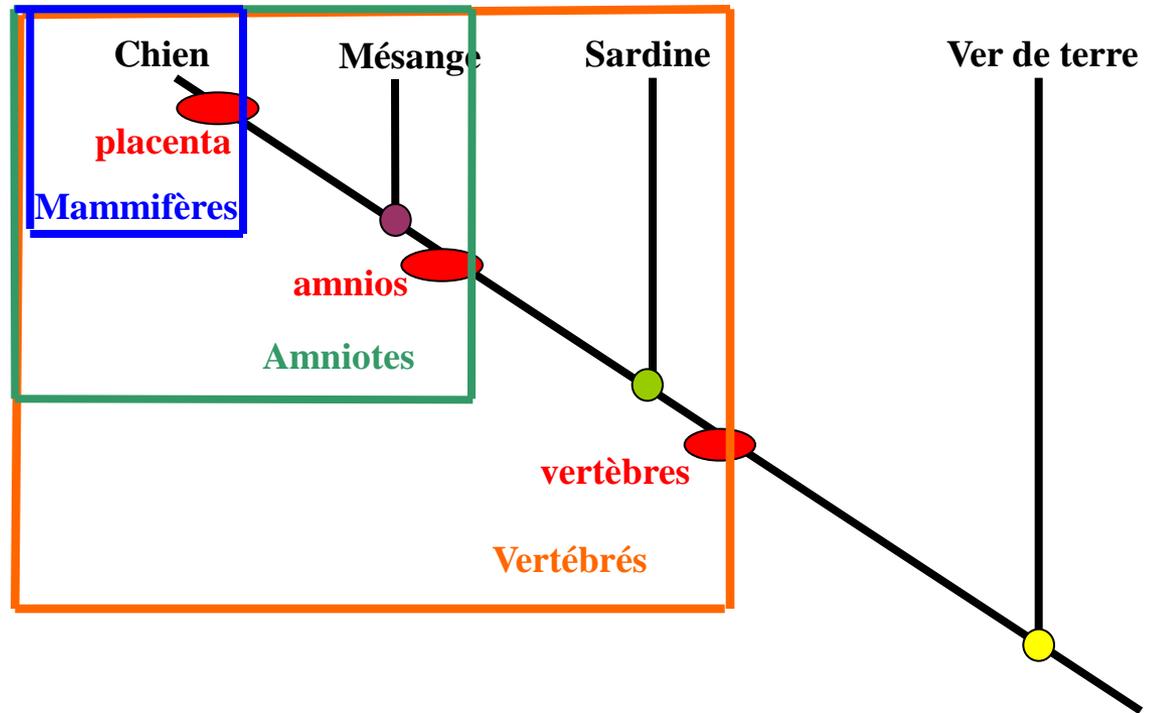
B. Reconstituer une histoire évolutive.

**En comparant des caractères
morphologiques et anatomiques chez
différentes espèces**

Reconstituer une histoire évolutive = phylogénie

| Taxons-- | caractères | | |
|--------------|------------|--------|----------|
| | vertèbres | amnios | placenta |
| Chien | 1 | 1 | 1 |
| Mésange | 1 | 1 | 0 |
| Sardine | 1 | 0 | 0 |
| ver de terre | 0 | 0 | 0 |

0 : état ancestral (ou primitif)
1 : état dérivé = innovation



Innovations évolutives

Ancêtre commun au chien et à la mésange

Ancêtre commun au chien, à la mésange et à la sardine

Ancêtre commun au chien, à la mésange et à la sardine et au ver de terre

Parenté la plus lointaine



**Peu de caractères
dérivés partagés**

Parenté la plus étroite

**De nombreux caractères
dérivés partagés**



**En comparant des séquences de
nucléotides de gènes ou des séquences
d'acides aminés de protéines**

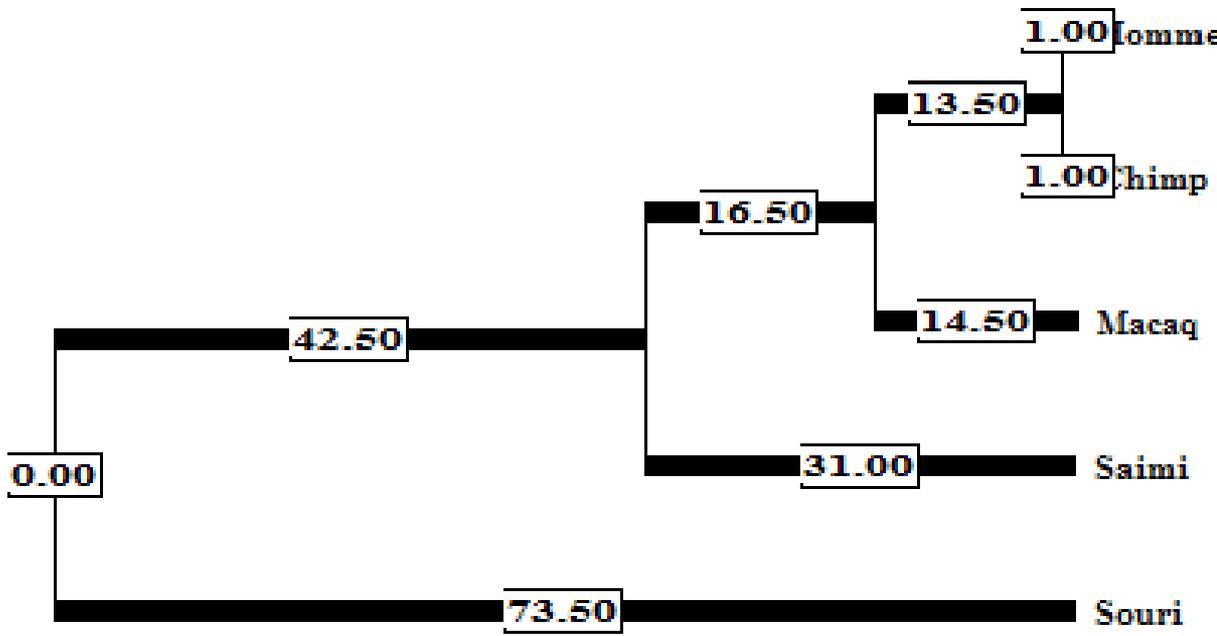
Comparaison des séquences de nucléotides du gène de l'opsine bleue chez différents vertébrés

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|
| | | | | | 5 | | | | | 10 | | | | | 15 | | | | | 20 | | | | | 25 | | | | | 30 | | | | | 35 | | | | | 40 | | | | | 45 | | | | | 50 | | | | | 55 |
| Homme | A | T | G | A | G | A | A | A | A | A | T | G | T | C | G | G | A | G | G | A | A | G | A | G | - | - | - | T | T | T | T | A | T | C | T | G | T | T | C | A | A | A | A | A | T | A | T | C | T | C | T | T | C | A | G |
| Macaq | A | T | G | A | G | A | A | A | G | A | T | G | T | C | A | G | A | G | G | A | A | G | A | G | G | A | A | T | T | T | T | A | T | C | T | G | T | T | C | A | A | A | A | A | T | A | T | C | T | C | T | T | C | A | G |
| Chimp | A | T | G | A | G | A | A | A | A | A | T | G | T | C | A | G | A | G | G | A | A | G | A | G | - | - | - | T | T | T | T | A | T | C | T | G | T | T | C | A | A | A | A | A | T | A | T | C | T | C | T | T | C | A | G |
| Saimi | A | T | G | A | G | C | A | A | G | A | T | G | C | C | A | G | A | G | G | A | A | G | A | G | G | A | G | T | T | T | T | A | T | C | T | G | T | T | C | A | A | G | A | A | C | A | T | C | T | C | C | T | C | G | G |
| Souri | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A | T | G | T | C | A | G | G | A | G | A | G | G | A | T | G | A | C | T | T | T | T | A | C | C | T | G | T | T | T | C | A | G | A | A | T | A | T | C | T | C | T | T | C | G | G |

| | Homme | Macaq | Chimp | Saimi | Souri |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Homme | 0 | 29 | 2 | 64 | 138 |
| Macaq | | 0 | 29 | 61 | 145 |
| Chimp | | | 0 | 62 | 138 |
| Saimi | | | | 0 | 152 |
| Souri | | | | | 0 |

Nombre de différences

Demi matrice des distance



Arbre phylogénétique

Chapitre 3. Un regard sur l'évolution de l'Homme

I. La place de l'Homme dans la dynamique évolutive des primates.

A. L'Homme est un primate.

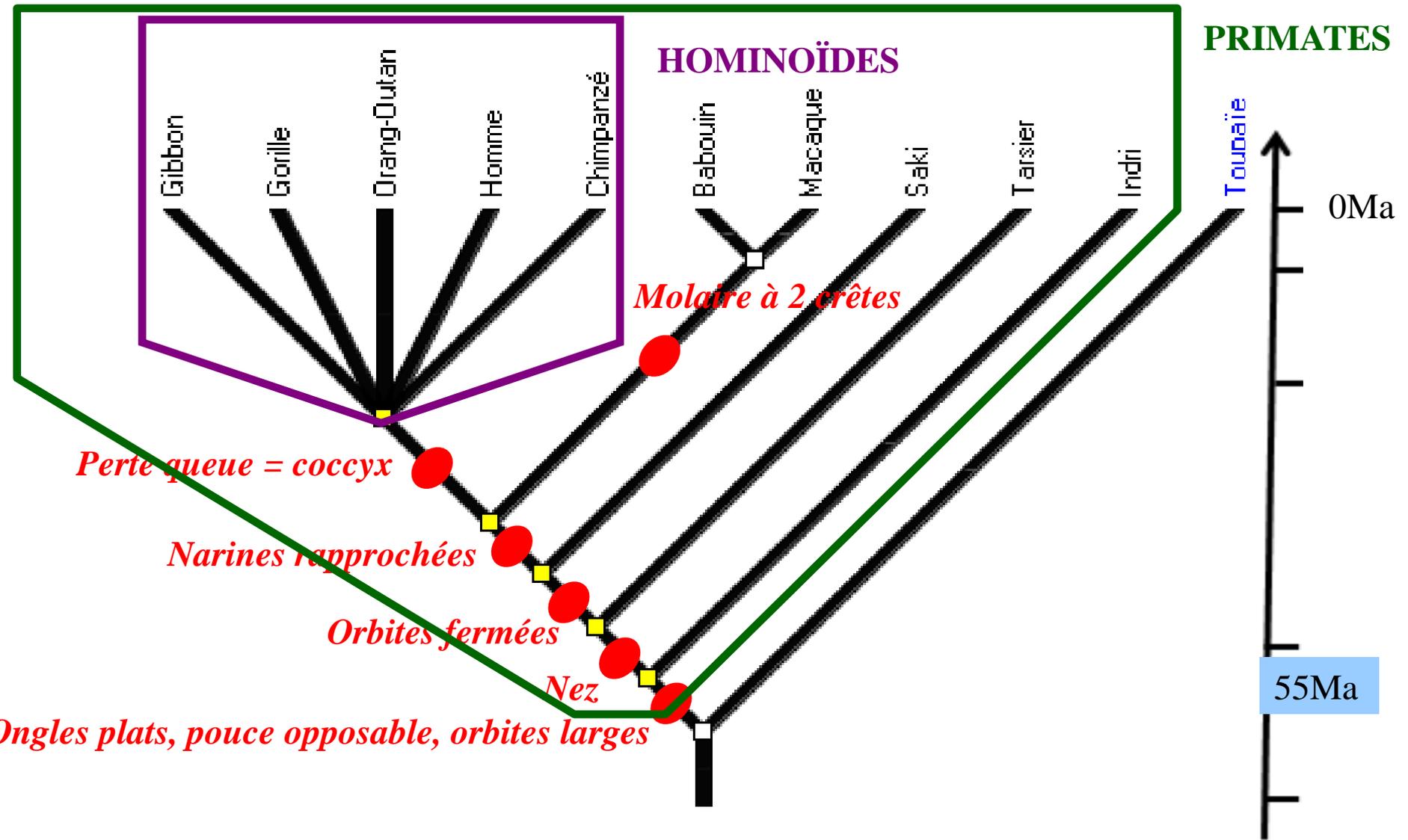
B. Reconstituer une histoire évolutive.

C. La place de l'Homme parmi les primates.

Place de l'Homme parmi les primates : matrice de caractères

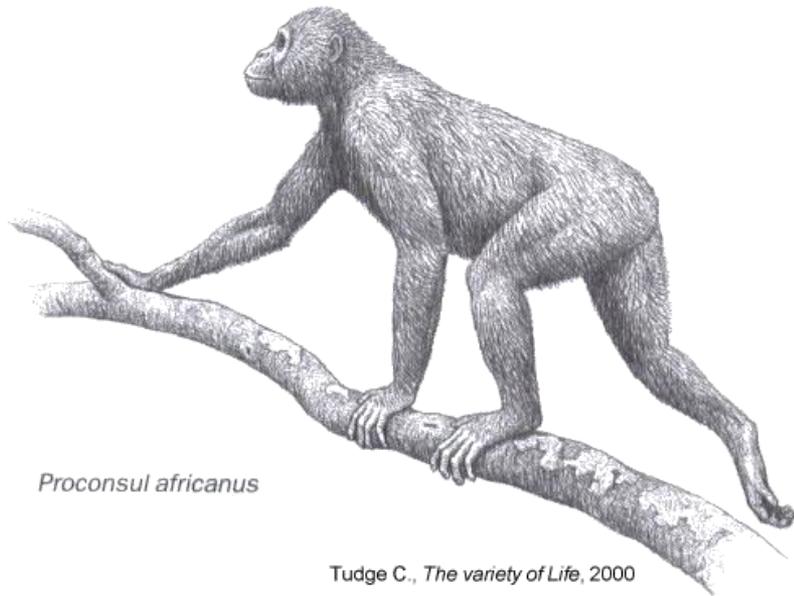
| | Terminaisons des doigts | Pouce | Appendice nasal | Orbites | Narines | Queue |
|-------------|-------------------------|---------------|-----------------|----------|-------------|----------|
| Chimpanzé | Ongles | Opposable | Nez | Fermées | Rapprochées | Absente |
| Gibbon | Ongles | Opposable | Nez | Fermées | Rapprochées | Absente |
| Gorille | Ongles | Opposable | Nez | Fermées | Rapprochées | Absente |
| Homme | Ongles | Opposable | Nez | Fermées | Rapprochées | Absente |
| Orang-Outan | Ongles | Opposable | Nez | Fermées | Rapprochées | Absente |
| Macaque | Ongles | Opposable | Nez | Fermées | Rapprochées | Présente |
| Babouin | Ongles | Opposable | Nez | Fermées | Rapprochées | Présente |
| Saki | Ongles | Opposable | Nez | Fermées | Ecartées | Présente |
| Tarsier | Ongles | Opposable | Nez | Ouvertes | Ecartées | Présente |
| Indri | Ongles | Opposable | Truffe | Ouvertes | Ecartées | Présente |
| Toupaïe | Griffes | Non opposable | Truffe | Ouvertes | Ecartées | Présente |

Arbre phylogénétique obtenu à partir de caractères anatomiques

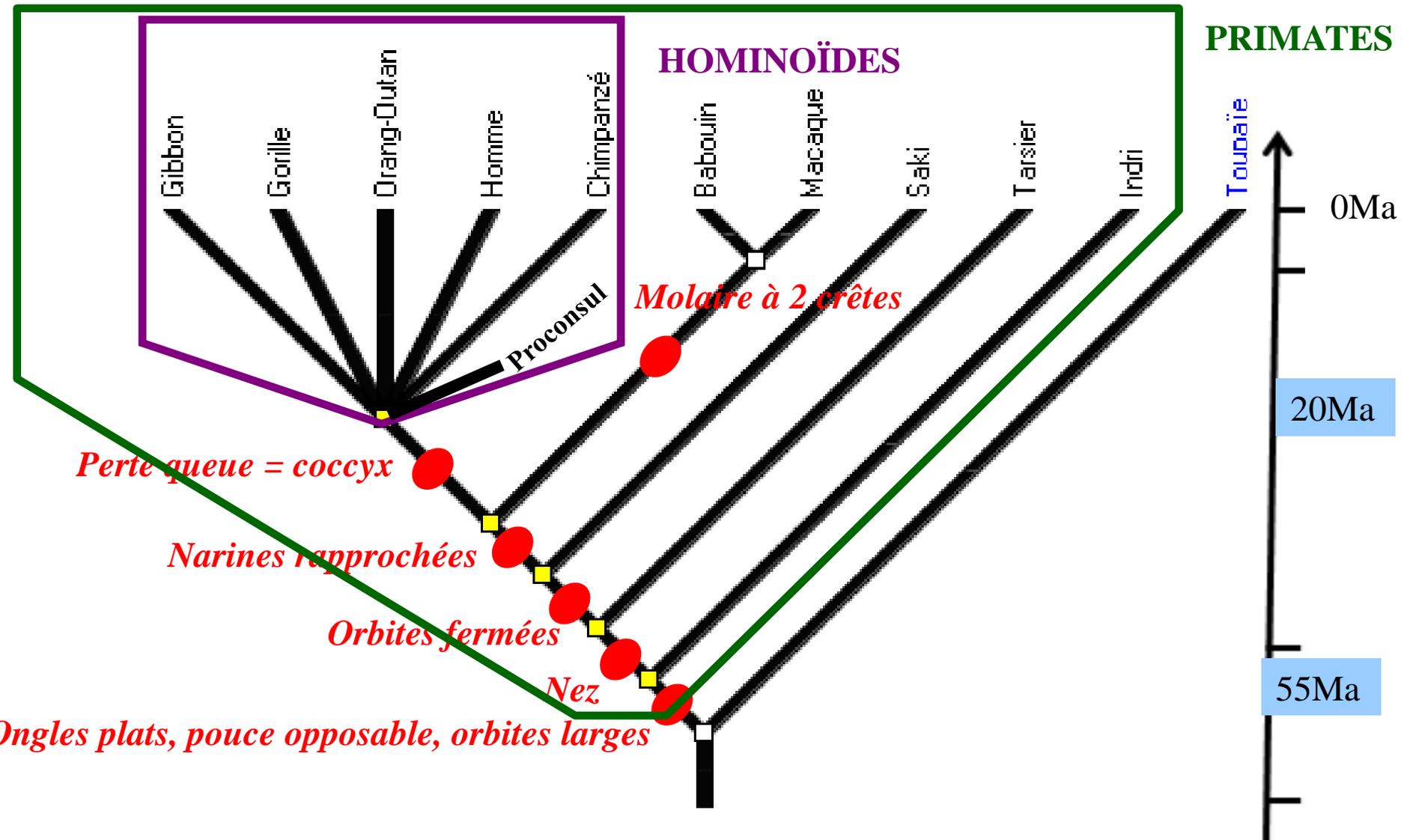


Les premiers grands primates

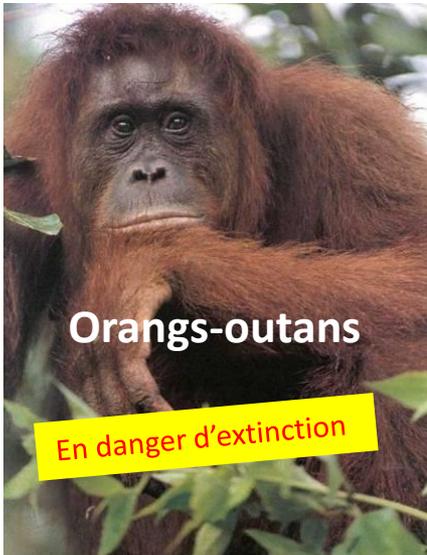
Fossile de *Proconsul africanus* -18 Ma



Arbre phylogénétique obtenu à partir de caractères anatomiques



De nombreuses espèces de grands primates sont aujourd'hui menacées d'extinction



Homme

Utilisation de données moléculaires pour préciser la place de l'homme parmi les hominoïdes

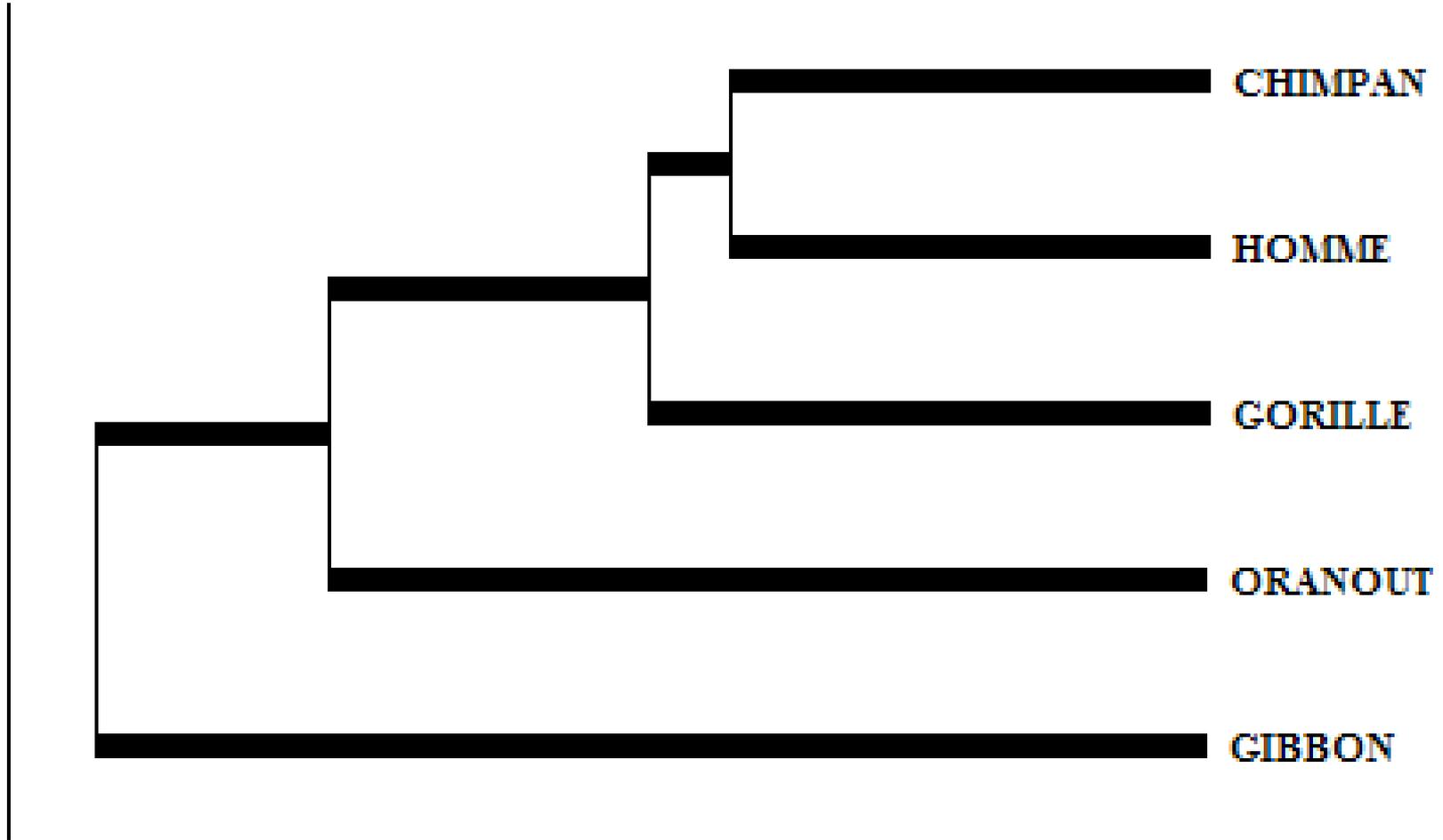
Comparaison de la séquence d'acides aminés d'une enzyme : la cycloxydase

| | | | | 5 | | | | 10 | | | | 15 | | | | 20 | | | | 25 | | | | 30 | | | | 35 | | | | 40 | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GORILLE | M | A | H | A | A | Q | V | G | L | Q | D | A | T | S | P | I | M | E | E | L | I | T | F | H | D | H | A | L | M | I | I | F | L | I | C | F | L | V | L | Y | A | L |
| ORANOUT | M | A | H | R | A | Q | V | G | L | Q | D | A | T | S | P | I | M | E | E | L | V | I | F | H | D | H | A | L | M | I | I | F | L | I | C | F | L | V | L | Y | A | L |
| GIBBON | M | A | H | A | T | Q | V | G | L | Q | D | A | T | S | P | I | M | E | E | L | I | S | F | H | D | H | A | L | M | I | I | F | L | I | S | F | L | V | L | Y | A | L |
| MACAQUE | M | A | H | P | V | Q | L | S | L | Q | D | A | T | S | P | V | M | E | E | L | I | T | F | H | D | H | A | F | M | A | M | S | L | I | S | F | L | V | L | Y | A | L |
| CEBUS_ALBIFRONS | M | A | T | P | A | Q | L | G | L | Q | N | A | T | S | P | I | M | E | E | L | I | A | F | H | D | H | T | L | M | I | I | F | L | I | S | S | L | V | L | Y | I | I |
| ATELES | M | A | H | P | A | Q | L | G | L | Q | N | A | T | S | P | I | M | E | E | L | I | A | F | H | D | H | T | L | M | I | I | F | L | I | S | S | L | V | L | Y | I | I |
| ALOUATTA | - | - | - | - | - | - | - | - | - | N | A | T | S | P | I | M | E | E | L | I | A | F | H | D | H | A | L | M | I | I | F | L | I | S | S | L | V | L | Y | V | I | |

Utilisation de données moléculaires pour préciser la place de l'homme parmi les hominoïdes

| | CHIMPAN | HOMME | GORILLE | ORANOUT | GIBBON |
|---------|---------|-------|---------|---------|--------|
| CHIMPAN | 0 | 6 | 7 | 12 | 14 |
| HOMME | | 0 | 7 | 14 | 13 |
| GORILLE | | | 0 | 9 | 14 |
| ORANOUT | | | | 0 | 14 |
| GIBBON | | | | | 0 |

Utilisation de données moléculaires pour préciser la place de l'homme parmi les hominoïdes



Confirmation avec l'utilisation d'autres molécules

Comparaison avec alignement

0 10 20 30 40 50 60 70

Traitement

Alignement multiple de séquences d'ADN

Identités

NAD_Homme

NAD_Chimpanzé

NAD_Gorille

NAD_Gibbon

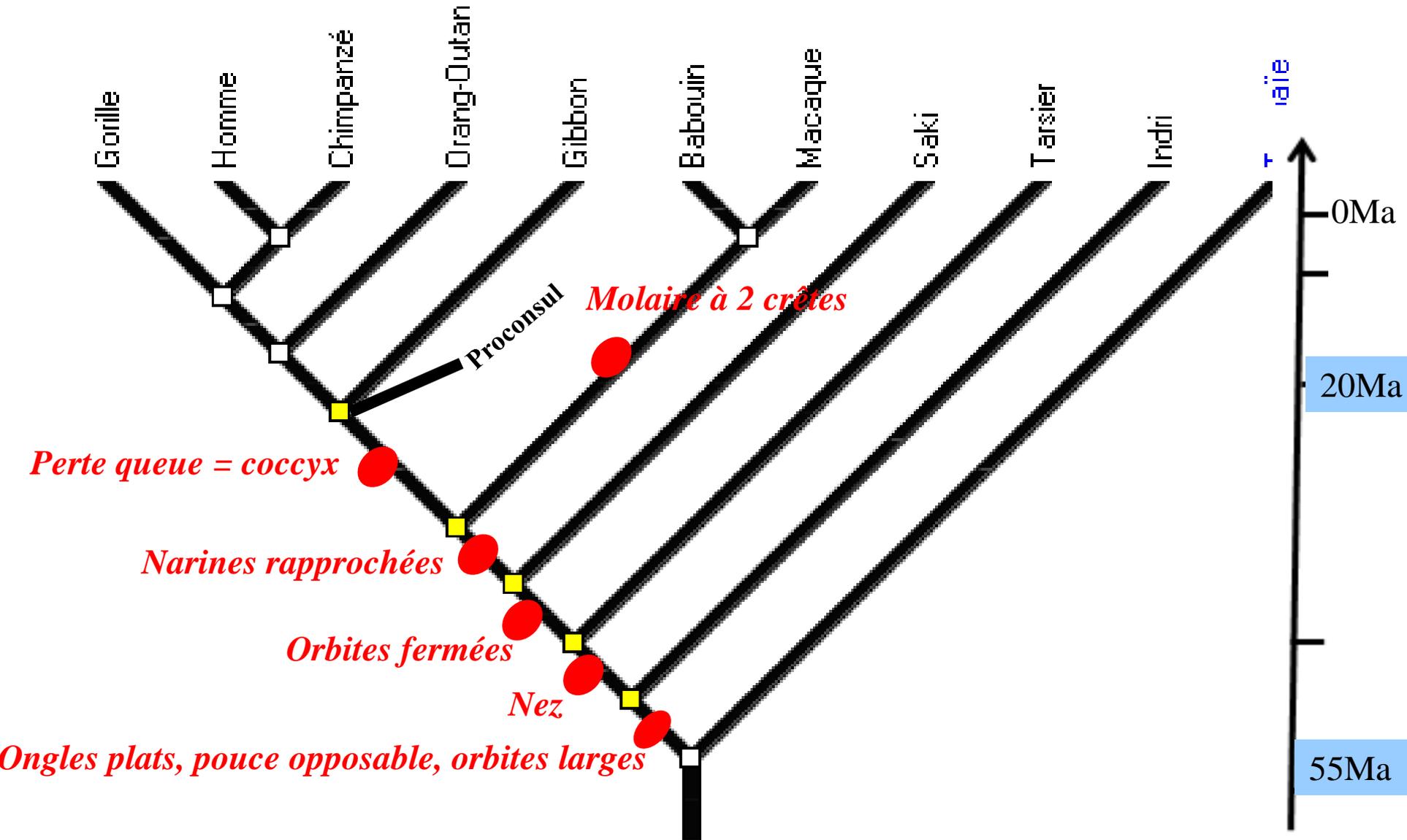
NAD_Orang-outar

Sélection : 7/7 lignes

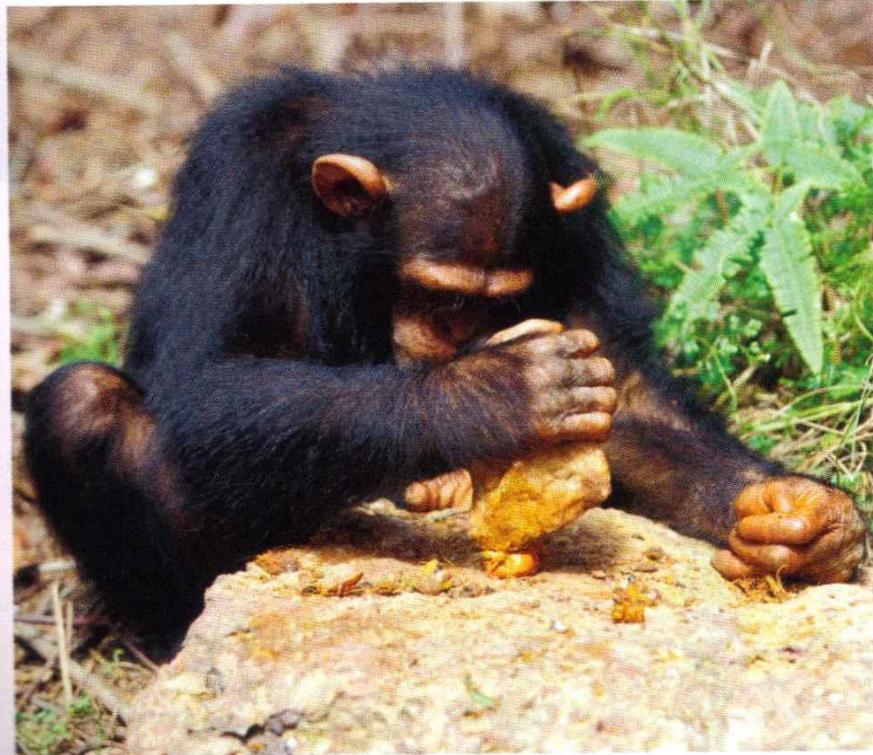
| | Chimpanzé | Gorille | Gibbon | Orang-outang |
|--|-----------|---------|--------|--------------|
| Pourcentage de ressemblance avec la séquence du gène de la NAD humaine | 89 % | 86,5 % | 75,5 % | 75,9 % |

Tableau quantifiant les ressemblances entre la séquence de nucléotides du gène de la NAD de différentes espèces de primates et la séquence de nucléotides du gène de la NAD humaine

Histoire évolutive des primates



L'Homme et le Chimpanzé partagent un ancêtre commun récent

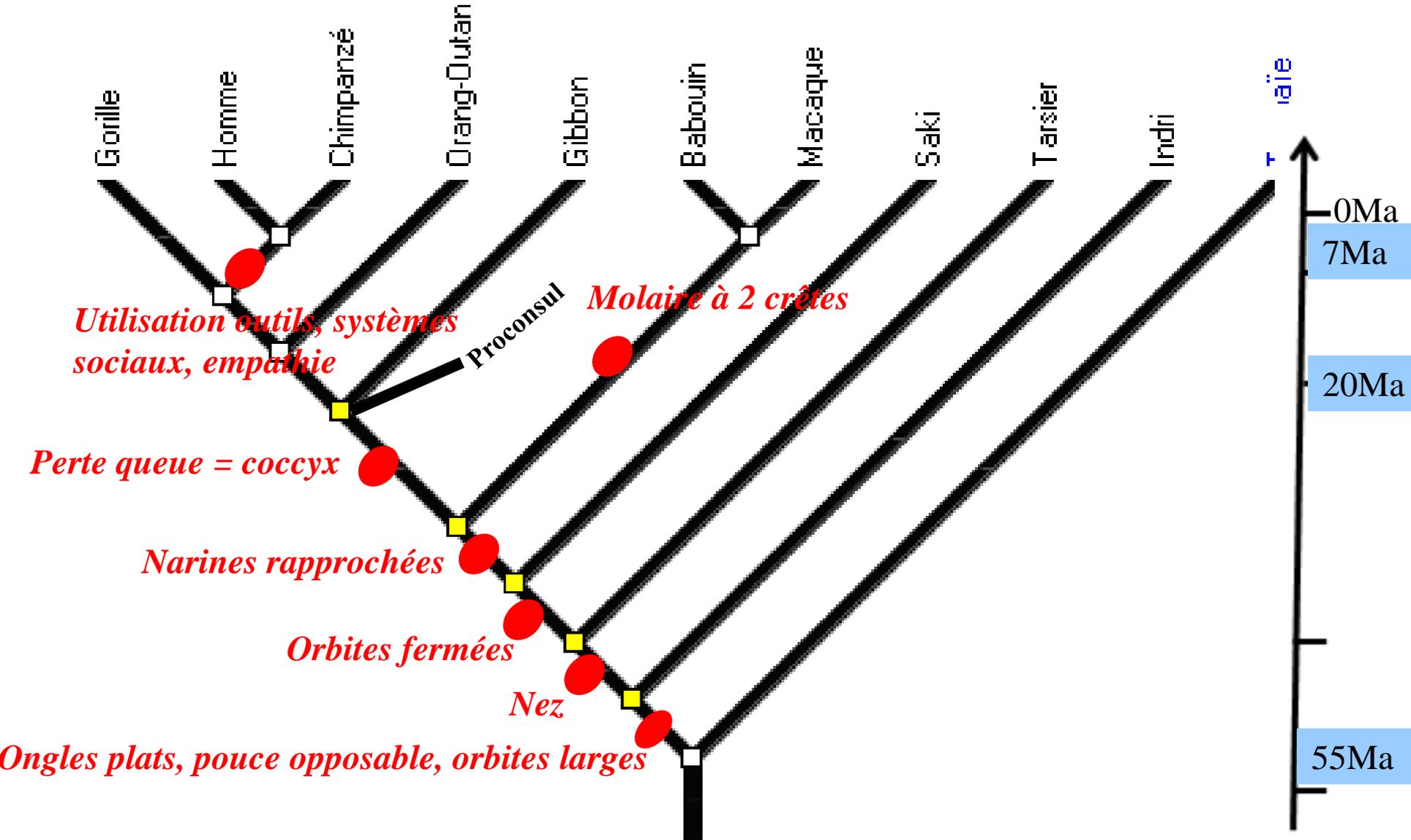


Casser une noix entre deux pierres, l'une servant de marteau et l'autre d'enclume, suppose la mise en relation de trois objets. Cette utilisation d'outils, la plus complexe connue naturellement à ce jour chez les animaux, se rencontre chez les chimpanzés.

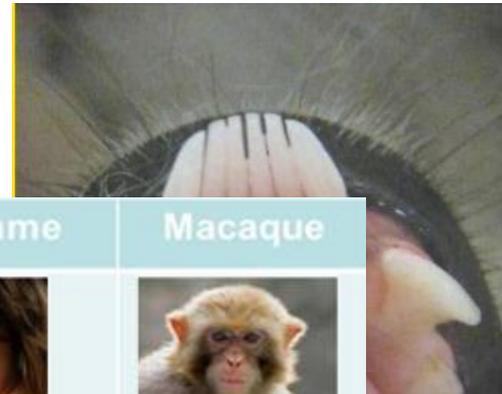
« Si l'on fait le bilan de ce que l'on a observé depuis 30 ans chez les chimpanzés, on s'aperçoit que tout ce que l'on avait cru voir se manifester en termes d'adaptation uniquement chez les hommes c'est-à-dire la bipédie, l'outil, la chasse, le partage de la nourriture, la sexualité, les systèmes sociaux, le rire, la conscience, l'empathie, la sympathie, les chimpanzés le font aussi. Donc, soit ils ont tout acquis indépendamment, soit cela vient du dernier ancêtre commun, ce qui est plus plausible. Cela veut dire que déjà dans le monde des forêts, il y a 6 à 7 millions d'années, toutes ces caractéristiques que l'on a cru propres à l'Homme existaient et font partie d'un bagage ancestral commun ».

Pascal Picq (*Entretien RFI*).

Histoire évolutive des primates



Place du fossile *Darwinius Masillae*



| | Babouin | Chimpanzé | Indri | Homme | Macaque |
|---------------------|---|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |  |
| Molaires à 2 crêtes | oui | non | non | non | oui |
| Peigne dentaire | non | non | oui | non | non |
| Pouce | Opposable | Opposable | Opposable | Opposable | Opposable |
| Queue ou coccyx | Queue | Coccyx | Queue | Coccyx | Queue |
| Truffe ou nez | Nez | Nez | Truffe | Nez | Nez |

 **État dérivé**

qu'Ida appartient à un rameau du groupe des primates, aujourd'hui éteint, partageant certains caractères avec les lémuriens (incisives constituant un « **peigne dentaire** »).

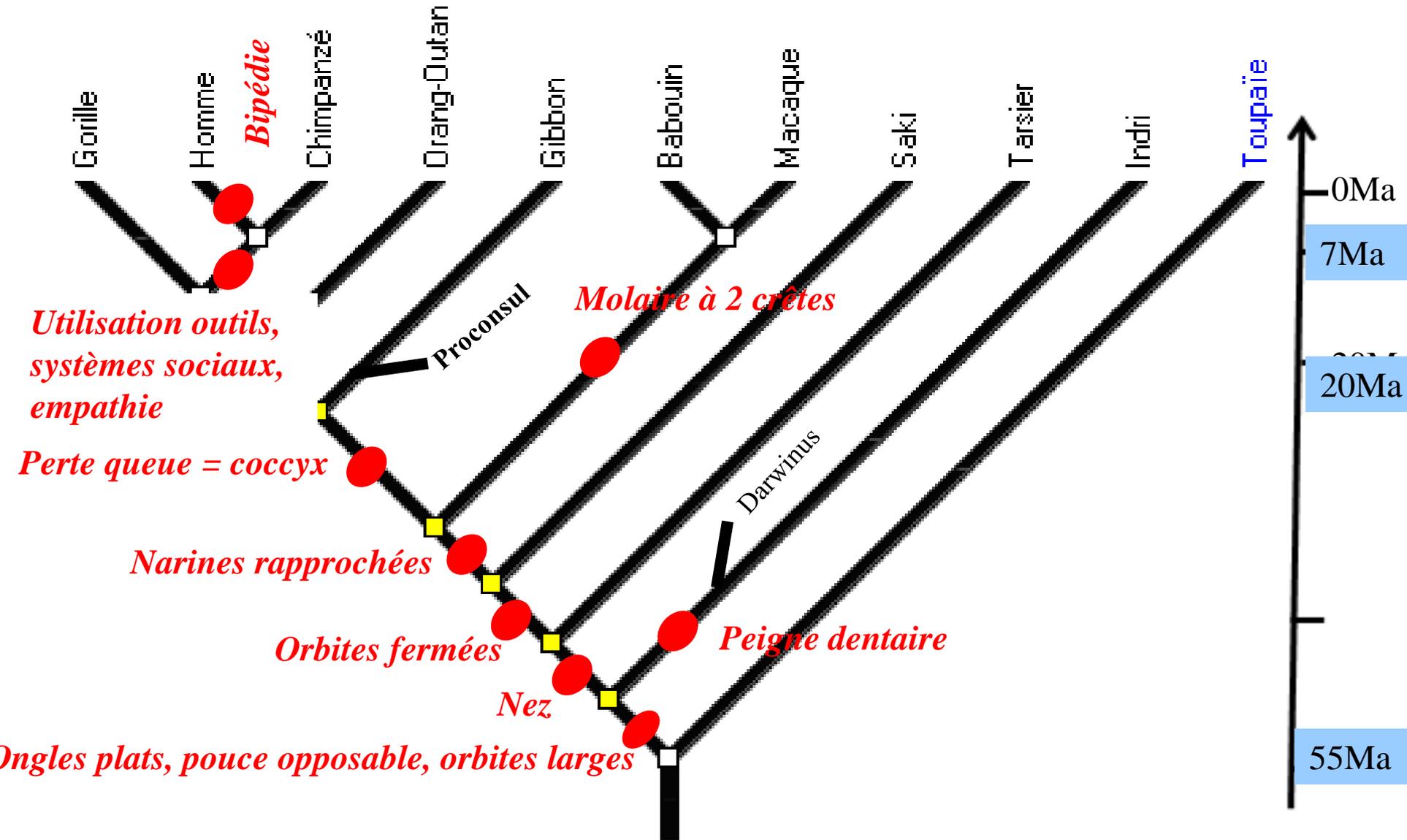
La radiographie du pied de *Darwinius masillae* révèle le caractère opposable du premier orteil et l'absence de griffe.



ossiles :
rtenant
années).
appelé
ert dans



Histoire évolutive des primates



Place du fossile *Darwinius Masillae*

Darwinius -47 Ma



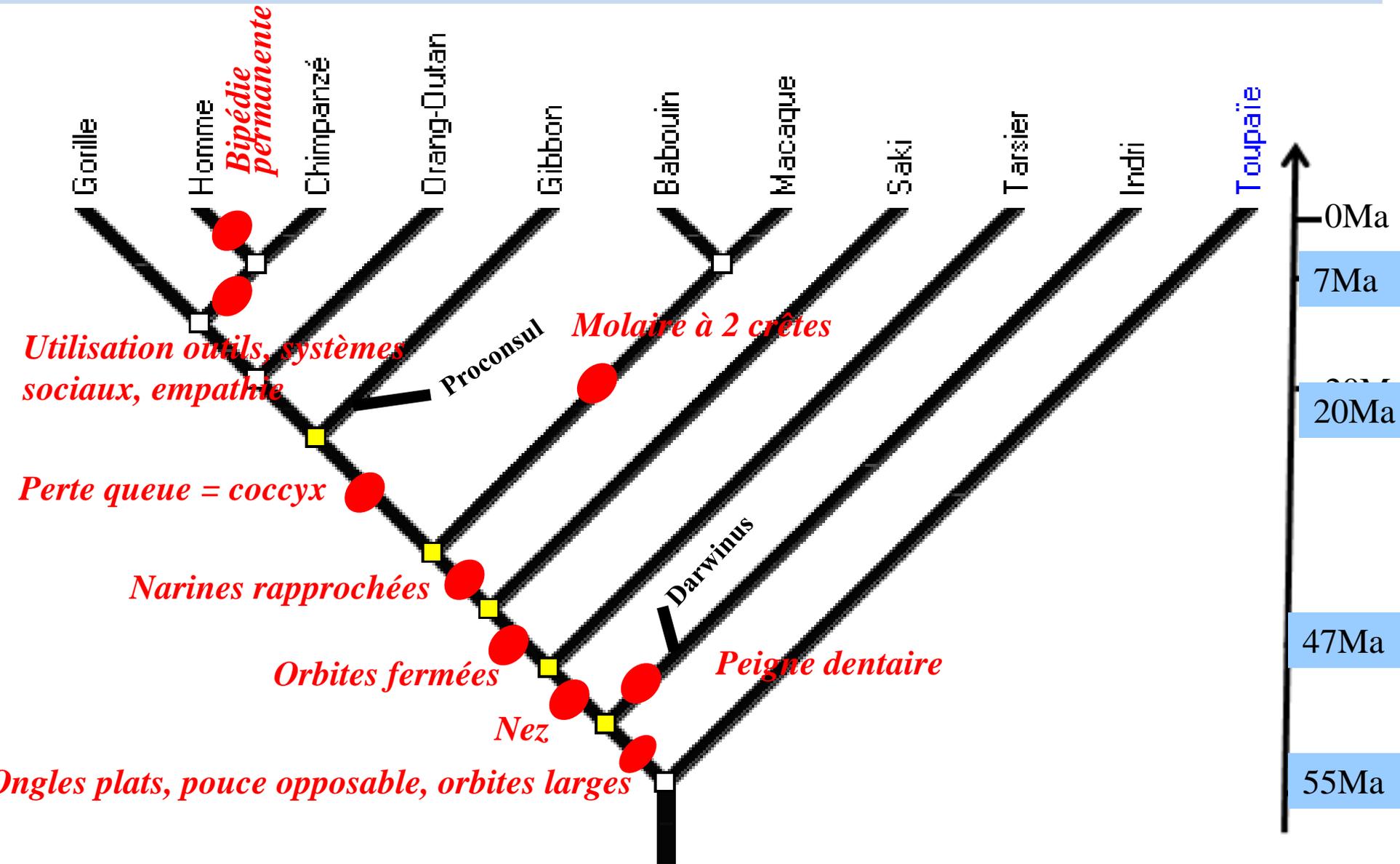
Plusieurs centaines de primates ne sont connues que par l'existence de fossiles : ce sont des espèces aujourd'hui disparues. Les plus anciens fossiles appartenant indiscutablement au groupe des primates datent de – 55 Ma (millions d'années). La photographie **a** présente *Darwinius masillae*, plus communément appelé Ida, un fossile remarquablement conservé (95 % du squelette), découvert dans le site fossilifère de Messel, près de Francfort en Allemagne et daté de – 47 Ma.

L'étude du squelette montre qu'Ida était une femelle arboricole, mesurant environ 1 m (longue queue comprise) et pesant 700 à 900 g. L'exceptionnelle conservation de ce fossile permet de voir des traces de fourrure et l'empreinte du tube digestif contenant le dernier repas (fruits, graines, feuilles). Une étude approfondie montre qu'Ida appartient à un rameau du groupe des primates, aujourd'hui éteint, partageant certains caractères avec les lémuriens (incisives constituant un « **peigne dentaire** »).



La radiographie du pied de *Darwinius masillae* révèle le caractère opposable du premier orteil et l'absence de griffe.

Histoire évolutive des primates



Chapitre 3. Un regard sur l'évolution de l'Homme

I. La place de l'Homme dans la dynamique évolutive des primates.

A. L'Homme est un primate.

B. Reconstituer une histoire évolutive.

C. La place de l'Homme parmi les primates.

D. Le rameau humain.

L'Homme et le Chimpanzé partagent un ancêtre commun récent



Rameau humain



Chapitre 3. Un regard sur l'évolution de l'Homme

I. La place de l'Homme dans la dynamique évolutive des primates.

A. L'Homme est un primate.

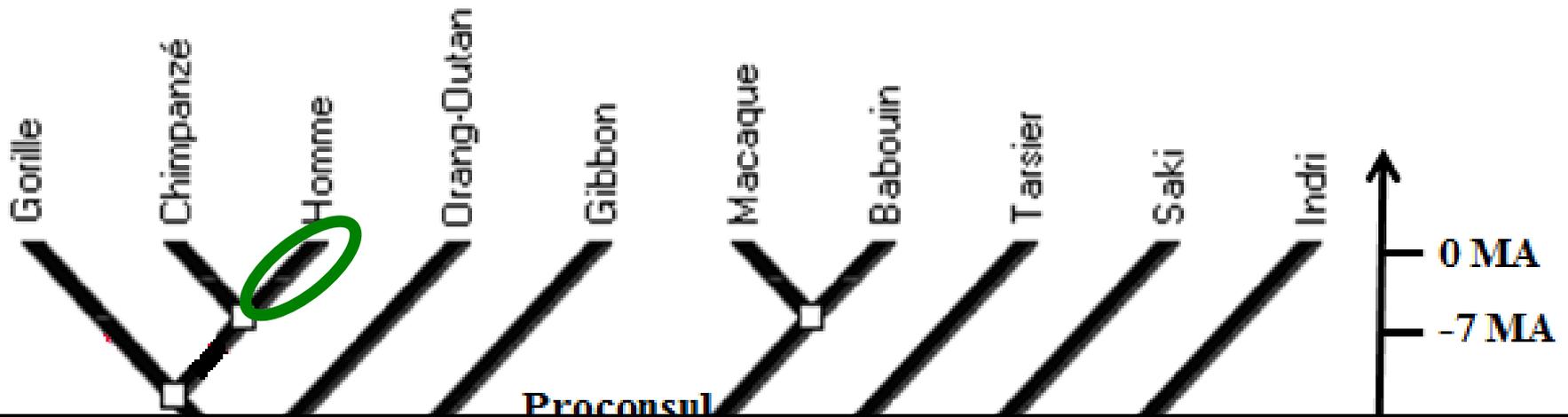
B. Reconstituer une histoire évolutive.

C. La place de l'Homme parmi les primates.

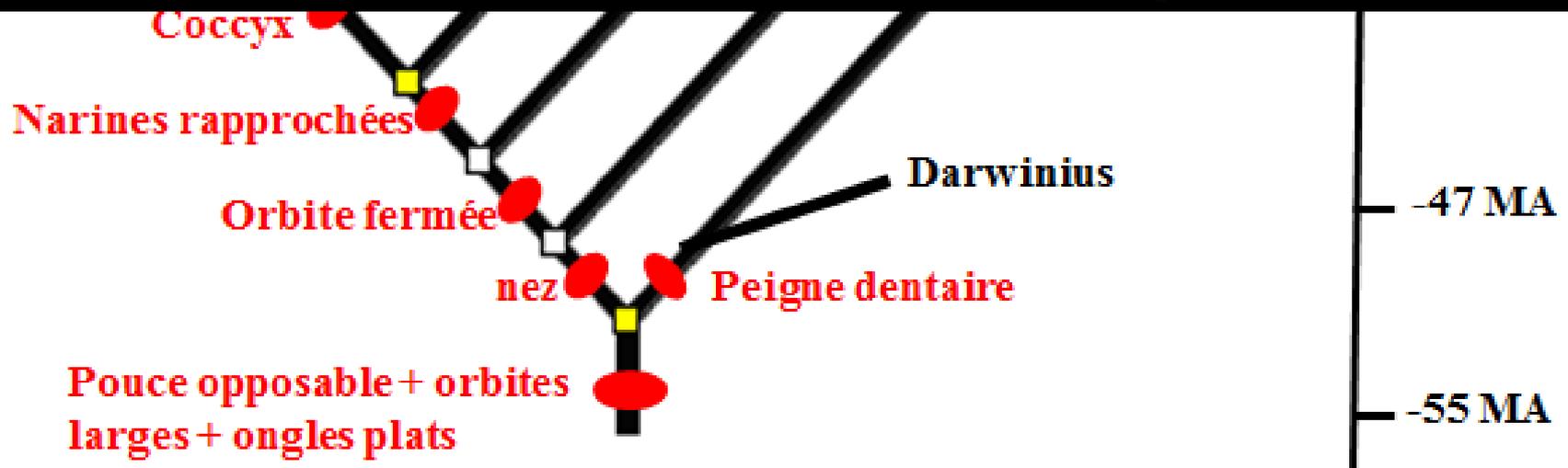
D. Le rameau humain.

1. Les caractères dérivés propres à l'Homme

Intérêt de la comparaison Homme / Chimpanzé



Les caractères que possède l'Homme mais pas le chimpanzé sont forcément apparus sur le « rameau Humain » après le dernier ancêtre commun à l'Homme et au Chimpanzé



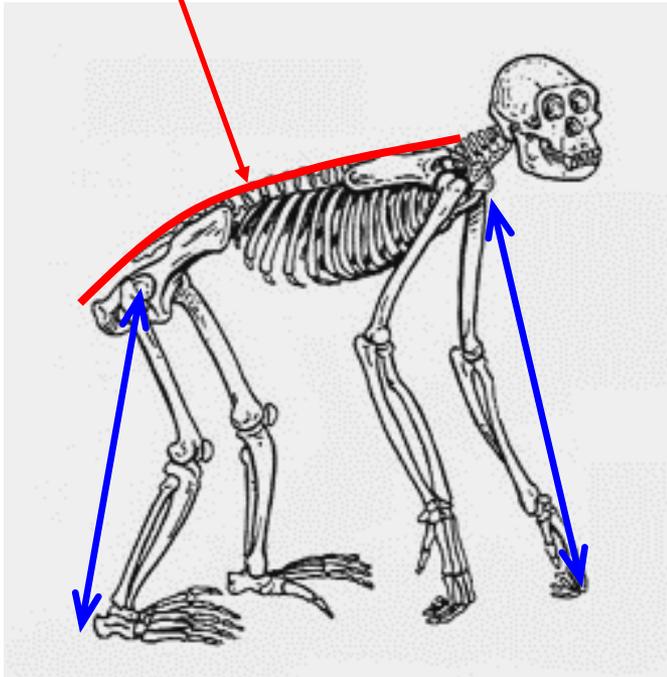
Caractères liés à la bipédie permanente

La colonne vertébrale

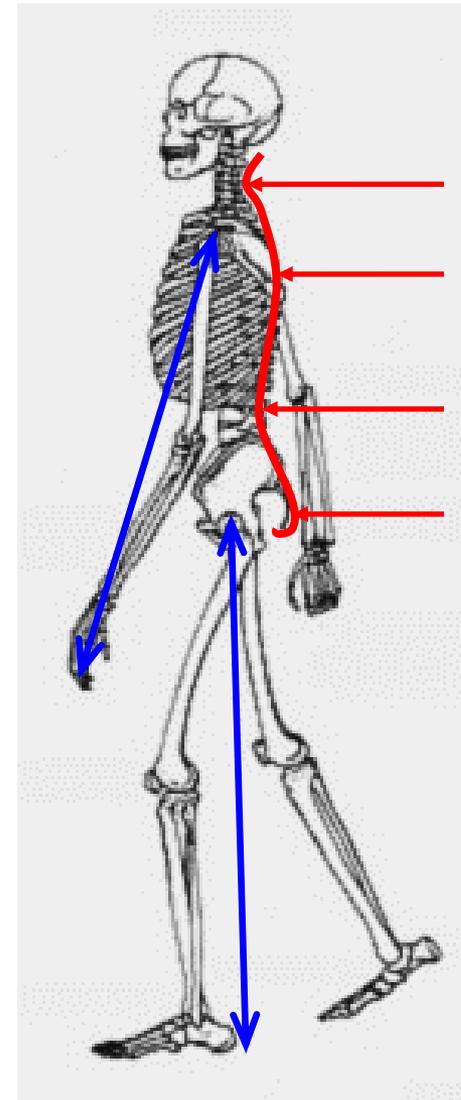
Les membres

Allongement du membre postérieur par rapport au membre antérieur

Membres supérieurs plus grands que les membres inférieurs
1 seule courbure



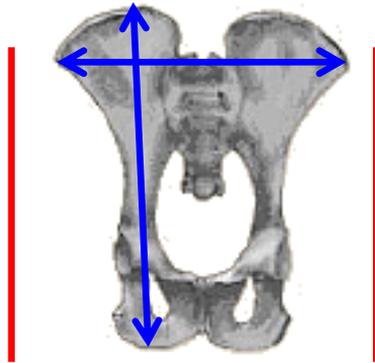
chimpanzé



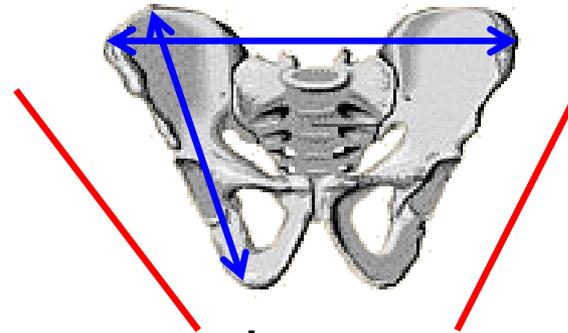
4 courbures

homme

Le bassin



grand singe

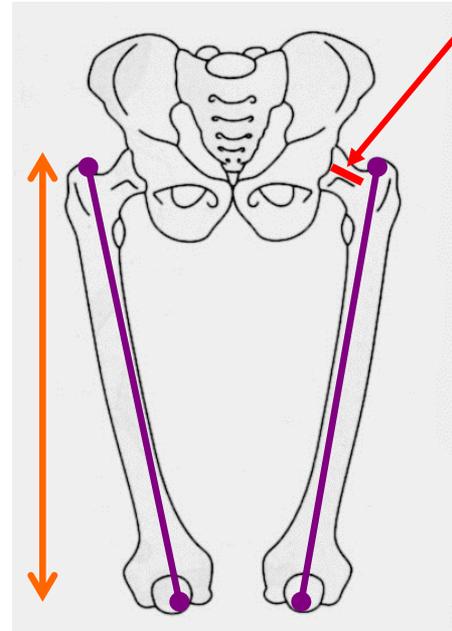
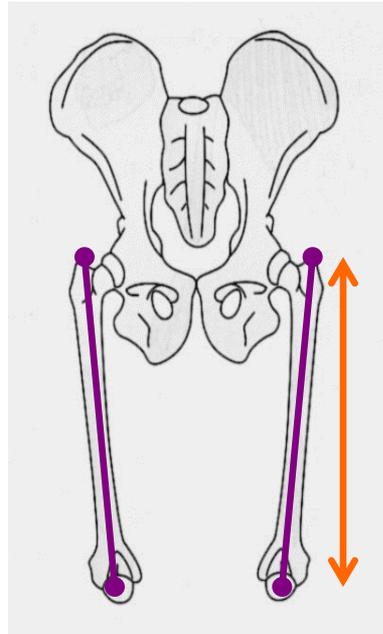


homme

Le bassin de l'homme est :

- court
- large
- évasé (en forme de corbeille)

Le fémur



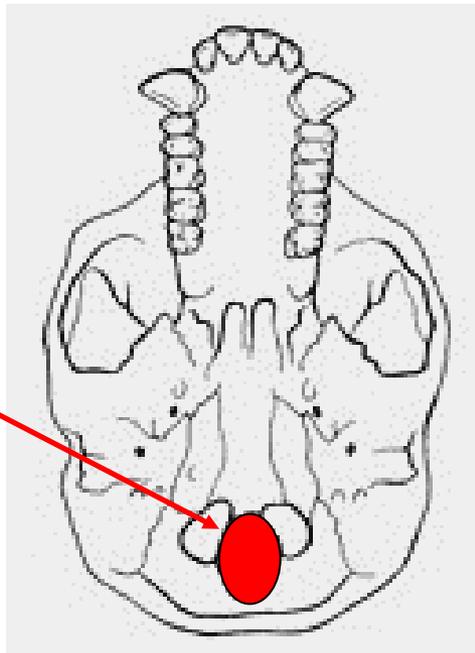
Col du fémur



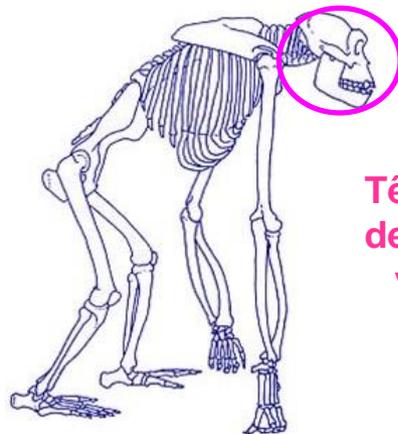
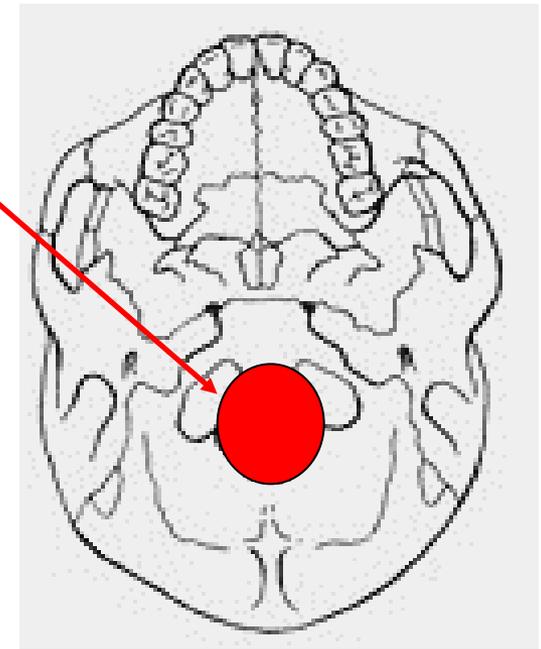
Le fémur est plus long et oblique par rapport à l'axe du corps
Le col du fémur est plus long

Trou occipital

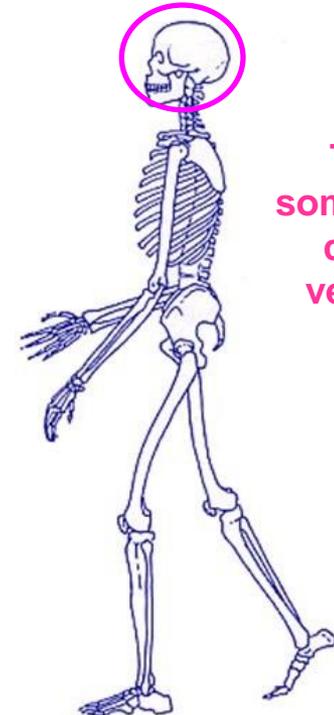
Trou occipital en position reculée



Trou occipital en position avancée



Tête en avant de la colonne vertébrale



Tête au sommet de la colonne vertébrale

La main

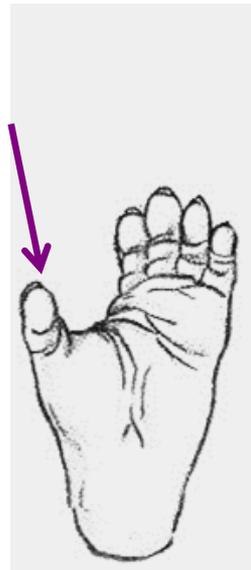
Mouvement du poignet 90 °



Main préhensile (rotation du poignet 180°)

Organe du toucher

Le pied



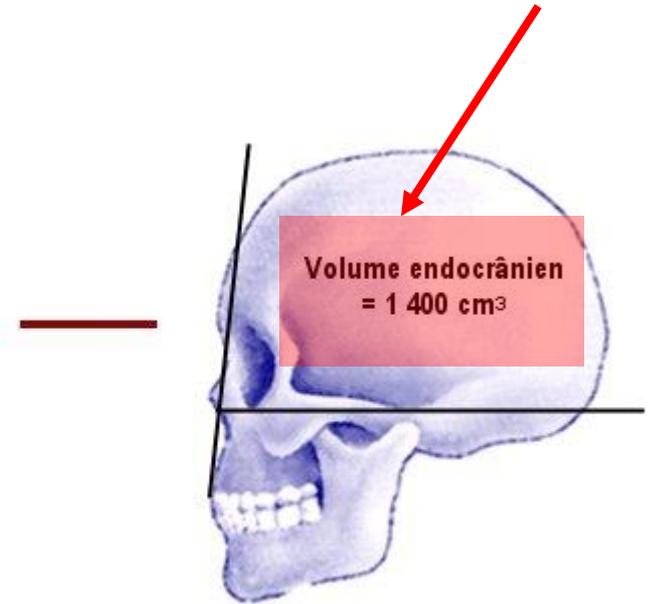
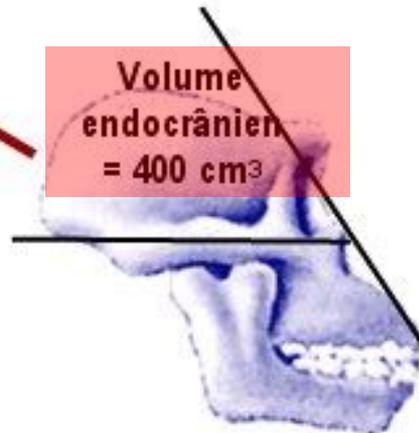
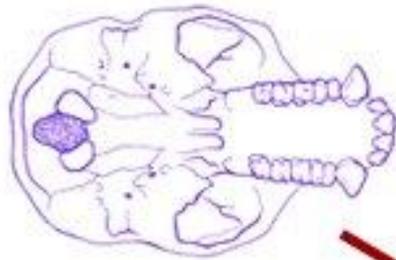
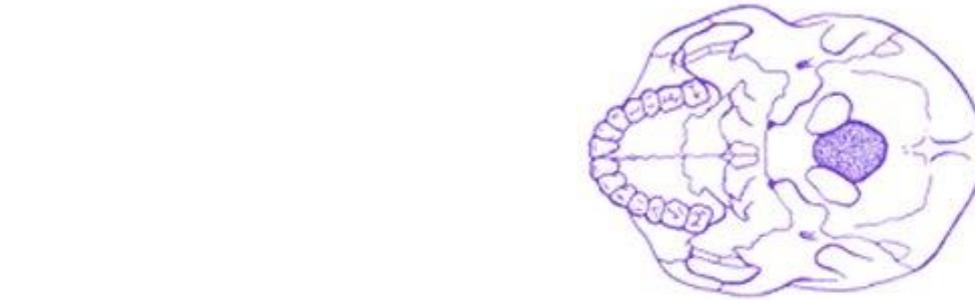
Orteil parallèle aux autres doigts : le pied n'est plus préhensile

Voûte plantaire



Caractères spécifiques du crâne et de la mâchoire

Le crâne



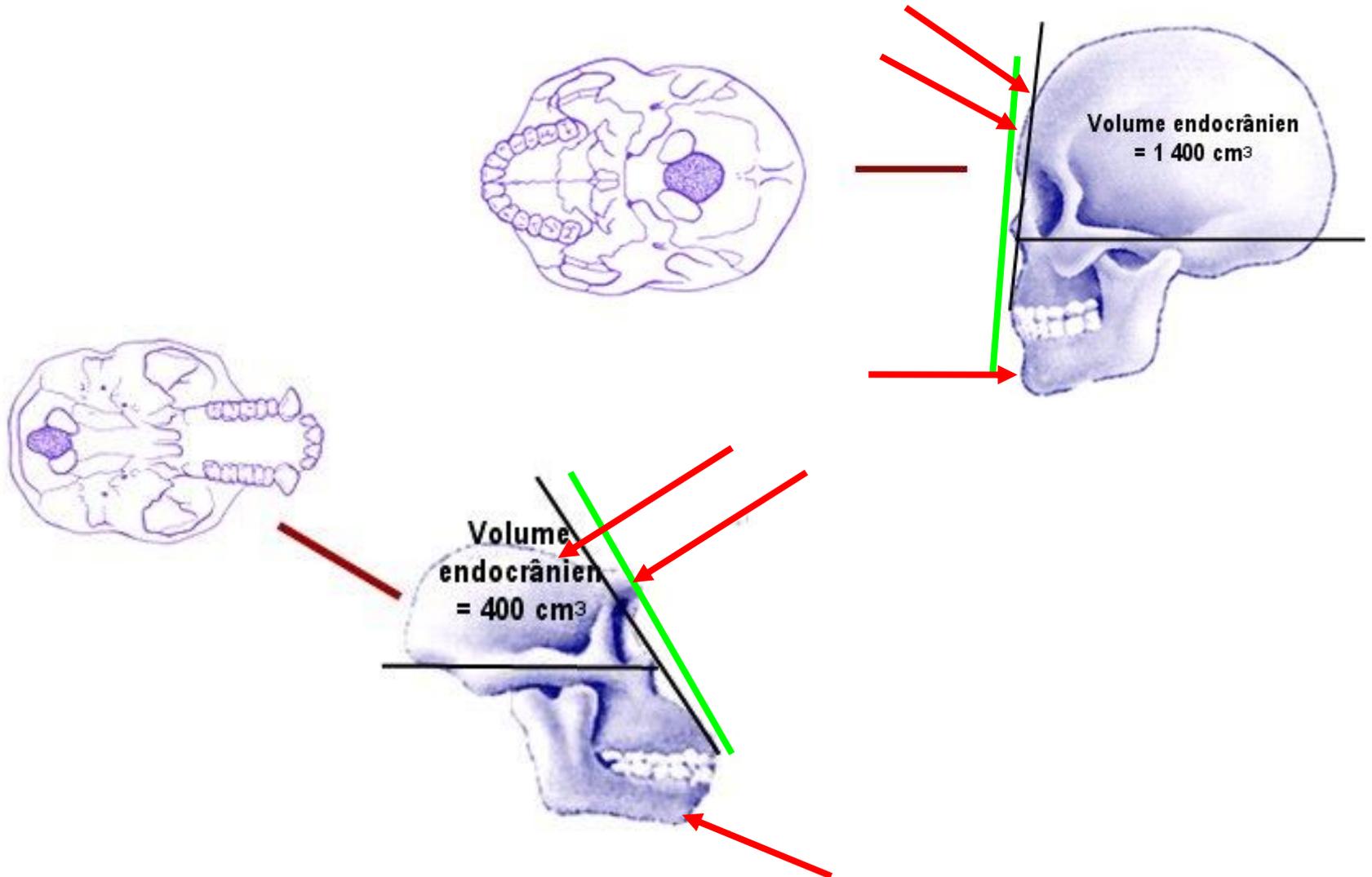
Région crânienne développée vers le haut et l'arrière

Volume crânien élevé

La face

Face presque plate = orthognathisme
Front plat

Absence de bourrelets sus-orbitaires
menton

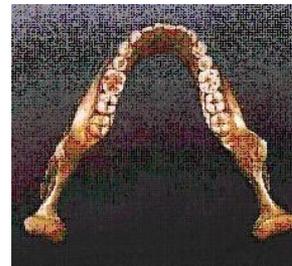
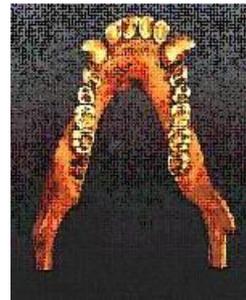
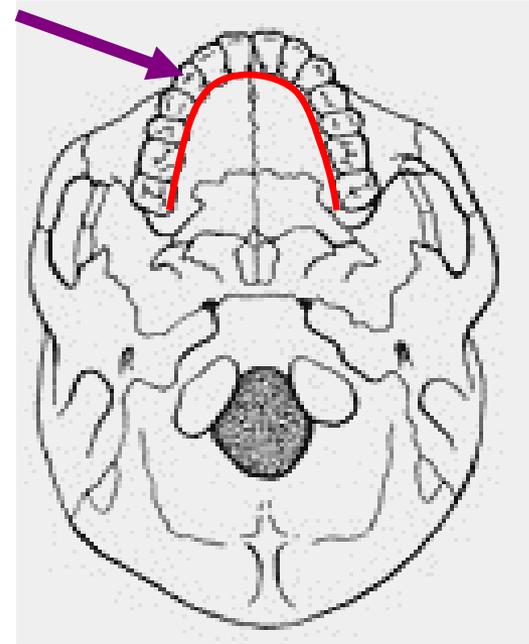
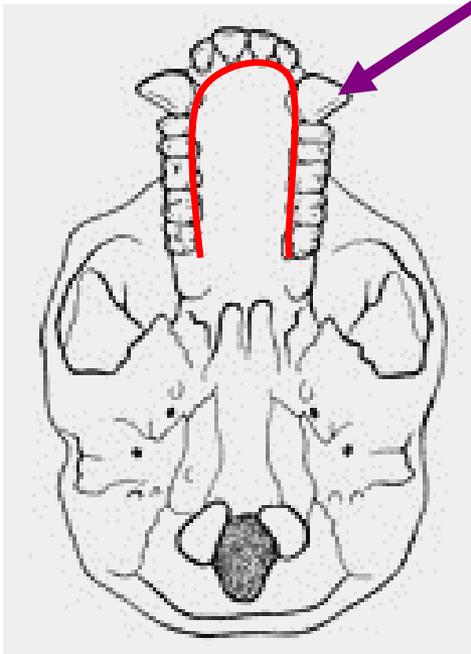


denture

Arcade dentaire parabolique (en V)

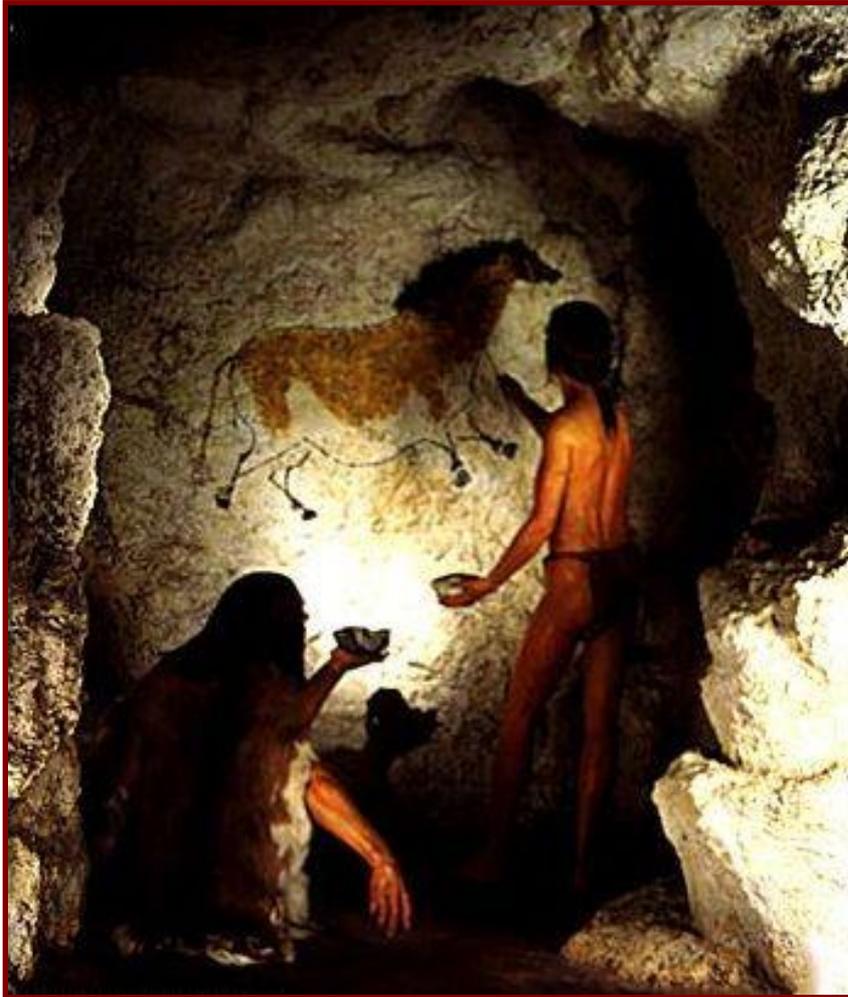
Dents serrées, peu différenciées de petite taille

Email épais



Activités sociales et culturelles

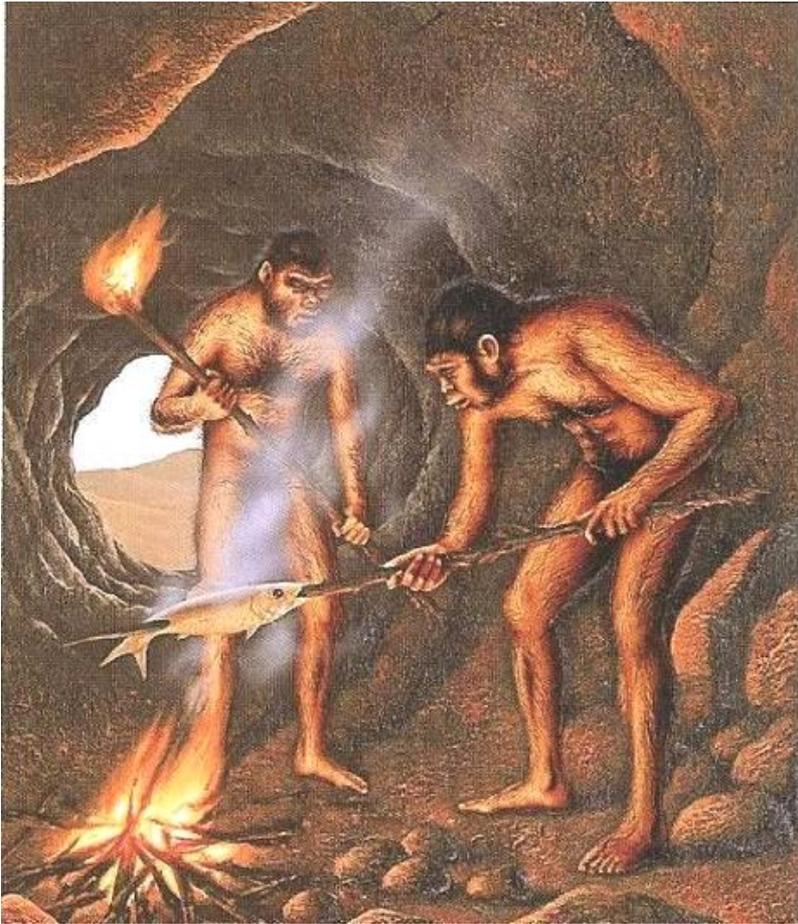
Activité culturelle



Invention de l'art



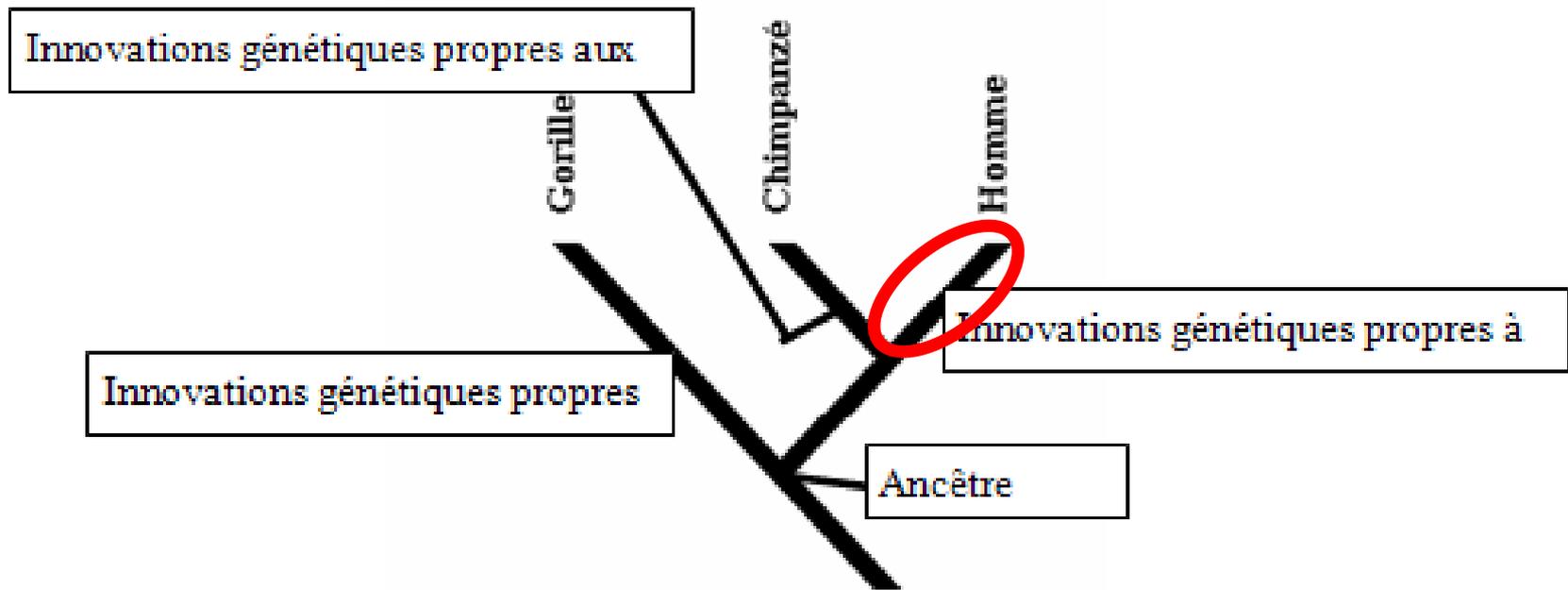
Conscience de la mort



Maîtrise du feu



Outils perfectionnés



Tout fossile qui possède au moins un caractère dérivé spécifique à l'Homme appartient au rameau Humain.

Chapitre 3. Un regard sur l'évolution de l'Homme

I. La place de l'Homme dans la dynamique évolutive des primates.

A. L'Homme est un primate.

B. Reconstituer une histoire évolutive.

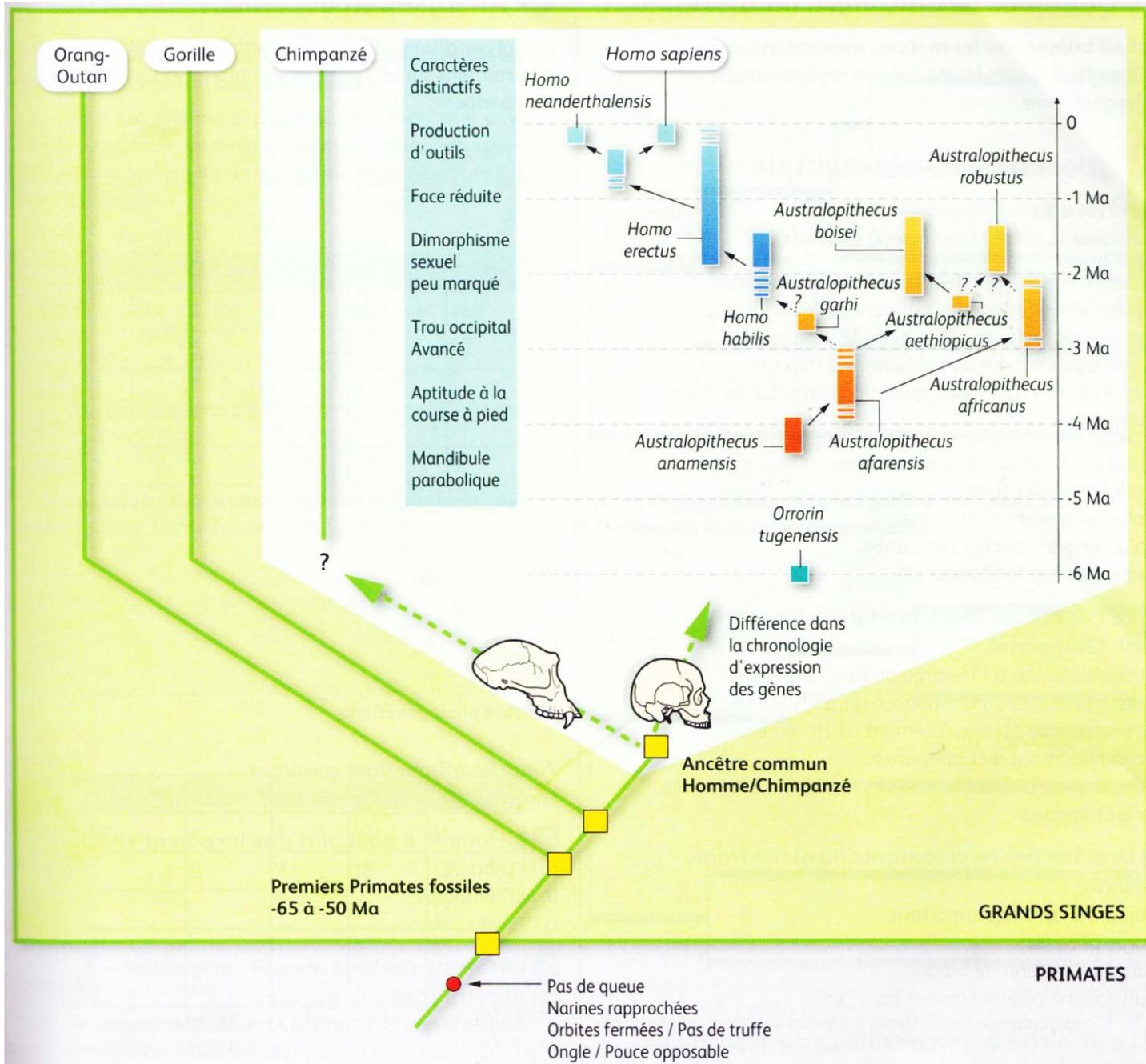
C. La place de l'Homme parmi les primates.

D. Le rameau humain.

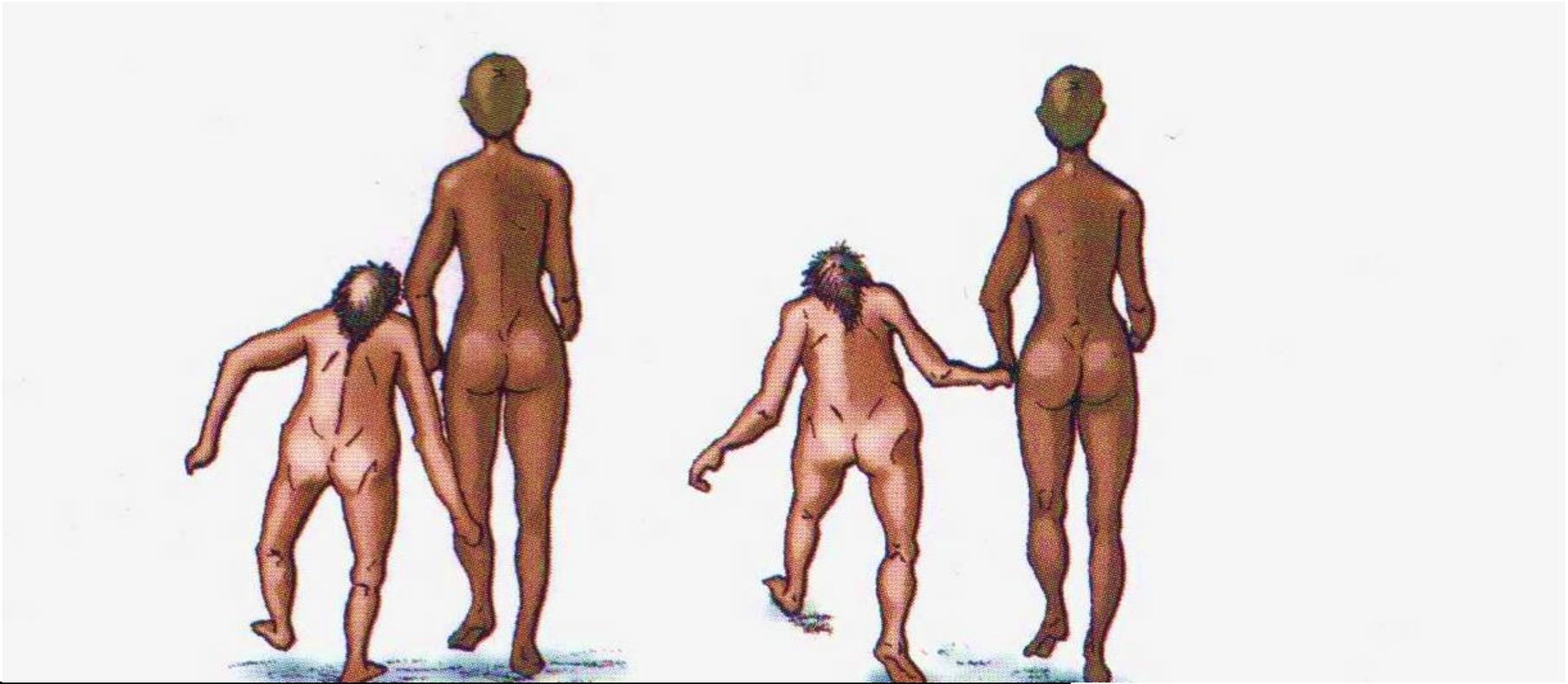
1. Les caractères dérivés propres à l'Homme.

2. Etablissement d'une phylogénie au sein du rameau humain.

Histoire évolutive du rameau humain



Les Australopithèques



Bipédie permanente mais imparfaite

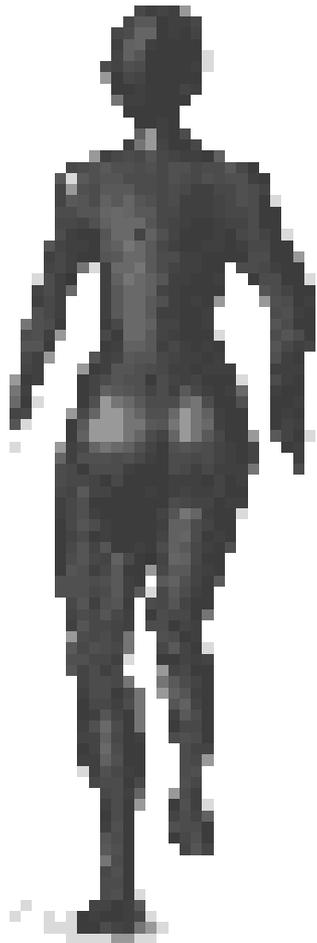
Les Australopithèques « robustes » :
Paranthropus

P. aethiopicus

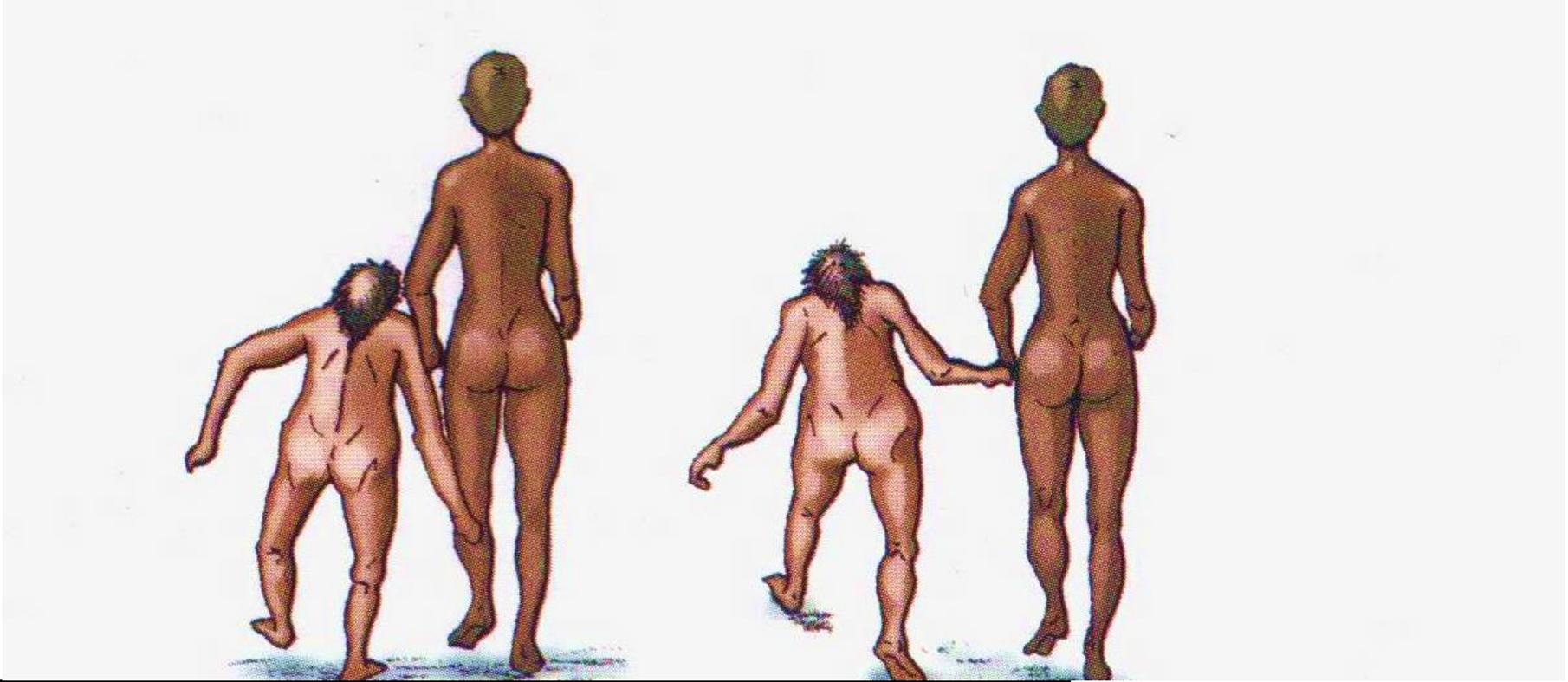
P. bosei

P. robustus





Les Australopithèques



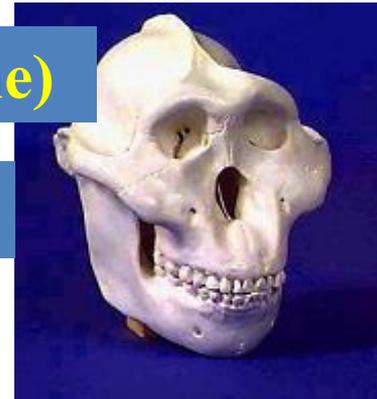
Bipédie permanente mais imparfaite

Face projetée vers l'avant (prognathe)

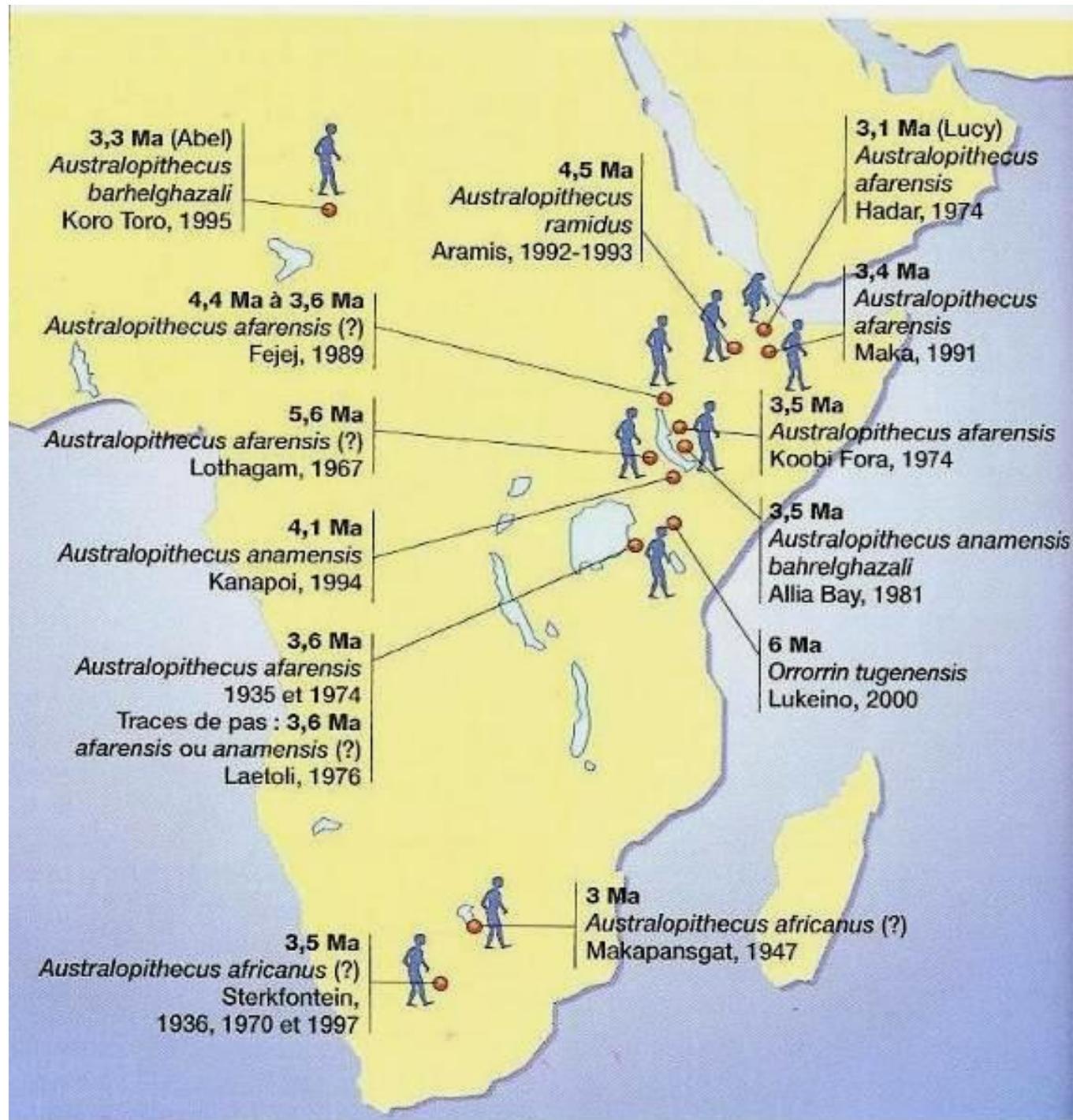
Capacité crânienne réduite

P. bosei

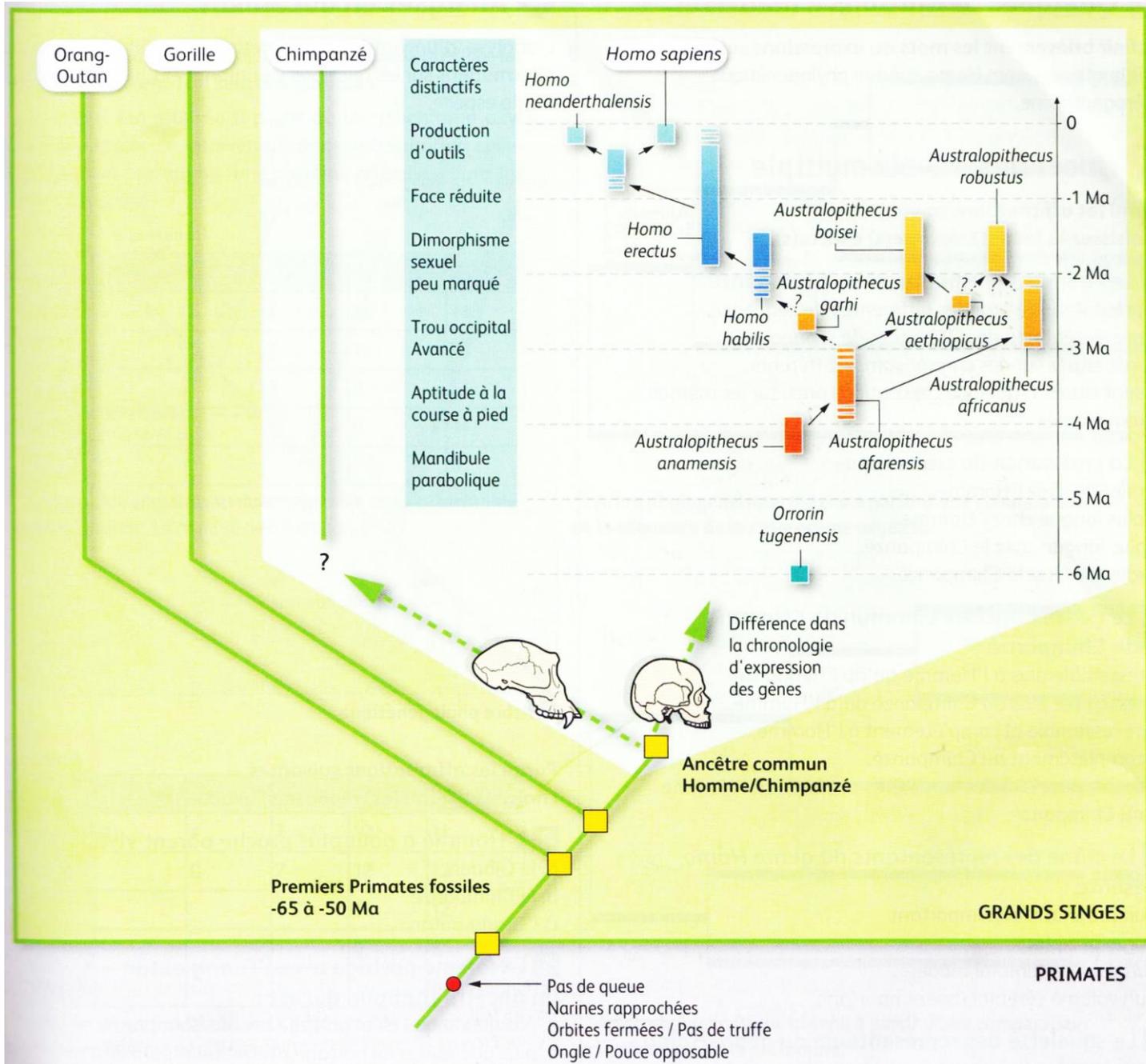
P. robustus



Répartition

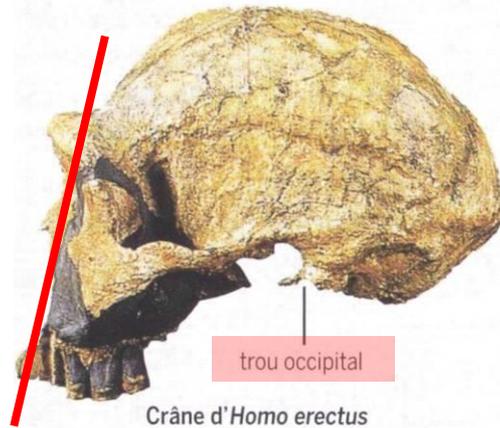


Histoire évolutive du rameau humain



Caractéristiques du genre Homo

-2.5 Ma → actuel



Bipédie plus élaborée

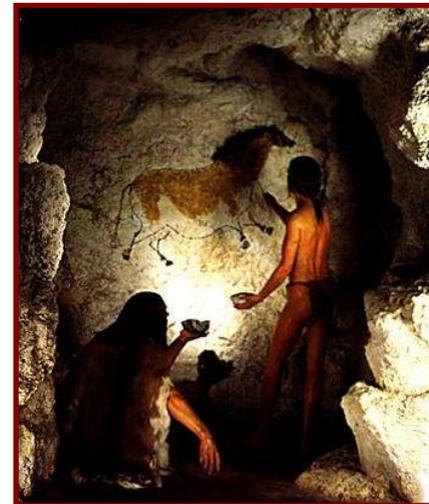
Face réduite

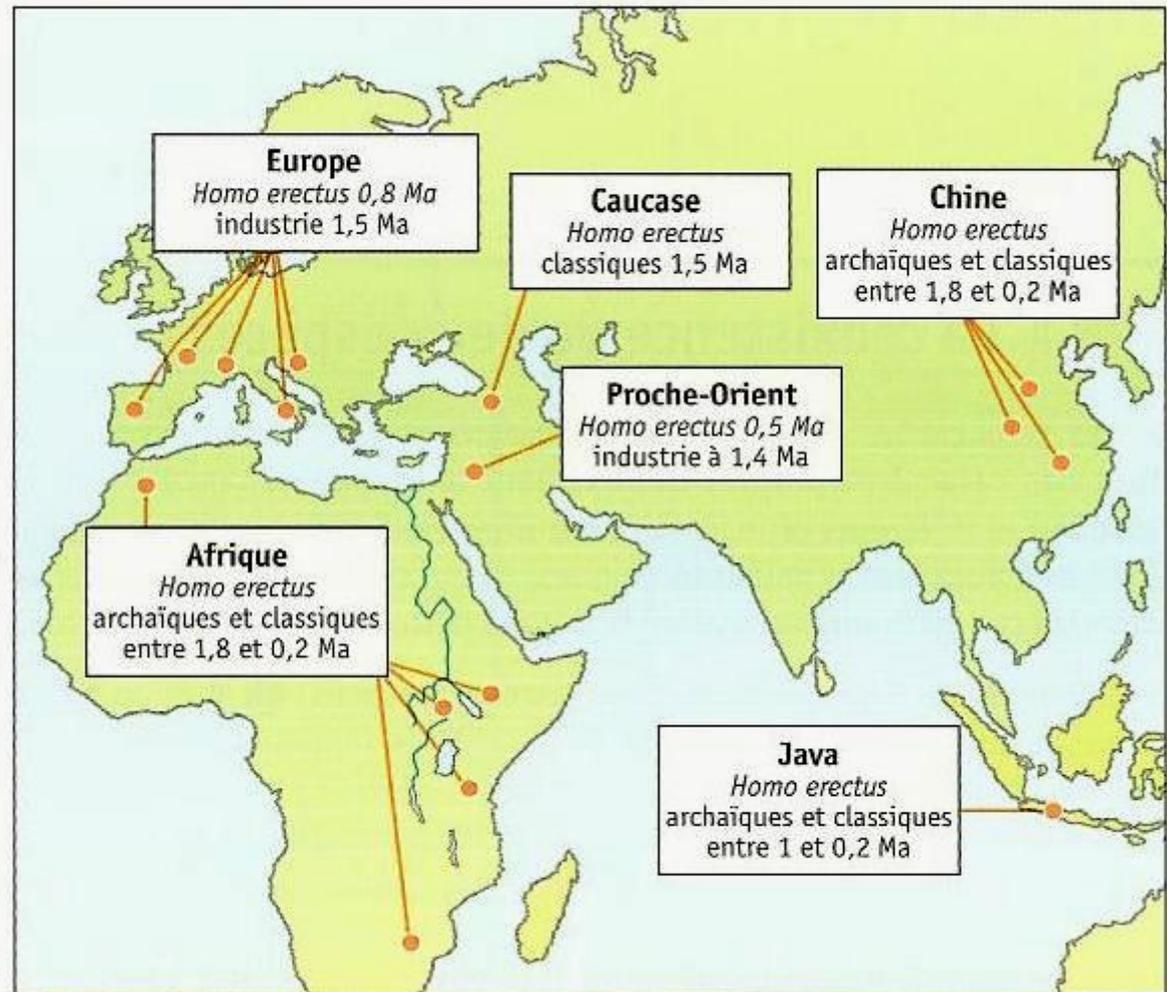
Capacité crânienne importante

Mandibule en V

Production d'outils complexes

Pratiques culturelles





Carte de répartition des *Homo erectus* à travers l'ancien monde.

Homo erectus = grand migrateur qui a colonisé l'Afrique du nord, du sud, le proche orient, l'Asie et l'Europe.

Chapitre 3. Un regard sur l'évolution de l'Homme

I. La place de l'Homme dans la dynamique évolutive des primates.

A. L'Homme est un primate.

B. Reconstituer une histoire évolutive.

C. La place de l'Homme parmi les primates.

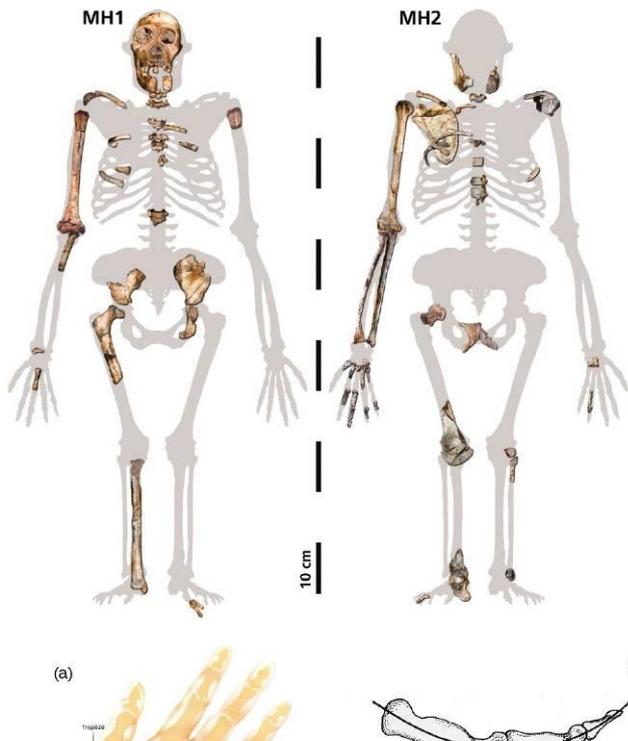
D. Le rameau humain.

1. Les caractères dérivés propres à l'Homme.

2. Etablissement d'une phylogénie au sein du rameau humain.

3. Controverses sur la phylogénie au sein du rameau humain.

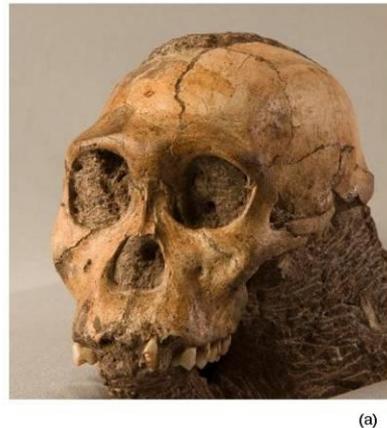
Australopithecus sebida (2008) - 1.9 MA



Bipédie + affinée ??

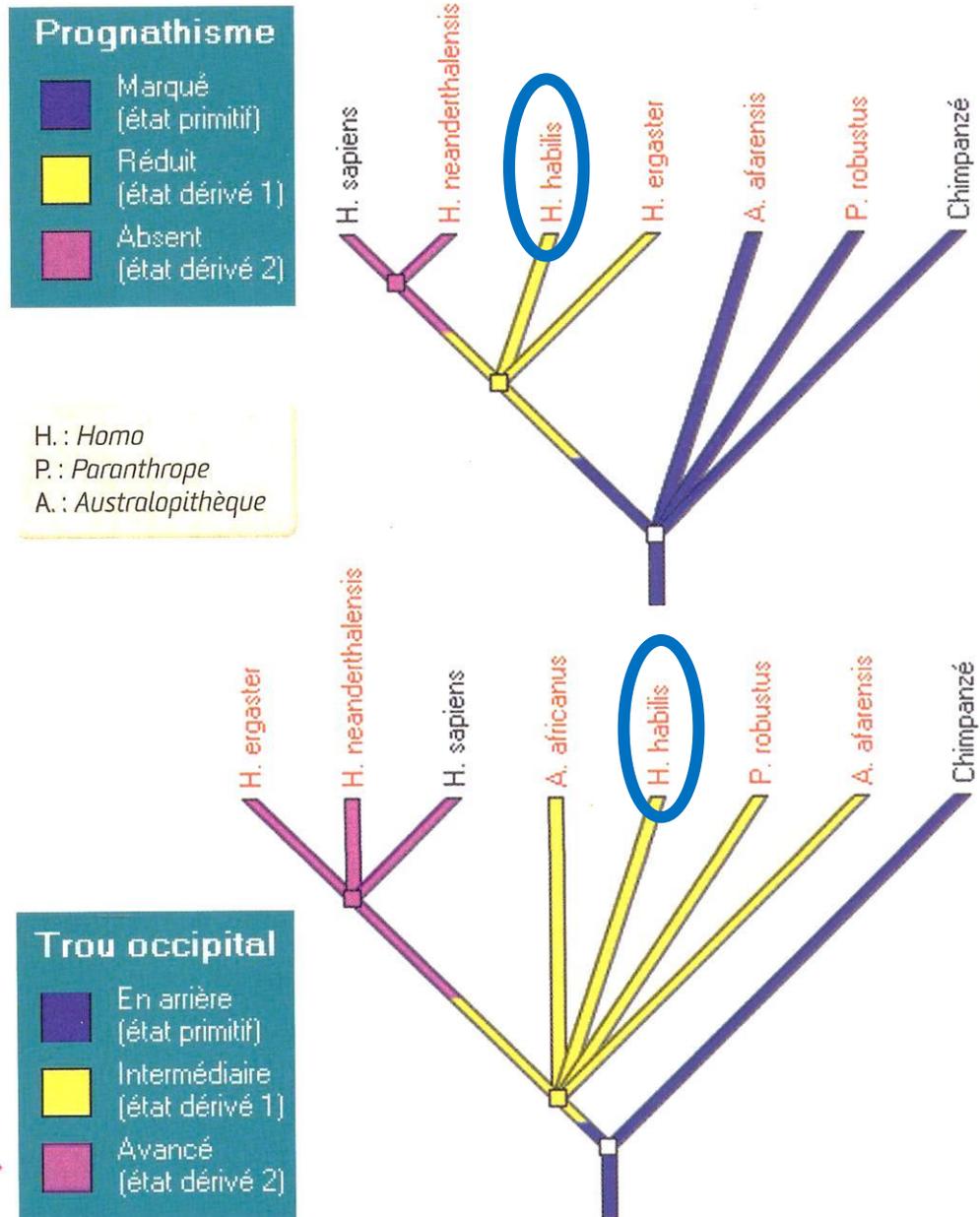


Main habile => manipulation d'outils perfectionnés ??



Capacité crânienne réduite (450 cm₃)

Place d'*Homo habilis* sur l'arbre phylogénétique ?



Toumaï (*Sahelanthropus tchadensis*)

Découvert en juillet 2001 au **Tchad**. On ne possède que le crâne, quelques dents et des fragments de mâchoire.

Daterait de **7 MA** (datation relative).

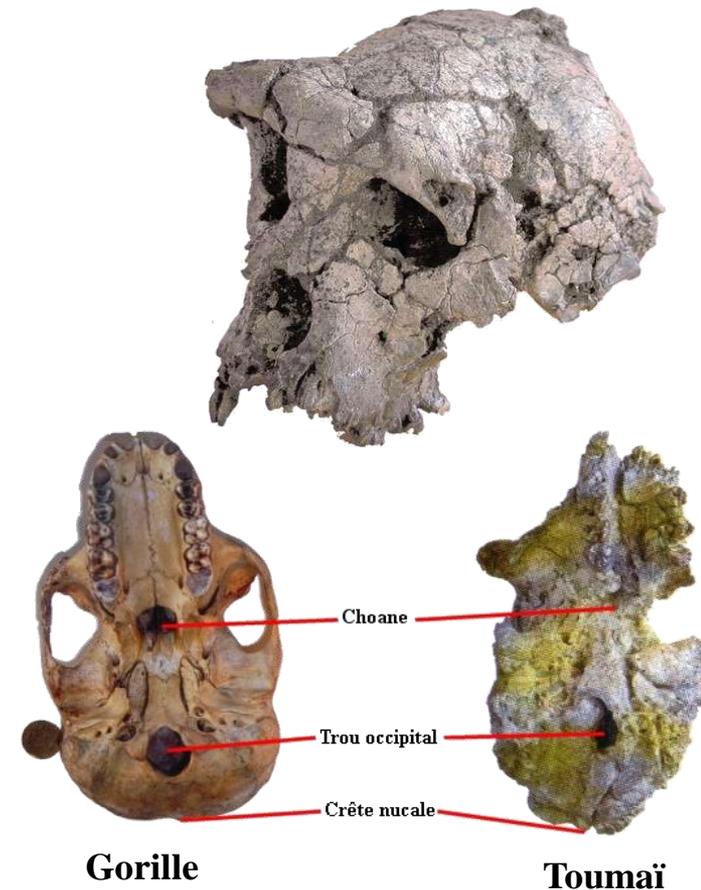
Trou occipital témoigne d'une position dressée.
Bipède ???

Face plus aplatie que celle des grands singes.

Canines courtes

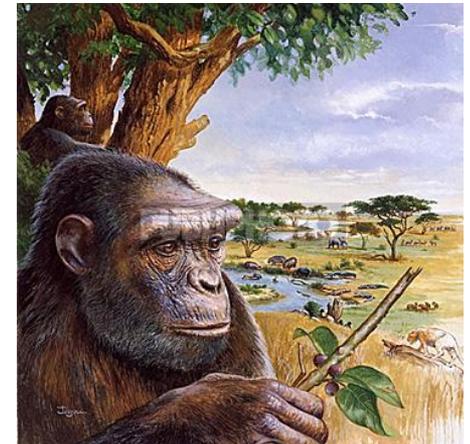
Mesurait quelque chose comme 1 à 1,3 m.

Capacité crânienne proche de celle du chimpanzé (360 à 370 cm³).



Gorille

Toumaï



Conclusion

- Homme = primate
- Partage un DAC récent avec le chimpanzé
- Histoire évolutive depuis ce DAC = rameau humaine

Conclusion

Evolution anatomique marquée par :

- Acquisition bipédie permanente
- Augmentation du volume crânien et réduction de la face

Conclusion

- Caractère buissonnant du rameau humain : de nombreux rameaux ont existé et même cohabités
- nombreux fossiles dont les parentés sont mal précisées. Phylogénie en discussion

Chapitre 3. Un regard sur l'évolution de l'Homme

I. La place de l'Homme dans la dynamique évolutive des primates.

A. L'Homme est un primate.

B. Reconstituer une histoire évolutive.

C. La place de l'Homme parmi les primates.

D. Le rameau humain.

1. Les caractères dérivés propres à l'Homme.

2. Etablissement d'une phylogénie au sein du rameau humain.

3. Controverses sur la phylogénie au sein du rameau humain.

II. Mécanismes à l'origine de la diversification Homme/Chimpanzé depuis le DAC (dernier ancêtre commun).

L'Homme est le Chimpanzé partageant un ancêtre commun récent



- 7 Ma  ancêtre
commun

Chapitre 3. Un regard sur l'évolution de l'Homme

I. La place de l'Homme dans la dynamique évolutive des primates.

A. L'Homme est un primate.

B. Reconstituer une histoire évolutive.

C. La place de l'Homme parmi les primates.

D. Le rameau humain.

1. Les caractères dérivés propres à l'Homme.

2. Etablissement d'une phylogénie au sein du rameau humain.

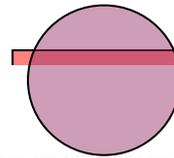
3. Controverses sur la phylogénie au sein du rameau humain.

II. Mécanismes à l'origine de la diversification Homme/Chimpanzé depuis le DAC (dernier ancêtre commun).

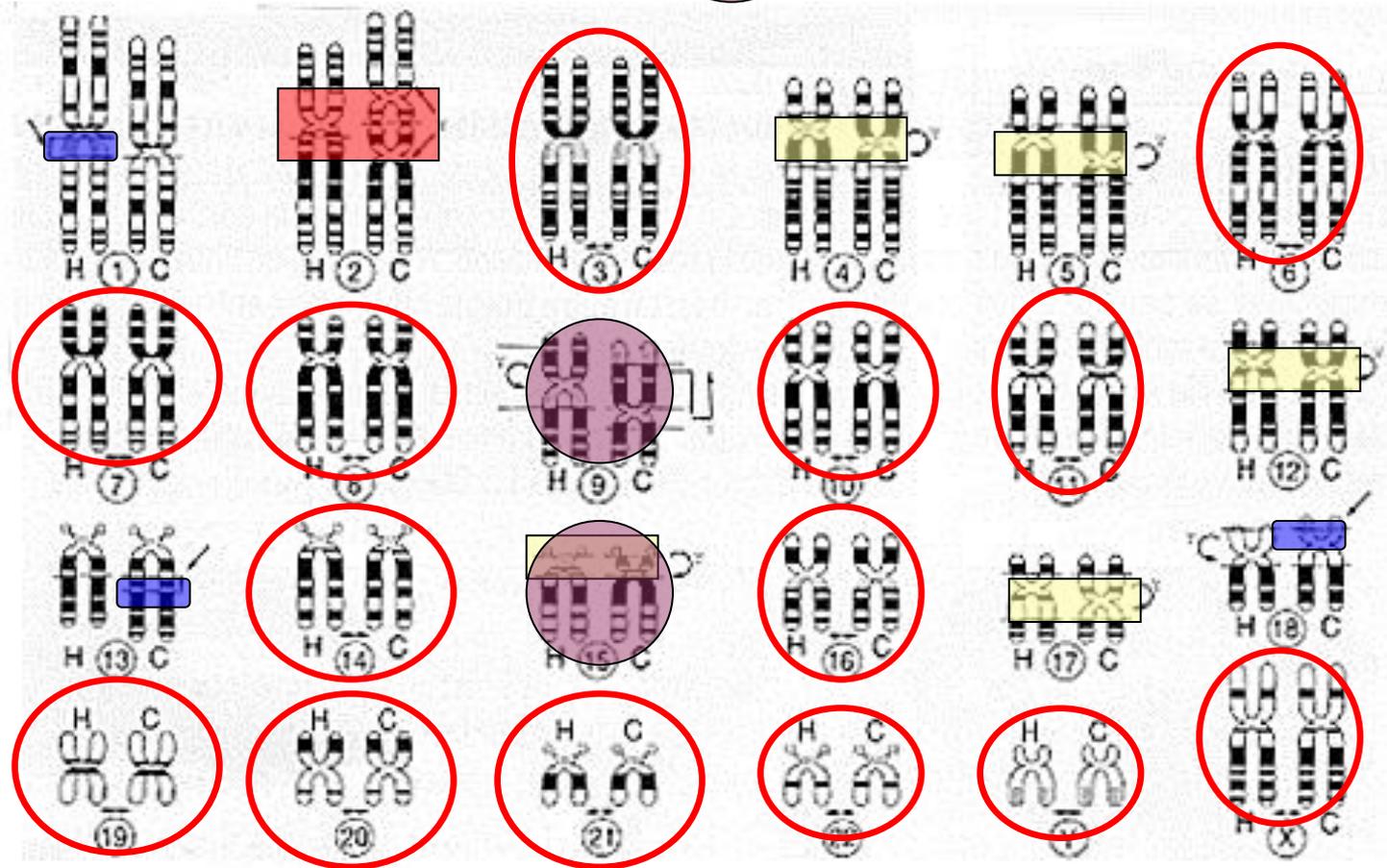
A. Comparaisons génétiques (Homme/Chimpanzé).

1. Comparaison des caryotypes

Comparaison des caryotypes de l'Homme et du Chimpanzé



Modifications complexes



Chapitre 3. Un regard sur l'évolution de l'Homme

I. La place de l'Homme dans la dynamique évolutive des primates.

II. Mécanismes à l'origine de la diversification Homme/Chimpanzé depuis le DAC (dernier ancêtre commun).

A. Comparaisons génétiques (Homme/Chimpanzé).

1. Comparaison des caryotypes.

2. Comparaison des génomes.

Comparaison des génomes de l'Homme et du Chimpanzé

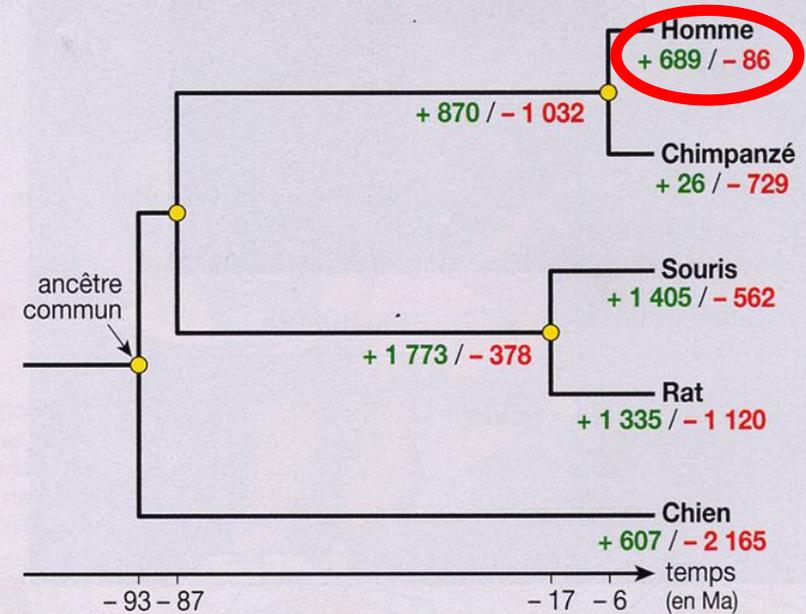
En 2005, le **séquençage** du génome d'un Chimpanzé, peu de temps après celui de l'Homme, a fourni des résultats précis et indiscutables :

- L'alignement des séquences de nucléotides fait apparaître une similitude de **98,77 %**.
- Le faible pourcentage de variations ponctuelles (1,23 %) représente néanmoins **37 millions de substitutions**. C'est dix fois plus que la différence moyenne constatée entre deux individus humains.
- L'étude plus précise des séquences génétiques et protéiques confirme que les différences Homme/Chimpanzé se caractérisent par un faible taux de mutations ponctuelles : en conséquence, une protéine humaine ne diffère le plus souvent d'une protéine de Chimpanzé que par un ou deux acides aminés.
- À ces différences ponctuelles, il faut ajouter des insertions ou additions de courtes séquences et des **duplications géniques**. Au total, on estime aujourd'hui qu'en tenant compte de l'ensemble de ces variations, la différence réelle entre le génome de l'Homme et celui du Chimpanzé se situe aux alentours de **6 à 7 %**.

L'importance des duplications géniques

À la différence des mutations ponctuelles, le nombre de duplications géniques distinguant les deux lignées apparaît élevé. Par exemple, il existe deux copies du gène codant pour l'amylase salivaire (une **enzyme**) chez le Chimpanzé contre six en moyenne chez l'Homme. L'impact de ces duplications géniques est cependant aujourd'hui en discussion.

Une estimation des gains et pertes de gènes (J. Cohen, 2007).



De faibles différences génétiques mais des différences phénotypiques ...



Chapitre 3. Un regard sur l'évolution de l'Homme

I. La place de l'Homme dans la dynamique évolutive des primates.

II. Mécanismes à l'origine de la diversification Homme/Chimpanzé depuis le DAC (dernier ancêtre commun).

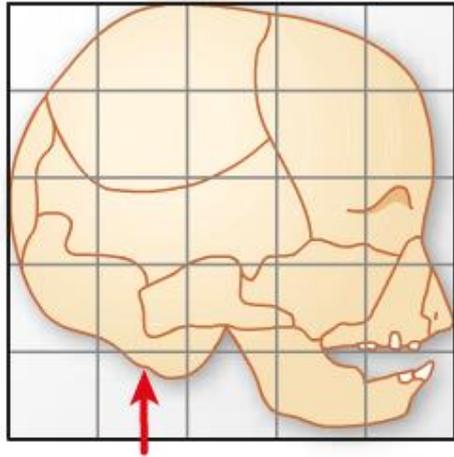
A. Comparaisons génétiques (Homme/Chimpanzé).

1. Comparaison des caryotypes.

2. Comparaison des génomes.

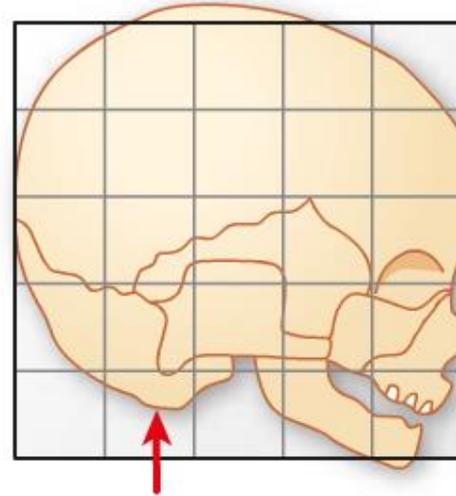
B. Acquisition d'un phénotype humain ou simien (de singe).

CHIMPANZÉ

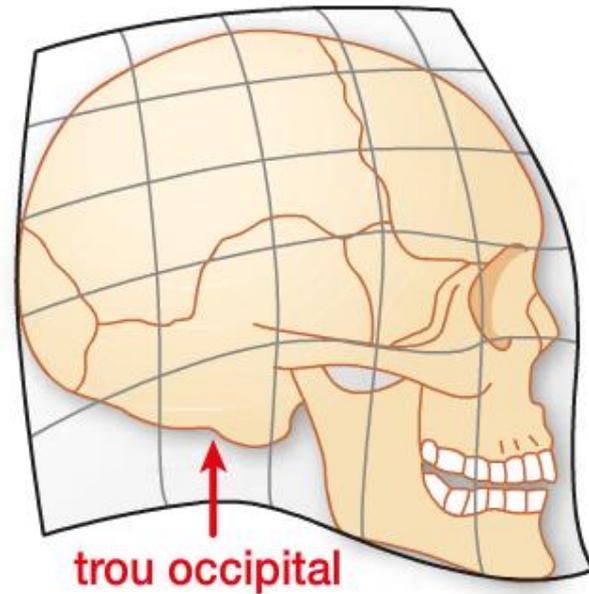
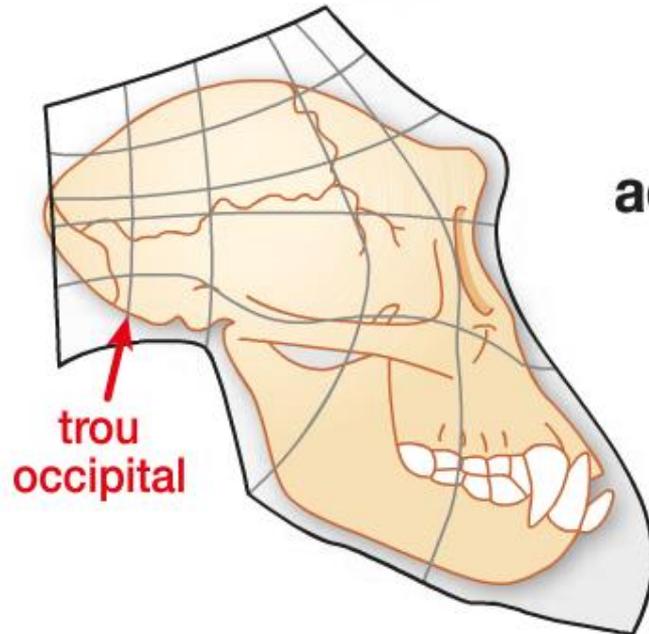


foetus

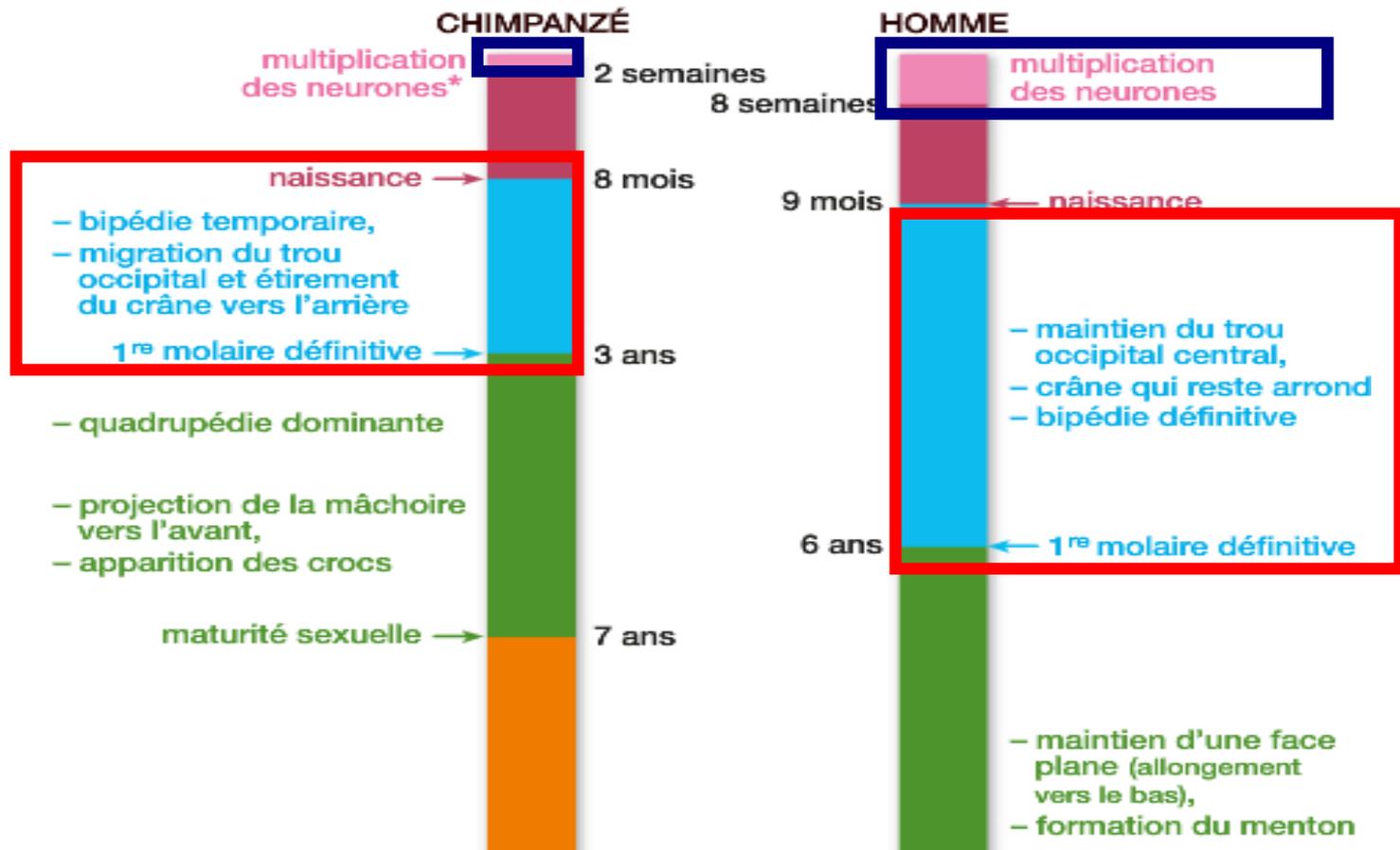
HOMME



adulte



Chronologie comparée du développement



Phase embryonnaire plus longue chez l'homme => plus de neurones

Phase juvénile plus longue chez l'homme => - crâne arrondi
- trou occipital avancé
- face orthognathe

■ phase fœtale (dentition définitive)
■ phase lactéale (dentition de lait) ■ adolescence et âge adulte

Chez l'Homme, certaines mutations d'un gène (appelé gène ASPM) entraînent une anomalie du développement cérébral se traduisant par une microcéphalie : le cortex cérébral est réduit à 30 % de son volume normal. En effet, la protéine produite par ce gène détermine, pour les cellules souches corticales, la durée de la phase de multiplication.

Des comparaisons génétiques ont montré que le gène ASPM fait partie des gènes qui ont connu une évolution récente dans l'histoire de la lignée humaine. Cependant, l'impact réel de la mutation de ce gène dans les processus évolutifs n'a pas été démontré. Beaucoup d'autres gènes sont exprimés différemment chez l'Homme et chez le Chimpanzé : il serait vain de



rechercher quelques gènes dont l'impact suffirait à eux seuls à expliquer ce qui distingue l'Homme du Chimpanzé.



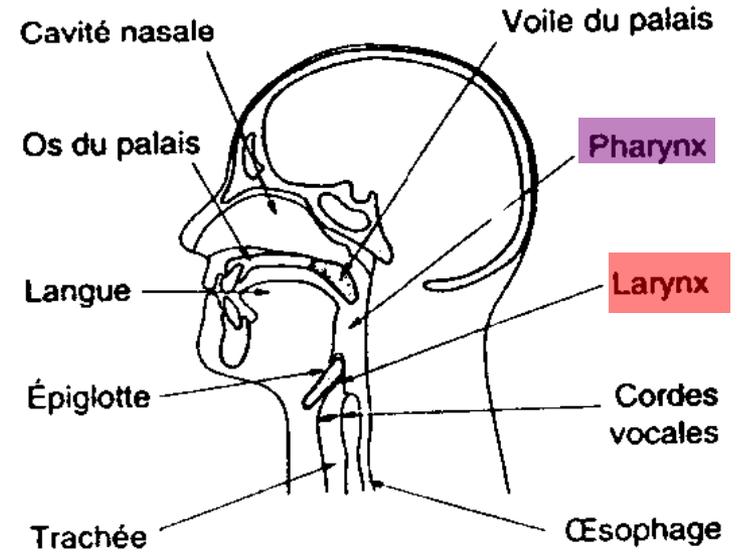
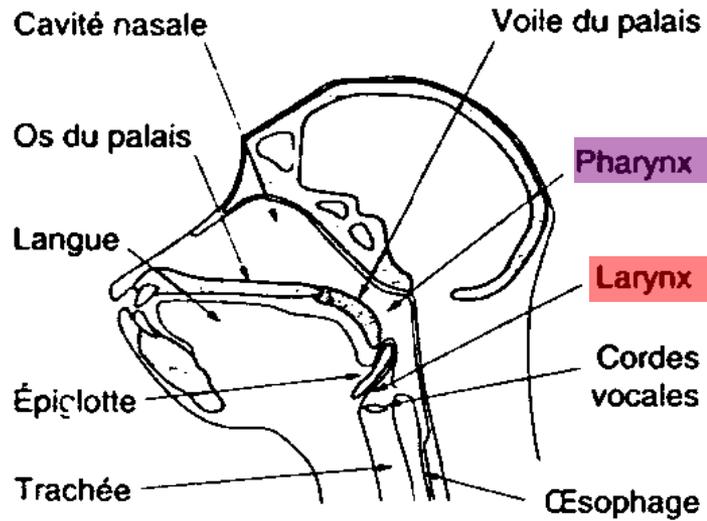
développement normal



microcéphalie

Doc. 2 L'effet de la mutation d'un gène contrôlant le développement.

Langage articulé



Origine génétique

Interaction avec les autres





Bilan

L'établissement d'un phénotype Humain différent de celui des autres grands singes dépend :

- Des différences génétiques**
- Des différences dans la durée et l'intensité d'expression de gènes du développement**
- Des relation entre les individus (apprentissage)**