

Chapitre 3 : l'évolution humaine

I. L'homme, un primate

A. Le groupe des primates

B. Construire un arbre phylogénétique

1. en utilisant des caractères anatomiques

2. en utilisant des données moléculaires

C. La place de l'homme parmi les primates

II. La lignée humaine (ou rameau humain)

A. L'attribution d'un fossile à la lignée humaine

B. Le genre Homo

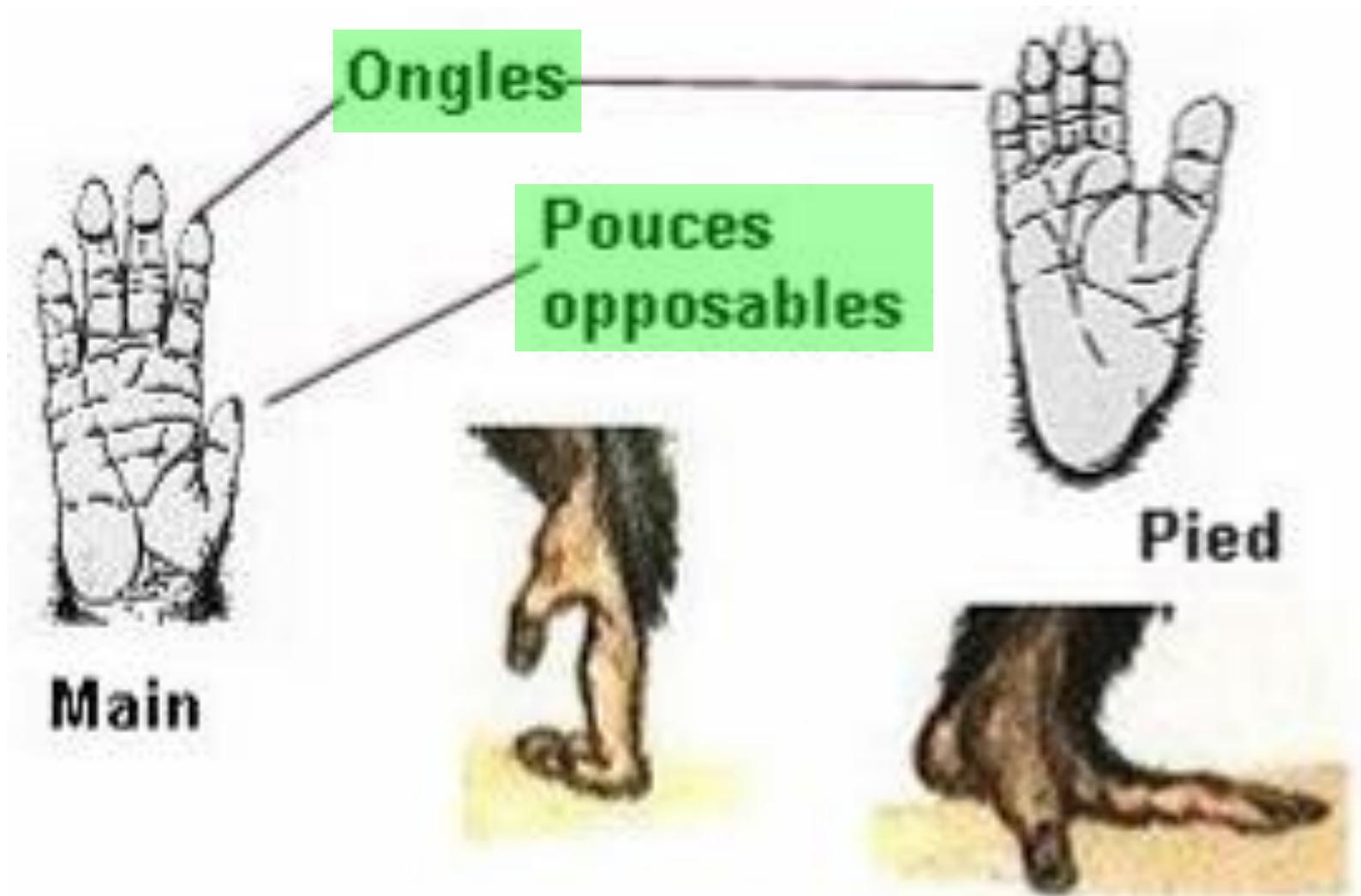
C. Homo sapiens

Chapitre 3 : l'évolution humaine

I. L'homme, un primate

A. Le groupe des primates

Caractéristiques des primates



Chapitre 3 : l'évolution humaine

I. L'homme, un primate

A. Le groupe des primates

B. Construire un arbre phylogénétique

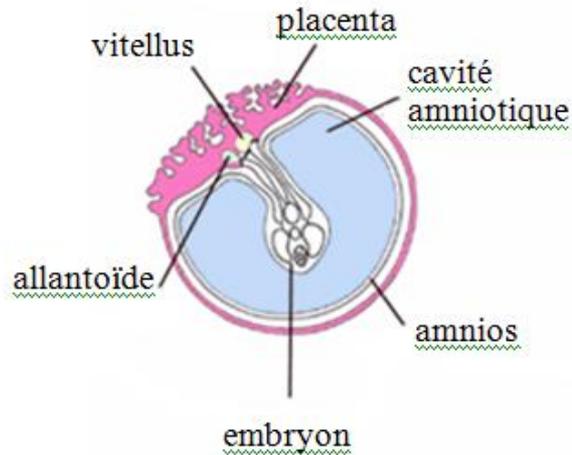
1. En utilisant des caractères anatomiques

Reconstituer une histoire évolutive

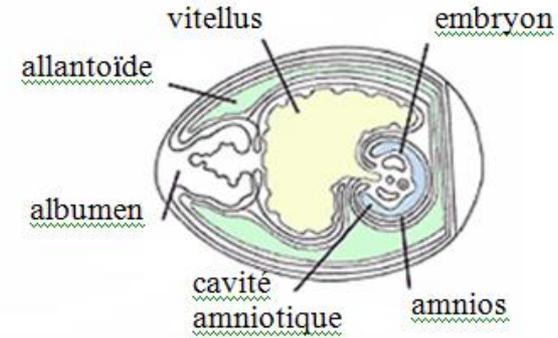


Annexes embryonnaires de quelques vertébrés

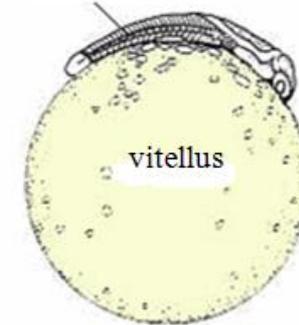
CHIEN



MESANGE



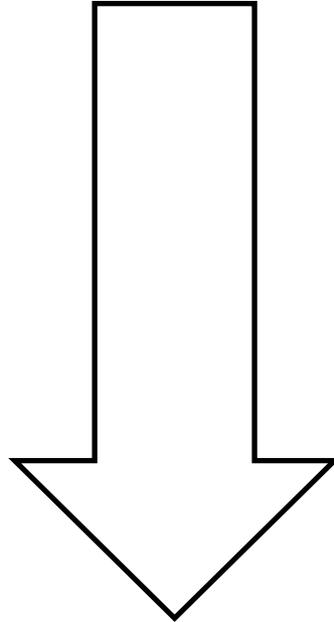
embryon



SARDINE

Deux états d'un caractère

État ancestral



Etat dérivé = innovation évolutive

Choix d'un extragroupe



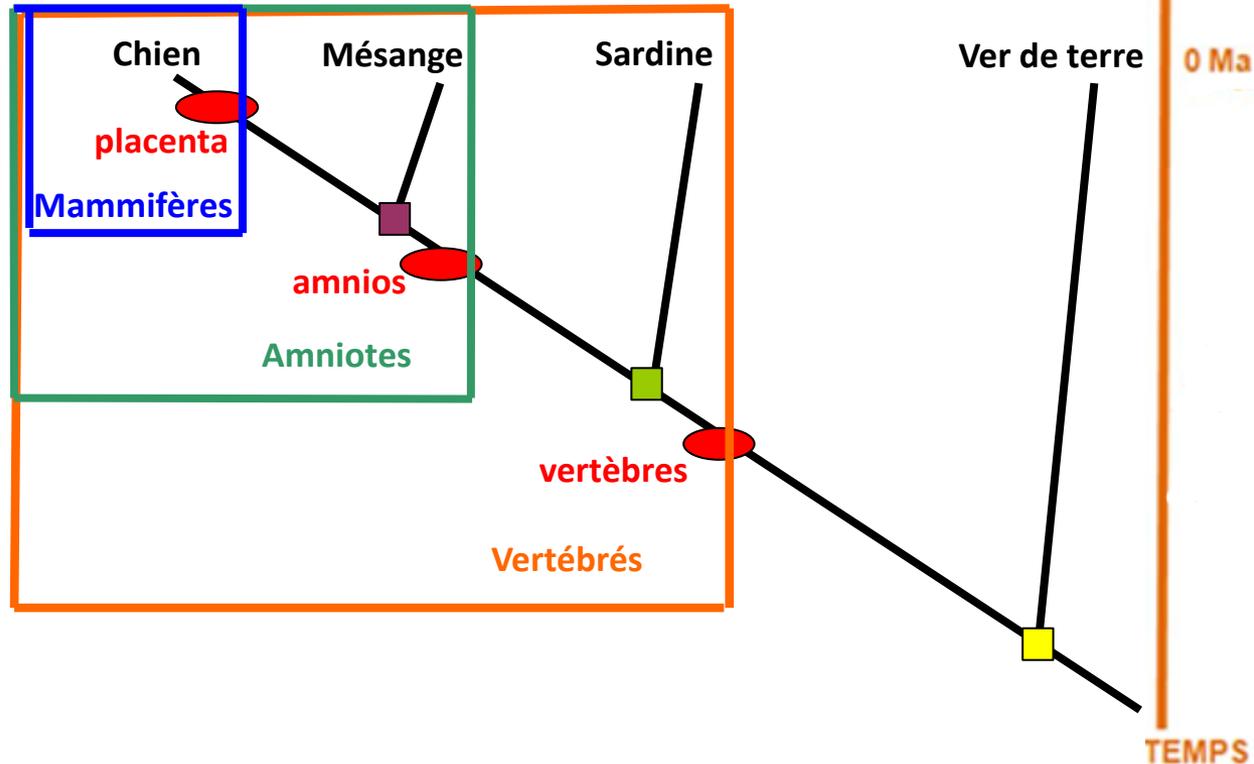
Il possède tous les caractères à l'état ancestral

EXTRAGROUPE

Reconstituer une histoire évolutive

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

1 : état dérivé = innovation
0 : état ancestral



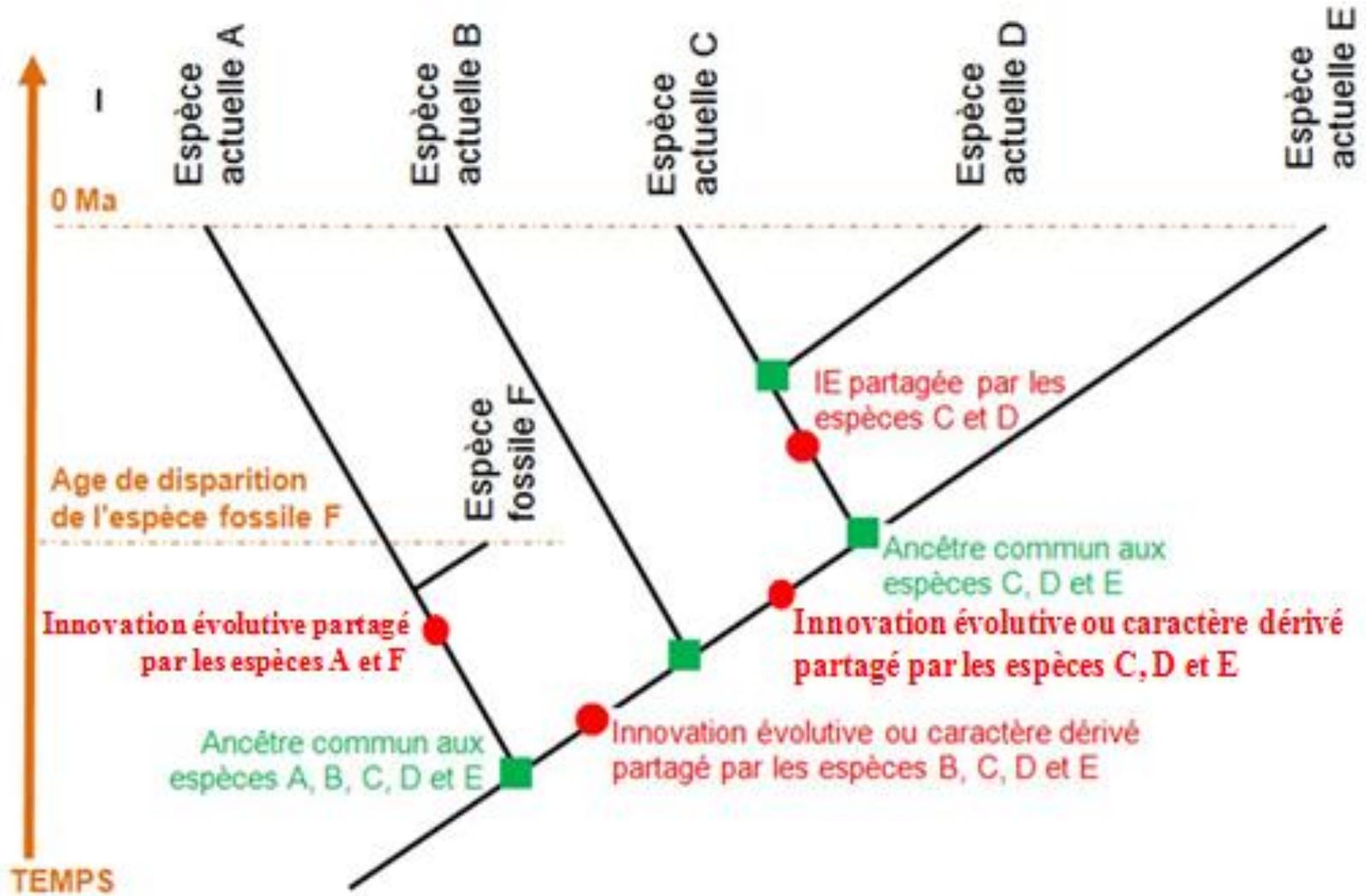
Innovations évolutives

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

Arbre phylogénétique



Chapitre 3 : l'évolution humaine

I. L'homme, un primate

A. Le groupe des primates

B. Construire un arbre phylogénétique

1. en utilisant des caractères anatomiques

2. en utilisant des données moléculaires

Utilisation de données moléculaires

Séquence d'un gène ou de la protéine correspondante

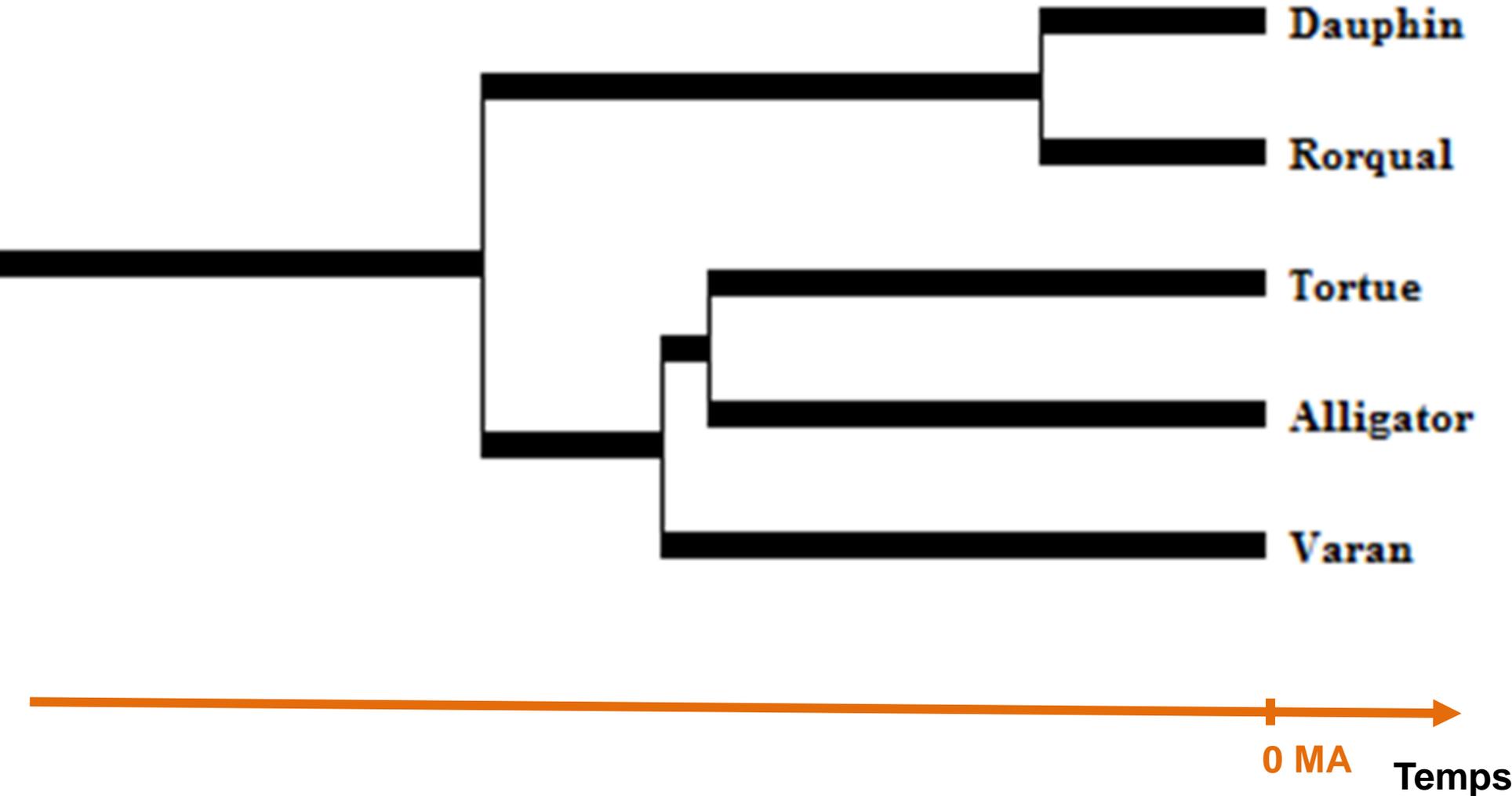
				5				10				15				20				25				30				35				40				45				50											
Tortue	-	G	L	S	D	D	E	W	N	H	V	L	G	I	W	A	K	V	E	P	D	L	T	A	H	G	Q	E	V	I	I	R	L	F	Q	L	H	P	E	T	Q	E	R	F	A	K	F	K	N	L	T
Alligator	M	E	L	S	D	Q	E	W	K	H	V	L	D	I	W	T	K	V	E	S	K	L	P	E	H	G	H	E	V	I	I	R	L	L	Q	E	H	P	E	T	Q	E	R	F	E	K	F	K	H	M	K
Varan	-	G	L	S	D	E	E	W	K	K	V	V	D	I	W	G	K	V	E	P	D	L	P	S	H	G	Q	E	V	I	I	R	M	F	Q	N	H	P	E	T	Q	D	R	F	A	K	F	K	N	L	K
Dauphin	-	G	L	S	D	G	E	W	Q	L	V	L	N	V	W	G	K	V	E	A	D	L	A	G	H	G	Q	D	V	L	I	R	L	F	K	G	H	P	E	T	L	E	K	F	D	K	F	K	H	L	K
Rorqual	-	V	L	T	D	A	E	W	H	L	V	L	N	I	W	A	K	V	E	A	D	V	A	G	H	G	Q	D	I	L	I	S	L	F	K	G	H	P	E	T	L	E	K	F	D	K	F	K	H	L	K

Utilisation de données moléculaires

	Tortue	Alligator	Varan	Dauphin	Rorqual
Tortue	0	35	35	49	48
Alligator		0	41	53	52
Varan			0	48	48
Dauphin				0	14
Rorqual					0

Pourcentage de différences entre les séquences de la protéine étudiée

Utilisation de données moléculaires



Chapitre 3 : l'évolution humaine

I. L'homme, un primate

A. Le groupe des primates

B. Construire un arbre phylogénétique

1. en utilisant des caractères anatomiques

2. en utilisant des données moléculaires

C. La place de l'homme parmi les primates

Activité : positionner l'homme dans le groupe des primates

1

Classer en utilisant des caractéristiques anatomiques

Toupaïe



Tarsier



Gonille



Maki



Macaque



Chimpanzé



Orang-outan



Une comparaison des caractéristiques morphologiques et anatomiques de différentes espèces actuelles permet d'établir leurs liens de parenté (a).

Au cours de l'évolution, des caractères apparaissent ou changent. Ces innovations permettent la transformation d'un caractère ancestral en un caractère dérivé. Elles sont transmises d'un ancêtre qui les possède à sa descendance. Ainsi, plus le nombre de caractères dérivés partagés par deux espèces est important et plus ces espèces sont apparentées ; autrement dit, plus leur ancêtre commun est récent. Une matrice de comparaison permet de déterminer facilement le nombre de caractères dérivés partagés par deux espèces (b). Cette matrice sert ainsi à la construction d'un arbre de parenté ou **arbre phylogénétique** (DOC. 2).

a Caractères morphologiques observables à l'œil nu de différentes espèces.

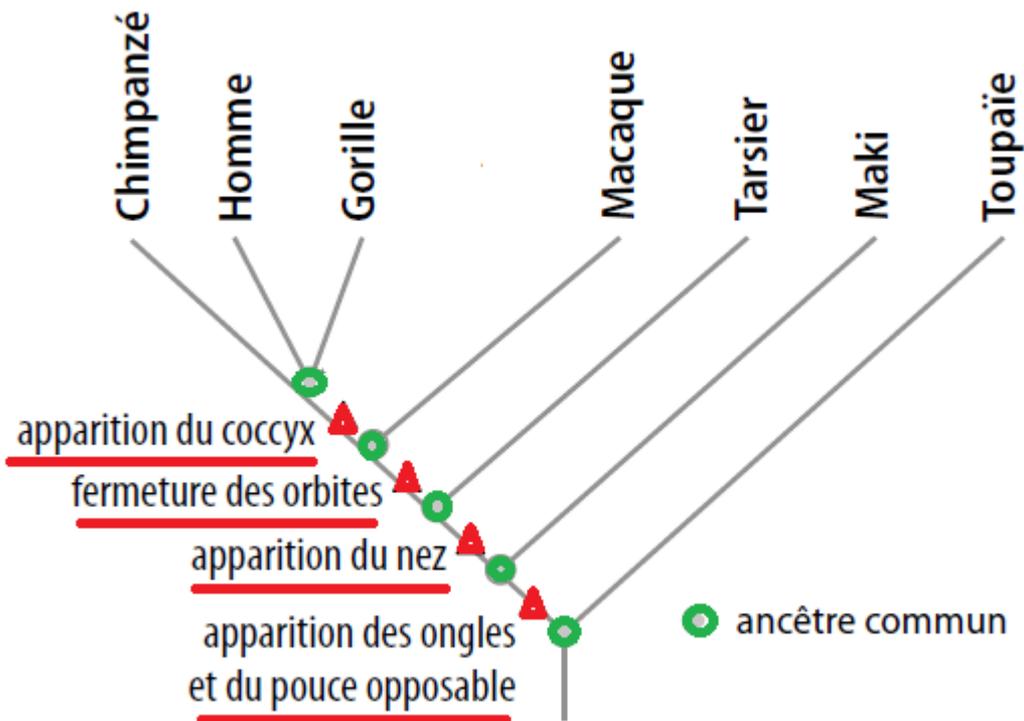
Activité : positionner l'homme dans le groupe des primates

	Terminaison des doigts (griffes ou ongles)	Pouce	Appendice nasal	Orbites	Vertèbres caudales* (queue ou coccyx*)
Homme	ongles	opposable	nez	fermées	coccyx
Chimpanzé	ongles	opposable	nez	fermées	coccyx
Gorille	ongles	opposable	nez	fermées	coccyx
Macaque	ongles	opposable	nez	fermées	queue
Tarsier	ongles	opposable	nez	ouvertes	queue
Maki	ongles	opposable	truffe	ouvertes	queue
Toupaïe	griffes	non opposable	truffe	ouvertes	queue

b Matrice de comparaison de quelques caractères de différentes espèces (caractères ancestraux, caractères dérivés).

	Terminaison des doigts (griffes ou ongles)	Pouce	Appendice nasal	Orbites	Vertèbres caudales* (queue ou coccyx*)
Homme	ongles	opposable	nez	fermées	coccyx
Chimpanzé	ongles	opposable	nez	fermées	coccyx
Gorille	ongles	opposable	nez	fermées	coccyx
Macaque	ongles	opposable	nez	fermées	queue
Tarsier	ongles	opposable	nez	ouvertes	queue
Maki	ongles	opposable	truffe	ouvertes	queue
Toupaïe	griffes	non opposable	truffe	ouvertes	queue

b Matrice de comparaison de quelques caractères de différentes espèces (caractères ancestraux, caractères dérivés).



Arbre phylogénétique obtenu à partir des données anatomiques

Activité : positionner l'homme dans le groupe des primates

DOC

2

Construire un arbre phylogénétique

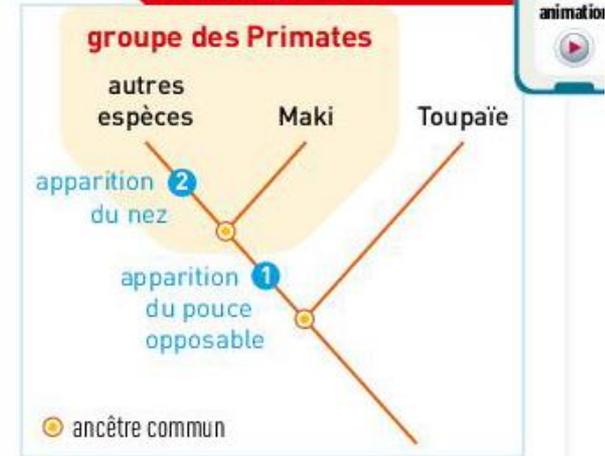
La construction d'un arbre phylogénétique permet de visualiser les liens de parenté entre différentes espèces.

Par exemple, le Maki est plus proche des autres espèces que le Toupaïe car il partage avec elles un pouce opposable (1). Mais, ne possédant pas de nez (2), il apparaît comme le plus éloigné des autres espèces du groupe des Primates.

L'apparition d'un ou de plusieurs caractères dérivés permet de définir un groupe où toutes les espèces sont issues d'un même ancêtre commun. Par exemple, le pouce opposable est l'un des caractères dérivés spécifiques du groupe des **Primates**. Les Singes sont des Primates dotés d'une orbite fermée. Parmi eux, les **Grands singes** (encore appelés Hominoïdes) se caractérisent par l'absence de queue remplacée par un coccyx.

ANIMATION BONUS

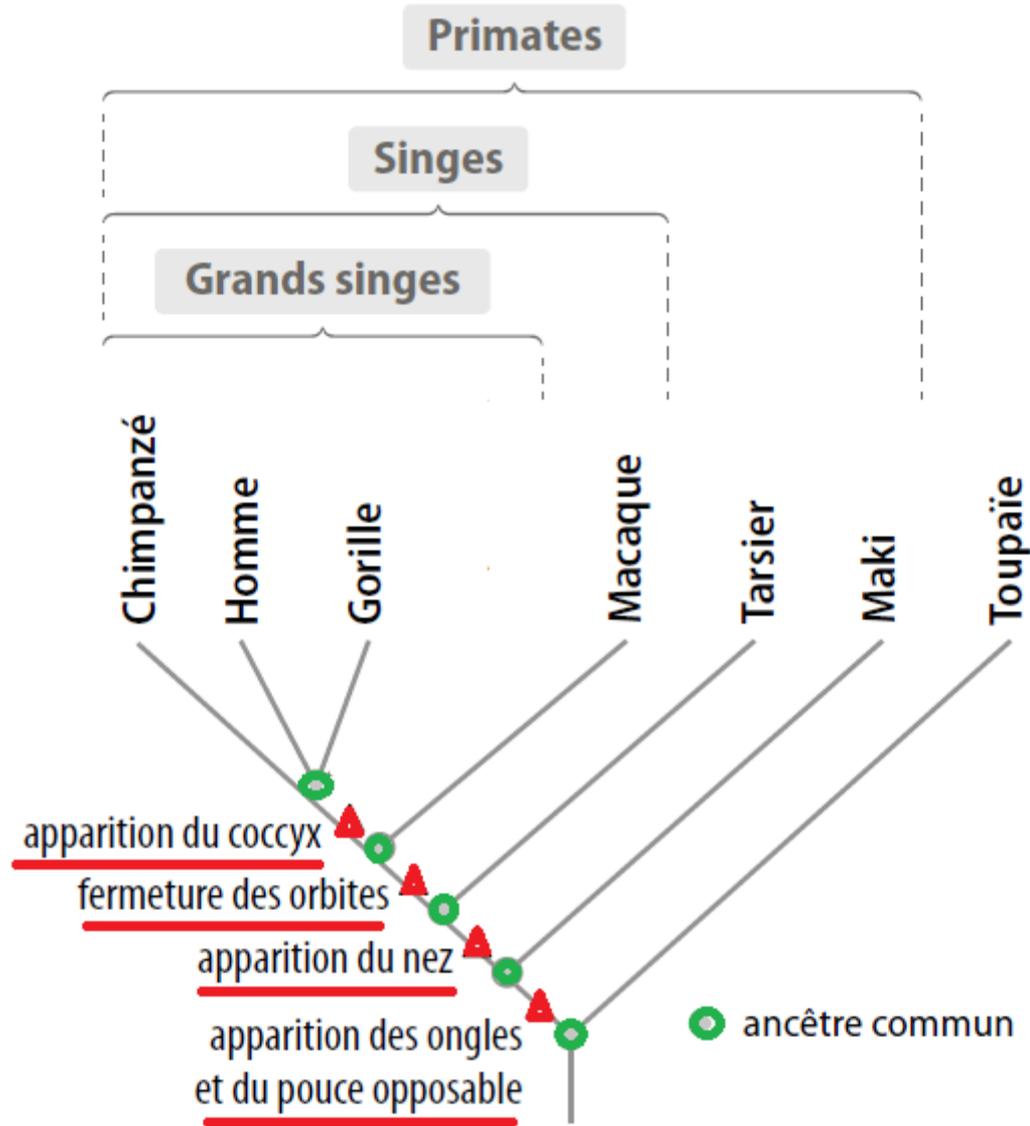
Arbre de parenté



Arbre phylogénétique établi à partir des caractères pouce et appendice nasal.



Activité : positionner l'homme dans le groupe des primates



Arbre phylogénétique obtenu à partir des données anatomiques

Activité : positionner l'homme dans le groupe des primates

Afin d'obtenir un arbre phylogénétique plus précis, il est possible de comparer les séquences* nucléotidiques d'un même gène présent chez différentes espèces (a). En effet, au cours du temps, l'ADN accumule des modifications liées aux mutations*. Pour un gène donné, et en supposant constante la fréquence des mutations, plus les différences

seront importantes et plus l'ancêtre commun entre deux espèces sera ancien. La matrice des distances (b) présente le pourcentage de différences entre les séquences d'un même gène comparées deux à deux. Ces résultats sont représentatifs de ceux obtenus par une comparaison de l'ensemble des génomes* de ces espèces.

		1150		1155		1160		1165		1170		1175		1180		1185		1190		1195		1200		1																																		
HOMME	C	C	G	A	G	G	C	T	G	C	A	G	C	T	G	T	G	C	A	G	G	T	C	G	G	A	A	G	A	C	A	G	G	C	T	G	C	A	G	C	A	C	G	T	G	G	C	G	G	G	A	C	C	T	G	C	C	C
CHIMPANZE	C	C	G	A	G	G	C	T	G	C	A	G	C	T	G	T	G	C	A	G	G	T	C	G	G	A	A	G	G	C	A	G	G	C	T	G	C	A	G	C	A	C	G	T	G	G	C	G	G	G	A	C	C	T	G	C	C	C
GORILLE	C	C	G	A	G	G	C	T	G	C	A	G	C	T	G	T	G	C	A	G	G	T	C	A	G	A	A	G	G	C	A	G	G	C	T	G	C	A	G	C	A	C	G	T	G	G	C	A	G	G	A	C	C	T	G	C	C	C
ORANGUTAN	C	C	G	A	G	G	C	T	G	C	A	G	C	T	G	T	G	C	A	G	G	T	C	A	G	A	A	G	G	C	A	G	C	C	T	G	C	A	G	C	A	C	G	T	G	G	C	A	G	G	A	C	C	T	G	C	G	C
SAIMIRI	C	C	A	A	G	G	C	T	G	C	A	A	C	T	G	T	G	C	A	A	G	T	C	A	C	A	A	G	G	C	A	G	C	C	T	G	C	A	G	C	G	C	A	T	G	G	C	C	A	G	A	T	C	T	C	A	G	C

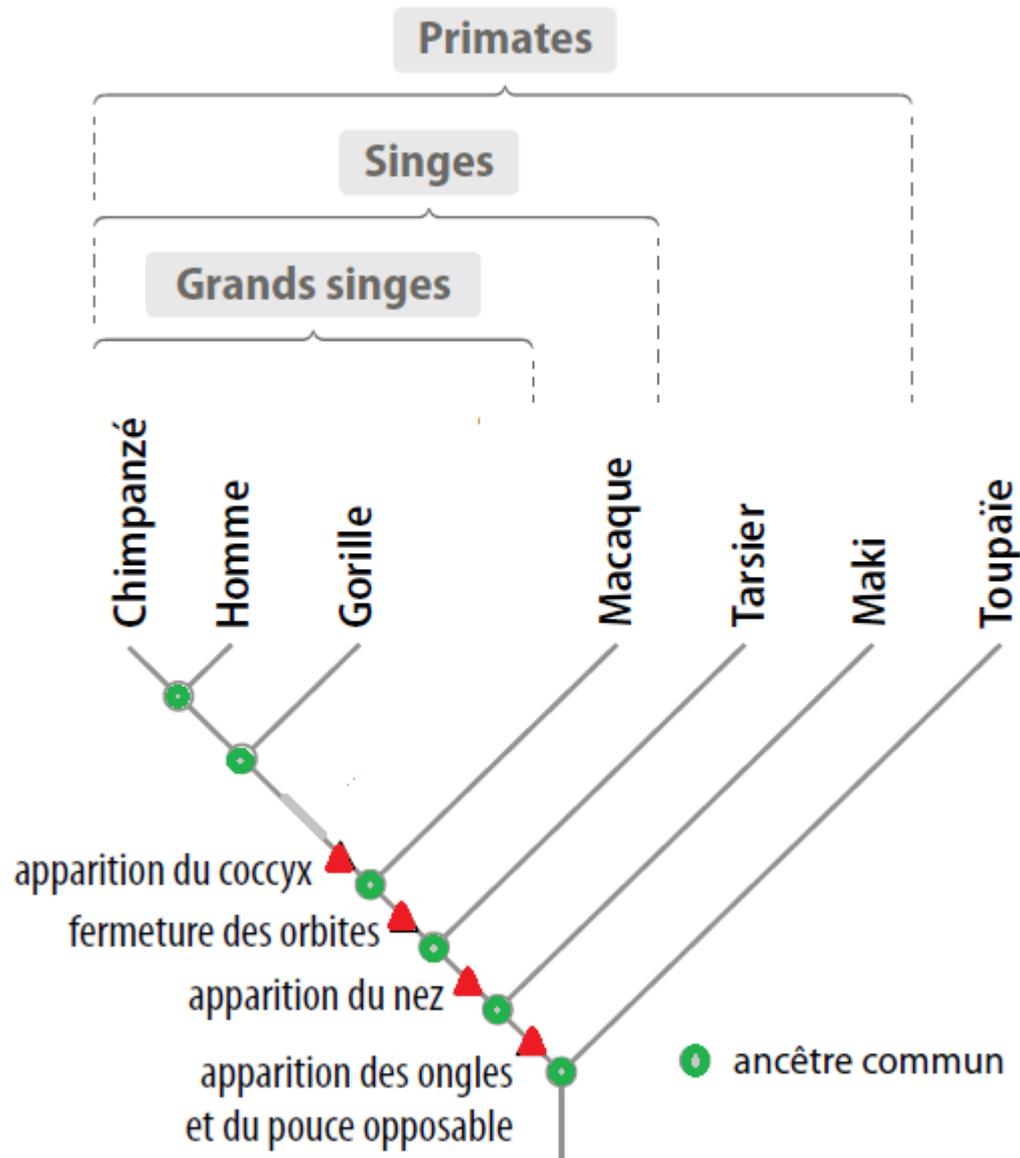
a Comparaison partielle du gène de la microcéphaline chez différents Primates (réalisée avec le logiciel *Phuloaène*).

Activité : positionner l'homme dans le groupe des primates

b Matrice des distances issue de la comparaison de la séquence entière du gène de la microcéphaline (2 529 nucléotides) chez quelques Primates. Les valeurs indiquent le pourcentage de différence. ➤

	HOMME	CHIMPANZE	GORILLE	ORANGUTAN	SAIMIRI
HOMME	0	1.03	1.54	2.85	10
CHIMPANZE		0	1.23	2.57	9.77
GORILLE			0	2.77	9.92
ORANGUTAN				0	9.09
SAIMIRI					0

Activité : positionner l'homme dans le groupe des primates



Arbre phylogénétique obtenu à partir des données anatomiques

Entraînement :

1 QCM

Pour chaque proposition, identifiez la (ou les) bonne(s) réponse(s).

1. Plus 2 espèces partagent de caractères résultant d'innovations évolutives :

- a. plus elles sont proches parentes.
- b. plus leur degré de parenté est grand.
- c. tout dépend des caractères.

2. D'après le DOC. 1, l'être humain est plus proche parent :

	Bonobo	Chimpanzé commun	Homme	Gorille	Macaque
Bonobo	0	0,881	2,64	3,08	11,9
Chimpanzé commun		0	2,64	3,08	11,9
Homme			0	3,08	11,9
Gorille				0	12,3
Macaque					0

DOC 1 Pourcentage de différence dans la séquence de la protéine COX2 chez cinq grands singes.

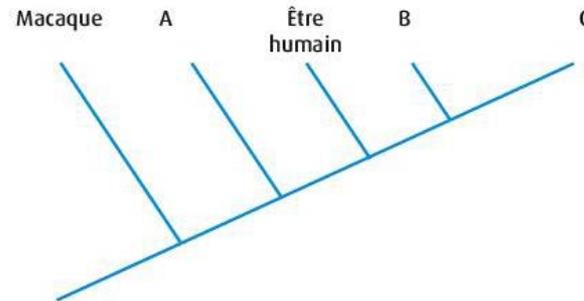
Le gène *cox2* est impliqué dans l'immunité chez les vertébrés. Les séquences de ce gène sont comparées afin d'estimer les ressemblances génétiques entre les espèces et d'en déduire leur degré de parenté.

- a. du chimpanzé commun que du bonobo.
- b. du gorille que du macaque.
- c. du bonobo que du gorille.

3. D'après le DOC. 1, les deux espèces les plus proches parentes sont :

- a. le chimpanzé commun et l'être humain.
- b. l'être humain et le gorille.
- c. le bonobo et le chimpanzé commun.

4. À partir des données du DOC. 1, les liens de parenté entre les espèces ont été représentés sous forme d'un arbre de parenté (DOC. 2).



DOC 2 Arbre de parenté de cinq primates.

Les espèces correspondant aux lettres sont :

- a. A = gorille, B = chimpanzé commun ou bonobo, C = chimpanzé commun ou bonobo.
- b. A = gorille, B = chimpanzé commun forcément, C = bonobo forcément.
- c. A = chimpanzé commun ou bonobo, B = chimpanzé commun ou bonobo, C = gorille.

5. Plus 2 espèces sont proches parentes :

- a. plus leurs derniers ancêtres communs sont lointains dans le passé.
- b. plus leurs derniers ancêtres communs sont récents.
- c. moins elles ont d'ancêtres en commun.

6. D'après les données du DOC. 1, le chimpanzé commun partage l'ancêtre commun le plus récent avec :

- a. l'être humain.
- b. le gorille.
- c. le bonobo.

Chapitre 3 : l'évolution humaine

I. L'homme, un primate

A. Le groupe des primates

B. Construire un arbre phylogénétique

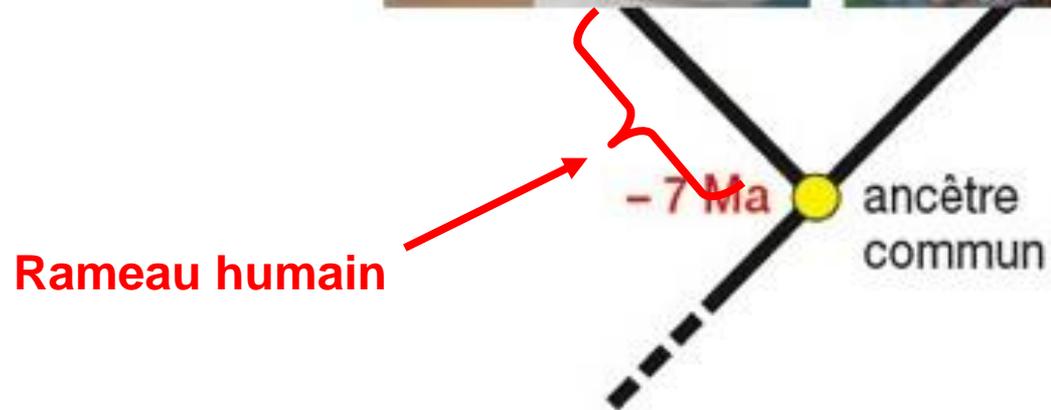
1. en utilisant des caractères anatomiques

2. en utilisant des données moléculaires

C. La place de l'homme parmi les primates

II. La lignée humaine (ou rameau humain)

Le rameau humain :

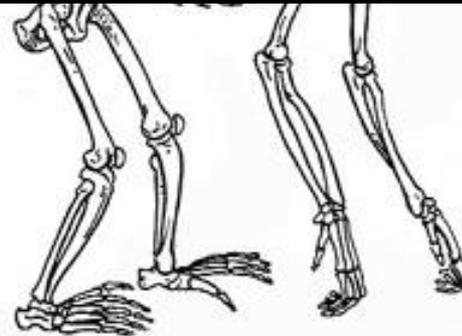
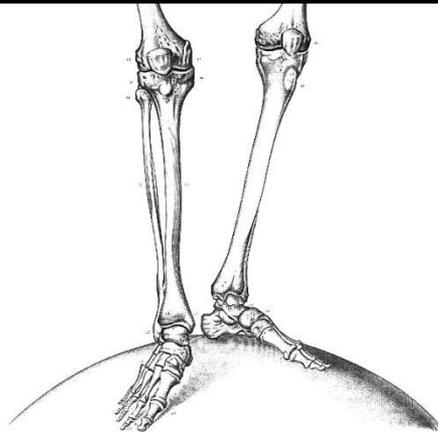


Le rameau humain :

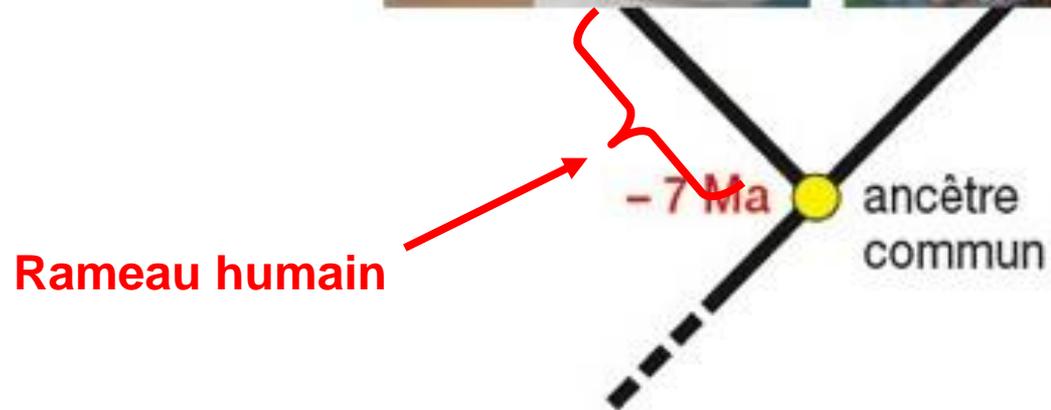


**Caractères dérivés
propres aux
humains**

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



Le rameau humain :



Chapitre 3 : l'évolution humaine

I. L'homme, un primate

A. Le groupe des primates

B. Construire un arbre phylogénétique

1. en utilisant des caractères anatomiques

2. en utilisant des données moléculaires

C. La place de l'homme parmi les primates

II. La lignée humaine (ou rameau humain)

A. L'attribution d'un fossile à la lignée humaine

Le rameau humain :



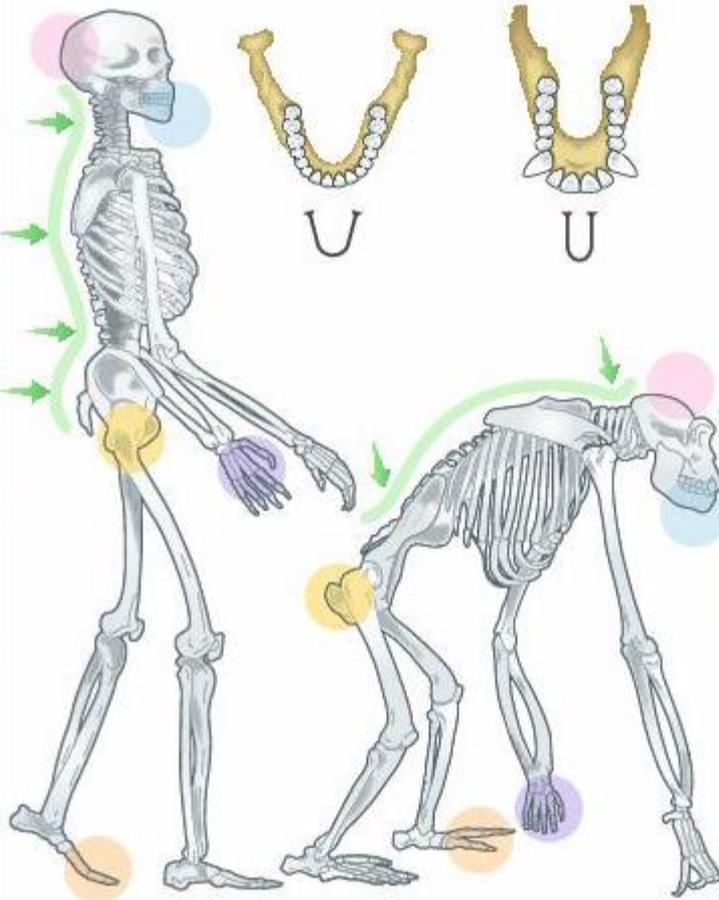
Fossile présentant au moins un des caractères dérivés propres aux humains



Le rameau humain :

1

Comparaison des squelettes de l'Humain bipède permanent et du Chimpanzé quadrupède

	Espèce humaine	Chimpanzé	
<ul style="list-style-type: none">• Crâne arrondi• Face plate• Trou occipital centré• Grand volume crânien		<ul style="list-style-type: none">• Crâne aplati, chignon occipital• Face projetée• Trou occipital à l'arrière• Petit volume crânien	
<ul style="list-style-type: none">• Menton• Mâchoire parabolique (U ouvert)		<ul style="list-style-type: none">• Pas de menton• Mâchoire en forme de U	
<ul style="list-style-type: none">• 4 courbures (cervicale/ dorsale lombaire/sacrée)		<ul style="list-style-type: none">• 2 courbures (cervicale/ dorso-lombaire-sacrée)	
<ul style="list-style-type: none">• Pouce long• Phalanges incurvées		<ul style="list-style-type: none">• Pouce court• Phalanges incurvées	
<ul style="list-style-type: none">• Bassin large et court• Fémurs obliques		<ul style="list-style-type: none">• Bassin étroit et long• Fémurs droits	
<ul style="list-style-type: none">• Voute plantaire• Gros orteil non opposable		<ul style="list-style-type: none">• Pied plat• Gros orteil opposable	

La séparation entre la lignée du Chimpanzé et la lignée humaine est estimée à environ 7 millions d'années.

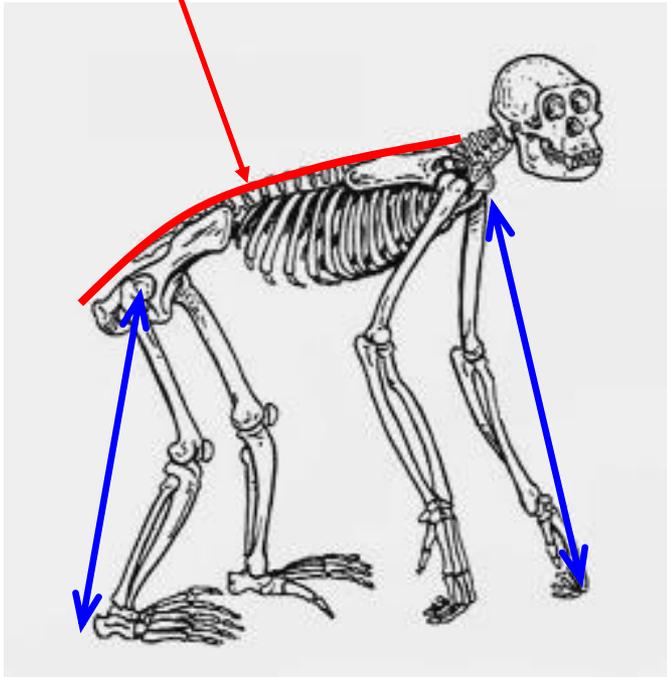
Caractères liés à la bipédie permanente

La colonne vertébrale

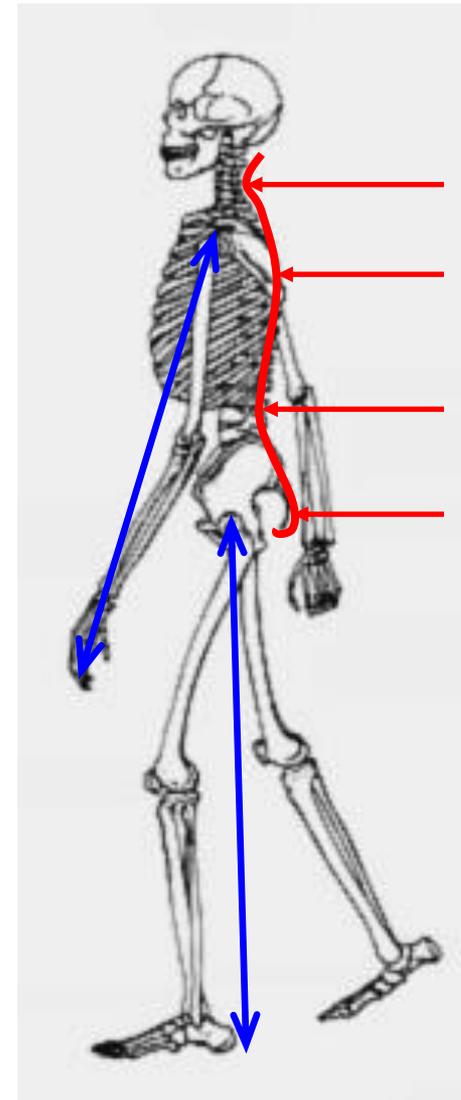
Les membres

Allongement du membre postérieur par rapport au membre antérieur

Membres supérieurs plus grands que les membres inférieurs
1 seule courbure



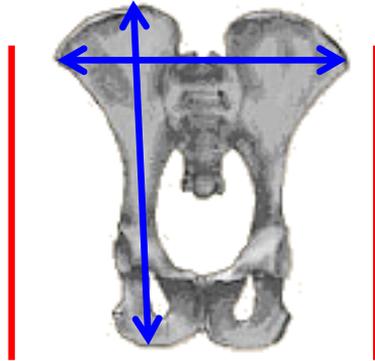
chimpanzé



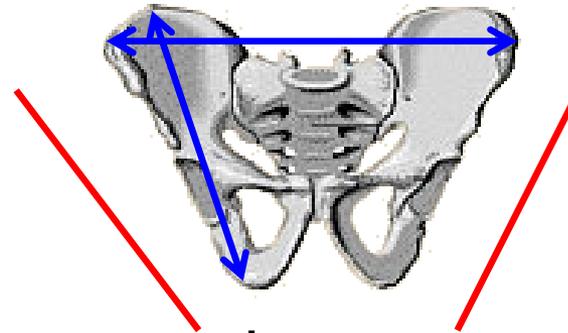
4 courbures

homme

Bassin



grand singe

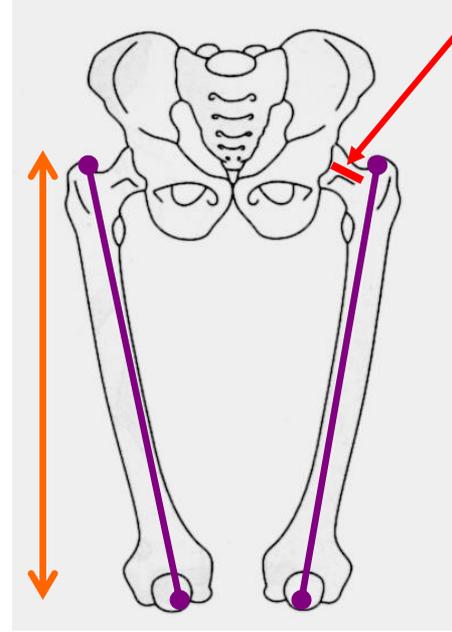
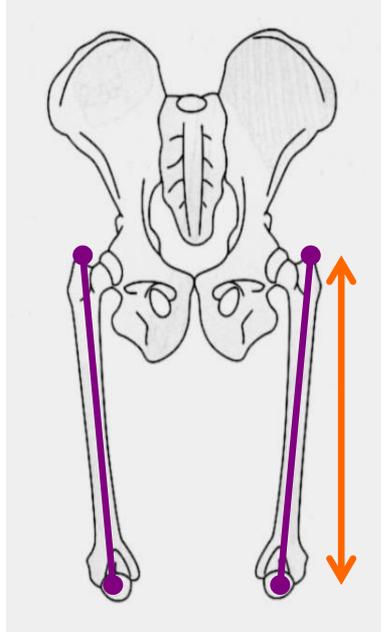


homme

Le bassin de l'homme est :

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

fémur



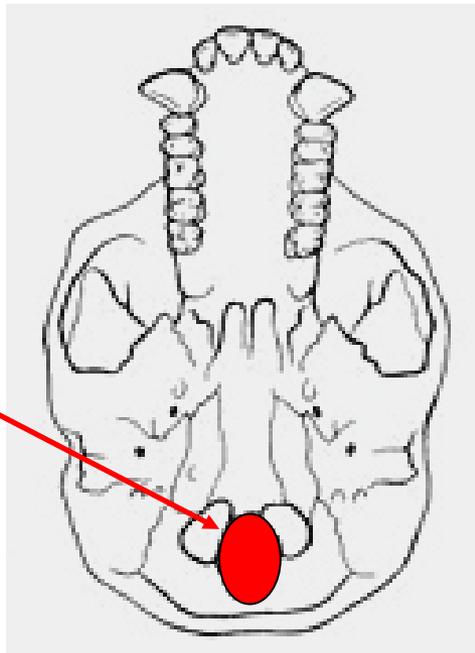
Col du fémur



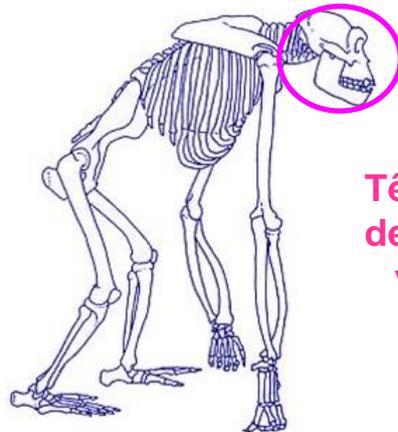
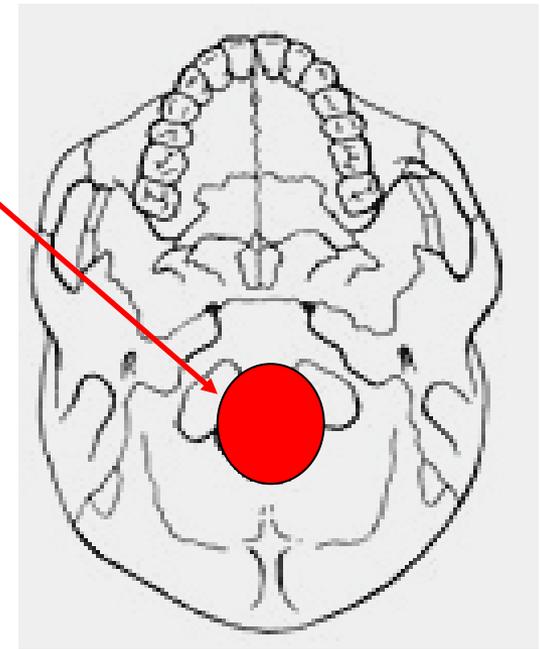
Le fémur est plus long et oblique par rapport à l'axe du corps
Le col du fémur est plus long

Trou occipital

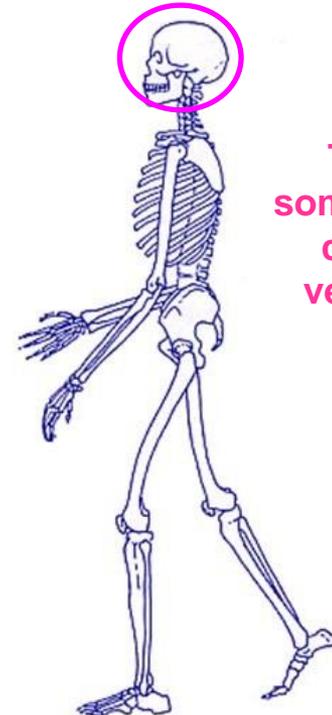
Trou occipital en position reculée



Trou occipital en position avancée



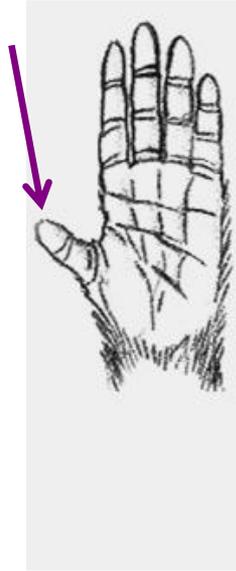
Tête en avant de la colonne vertébrale



Tête au sommet de la colonne vertébrale

La main

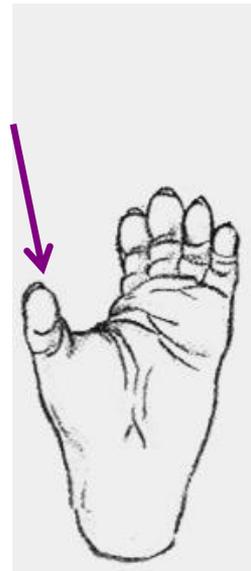
Mouvement du poignet 90 °



Main préhensile (rotation du poignet 180°)

Organe du toucher et de la préhension

Le pied



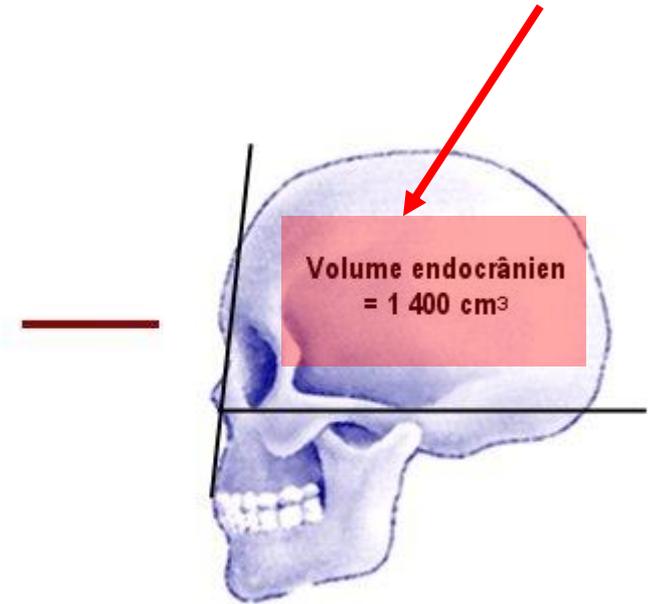
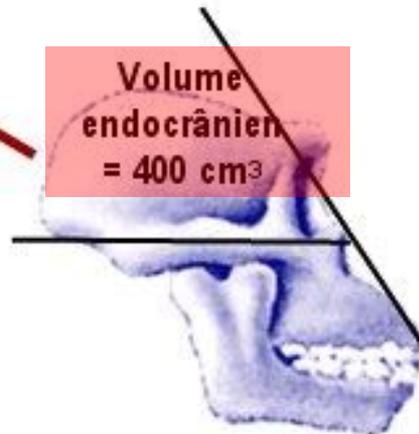
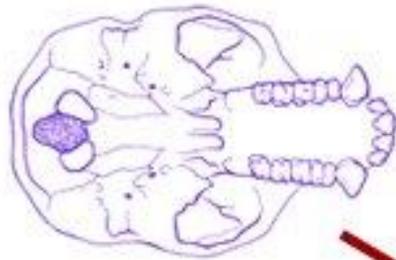
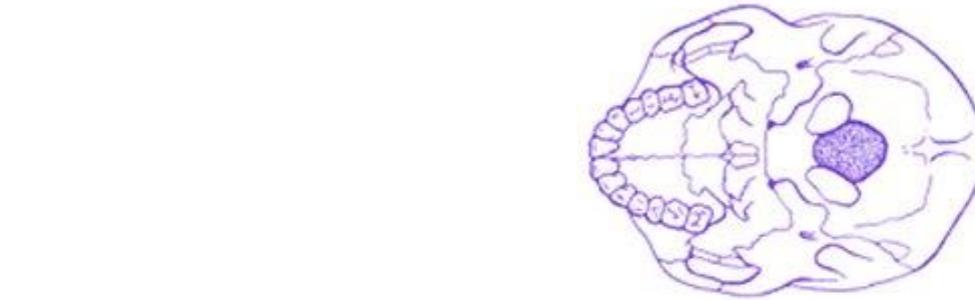
Orteil parallèle aux autres doigts : le pied n'est plus préhensile

Voûte plantaire



Caractères spécifiques du crâne et de la mâchoire

Le crâne



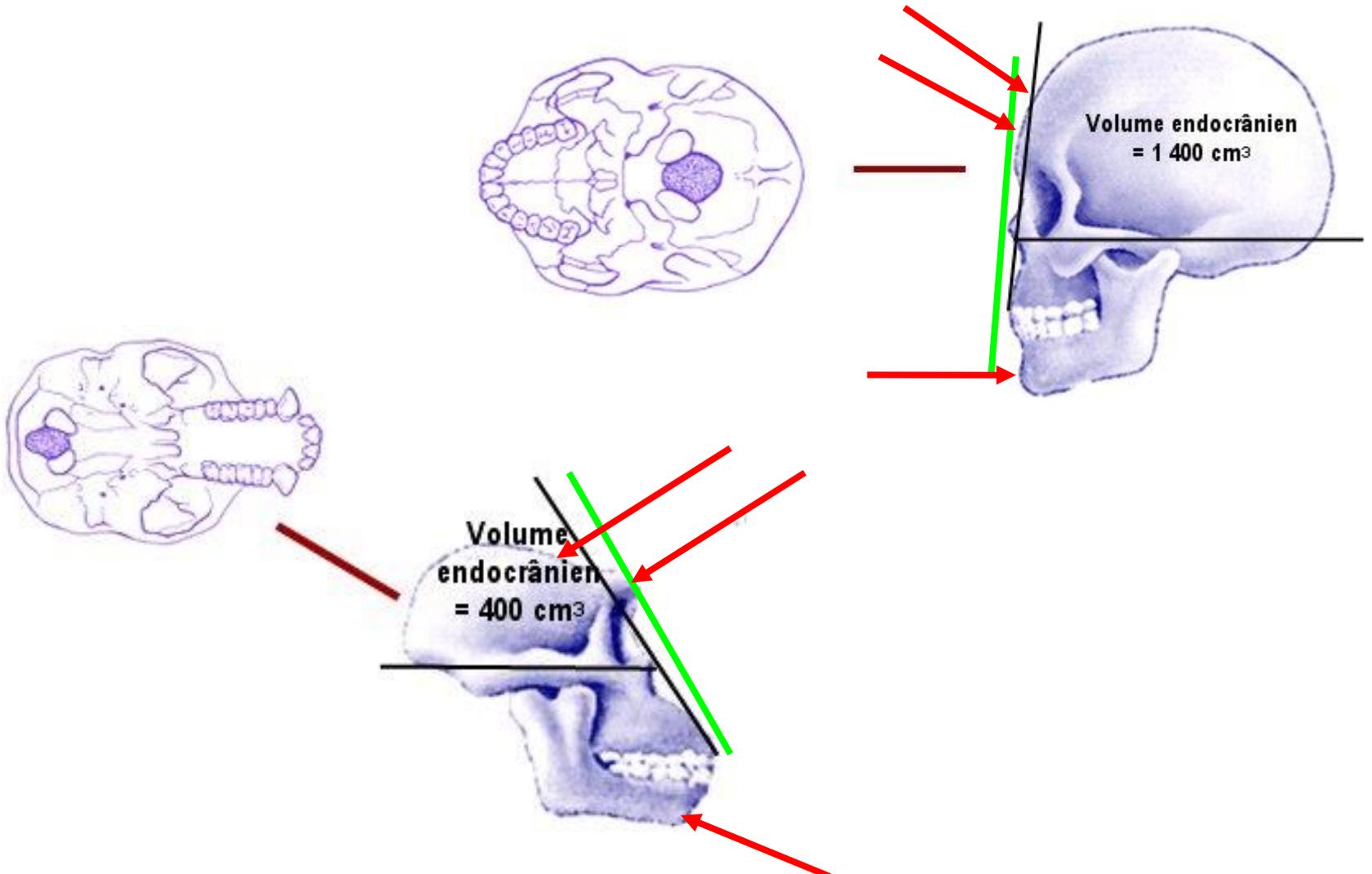
Région crânienne développée vers le haut et l'arrière

Volume crânien élevé

La face

Face presque plate = orthognathe
Front plat

Absence de bourrelets sus-orbitaires
menton

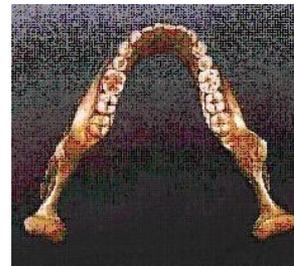
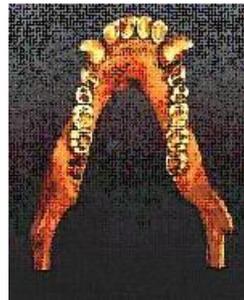
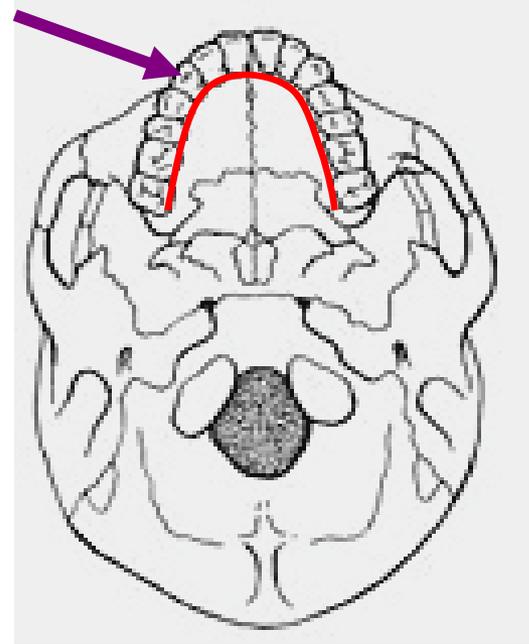
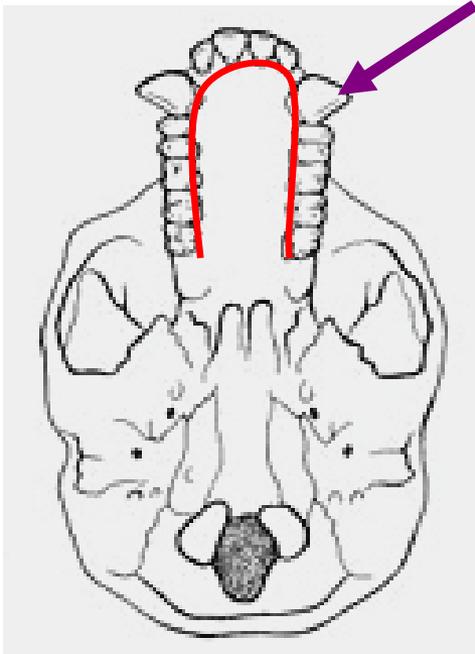


denture

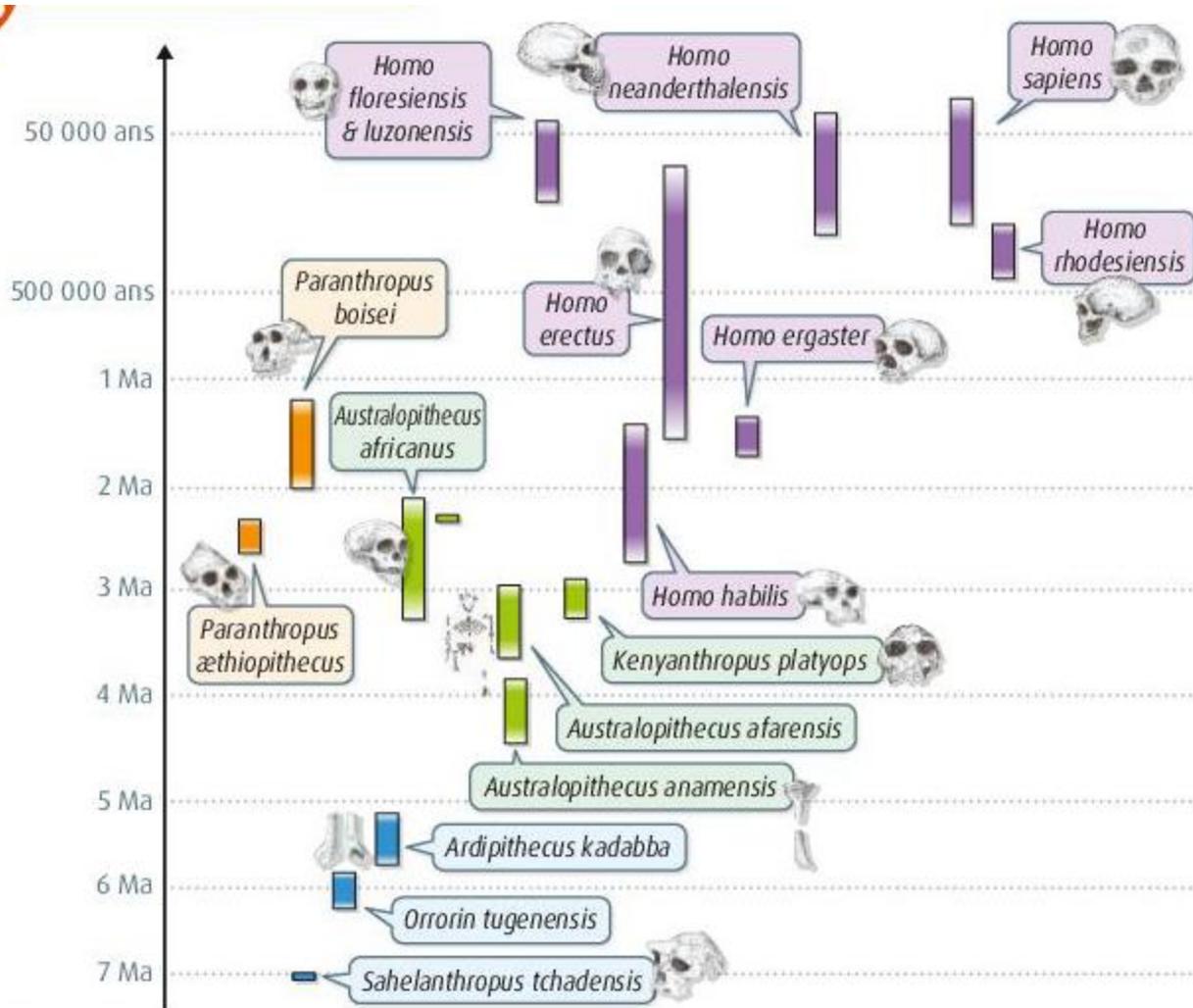
Arcade dentaire parabolique (en V)

Dents serrées, peu différenciées de petite taille

Email épais



La lignée humaine



DOC 2 Répartition temporelle de quelques hominines.

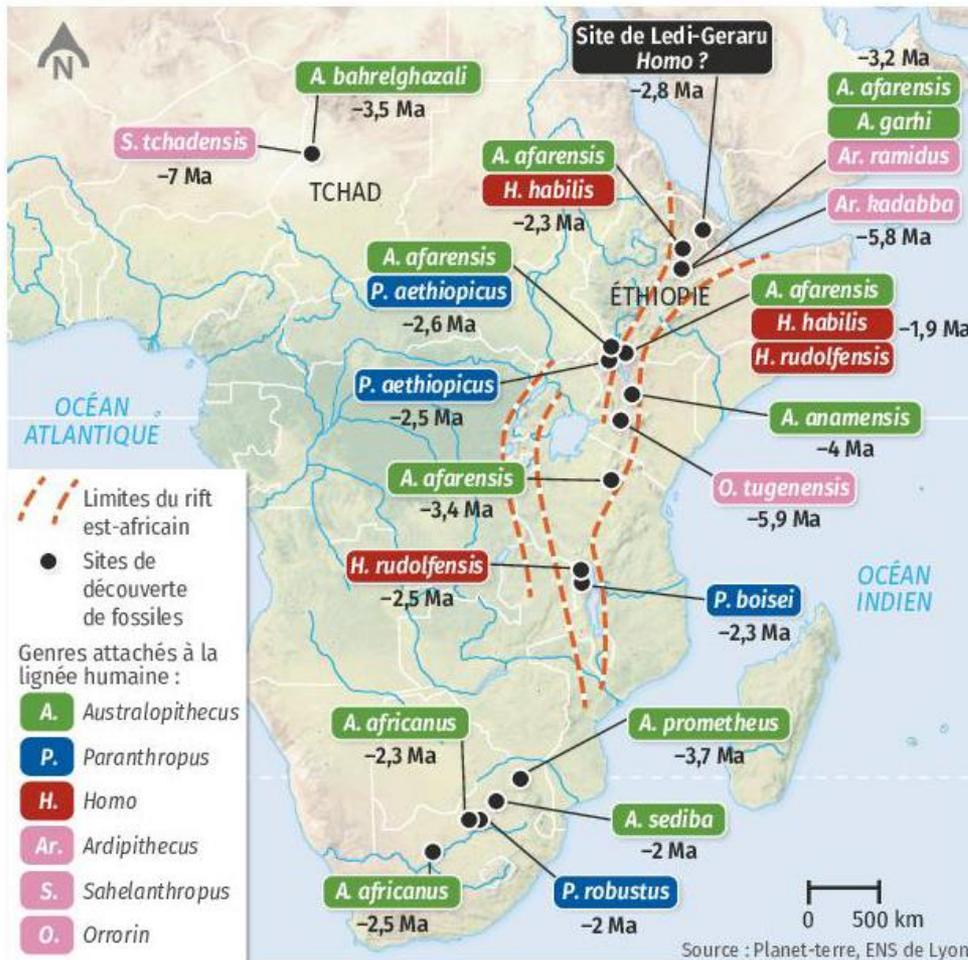
Différentes espèces de la lignée humaine ont évolué conjointement.
Notre espèce, *Homo sapiens*, est aujourd'hui la seule représentante vivante.

D'après Dominique Grimaud-Hervé, 2019

Une origine Africaine

Doc. 2

Sites de découverte des fossiles les plus anciens appartenant à la lignée humaine en Afrique



Le plus ancien fossile humain découvert hors d'Afrique est à ce jour *Homo georgicus*, trouvé en 1999 à Dmanisi en Géorgie et daté de 1,8 million d'années.



Crâne d'*Homo erectus ergaster georgicus* (Homme de Dmanisi).

Numérique

Retracez la découverte d'une nouvelle espèce humaine, *Homo luzonensis*, sur [LLS.fr/ESTP208](https://lls.fr/ESTP208)

Chapitre 3 : l'évolution humaine

I. L'homme, un primate

A. Le groupe des primates

B. Construire un arbre phylogénétique

1. en utilisant des caractères anatomiques

2. en utilisant des données moléculaires

C. La place de l'homme parmi les primates

II. La lignée humaine (ou rameau humain)

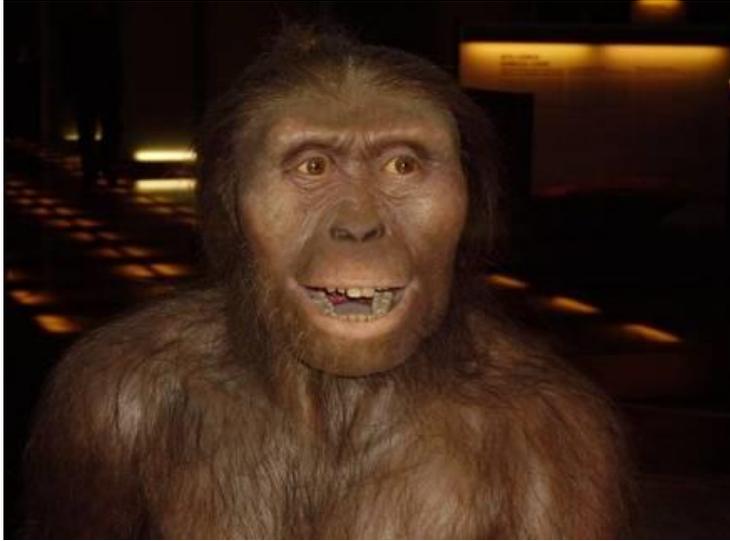
A. L'attribution d'un fossile à la lignée humaine

B. Le genre Homo

C. Homo sapiens

Les Australopithèques

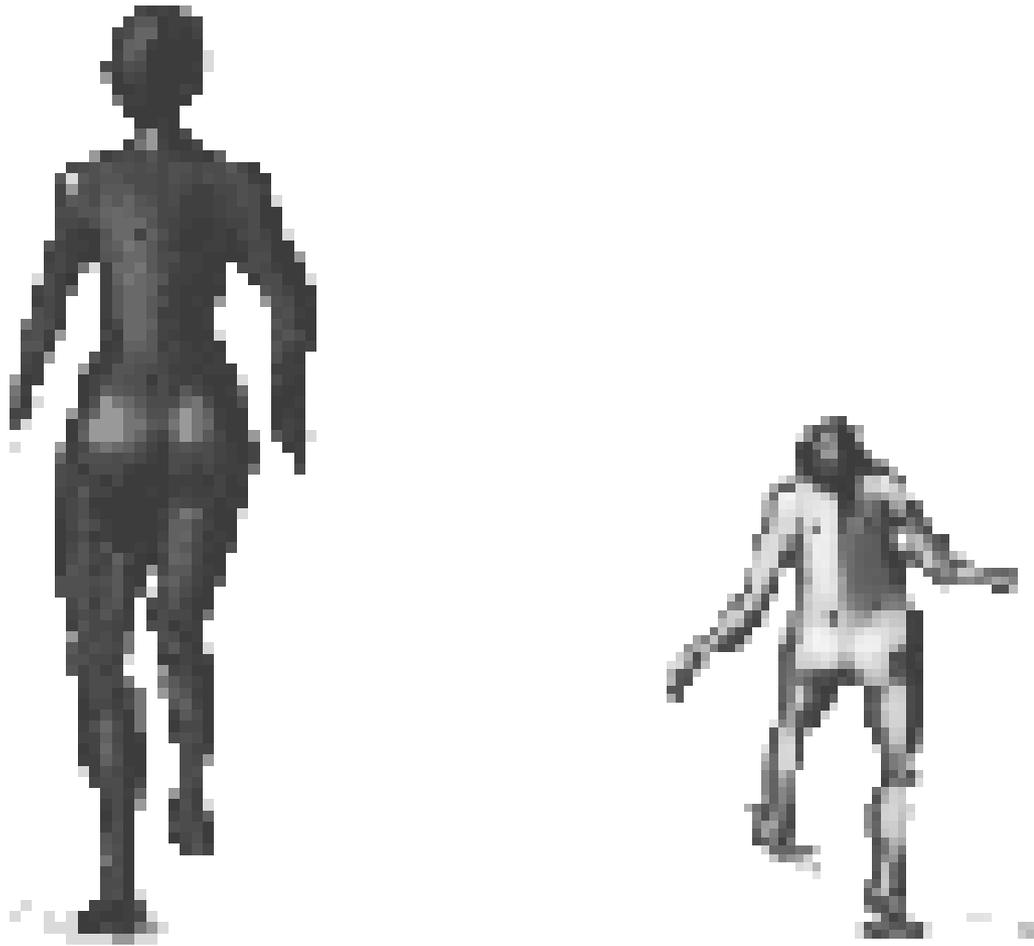
4,5 MA → 1 MA



A. Afarensis (Lucy)



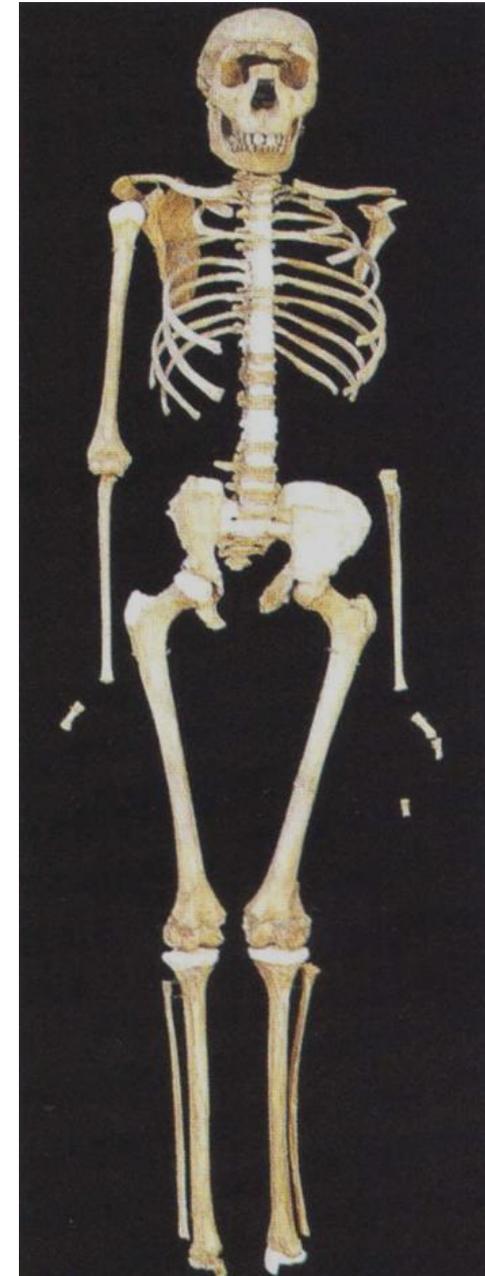
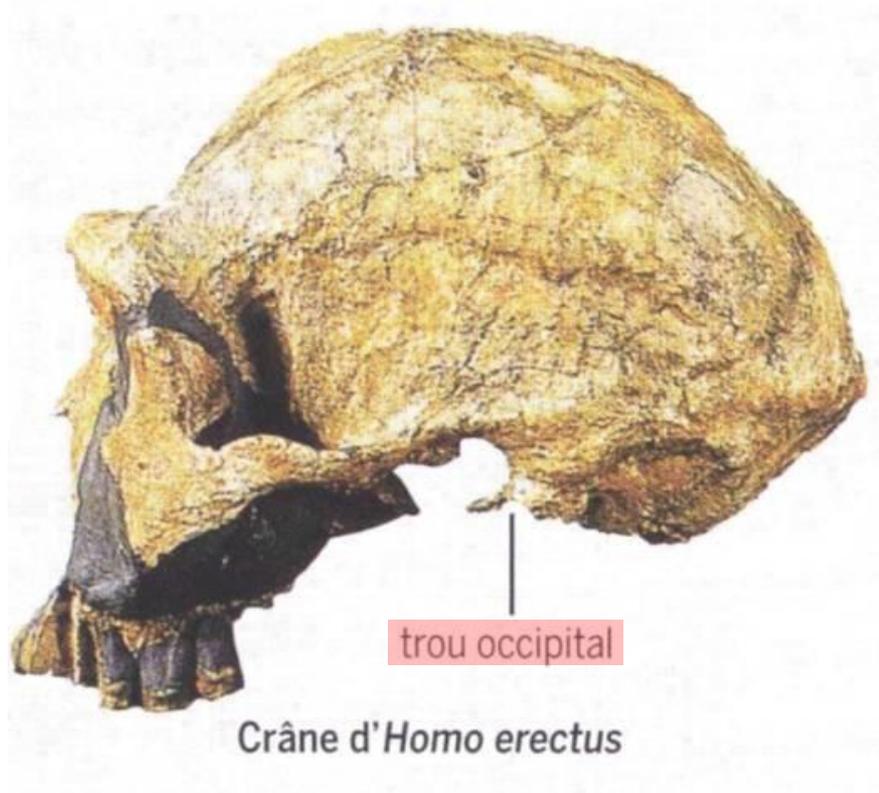
Les Australopithèques



Bipédie permanente mais imparfaite

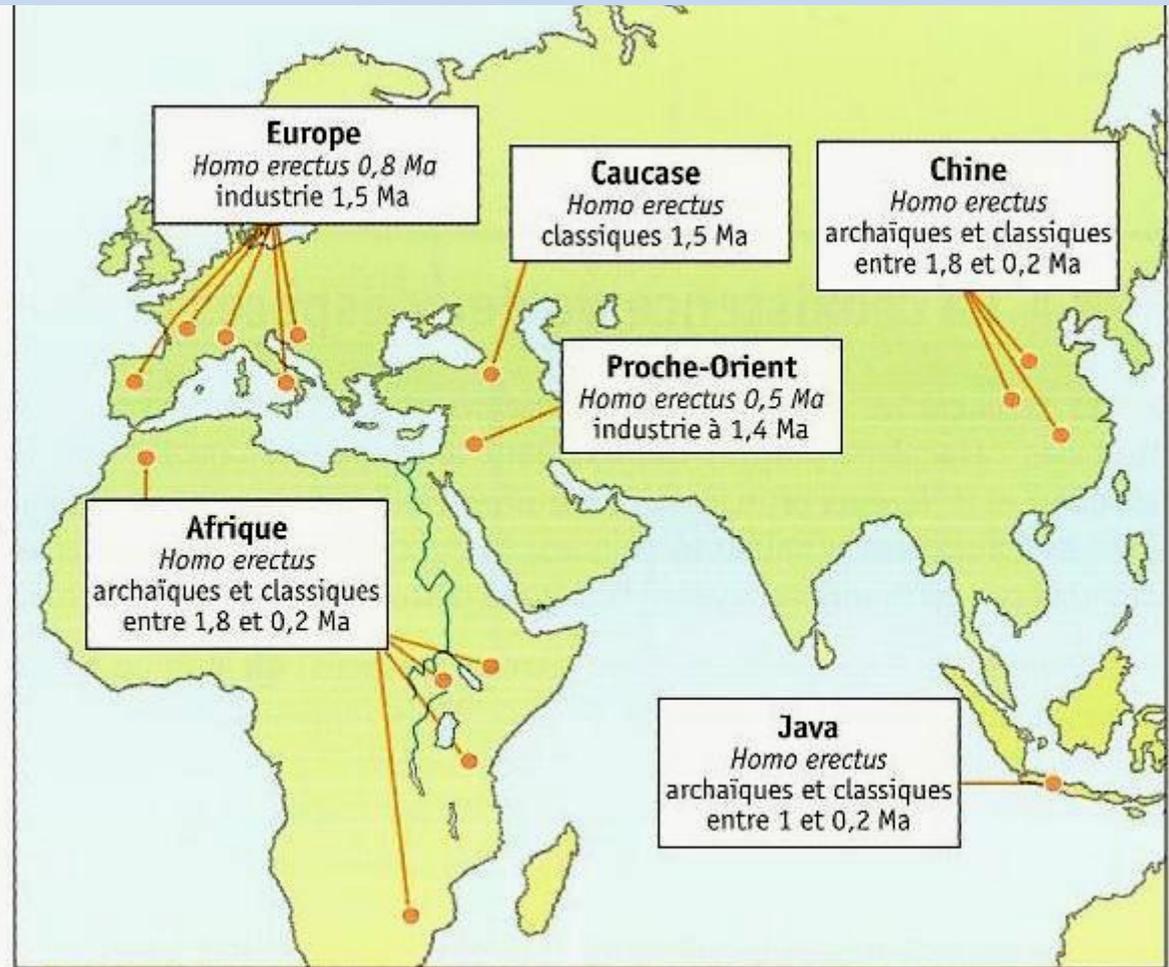
Caractéristiques du genre Homo

-2.5 Ma → actuel



Bipédie plus élaborée
Capacité crânienne importante

Caractéristiques du genre Homo



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.

Homme de Neandertal

Ont peuplé l'Europe de **110 000 à 30 000 ans**.

Corps trapu (membres courts), robuste 1,70 m pour 70 à 90 Kg, très musclé.

Capacité crânienne environ **15% plus grande** que celle de l'*Homo sapiens* : **1500 à 1750 cm³**.

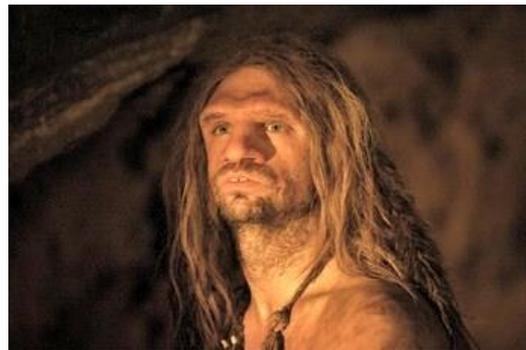
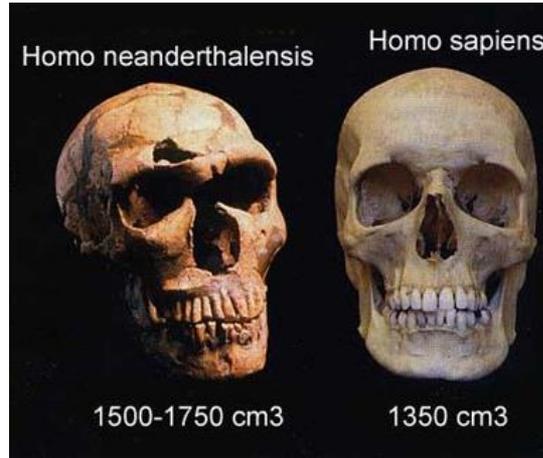
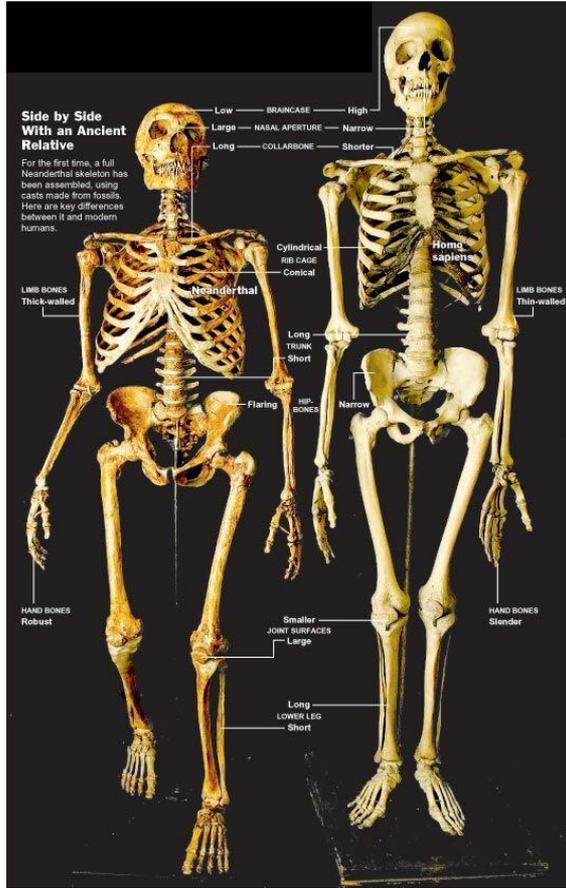
Adaptés aux conditions glaciaires de l'Europe de cette époque (glaciations successives).

Outillage varié

Pratique des rites funéraires



Homme de Neandertal



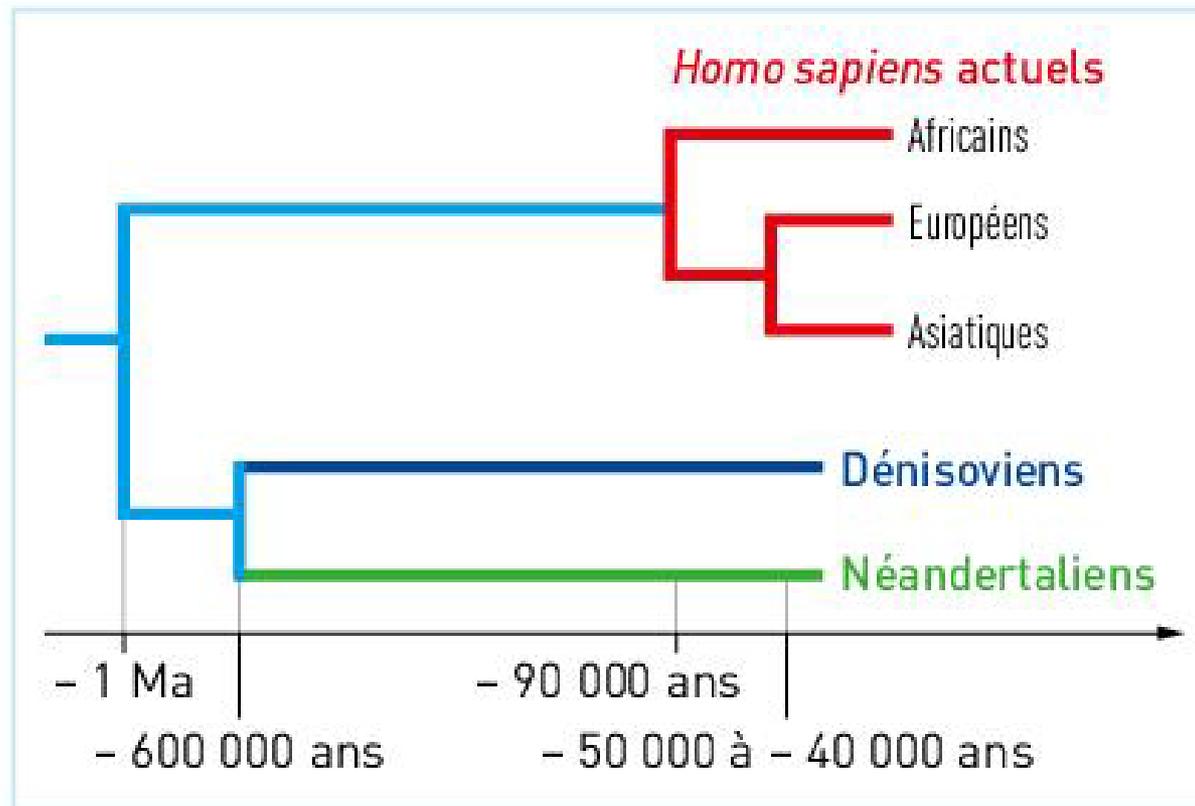
l'Homme de Denisova



Métisse entre une femme néandertalienne et un homme dénisovien **-90 000 ans (Sibérie)**

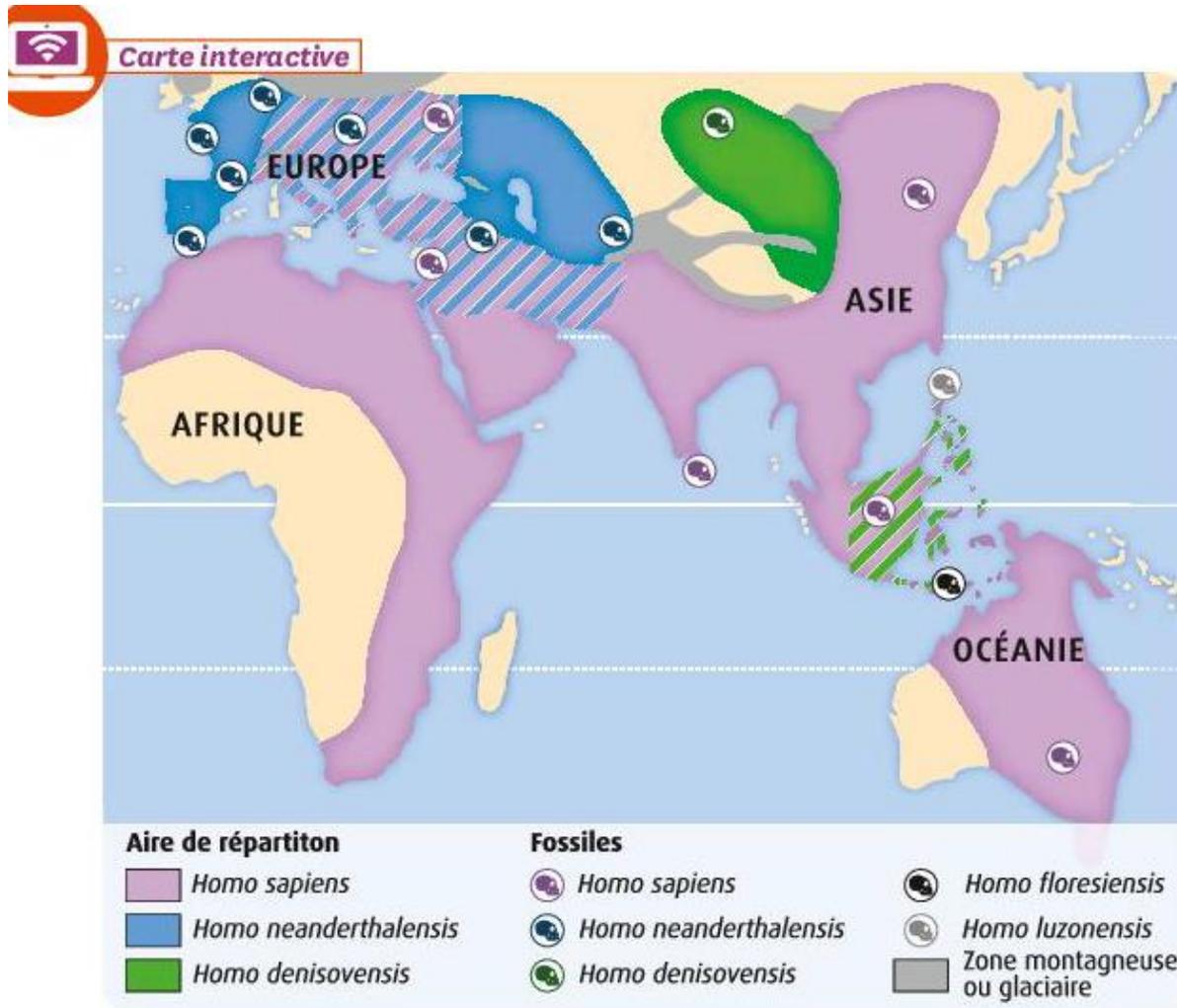


Relations de parenté avec néandertaliens et dénisoviens



a **Arbre phylogénétique** des représentants les plus récents du genre *Homo*, construit à partir de la comparaison de leur génome*.

Aires de répartition de quelques espèces du genre homo



DOC 3 Aire de répartition supposée des espèces du genre *Homo* il y a 40 000 ans : *Homo sapiens*, *H. neanderthalensis*, *H. floresiensis*, *H. denisovensis*, *H. luzonensis*. Cette carte a été établie grâce à la découverte et la datation de restes humains (ossements, productions, outils).

Hybridations au sein du genre homo

Les migrations des différentes populations humaines au cours du temps ont été établies grâce à la localisation et la datation des ossements, productions et outils découverts. Par ailleurs, par détermination de la séquence en nucléotides de génomes entiers préservés dans certains ossements, les généticiens ont mis en évidence un métissage d'*Homo sapiens* avec *Homo neanderthalensis* en Europe et *Homo denisovensis* en Asie. Cela signifie que des individus considérés comme appartenant à des espèces distinctes se sont reproduits et ont eu une descendance fertile... Par conséquent, faut-il encore les considérer comme des espèces distinctes? Le débat est ouvert. Ce métissage est visible dans le génome des humains actuels. On estime que 2% du génome des Eurasiatiques proviennent des Néandertaliens et que 5% du génome des Papous de Nouvelle-Guinée est originaire des Denisoviens (voir aussi définition d'une espèce en paléanthropologie p. 240 et **DOC. 4** p. 251).

DOC 4 Des métissages au sein du genre *Homo*.

Chapitre 3 : l'évolution humaine

I. L'homme, un primate

A. Le groupe des primates

B. Construire un arbre phylogénétique

1. en utilisant des caractères anatomiques

2. en utilisant des données moléculaires

C. La place de l'homme parmi les primates

II. La lignée humaine (ou rameau humain)

A. L'attribution d'un fossile à la lignée humaine

B. Le genre Homo

C. Homo sapiens

Biodiversité intraspécifique = diversité génétique des individus d'une même espèce.



99,9 % de ressemblance génétique

Alimentation et microbiote



Burkina Faso

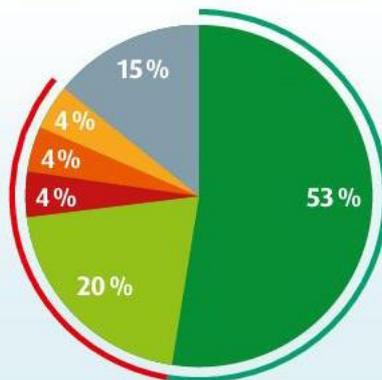
Régime alimentaire: principalement végétarien, à base de céréales et de légumineuses.



Italie

Régime alimentaire: plus carné et à base de blé. Par rapport au régime burkinabé, plus riche en glucides (+98%), lipides (+118%) et en protéines (+83%), moins riche en fibres (30%).

MICROBIOTE D'ENFANTS BURKINABÉS



Bacteroidetes

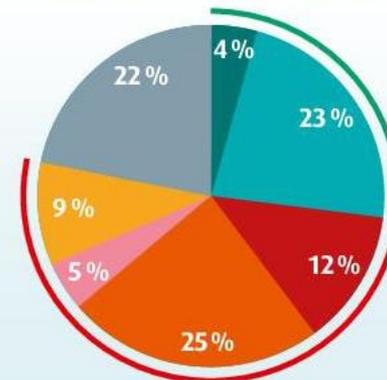
- Preotella
- Xylanibacter
- Alistipes
- Bacteroides

Firmicutes

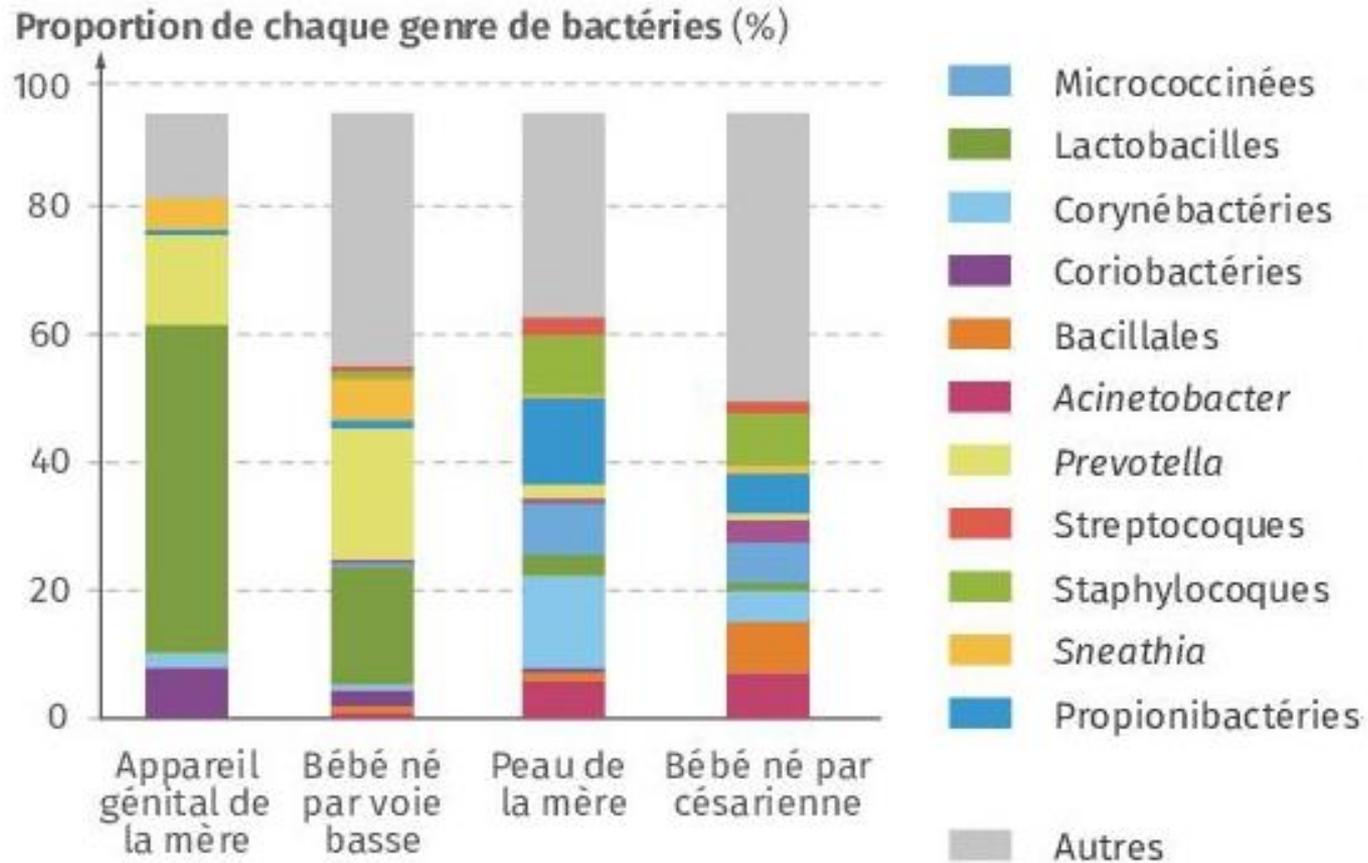
- Acetitomaculum
- Faecalibacterium
- Roseburia
- Subdoligranulum

Autres

MICROBIOTE D'ENFANTS FLORENTINS



Transmission du microbiote



▶ Comparaison des microbiote maternels et de l'enfant pour deux types de naissance.

Transmission des langues



Interview de Gilles Siouffi, linguiste et professeur à Sorbonne Université

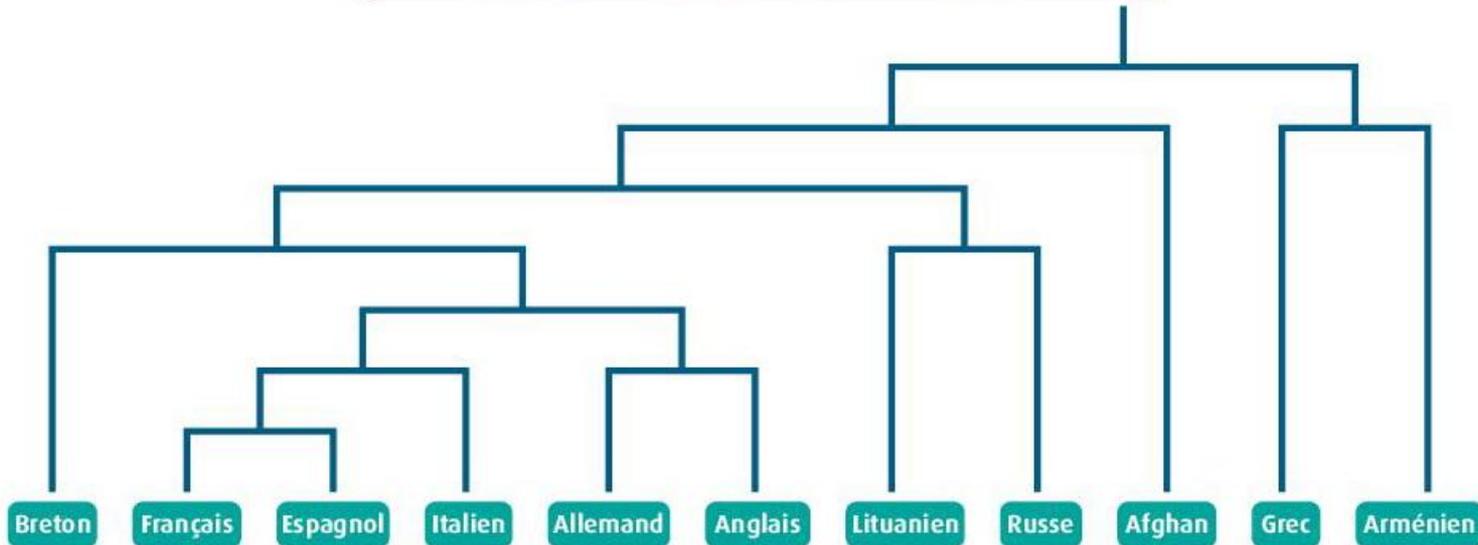
Podcast



Il existe différentes méthodes pour établir des parentés entre les langues. L'une d'elles consiste à identifier les mots que les langues ont hérités d'un ancêtre commun. Cette approche, qui retrace l'évolution d'un mot, est une approche linguistique évolutionniste. C'est comme cela que l'on conclut que le français fait partie des langues romanes, c'est-à-dire héritées du latin. Les langues apparentées possèdent un nombre significatif de points communs : sur l'étymologie des mots, la grammaire ou encore la phonétique par exemple. Les langues peuvent alors, comme les êtres vivants, être positionnées sur des arbres phylogénétiques.

Cette approche possède cependant des limites. L'arbre phylogénétique ne permet pas de prendre en compte les métissages entre les différentes langues. L'anglais est par exemple une langue très métissée, issue approximativement à 50 % d'une langue germanique et à 50 % du latin (parfois par le biais du français). Il faut aussi compter avec certains changements brutaux comme la disparition d'une langue. L'abandon du gaulois vers le ^ve siècle ne peut ainsi s'expliquer qu'en prenant en compte le contexte historique de la conquête de la Gaule par l'empire romain.

Une phylogénie de quelques langues indo-européennes



L'exercice 2

12 Les liens de parenté des primates

✓ Analyser des matrices de caractères afin de construire un arbre phylogénétique

Le groupe des primates présente une grande diversité avec plus de cent quatre-vingts espèces répertoriées. Au sein du groupe, la phylogénie permet de préciser les liens de parenté par l'étude des caractères qu'ils possèdent.

Caractères étudiés	Griffes ou ongles plats	Narines	Appendice nasal	Queue
Espèces				
Koala (extra-groupe)	Griffes	Écartées	Truffe	Présence
Indri	Ongles	Écartées	Truffe	Présence
Tarsier	Ongles	Écartées	Nez	Présence
Babouin	Ongles	Rapprochées	Nez	Présence
Orang-outang	Ongles	Rapprochées	Nez	Absence

1 Matrice de caractères de cinq mammifères.

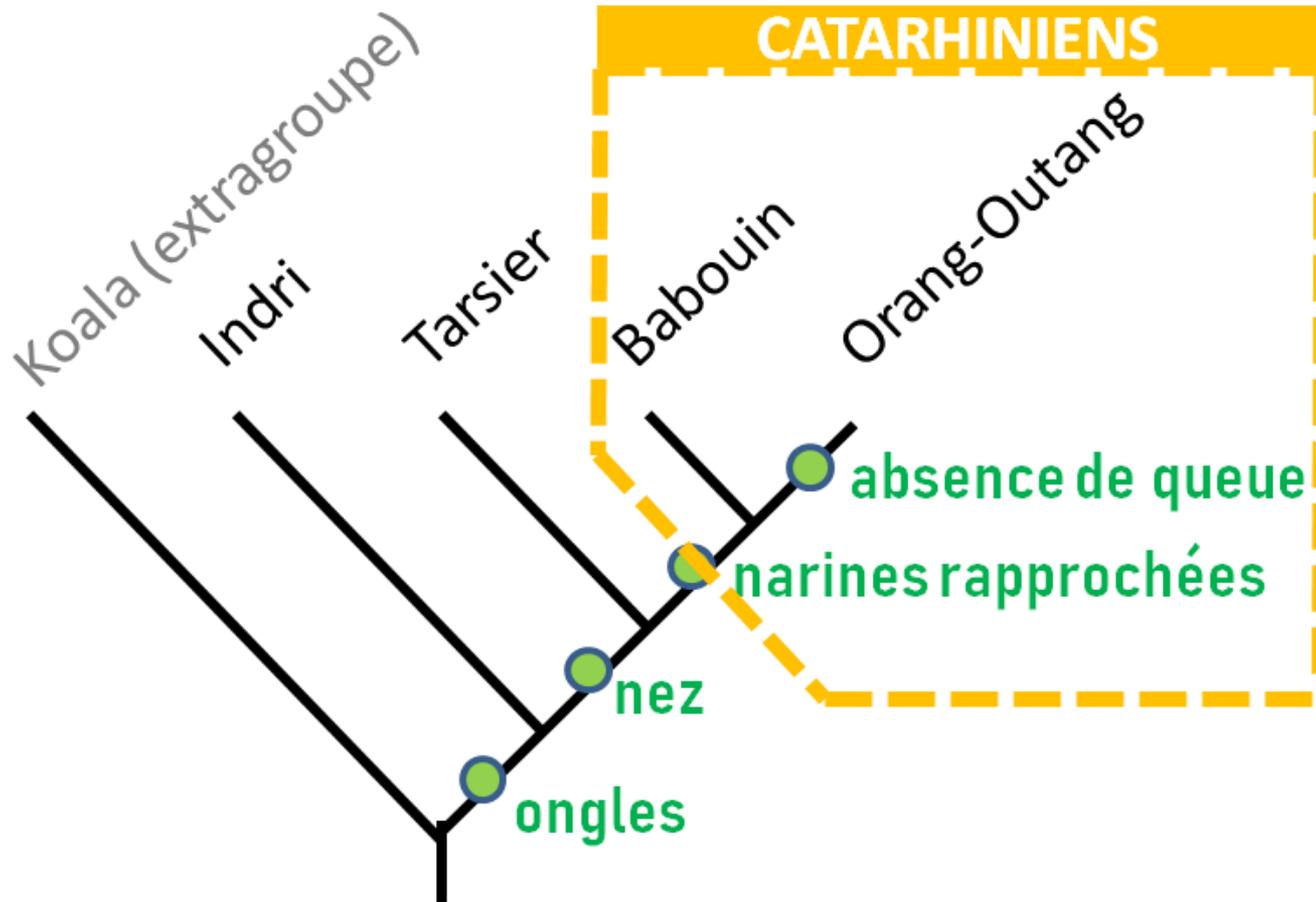
Questions

1. Construire l'arbre phylogénétique des espèces présentées, en ne retenant comme caractères que les innovations évolutives et en précisant bien les caractères partagés.
2. Entourer le groupe des catarhiniens sur l'arbre phylogénétique, sachant que ce groupe est constitué de primates ayant des narines rapprochées.



2 **Le tarsier des Philippines.**
C'est l'un des plus petits primates existants. Il mesure environ 10 cm.

Correction de l'exercice 2



Arbre phylogénétique obtenu à partir des données de la matrice.

L'exercice 3

17 Une phylogénie des primates précisée à l'aide de données moléculaires

✓ Analyser des matrices de caractères afin de construire un arbre phylogénétique

L'être humain se situe phylogénétiquement au sein des hominidés et, plus largement, au sein des primates. Une phylogénie établie à partir de critères morpho-anatomiques peut être précisée avec des données moléculaires.

Séquence étudiée	Chimpanzé	Macaque	Gorille
Opsines bleues (protéines)	100 %	96 %	99,7 %
Gène MYH16	97,7 %	96,6 %	97,7 %
Gène ASPM	99,5 %	97,3 %	99,1 %

1 Résultats de comparaison de quelques séquences peptidiques et nucléotidiques entre l'être humain et d'autres primates.

Questions

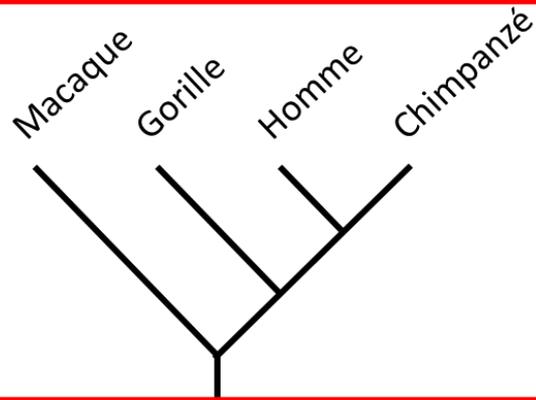
1. Proposer un arbre phylogénétique basé sur les données du tableau
2. Au sein des primates, quelle est l'espèce la plus apparentée à l'être humain ? Justifiez votre réponse.



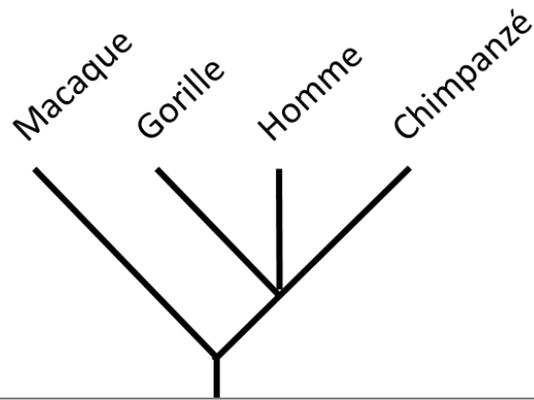
2 Macaque japonais

Correction de l'exercice 3

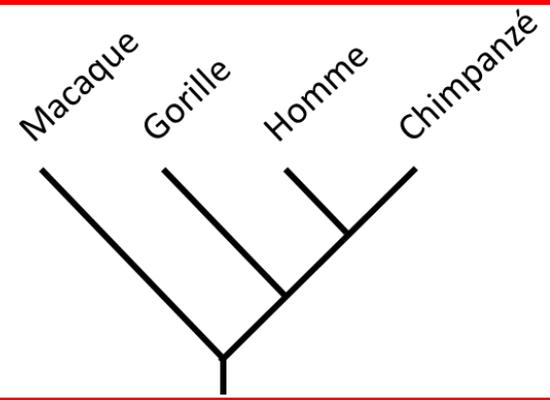
Q1 : Arbres phylogénétiques contruits en exploitant les données **de comparaisons des séquences** des protéines opsines bleues



du gène MYH16



du gène ASPM



Q2 : Pour deux des trois molécules utilisées pour établir de relations de parenté entre ces espèces (opsines bleues et gène ASPM), le chimpanzé est l'espèce qui est la plus proche de l'homme (parce que la comparaison des séquences peptidiques ou nucléotidiques révèle le moins de différence). Pour la dernière molécule utilisée (gène MYH16), chimpanzé et gorille apparaissent aussi proches l'un que l'autre de l'homme.

En synthèse, on peut donc raisonnablement penser que **le chimpanzé est l'espèce la plus proche de l'homme.**

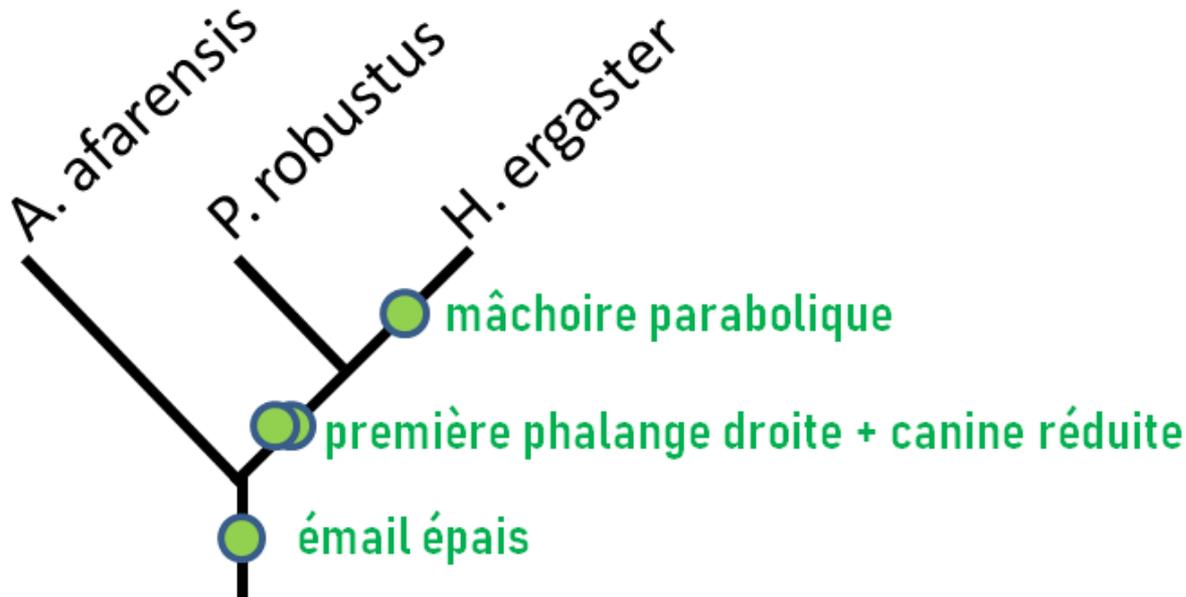
Correction de l'exercice 4

8 Quelques attributs de trois représentants de la lignée humaine⁽¹⁾

Construire l'arbre de parenté correspondant en positionnant chaque espèce et les innovations évolutives.

	Forme de la mâchoire	Canines	Première phalange	Épaisseur de l'émail des dents
<i>Australopithecus afarensis</i> (-2,5 à -3,5 MA)	En U	Développées	Incurvée	<u>Épais</u>
<i>Paranthropus robustus</i> (-2,2 à -1 MA)	En U	<u>Réduites</u>	<u>Droite</u>	<u>Épais</u>
<i>Homo ergaster</i> (-2,2 à -1 MA)	<u>Parabolique</u>	<u>Réduites</u>	<u>Droite</u>	<u>Épais</u>

(1) Les caractères à l'état dérivé sont soulignés.



Arbre de parenté de quelques représentants de la lignée humaine

L'exercice 5

13 Exploiter des documents, rédiger une argumentation scientifique

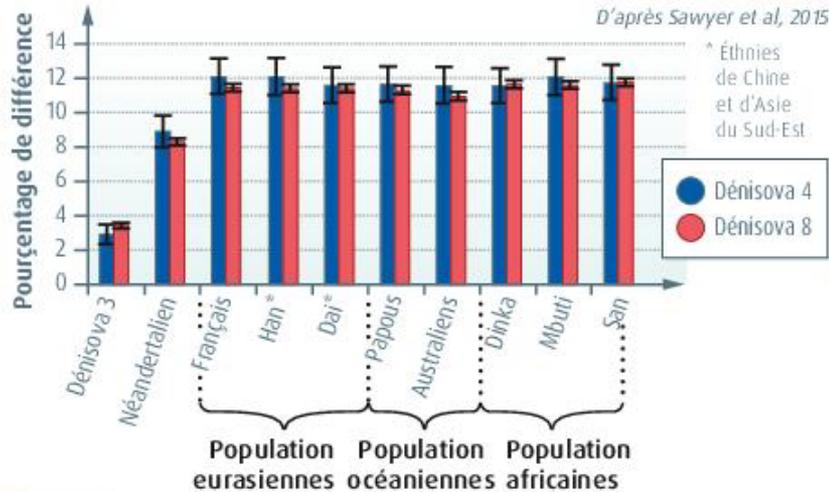
Les Dénisoviens

En 2008, au cours de fouilles dans la grotte de Denisova au Sud de la Sibérie, des chercheurs découvrent une phalange.

Ils l'attribuent à un Néandertalien, notamment en raison de la découverte d'os néandertaliens à 150 km de la grotte.

D'autres fragments d'os et de dents sont découverts quelques années plus tard. En effectuant des comparaisons génétiques, les chercheurs décident d'attribuer trois de ces fossiles à une nouvelle espèce, celle de Dénisoviens.

Les fossiles sont nommés Denisova 3, 4 et 8.



DOC 1 Comparaison de l'ADN de Denisova 4 et 8 avec celui de Denisova 3, Néandertal et des humains actuels. L'ADN de Néandertal est issu de la phalange trouvée quelques années plus tôt dans la grotte.

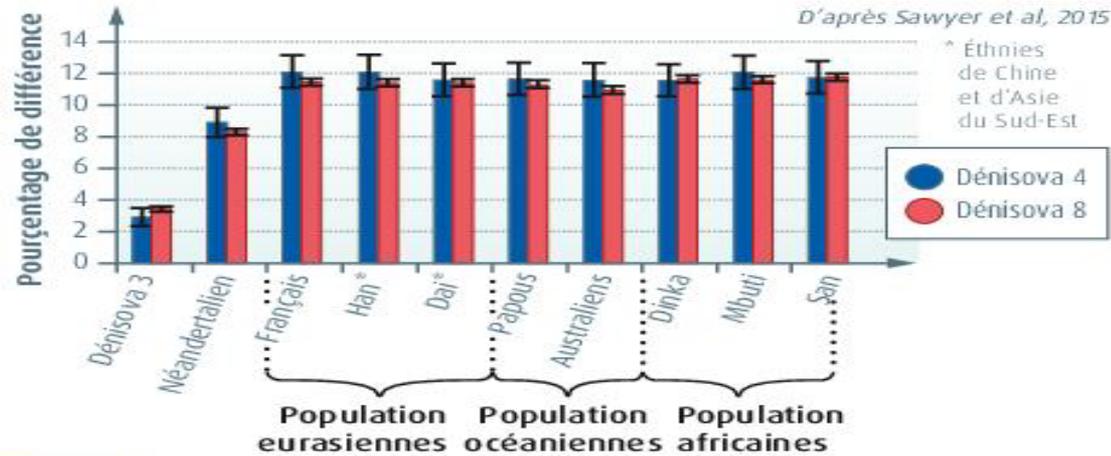
QUESTION

À l'aide du **DOC 1**, exposez les arguments scientifiques qui justifient la décision des chercheurs.

AIDE

- Les résultats des comparaisons pour Denisova 4 et 8 sont-ils différents ?
- De quel individu les ADNs de Denisova 4 et 8 sont-ils le plus proche ?

Correction de l'exercice 5



DOC 1 Comparaison de l'ADN de Dénisova 4 et 8 avec celui de Dénisova 3, Néandertal et des humains actuels. L'ADN de Néandertal est issu de la phalange trouvée quelques années plus tôt dans la grotte.

Le document présenté montre un très faible pourcentage de différence (moins de 4%) entre les ADN de Denisova 3, 4 et 8, alors que les ADN de Denisova 4 et 8 présentent environ 8% de différence avec l'ADN du fossile néanderthalien et presque 12% avec l'ADN de différentes populations d'*Homo sapiens* actuels.

Le peu de différences entre les ADN des trois fossiles dénisoviens justifie de les positionner dans une même espèce, tandis que la différence plus importante existant entre ces ADN et celui du Néanderthalien justifie que cette nouvelle espèce soit distincte de celle de l'homme de Neandertal. La différence encore plus importante existant entre ces ADN et celui des *Homo sapiens* actuels, confirme que ces fossiles n'appartiennent pas non plus à notre espèce.

C'est pourquoi les chercheurs ont décidé d'attribuer ces trois fossiles à une nouvelle espèce : celle des dénisoviens.

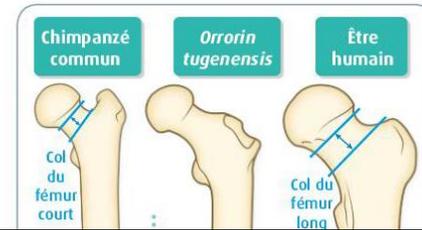
L'exercice 6

La découverte d'*Orrorin tugenensis*

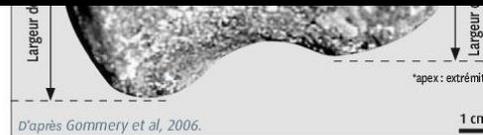
En 2000, treize ossements correspondant au moins à cinq individus distincts, sont mis au jour dans les collines Tugen du rift* kényan. Leur analyse révèle qu'il s'agit d'une nouvelle espèce, que les chercheurs nomment *Orrorin tugenensis*. *Orrorin* signifie «l'homme des origines», en langue locale. Ces ossements ont été datés à environ -6 Ma.



*rift : fossé d'effondrement dû à l'action de forces tectoniques divergentes.



⚠️ Rappel : Un fossile sera considéré comme appartenant à la lignée humaine s'il possède au moins un caractère que possède l'homme mais pas le chimpanzé. ⚠️



DOC 1 Phalange de pouce de *Orrorin tugenensis*.

	Être humain	Chimpanzé commun	Orang-Outan de Bornéo
$\frac{l_{AP}}{l_b} \times 100$	69	62	53
$\frac{l_{AP}}{L_{TOT}} \times 100$	42	22,6	35,6

DOC 2 Rapports de données mesurées sur la phalange de pouce de trois primates actuels.



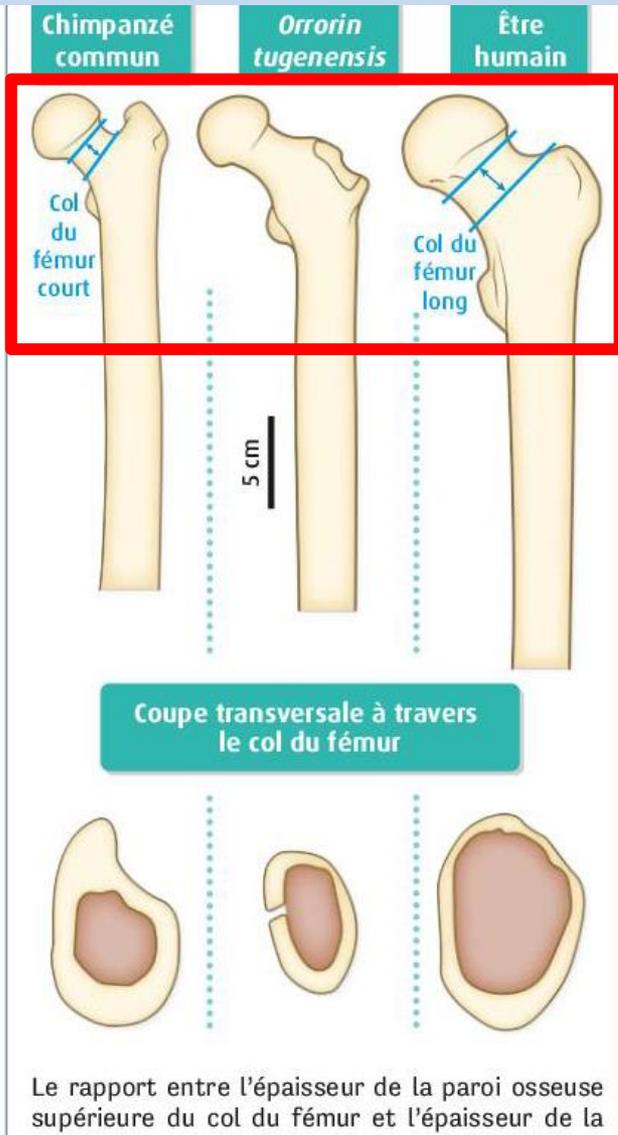
Le rapport entre l'épaisseur de la paroi osseuse supérieure du col du fémur et l'épaisseur de la paroi osseuse inférieure donne une indication sur le mode de locomotion de l'animal. En effet, un appui répété sur les membres inférieurs, causé par une bipédie prolongée, est associée à une paroi osseuse supérieure plus fine que la paroi inférieure.

DOC 3 Cols du fémur chez trois primates.

QUESTION

À l'aide des documents, justifiez l'assignation de ces ossements à la lignée humaine (hominines).

Correction de l'exercice 6



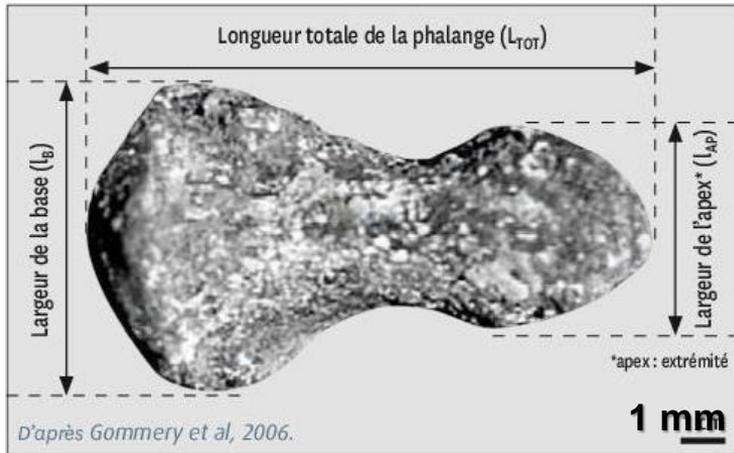
- col du fémur long (comparables à *Homo sapiens*)

- Pour le col du fémur : Paroi osseuse supérieure plus fine que la paroi inférieure

=> Montrent que cet individu était bipède => caractéristique de la lignée humaine

Le rapport entre l'épaisseur de la paroi osseuse supérieure du col du fémur et l'épaisseur de la paroi osseuse inférieure donne une indication sur le mode de locomotion de l'animal. En effet, un appui répété sur les membres inférieurs, causé par une bipédie prolongée, est associé à une paroi osseuse supérieure plus fine que la paroi inférieure.

Correction de l'exercice 6



DOC 1 Phalange de pouce de *Orrorin tugenensis*.

	Être humain	Chimpanzé commun	Orang-Outan de Bornéo
$\frac{l_{AP}}{l_B} \times 100$	69	62	53
$\frac{l_{AP}}{L_{TOT}} \times 100$	42	22,6	35,6

DOC 2 Rapports de données mesurées sur la phalange de pouce de trois primates actuels.

Caractères étudiés	<i>Homo sapiens</i>	Chimpanzé	<i>Orrorin tugenensis</i>
Morphologie de la phalange du pouce	$l_{AP}/l_B * 100 = 69$ $l_{AP}/l_{TOT} * 100 = 42$	$l_{AP}/l_B * 100 = 62$ $l_{AP}/l_{TOT} * 100 = 22.5$	En utilisant l'échelle on trouve : $l_{AP} = 5\text{cm} / l_B = 7\text{cm} / L_{TOT} = 12\text{cm}$ $l_{AP}/l_B * 100 = 71$ $l_{AP}/l_{TOT} * 100 = 41$

=> **Valeurs plus proches de celles d'*Homo sapiens* que de celles des autres primates**

Orrorin possède plusieurs caractéristiques propres à *Homo sapiens* (bipédie, morphologie de la phalange) => Ce fossile appartient à la lignée humaine