

Rappels de seconde



Qu'est ce que c'est ?

La biodiversité

Quelles sont les échelles de définition de la biodiversité?

Biodiversité = diversité du vivant



Diversité des écosystèmes



Diversité des espèces dans un écosystème



Diversité **intra spécifique** = Diversité des individus au sein d'une espèce



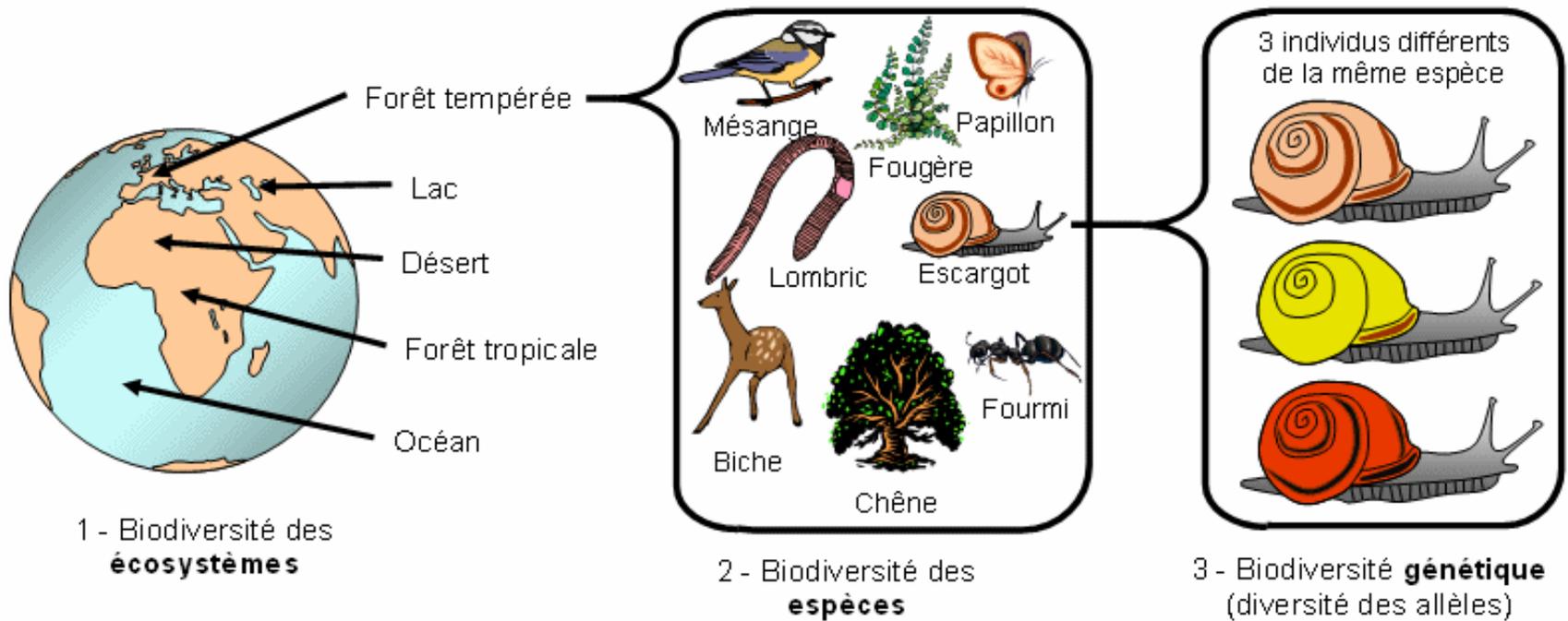
Biodiversité **intra spécifique** = diversité des individus d'une même espèce.



Diversité intra spécifique = diversité allélique

(+ ici diversité culturelle **acquise**)

Bilan : les 3 niveaux de la **biodiversité**





Qu'est ce que c'est ?

Un chromosome

L'ADN

Un gène

Un allèle

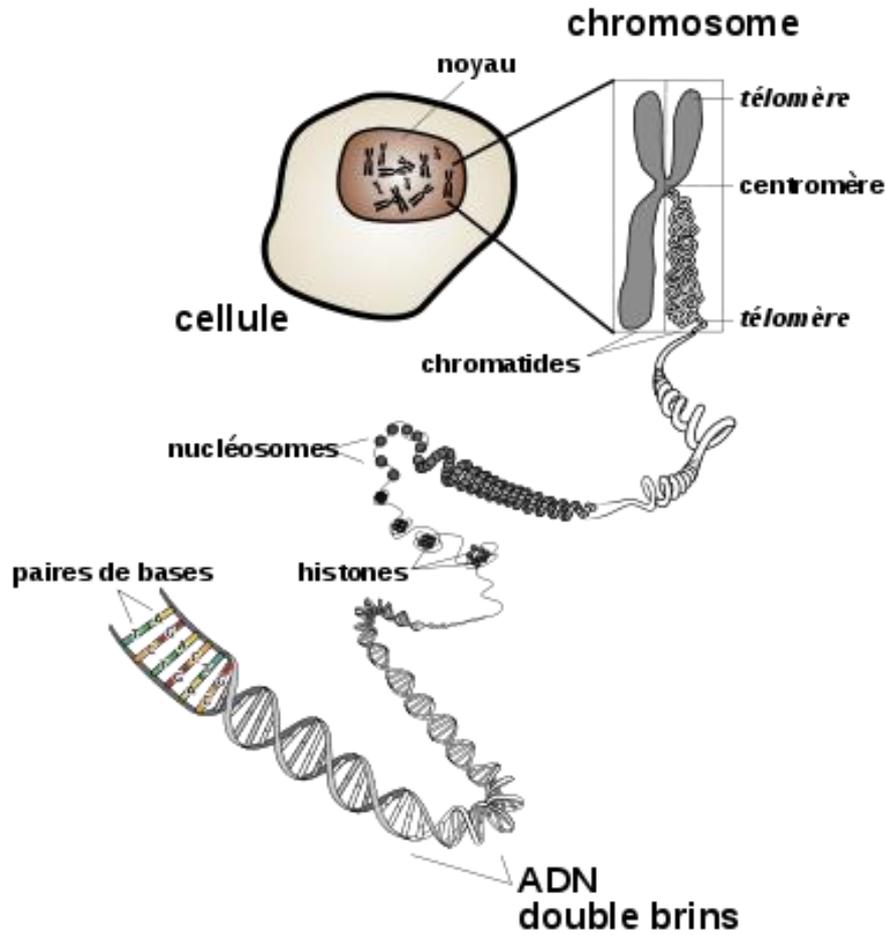
Une mutation

Relation entre ces termes ?

L'ADN dans les chromosomes

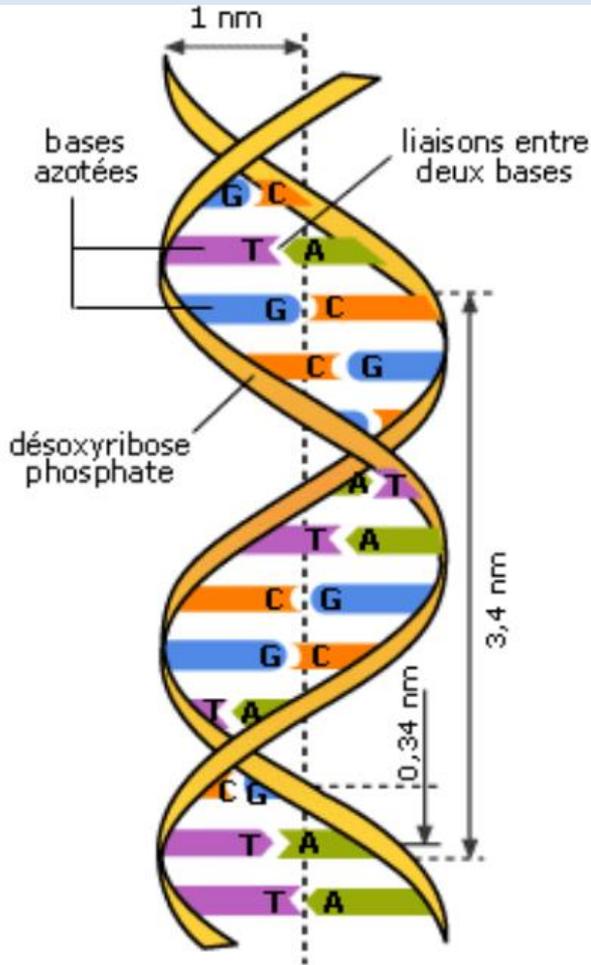
Echelle non proportionnelle

μm



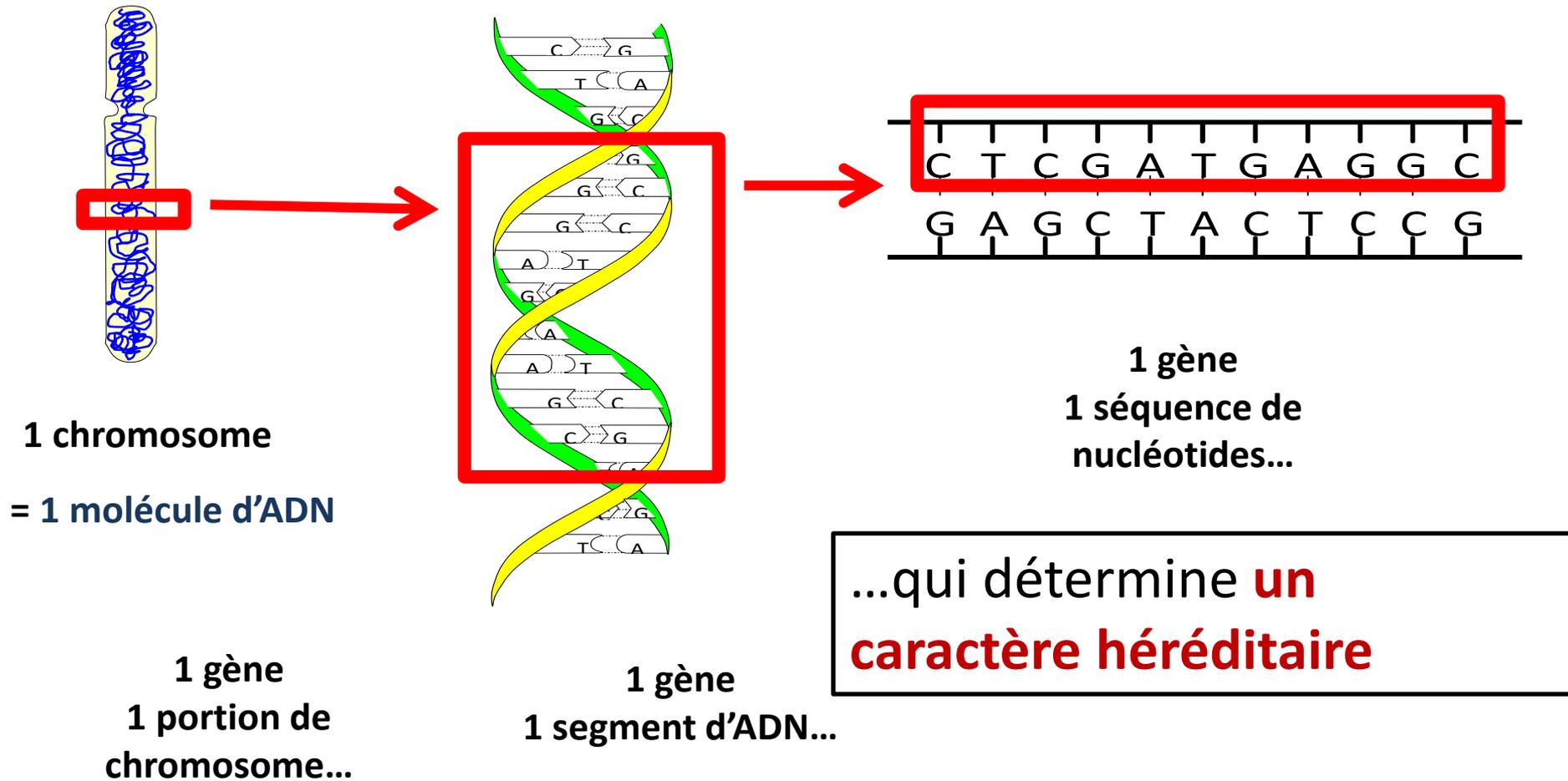
nm

Structure de la molécule d'ADN (universelle)

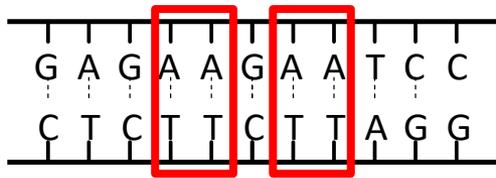


- **deux brins** enroulés en **double hélice**
- chaque brin est composé d'une succession de **nucléotides : A, T, C, G.**
- Les deux brins sont **complémentaires** : (**A** d'un brin et en face de **T** de l'autre brin et **C** est en face de **G**)
- **liaisons hydrogènes** entre les nucléotides complémentaires

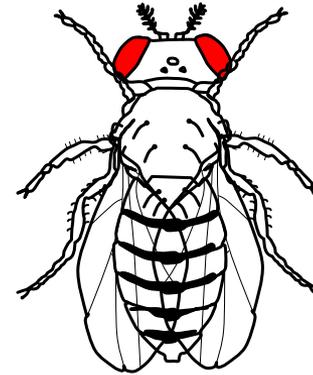
La notion de gène



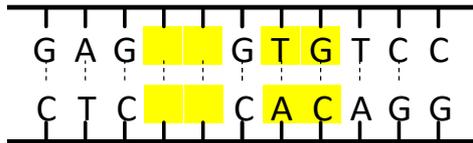
Une mutation crée une nouvelle version d'un gène



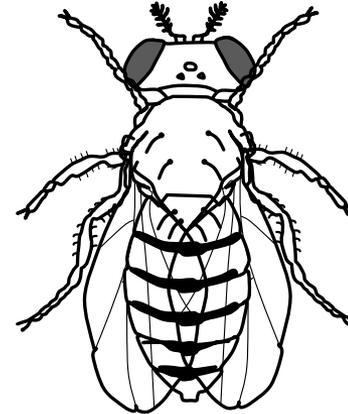
Protéine rouge



MUTATION
↓



Protéine sombre



Nouvel allèle

Les allèles sont les différentes versions d'un gène



Que deviennent les allèles apparus par mutation (au cours du temps) ?

Les nouveaux allèles sont soumis à la **sélection naturelle** et à la **dérive génétique** => variation de la **fréquence des allèles au cours du temps** dans une population

Comment fonctionne la sélection naturelle et la dérive génétique ?

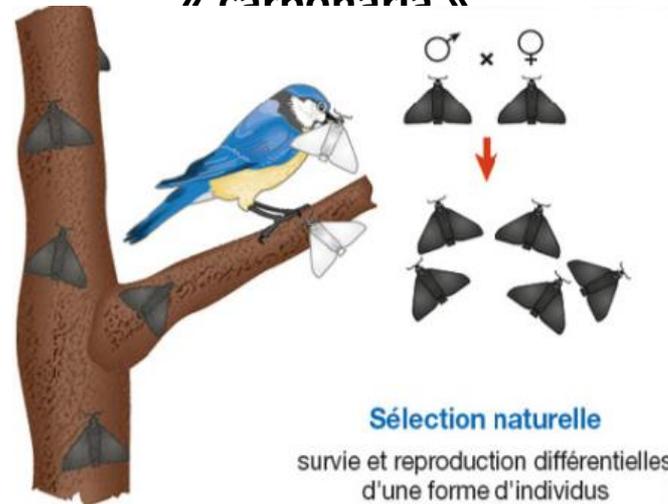
Cas des allèles qui confèrent un avantage ou un désavantage à l'individu qui le porte : Exemple de la phalène du bouleau.



Phalène blanche
« typica »



Phalène noire
« carbonaria »



Sélection naturelle

Si l'allèle apparu confère un **avantage** à l'individu qui le porte

Cet individu a **plus de chance** de survivre et de se reproduire

Plus de descendants auxquels il transmet cet allèle avantageux

L'allèle avantageux **se répand** dans la population (**sa fréquence augmente**)

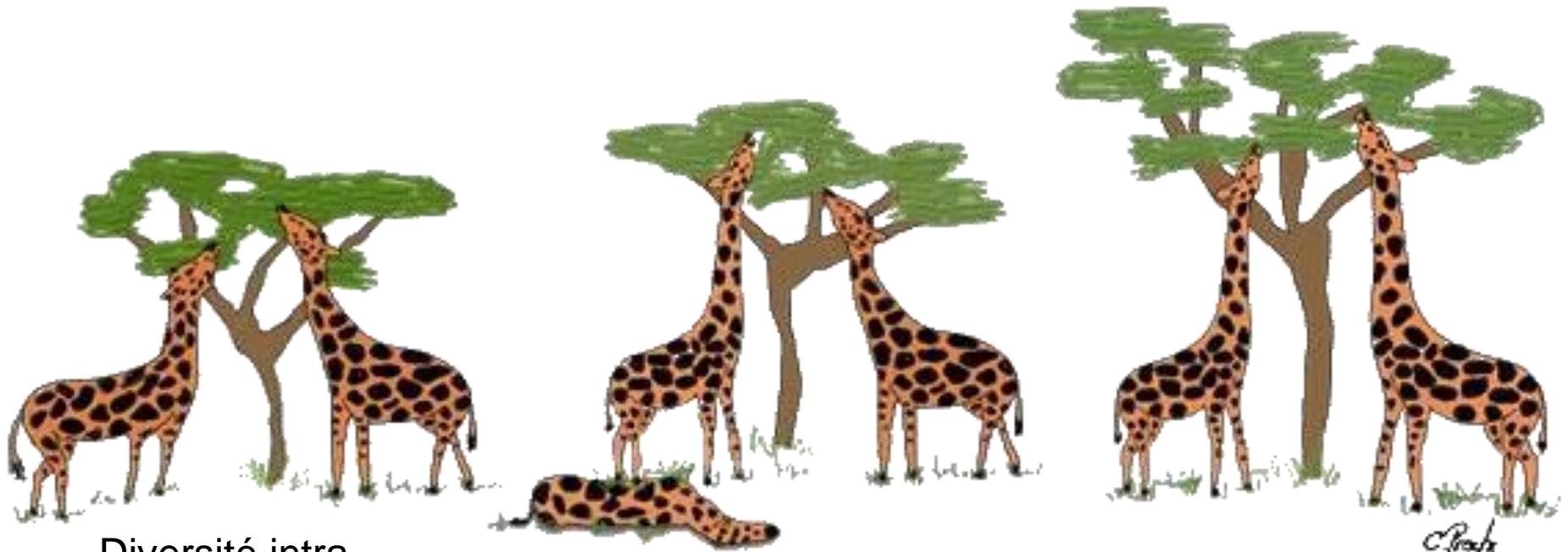
Si l'allèle apparu confère un **désavantage** à l'individu qui le porte

Cet individu a **moins de chance** de survivre et de se reproduire

Moins de descendants donc il transmettra moins cet allèle désavantageux

L'allèle avantageux **régresse et peut même disparaître** dans la population (**sa fréquence diminue**)

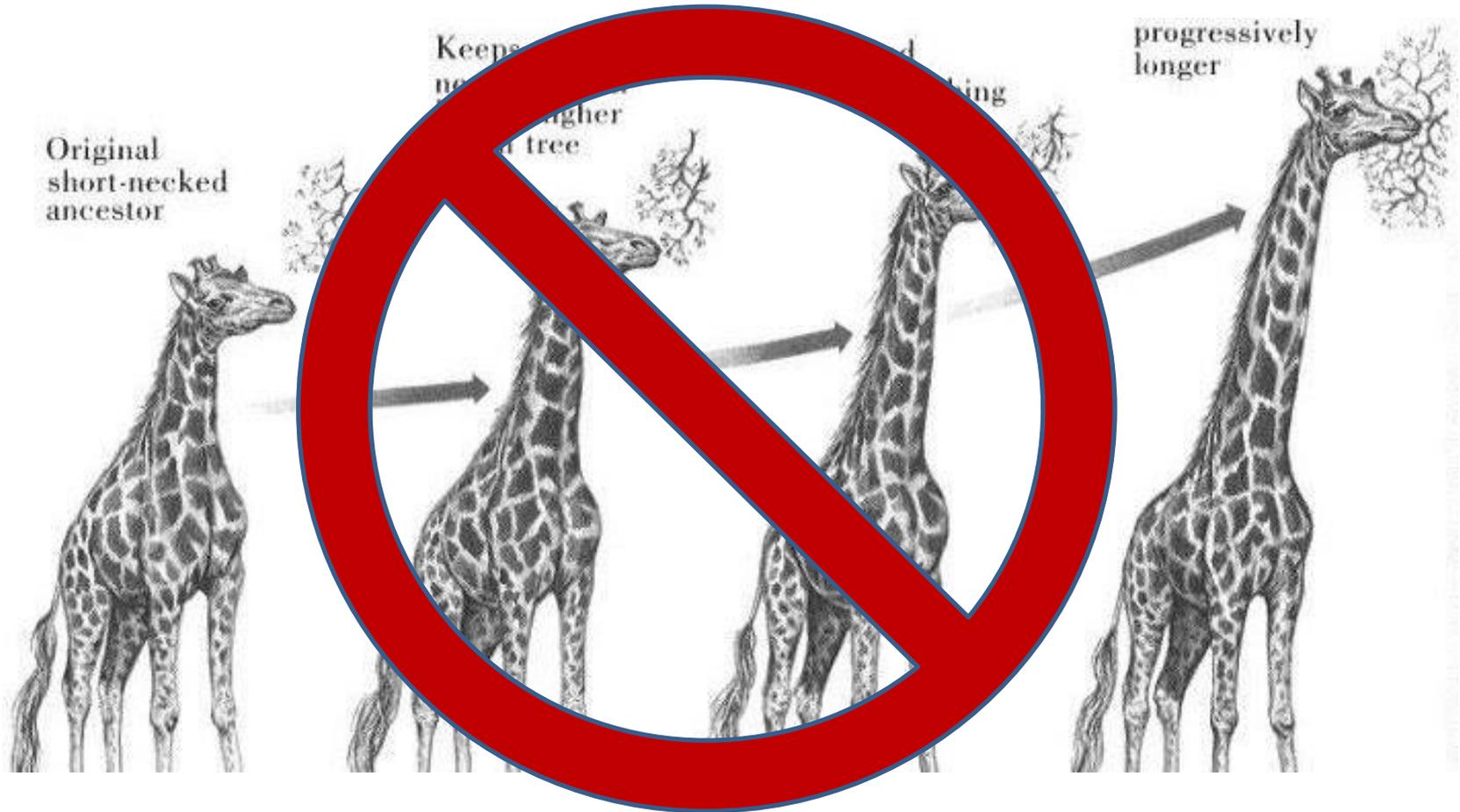
Evolution des espèces ?



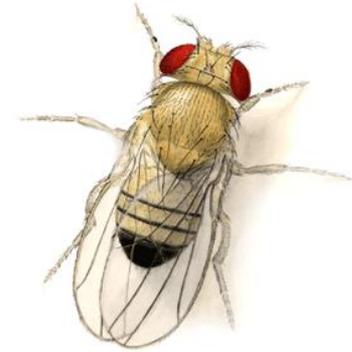
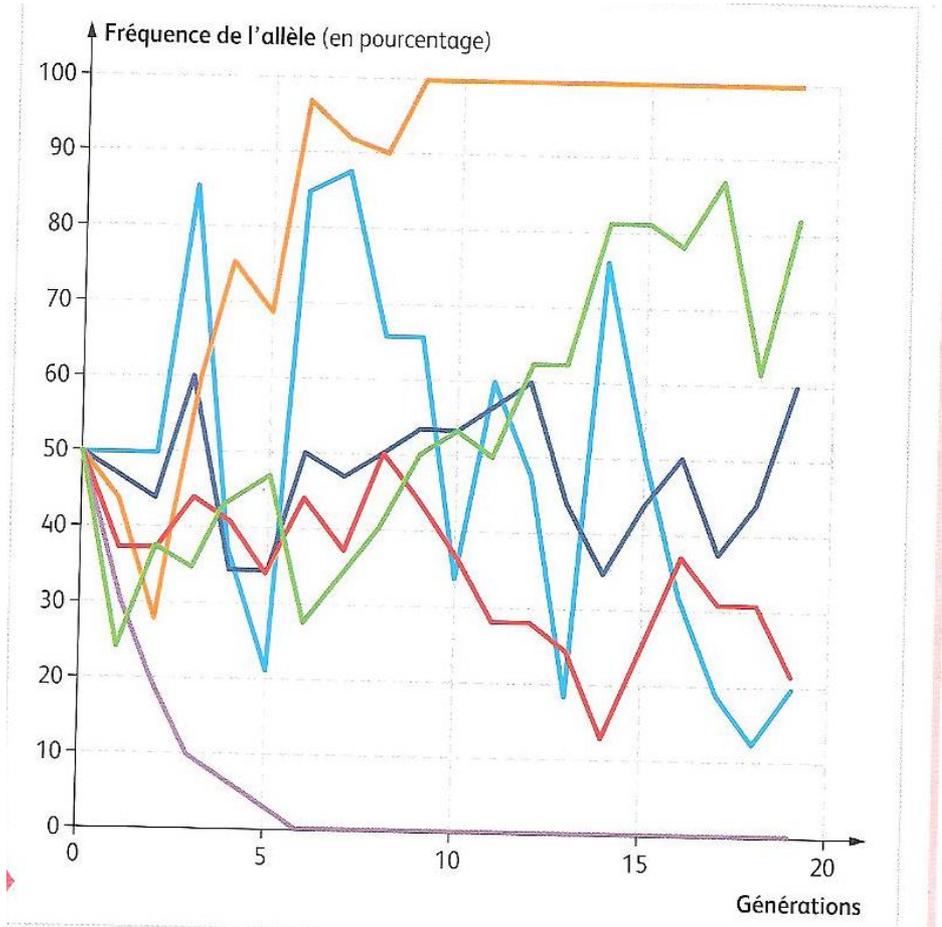
Diversité intra
spécifique

temps

Evolution des espèces ?

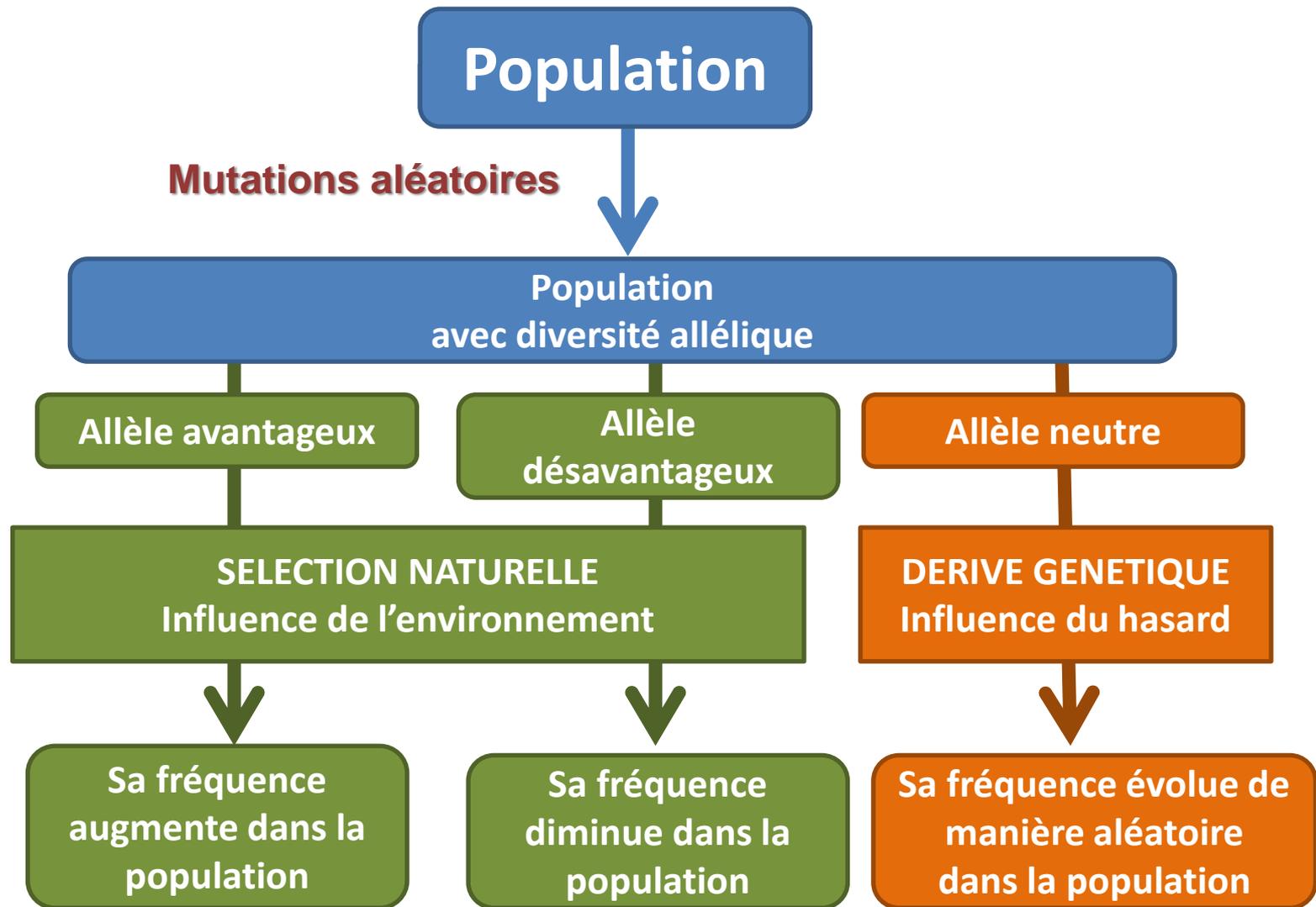


Si l'allèle apparu ne confère ni avantage ni inconvénient : la **dérive génétique**



L'évolution aléatoire de la fréquence d'un allèle au cours du temps
=> **dérive génétique**

Mécanismes de la sélection naturelle et de la dérive génétique



La spéciation chez le pouillot verdâtre.

2 espèces différentes

deux populations cohabitent
mais non interfécondes

Viridanus

b

Plumbeitarsus

c

Sélection naturelle et dérive
génétique s'appliquent
différemment dans les 2 pop

migrations vers
l'ouest et le nord,

Mutations différentes dans
les 2 populations

migrations vers
l'est et le nord,
populations
interfécondes

Himalaya

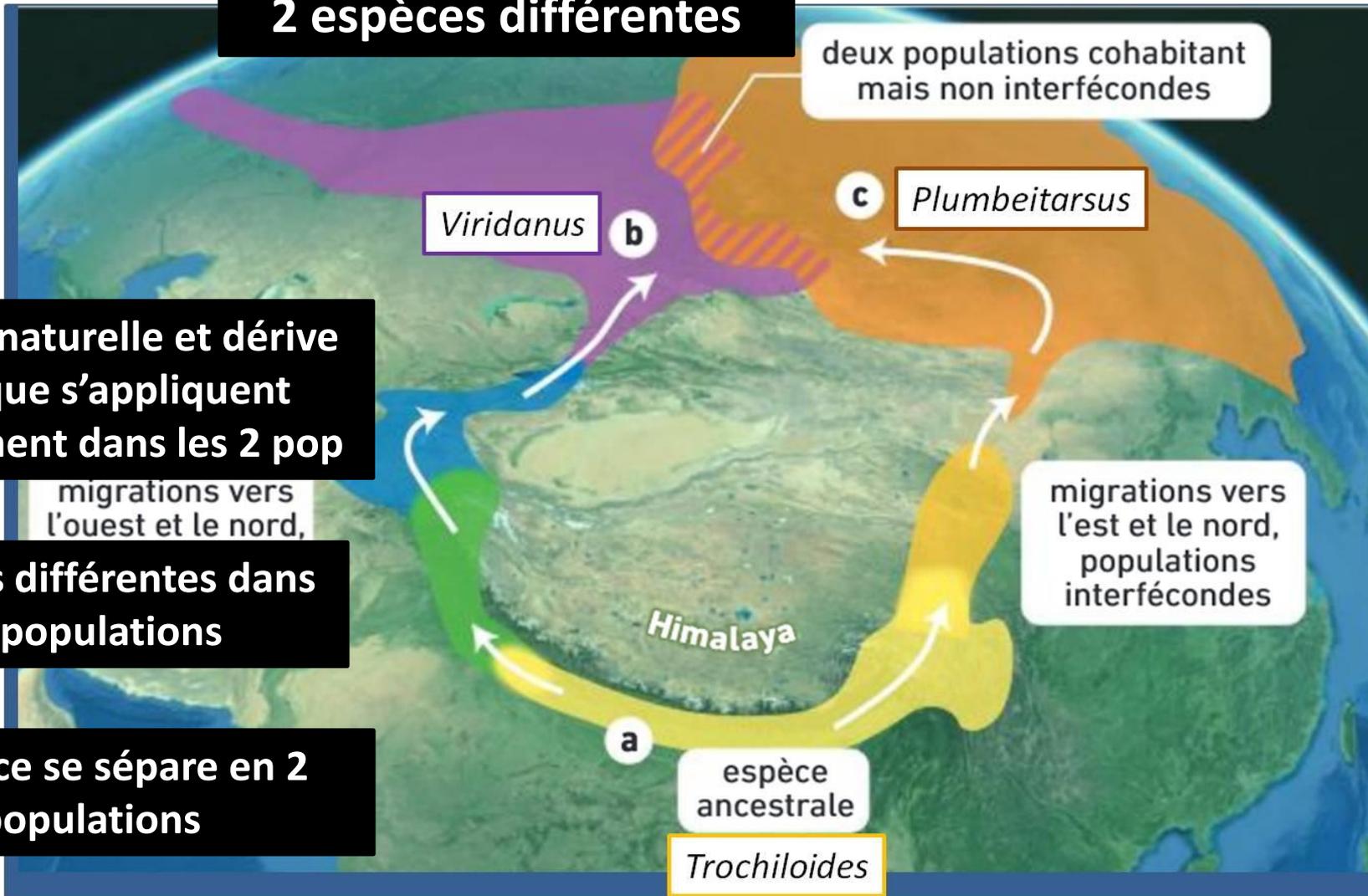
1 espèce se sépare en 2
populations

a

espèce
ancestrale

Trochiloides

Migrations progressives de populations de pouillots verdâtres.



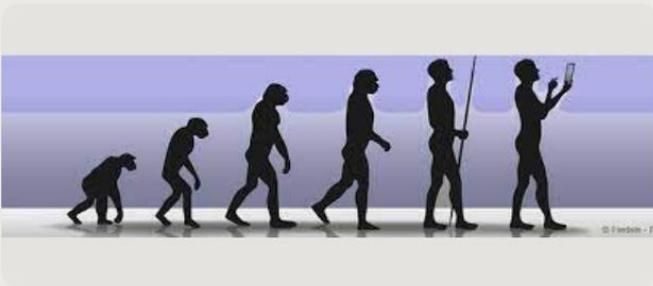
**Quelles sont les grandes étapes de
l'histoire évolutive de l'Homme
(Homo sapiens) ?**

L'Homme est un primate, dont l'espèce la plu...

Arbre d'évolution de la lignée ...

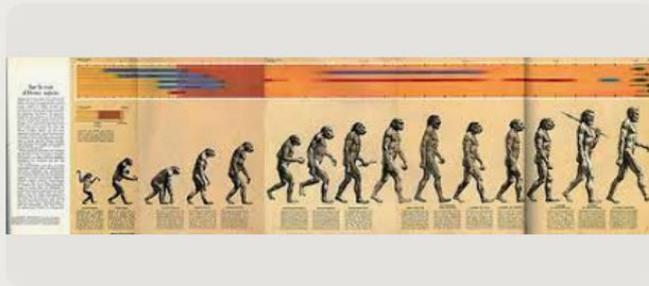
<https://i.la-croix.com/1400x933/smart/2019/06...>

Infographie - L'évolution de l'espèce humaine



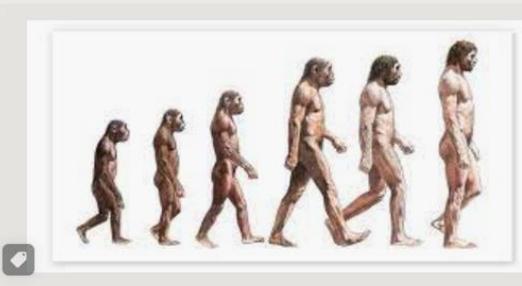
Académie des sciences

L'évolution humaine : des gènes à la culture / 2 jours | Colloq...



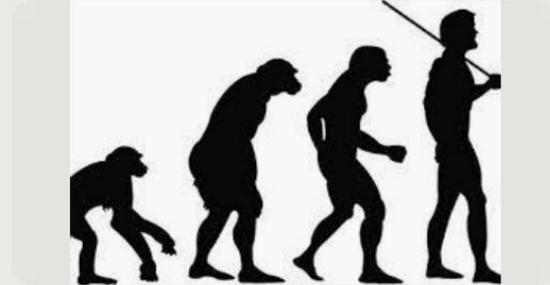
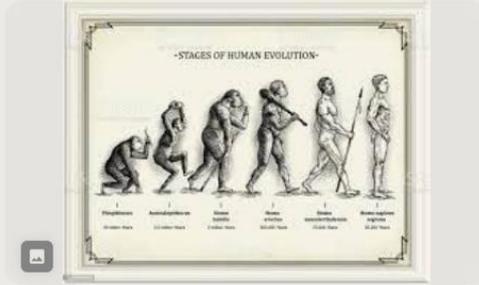
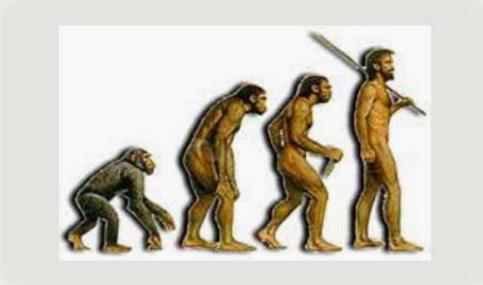
Hominides

<https://www.hominides.com/wp-content/uploads/2022/07/e...>

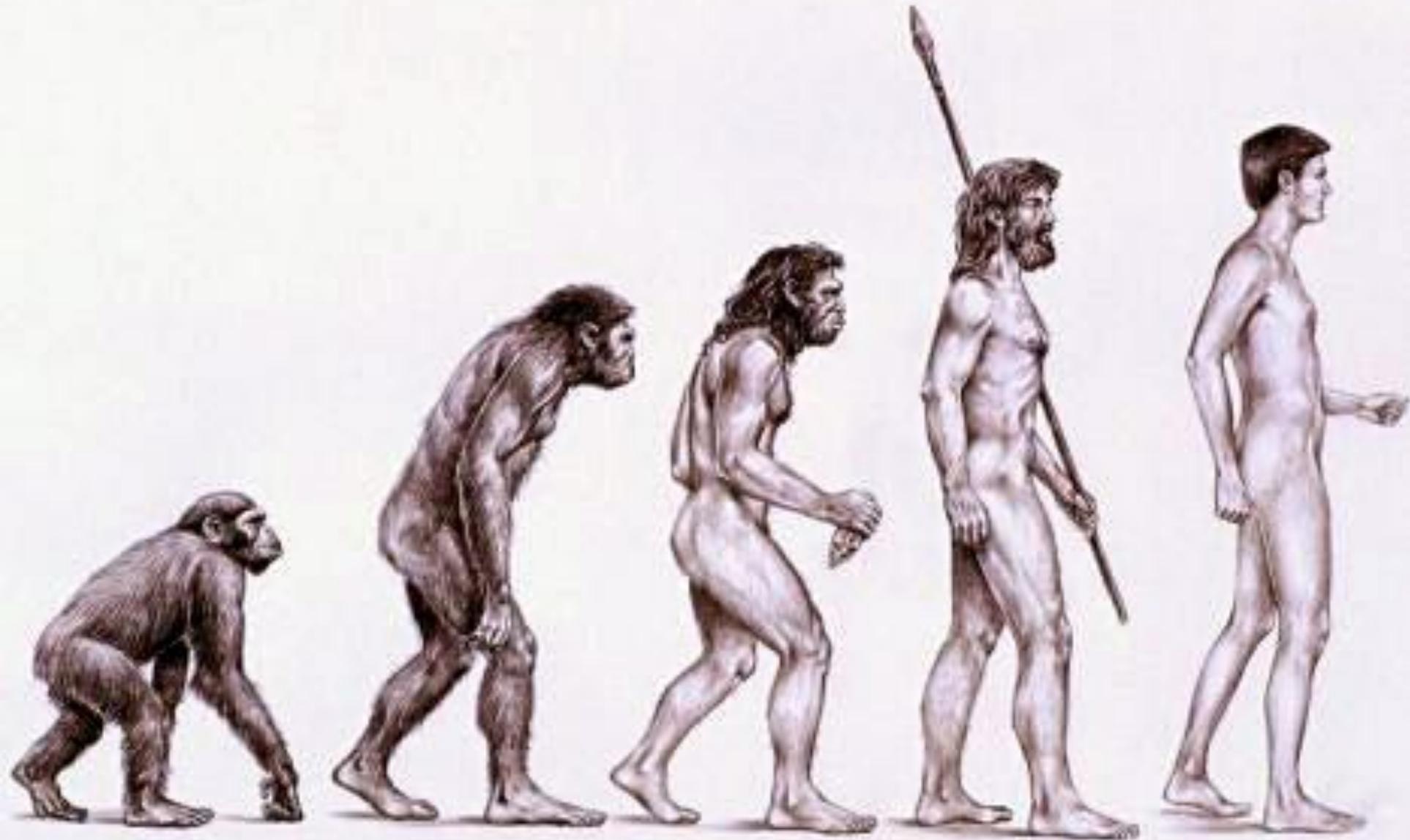


Posterlounge · En stock

L'Évolution humaine de Lionel Bret en poster, tablea...



Chapitre 1 : L'évolution humaine



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

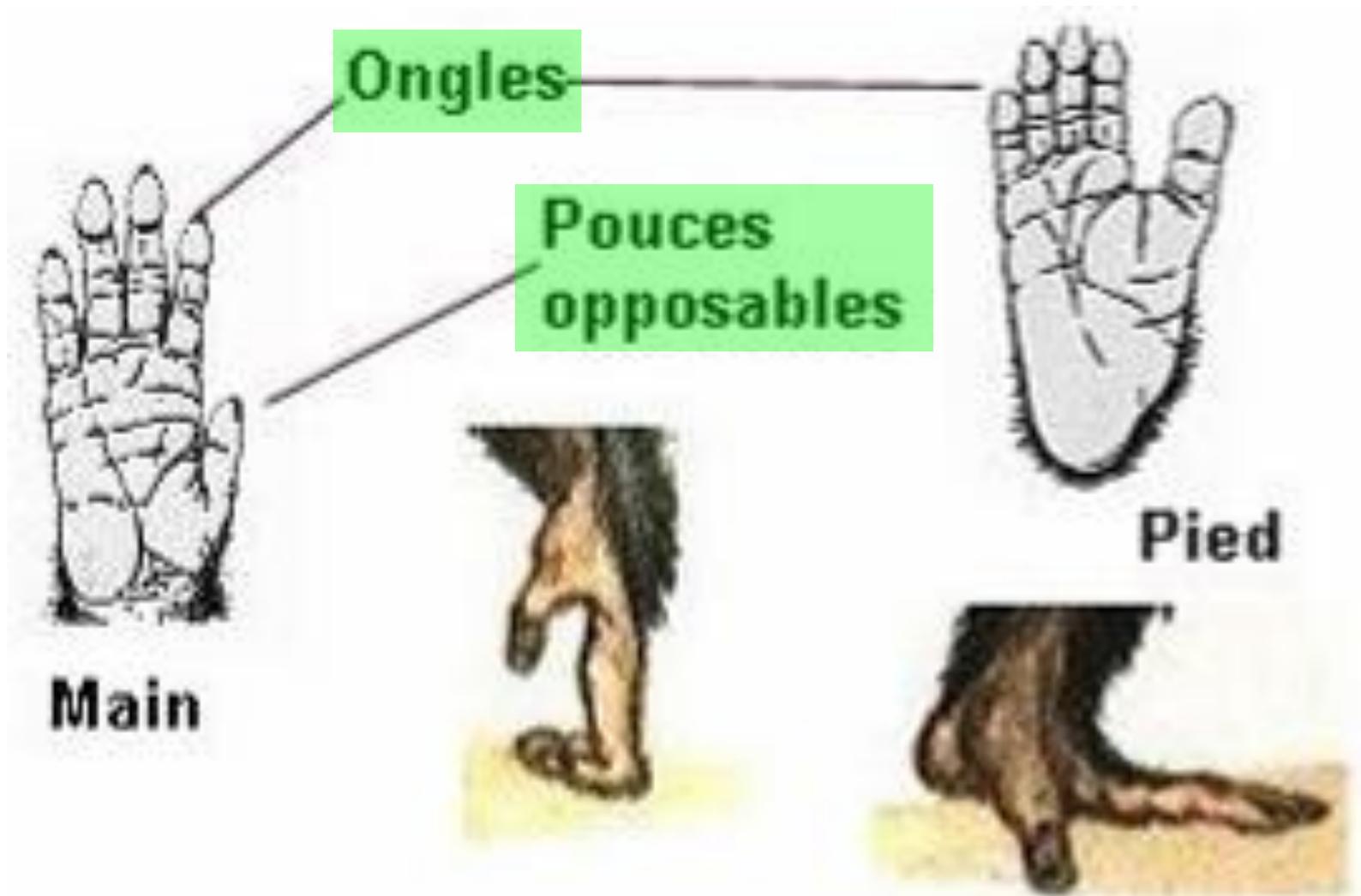
C. Homo sapiens

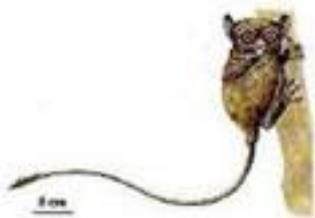
Chapitre 3 : l'évolution humaine

I. L'homme, un primate

A. Le groupe des primates

Caractéristiques des primates





10 cm



Chapitre 3 : l'évolution humaine

I. L'homme, un primate

A. Le groupe des primates

B. Reconstituer l'histoire évolutive en construisant un arbre phylogénétique (= arbre de parenté)

Chapitre 3 : l'évolution humaine

I. L'homme, un primate

A. Le groupe des primates

B. Reconstituer l'histoire évolutive en construisant un arbre phylogénétique (= arbre de parenté)

1. en utilisant des caractères anatomiques

Reconstituer une histoire évolutive de 3 vertébrés

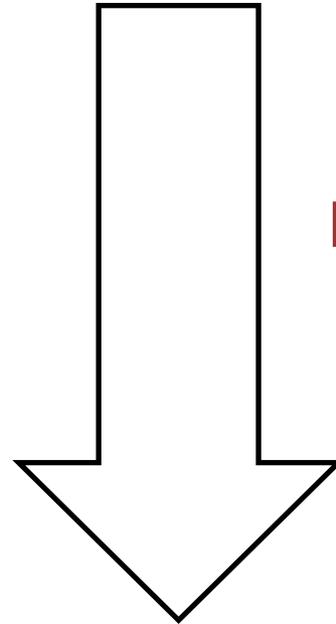


Déterminer les liens de parenté (qui est plus proche de qui) ?

Déterminer les caractères qui sont apparus dans ce groupe et dans quel ordre ils sont apparus ?

Deux états d'un caractère

État ancestral = primitif



mutation

Etat dérivé = innovation évolutive

**(= apparition, disparition ou transformation
d'un caractère)**

Choix d'un extragroupe



Il possède tous les caractères à l'état ancestral

EXTRAGROUPE

Reconstituer une histoire évolutive de 3 vertébrés



2 espèces seront d'autant plus proches qu'elles partagent de caractères à l'état dérivé

1. On construit une matrice de caractères

	caractères		
Taxons--	Vertèbres	Poils	Doigts
Chien	1	1	1
Mésange	1	0	1
Sardine	0	0	0
ver de terre =(extragroupe)	0	0	0

1 : état dérivé = innovation

0 : état ancestral

2. En utilisant les données de la matrice, on détermine les relations de parenté et l'ordre d'apparition des caractères

3. On représente ces relations de parenté sous la forme d'un arbre

Taxons--	caractères		
	Vertèbres	Poils	Doigts
Chien	1	1	1
Mésange	1	0	1
Sardine	1	0	0
ver de terre	0	0	0

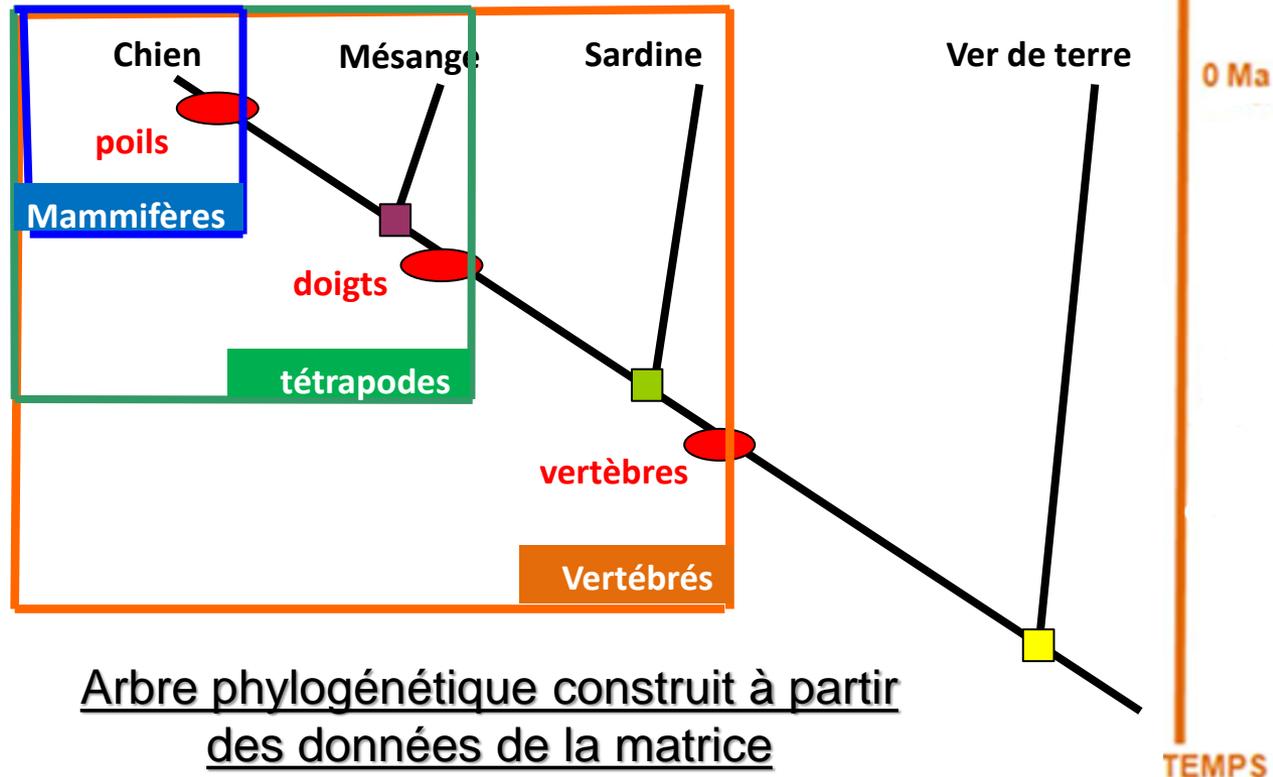
1 : état dérivé = innovation
0 : état ancestral

 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



Reconstituer une histoire évolutive

- **Rajoutez sur votre arbre :**
 - + l'espèce : l'Homme
 - + l'innovation : poumons
- **Avec qui la mésange est-elle le plus apparentée ?**
- **Décrire l'ancêtre commun au chien et à la mésange**

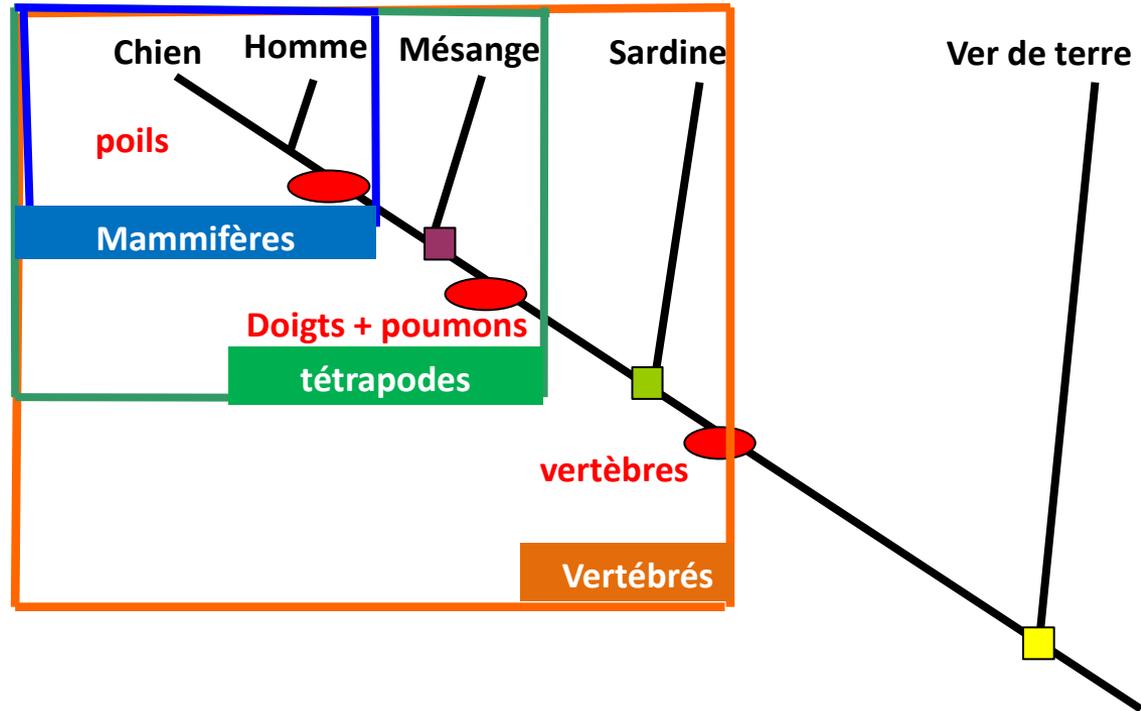
1 : état dérivé = innovation
0 : état ancestral

 Innovations évolutives

 Ancêtre commun au chien
et à la mésange

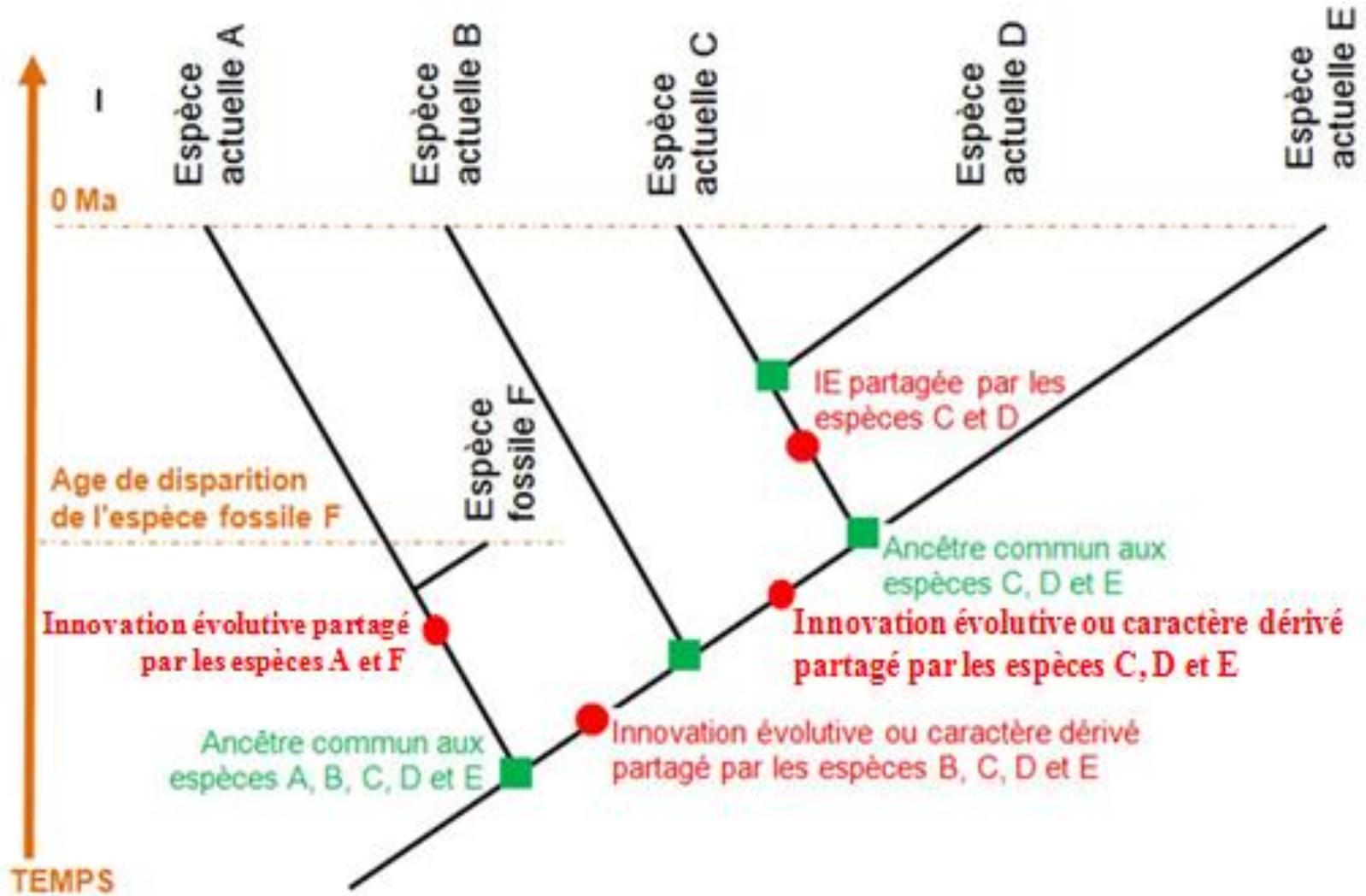
 Ancêtre commun au chien, à la
mésange et à la sardine

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



Arbre phylogénétique construit à partir
des données de la matrice

Arbre phylogénétique



Un arbre phylogénétique est constitué de branches à l'extrémité desquelles on place les **espèces** (actuelles ou fossiles). Sur les branches de l'arbre, on localise les différentes **innovations évolutives** (caractères dérivés qui sont apparus).

Les intersections entre les branches correspondent aux ancêtres commun.

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

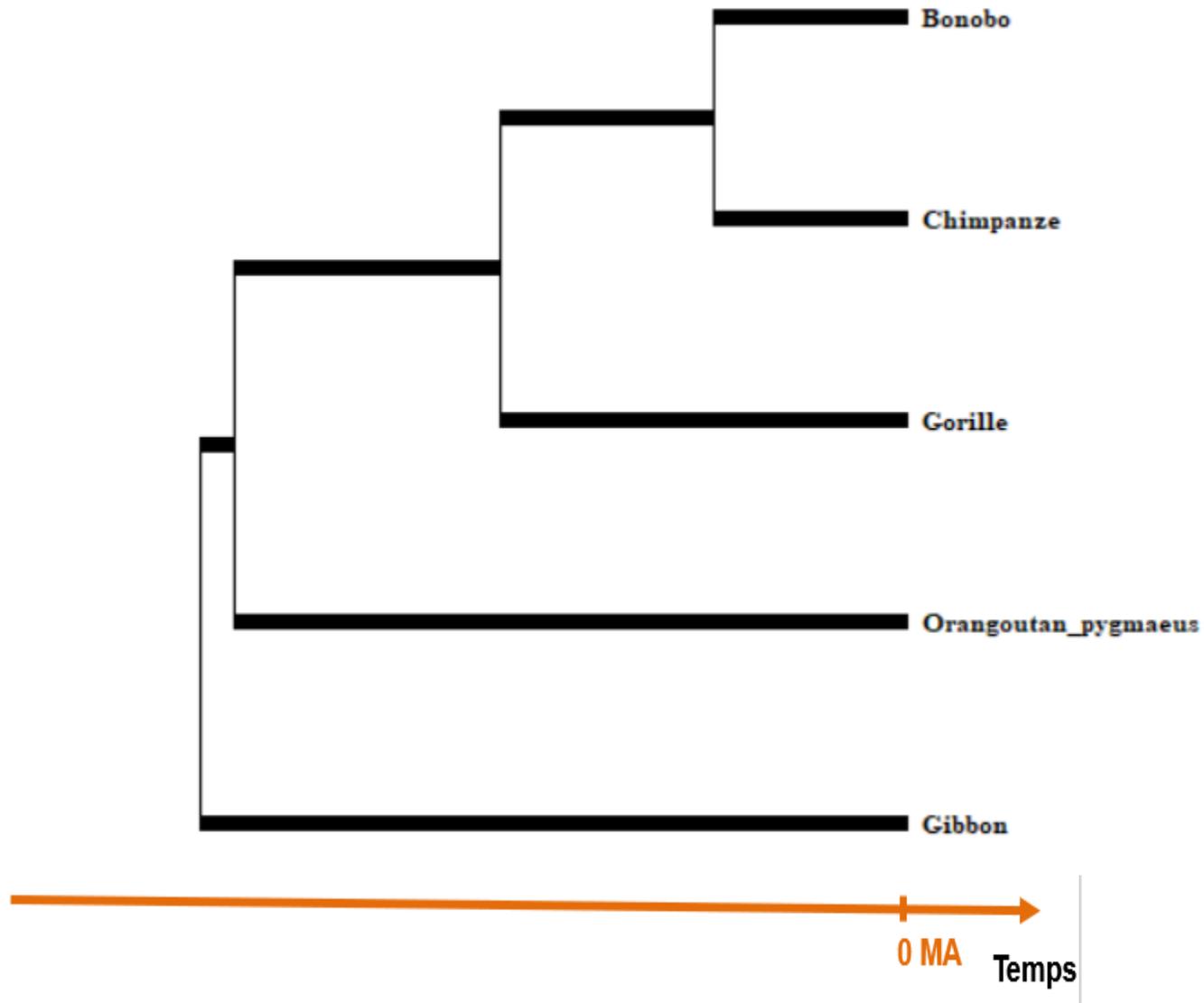
2. en utilisant des données moléculaires

Utilisation de données moléculaires

	Bonobo	Chimpanze	Gorille	Orangoutan_pygmaeus	Gibbon
Bonobo	0	4.67	9.5	16.8	16
Chimpanze		0	10.2	15.2	17.3
Gorille			0	16.5	17
Orangoutan_pygmaeus				0	17.3
Gibbon					0

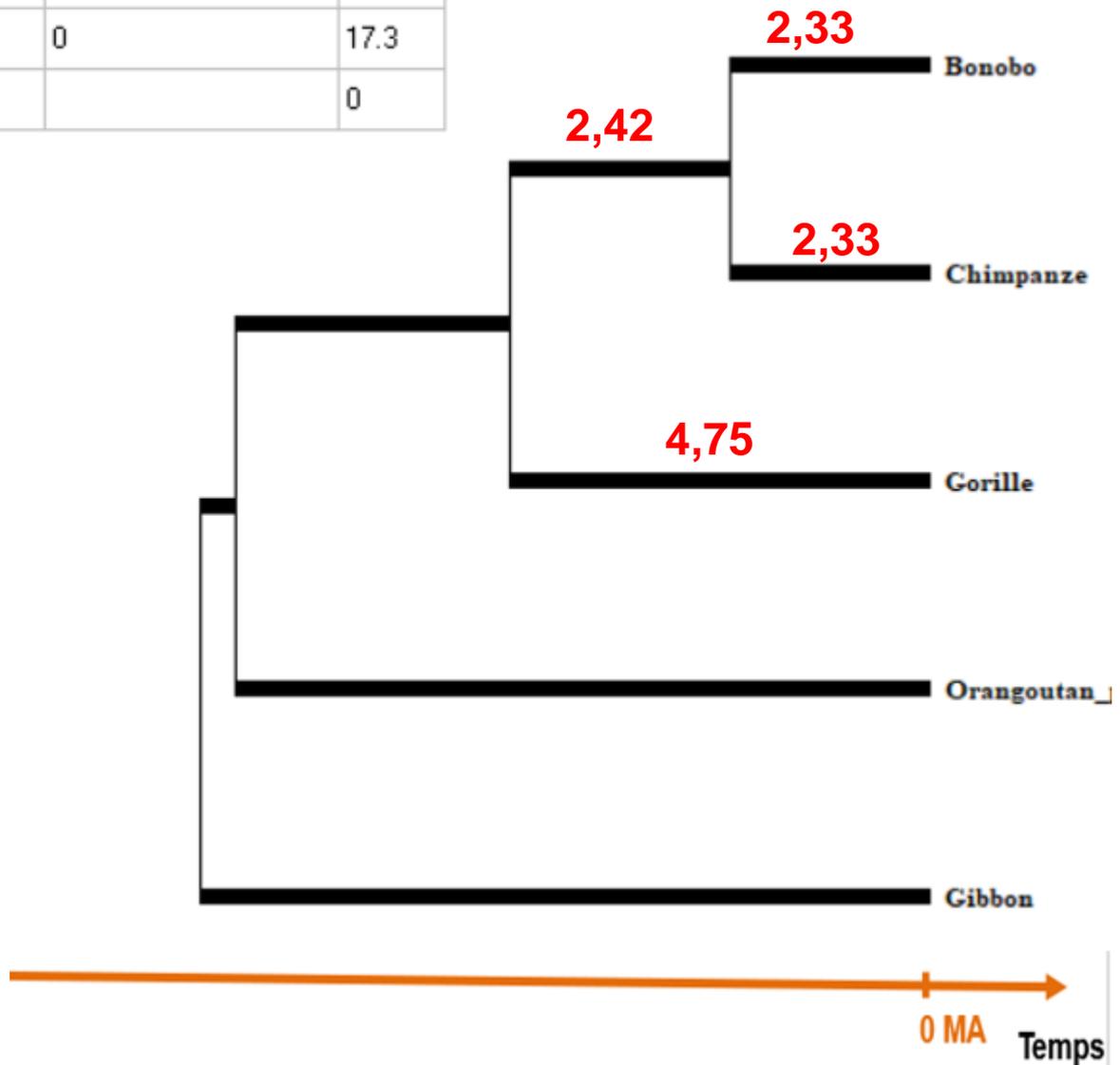
Demi matrice des distances pour le gène COI (% de différence)

Utilisation de données moléculaires



Arbre phylogénétique obtenu à partir de données moléculaires

	Bonobo	Chimpanze	Gorille	Orangoutan_pygmaeus	Gibbon
Bonobo	0	4.67	9.5	16.8	16
Chimpanze		0	10.2	15.2	17.3
Gorille			0	16.5	17
Orangoutan_pygmaeus				0	17.3
Gibbon					0



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

Exercice p 232 et 233

Activité : positionner l'homme dans le groupe des primates

1

Classer en utilisant des caractéristiques anatomiques

Toupaïe



Maki



Tarsier



Macaque



Gorille



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
Ourang-outan	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).

Activité : positionner l'homme dans le groupe des primates

DOC 2 Construire un arbre phylogénétique

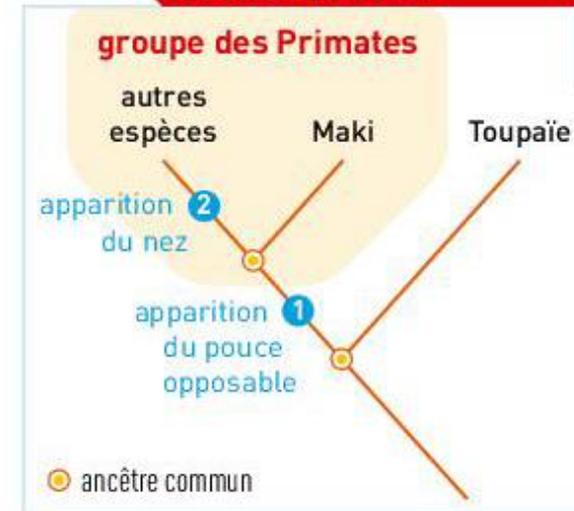
La construction d'un arbre phylogénétique permet de visualiser les liens de parenté entre différentes espèces.

Par exemple, le Maki est plus proche des autres espèces que le Tupaïe 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.

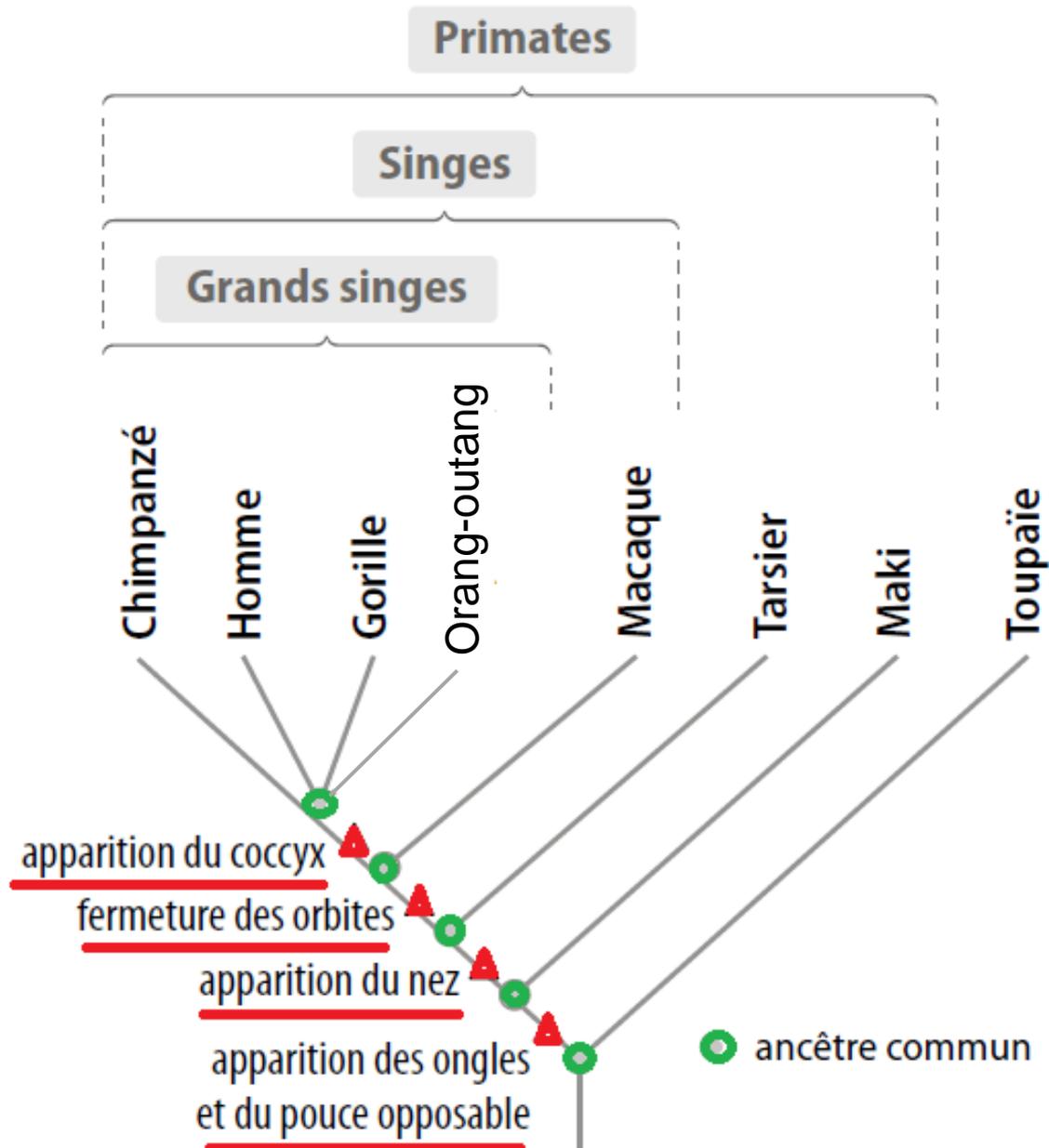
ANIMATION BONUS

Arbre de parenté



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

Activité : positionner l'homme dans le groupe des primates



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

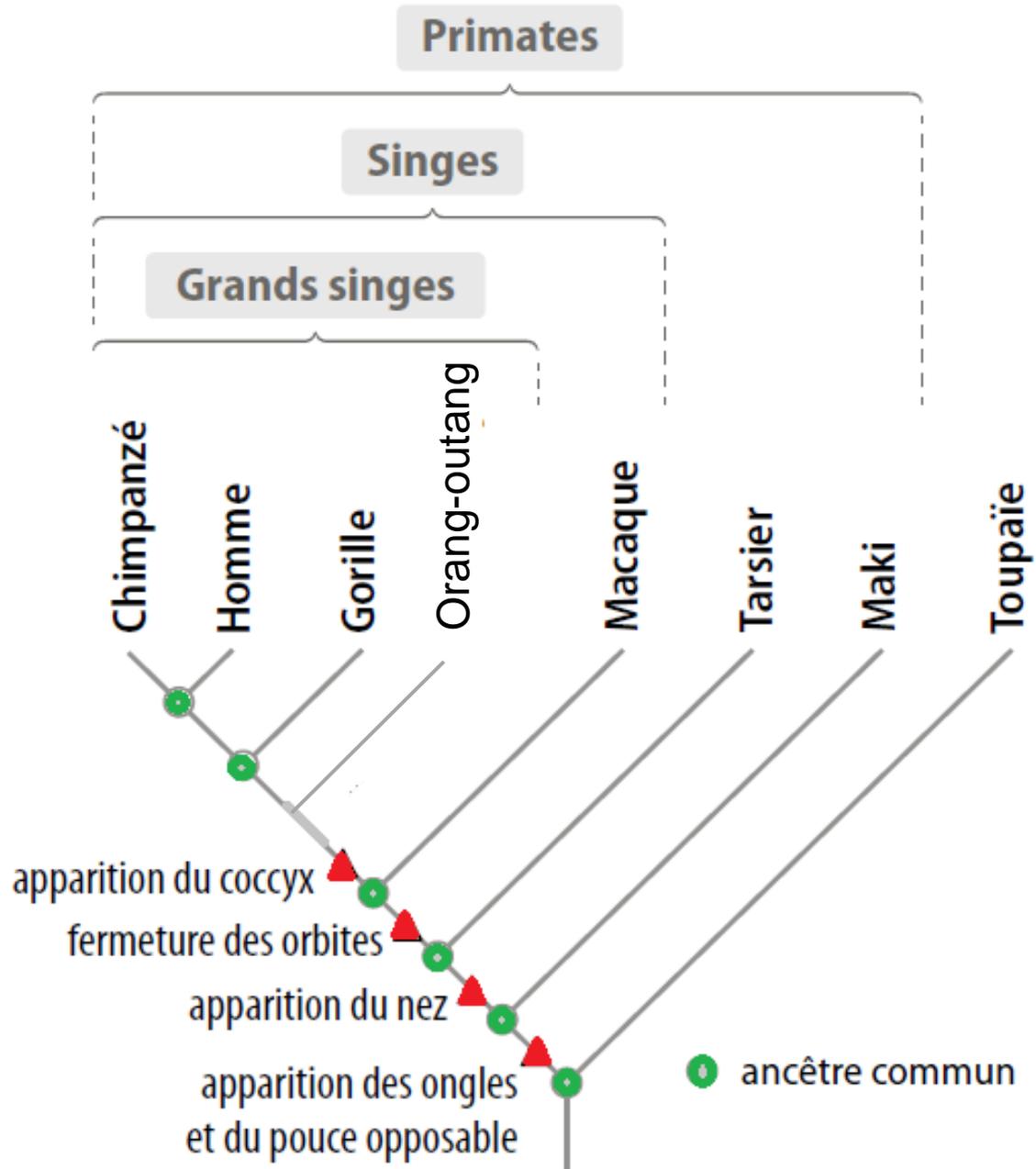
		1150		1155		1160		1165		1170		1175		1180		1185		1190		1195		1200		1																																		
HOMME	C	C	G	A	G	G	C	T	G	C	A	G	C	T	G	T	G	C	A	G	G	T	C	G	G	A	A	G	A	C	A	G	G	C	T	G	C	A	G	C	A	C	G	T	G	G	C	G	G	G	A	C	C	T	G	C	C	C
CHIMPANZE	C	C	G	A	G	G	C	T	G	C	A	G	C	T	G	T	G	C	A	G	G	T	C	G	G	A	A	G	G	C	A	G	G	C	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	T	G	C	A	G	C	A	C	G	T	G	G	C	A	G	G	A	C	C	T	G	C	G	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	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*).

La séquence de l'Homme est plus proche de celle du chimpanzé que celle du gorille ou de l'orang-outang

Homme- Gorille – Chimpanzé sont plus apparentés entre eux qu'avec l'orang-outang

Activité : positionner l'homme dans le groupe des primates



Chapitre 3 : l'évolution humaine

I. L'homme, un primate

A. Le groupe des primates

B. Construire un arbre phylogénétique

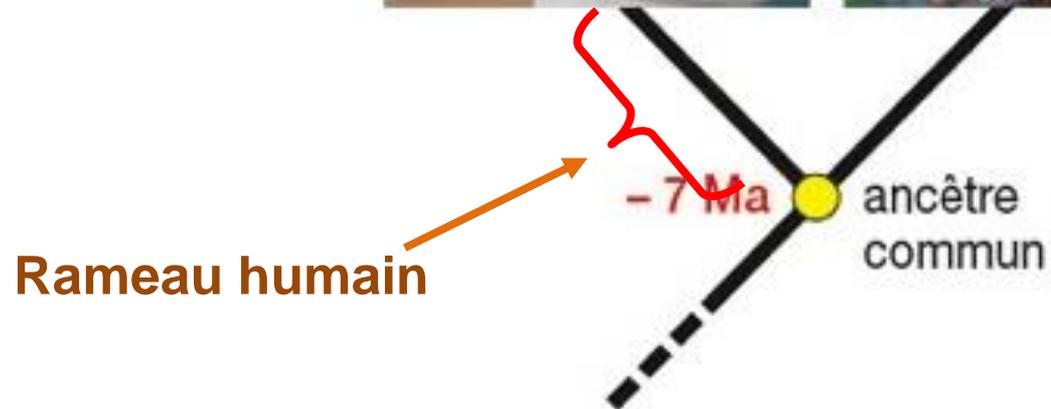
1. en utilisant des caractères anatomiques

2. en utilisant des données moléculaires

C. La place de l'homme parmi les primates

II. Le rameau humain

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

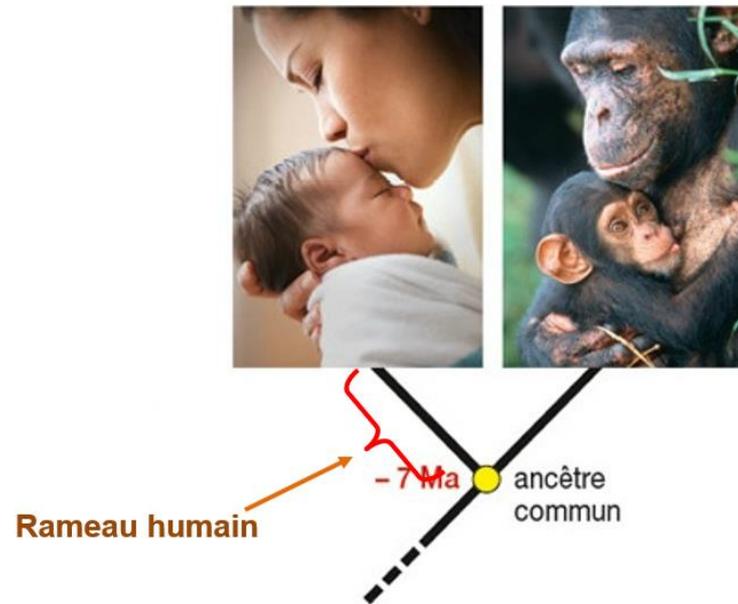
2. en utilisant des données moléculaires

C. La place de l'homme parmi les primates

II. La rameau humain

A. Reconstituer l'histoire évolutive du rameau humain

Reconstituer l'histoire évolutive du rameau humain :



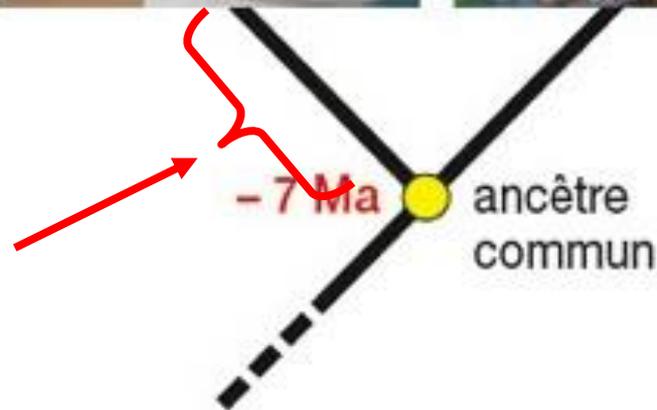
Pour reconstituer l'histoire évolutive du rameau humain, il faut :

- **déterminer les caractères dérivés** qui sont apparus
- **déterminer l'ordre d'apparition** de ces caractères dérivés

Déterminer l'ordre d'apparition des caractères dérivés du rameau humain :



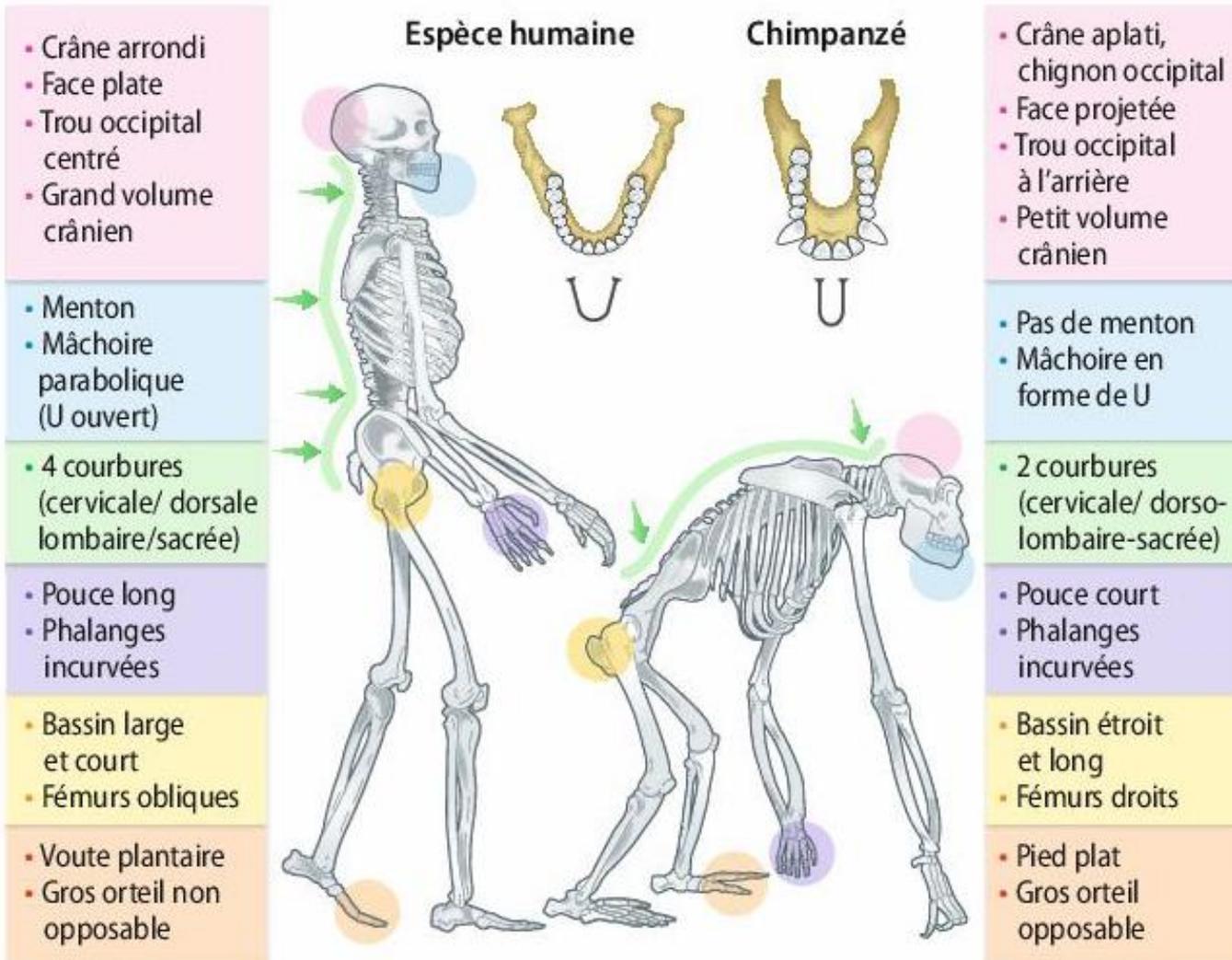
Fossile présentant au moins un des caractères dérivés propres aux humains



Espèces étudiées	Période d'existence	Volume crânien	Angle facial	Rapport Hauteur / longueur du crâne	Position du trou occipital en arrière (ou avancé)	Présence bourrelets sus orbitaires	Forme de la mandibule (U ou V ?)
Australopithecus Africanus	3-4 Ma	480 cm ³	66°	$\frac{2,6}{4,15} = 0,58$	Arrière	Oui	V (U) <u>les 2</u>
Homo habilis	1,5-2,8 Ma	600 cm ³	70°	$\frac{2,4}{5} = 0,48$	Avancé	Oui	V
Homo erectus	1,5 Ma 100 000	1100 cm ³	83°	$\frac{2,5}{4,9} = 0,51$	Avancé	Oui	
Homo neanderthalensis	-450 000 -30 000 ans	1500 cm ³	71°	$\frac{2,4}{4} = 0,6$	Avancé	Oui	
Homo sapiens	-300 000 ans	1600 cm ³ 1175 cm ³	85°	$\frac{2,7}{4,15} = 0,65$		Non	V
Chimpanzé (troglodytes)	? -> Actuel	325 cm ³	34° à 45°	0,4 à 0,47		Oui	U

Le rameau humain :

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



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

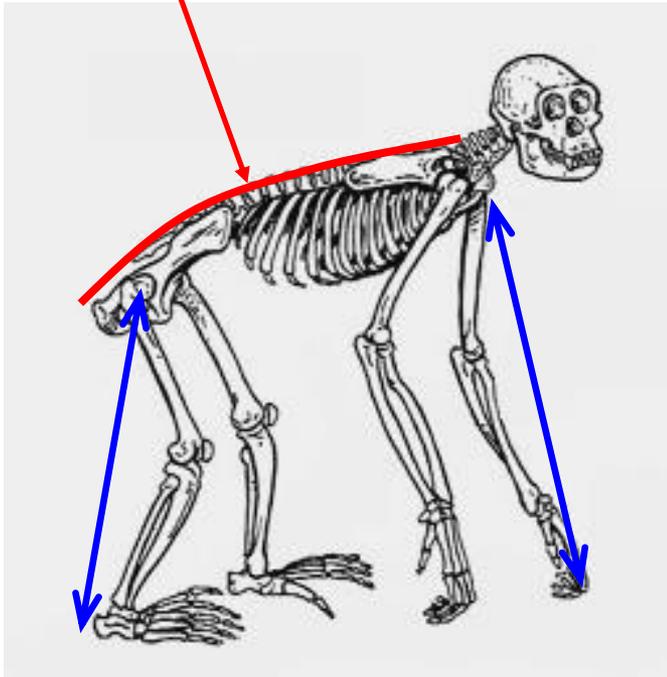
Caractères liés à la bipédie

La colonne vertébrale

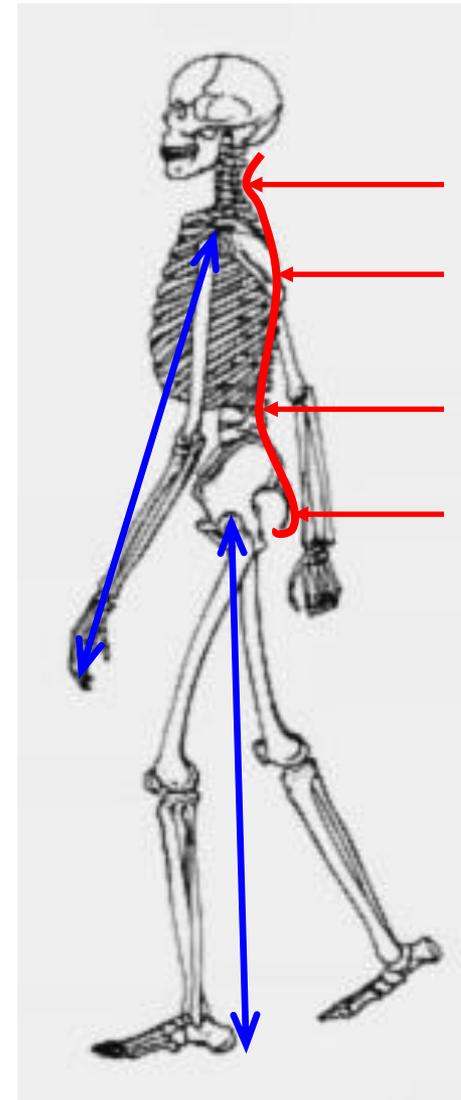
Les membres

Allongement du membre postérieur par rapport au membre antérieur

Membres supérieurs plus grands que les membres inférieurs
1 seule courbure



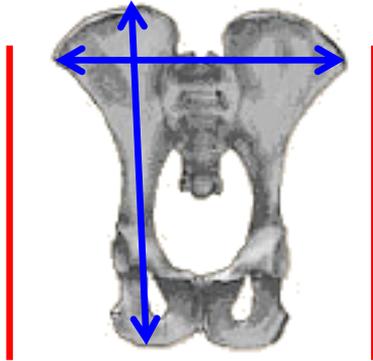
chimpanzé



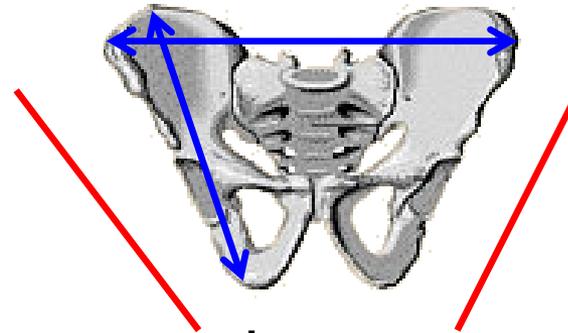
4 courbures

homme

Le bassin



grand singe

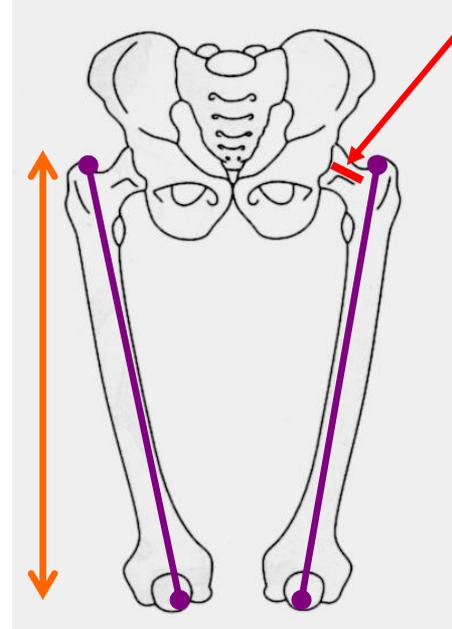
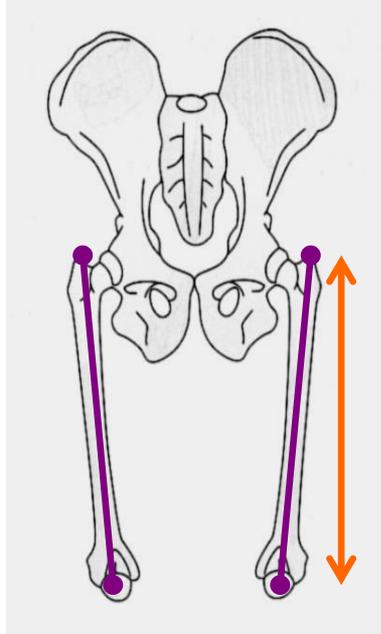


homme

Le bassin de l'homme est :

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

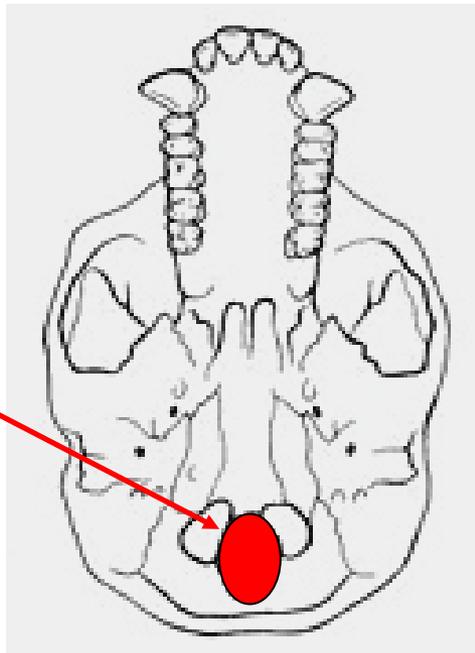
Le fémur



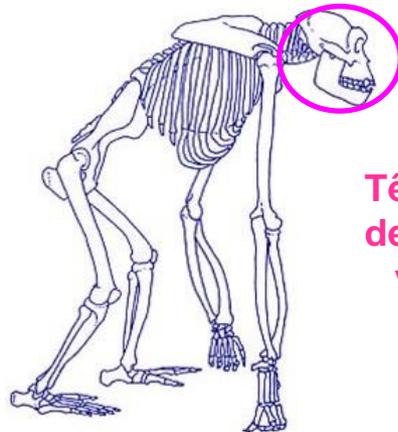
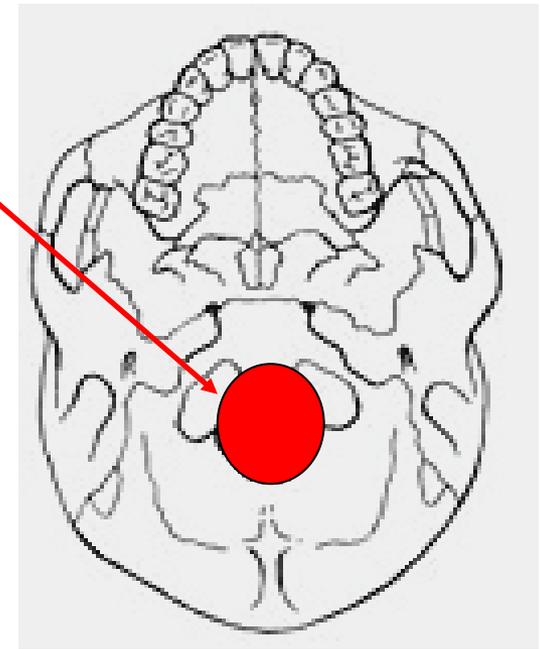
Le fémur est plus long et oblique par rapport à l'axe du corps
Le col du fémur est plus long

Trou occipital

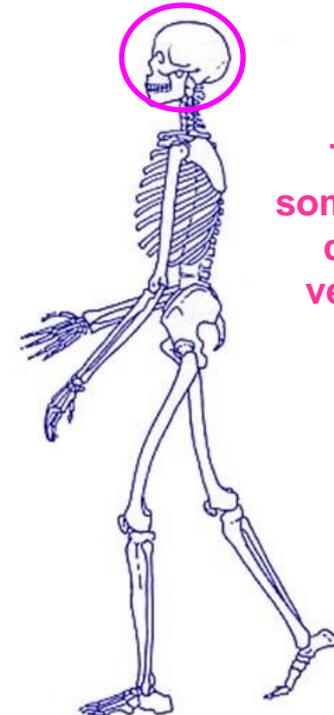
Trou occipital en position reculée



Trou occipital en position avancée

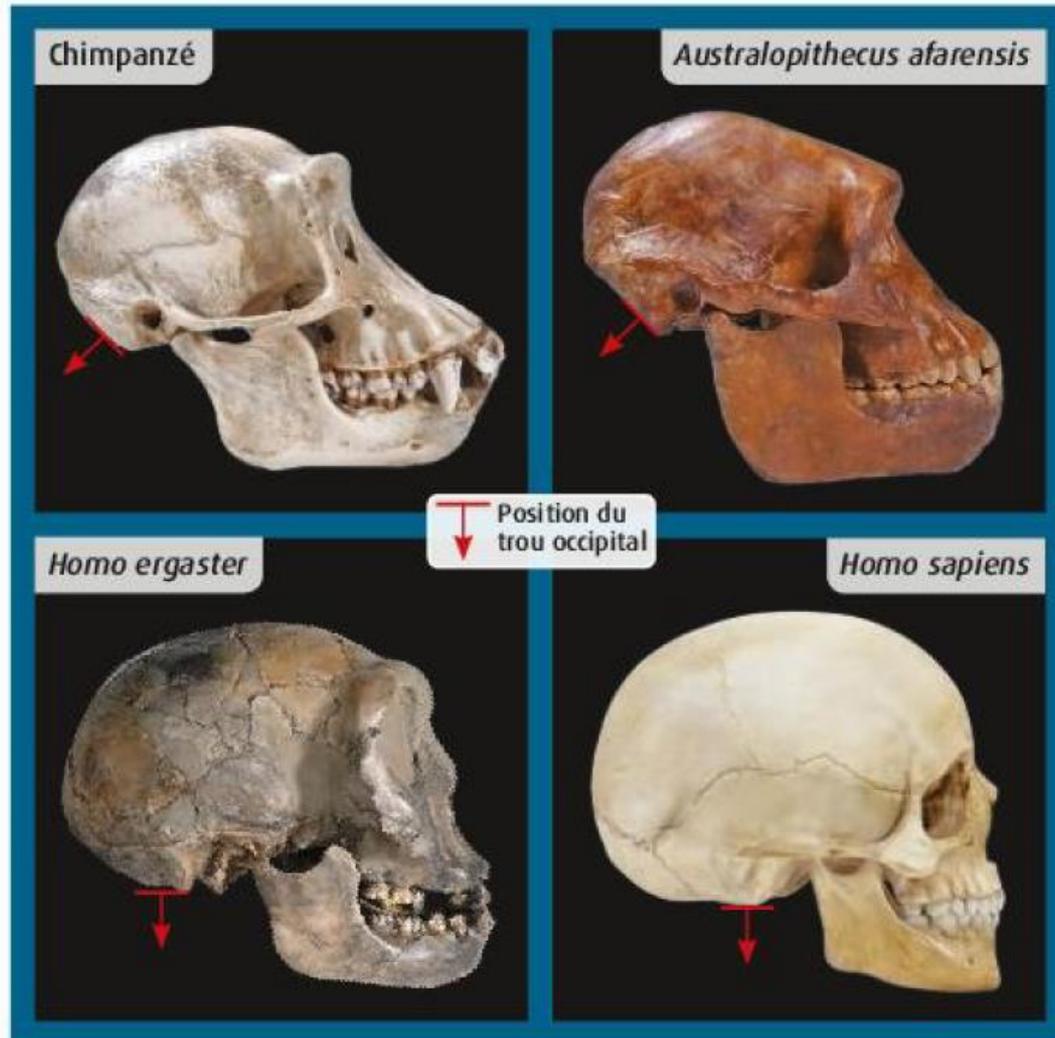


Tête en avant de la colonne vertébrale



Tête au sommet de la colonne vertébrale

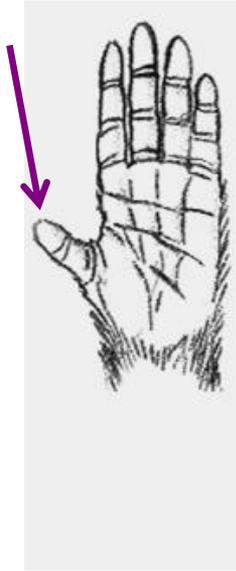
Position du trou occipital



DOC 5 Position du trou occipital chez un chimpanzé et trois hominines. La colonne vertébrale s'insère dans le crâne par un orifice nommé trou occipital. La position de cet orifice et le mode de locomotion de l'animal sont liés.

La main

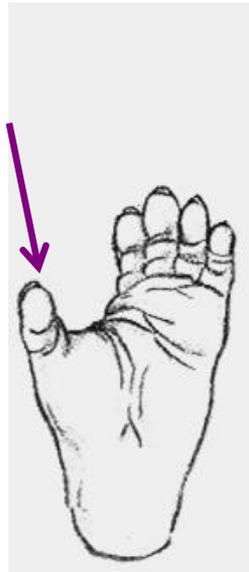
Mouvement du poignet 90 °



Main préhensile (rotation du poignet 180°)

Organe du toucher

Le pied



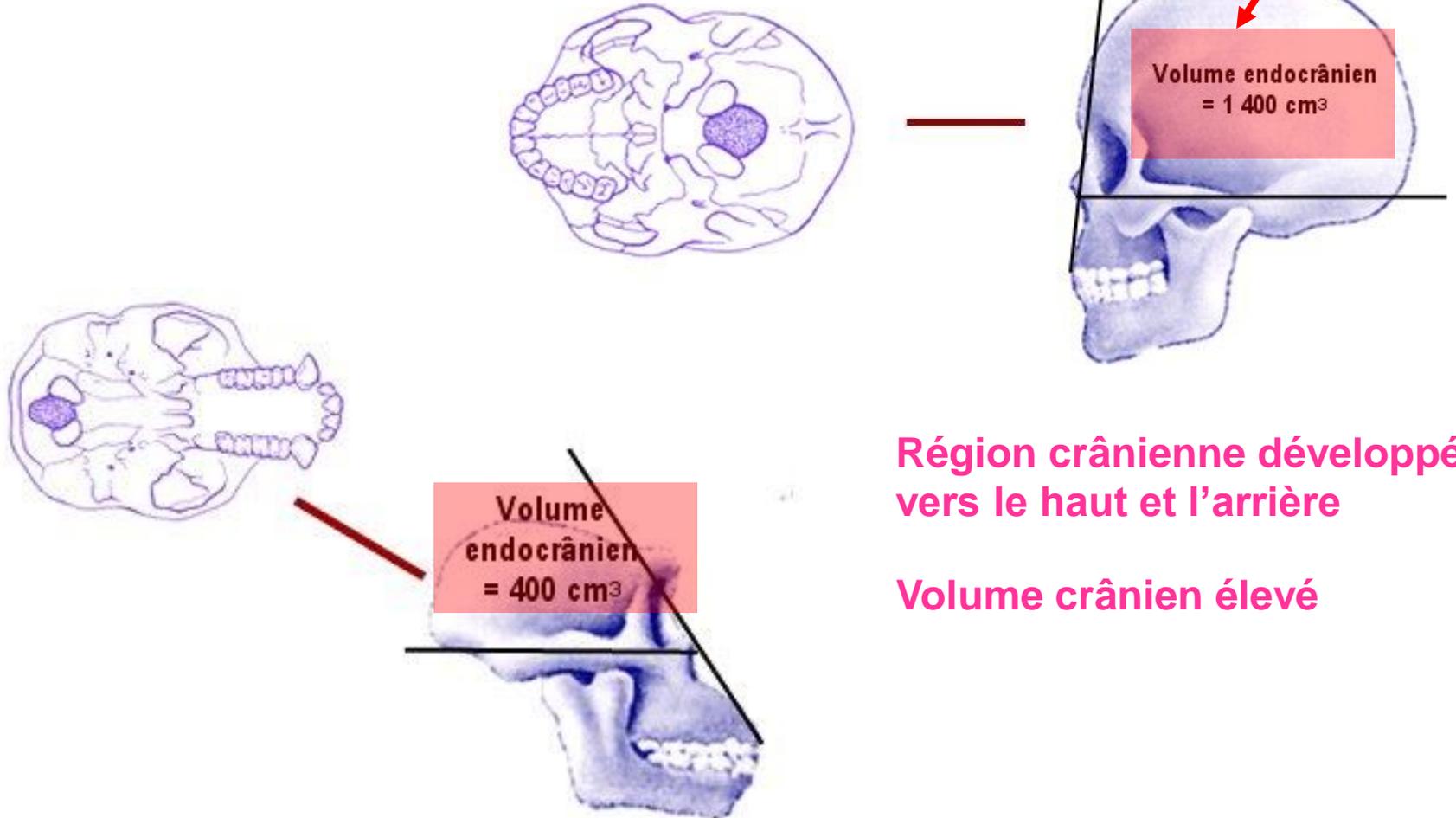
Orteil parallèle aux autres doigts : le pied n'est plus préhensile

Voûte plantaire



Caractères spécifiques du crâne et de la mâchoire

Le crâne



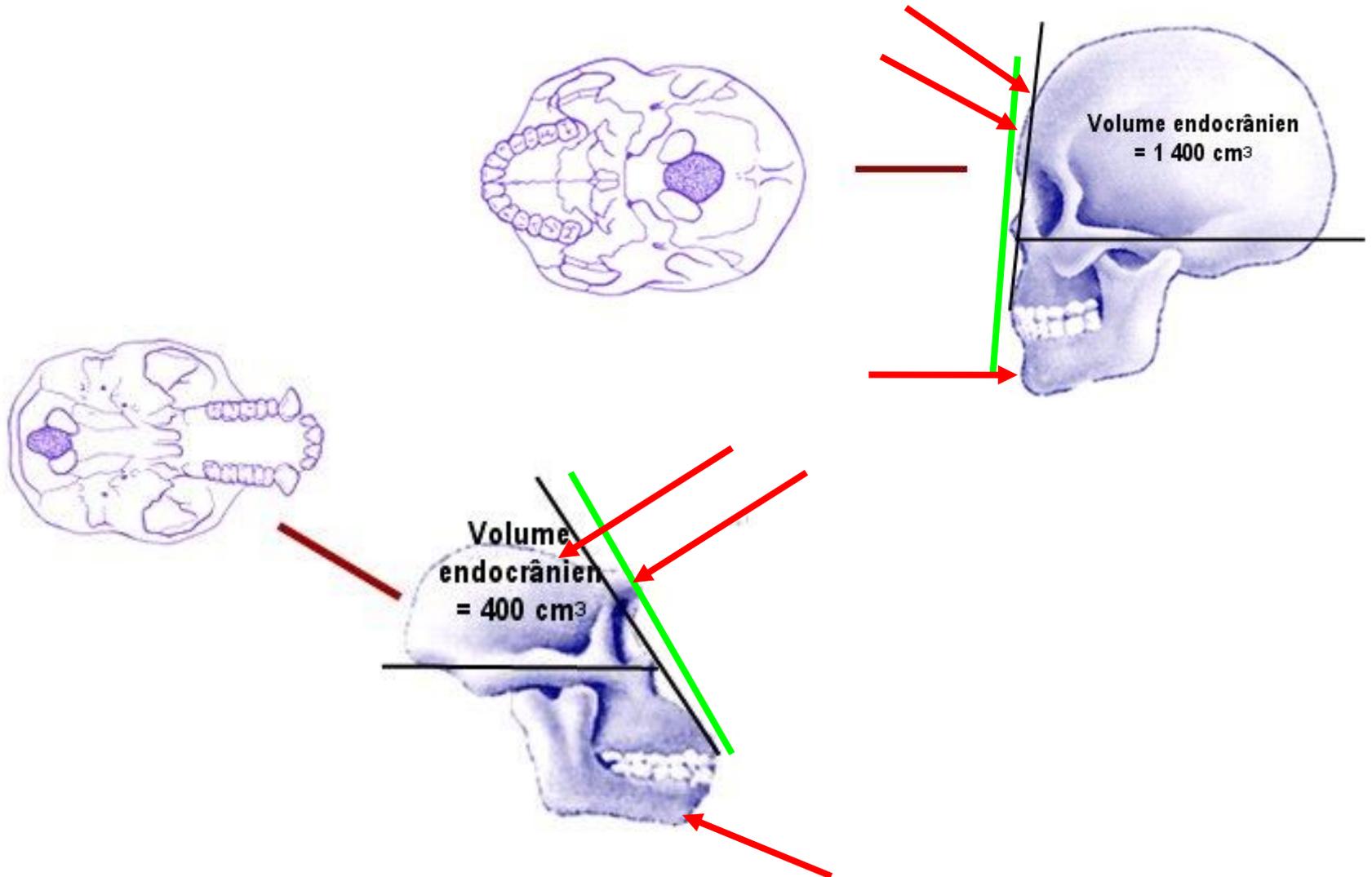
Région crânienne développée vers le haut et l'arrière

Volume crânien élevé

La face

Face presque plate = orthognathisme
Front plat

Absence de bourrelets sus-orbitaires
menton

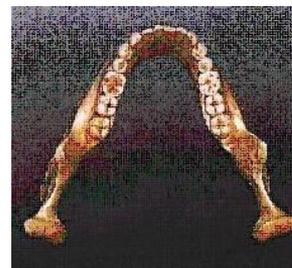
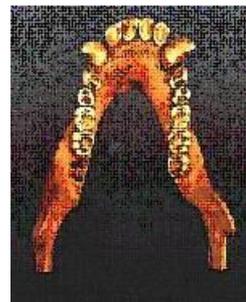
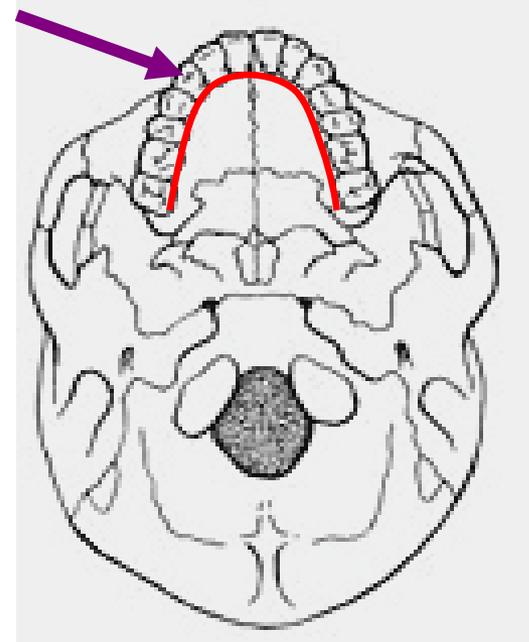
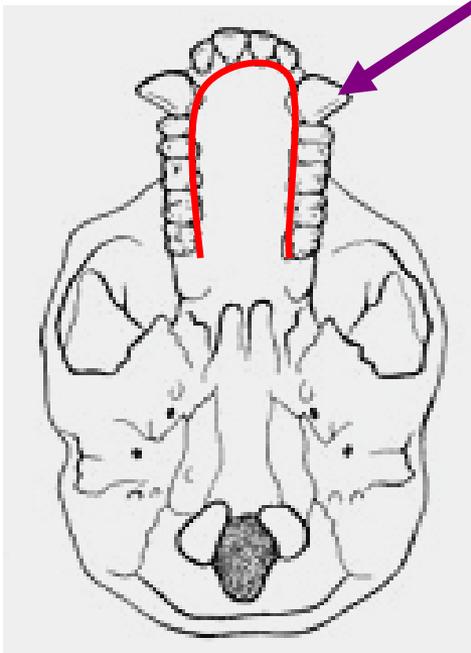


denture

Arcade dentaire parabolique (en V)

Dents serrées, peu différenciées de petite taille

Email épais



Forme de la mandibule

Australopithecus afarensis

Angle facial : 56° à 75°

Volume crânien : 385 à 500 cm³

Mandibule en U



Homo floresiensis

Angle facial : 71° à 89°

Volume crânien : 1 250 à 1 750 cm³

Mandibule parabolique



Homo sapiens

Angle facial : 82° à 88°

Volume crânien : 1 350 cm³ en moyenne

Mandibule parabolique



Homo floresiensis



DOC 5 Photo de crâne vu de profil et de mandibule de trois hominines. La forme de la mandibule est un caractère propre à tous les représentants du genre *Homo*. Le prognathisme est la projection plus ou moins avancée des deux mâchoires par rapport à la verticale allant du front au nez. En paléanthropologie, on évalue le prognathisme de la mâchoire supérieure, grâce à la mesure de l'angle facial. Celui-ci correspond à l'angle aigu formé par les droites (OP) et (MN). Plus l'angle est faible, plus le prognathisme est prononcé.

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

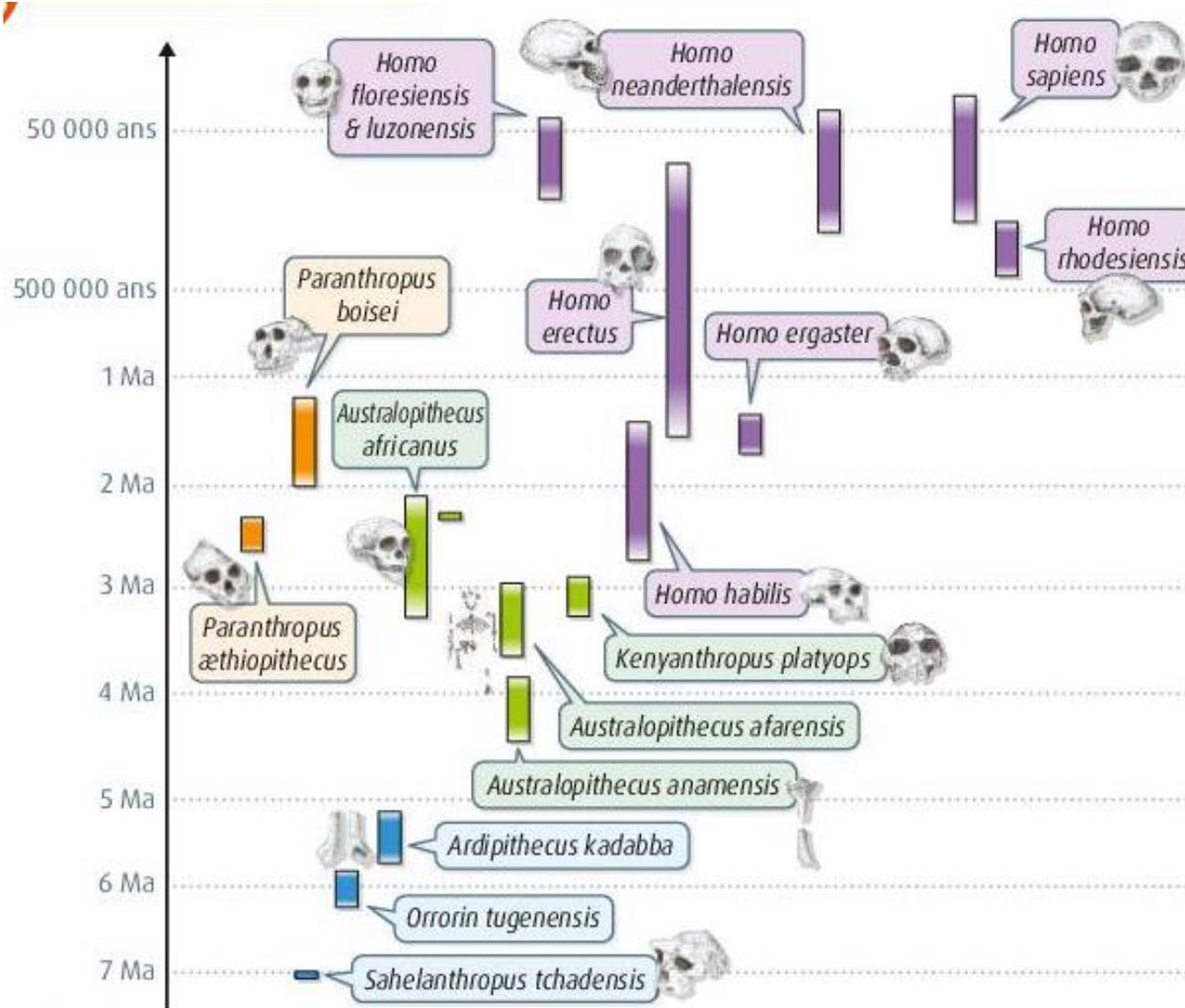
C. La place de l'homme parmi les primates

II. La rameau humain

A. Reconstituer l'histoire évolutive du rameau humain

B. Principaux représentants du rameau humain

Rameau humain



DOC 2 Répartition temporelle de quelques hominines.

Différentes espèces de la lignée humaine ont évolué conjointement.

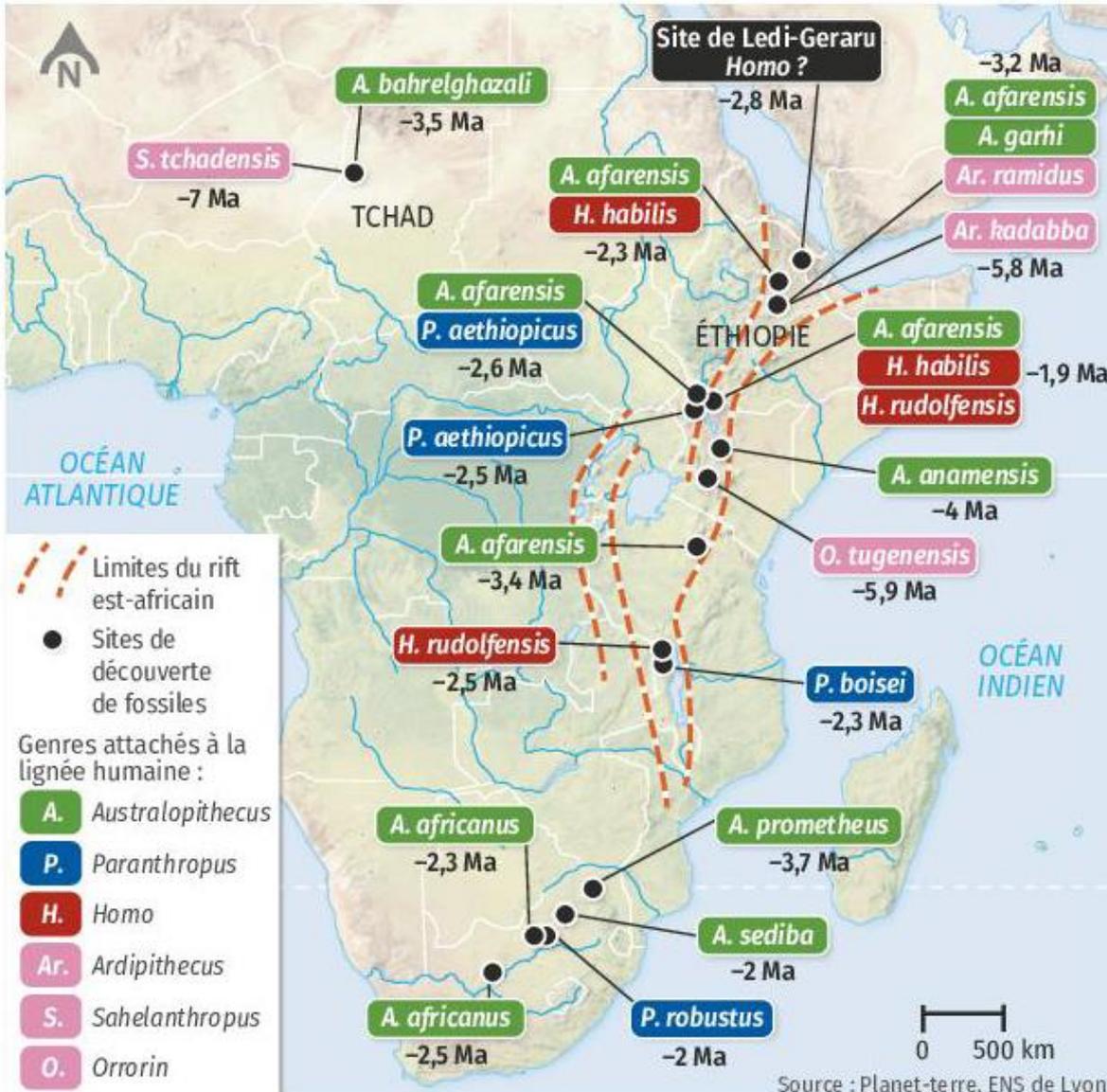
Notre espèce, *Homo sapiens*, est aujourd'hui la seule représentante vivante.

D'après Dominique Grimaud-Hervé, 2019

Une origine Africaine incontestable

Doc. 2

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



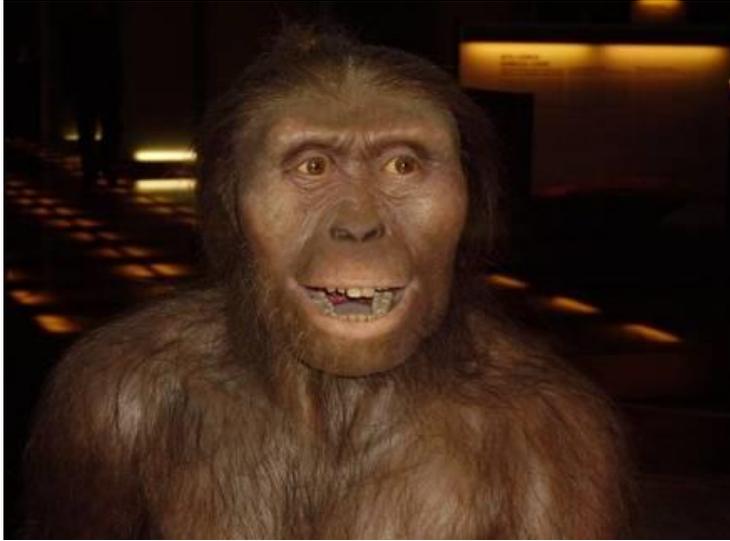
Le plus ancien fossile humain découvert hors d'Afrique est à ce jour *Homo georgicus*, trouvé en 1999 à Dmanisi en Géorgie et daté de 1,8 million d'années.



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

Les Australopithèques

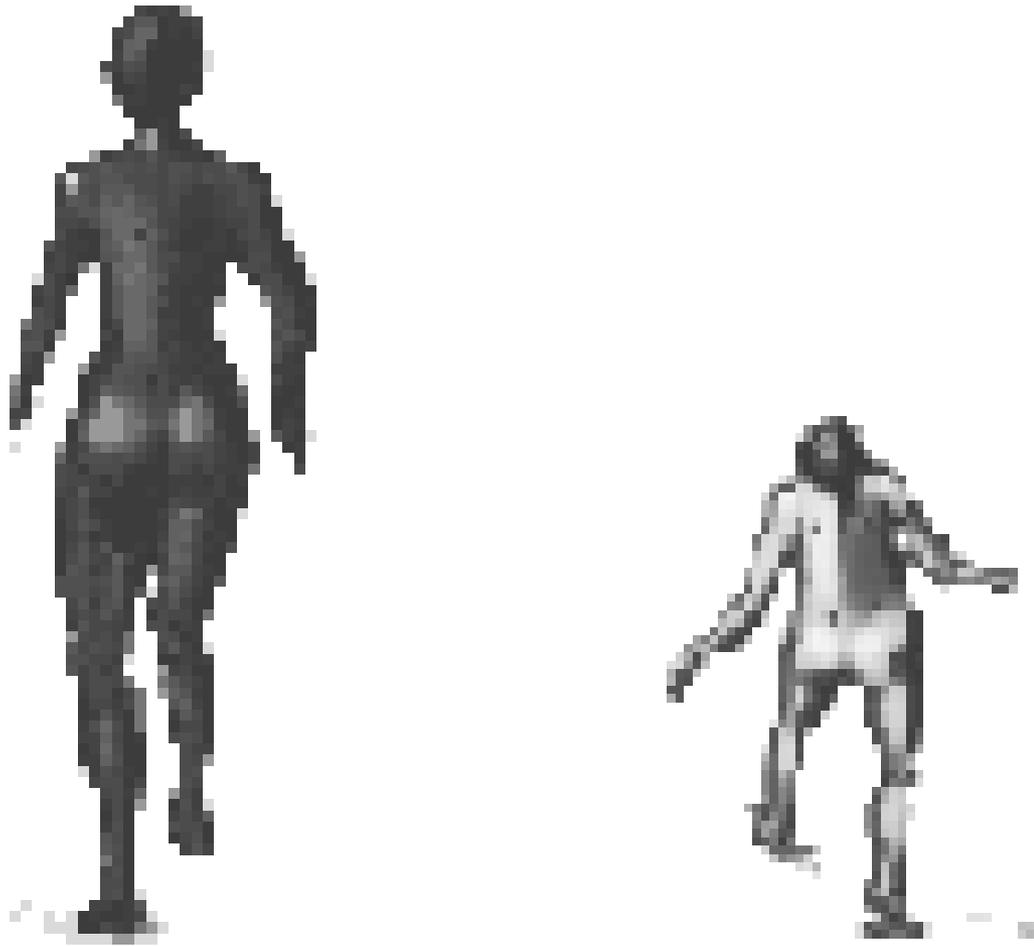
4,5 MA → 1 MA



A. Afarensis (Lucy)



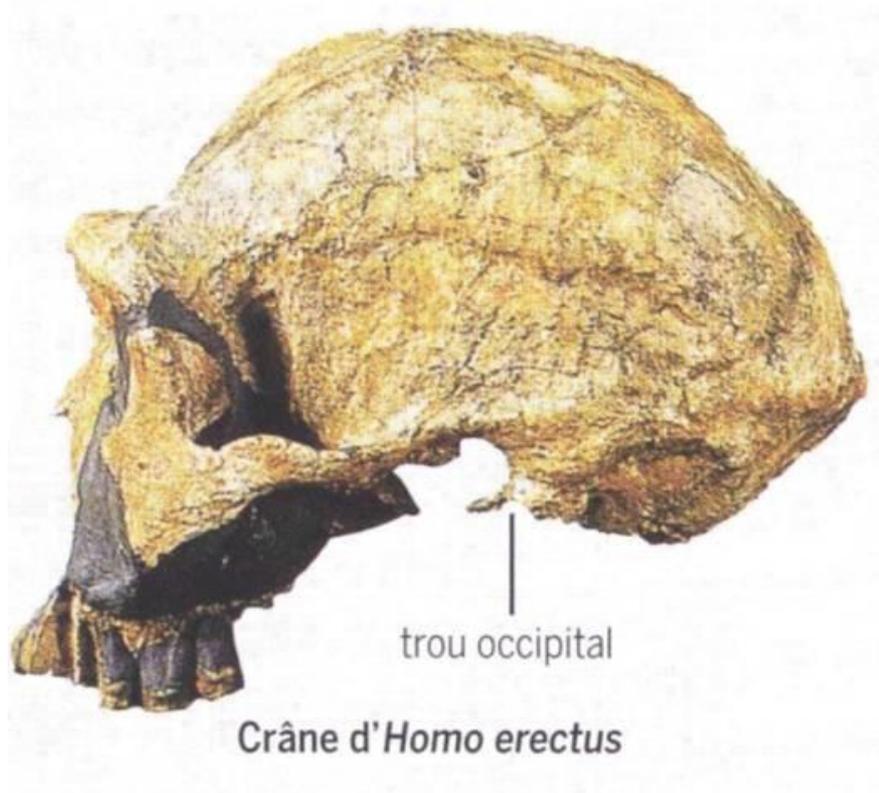
Les Australopithèques



Bipédie permanente mais imparfaite

Caractéristiques du genre Homo

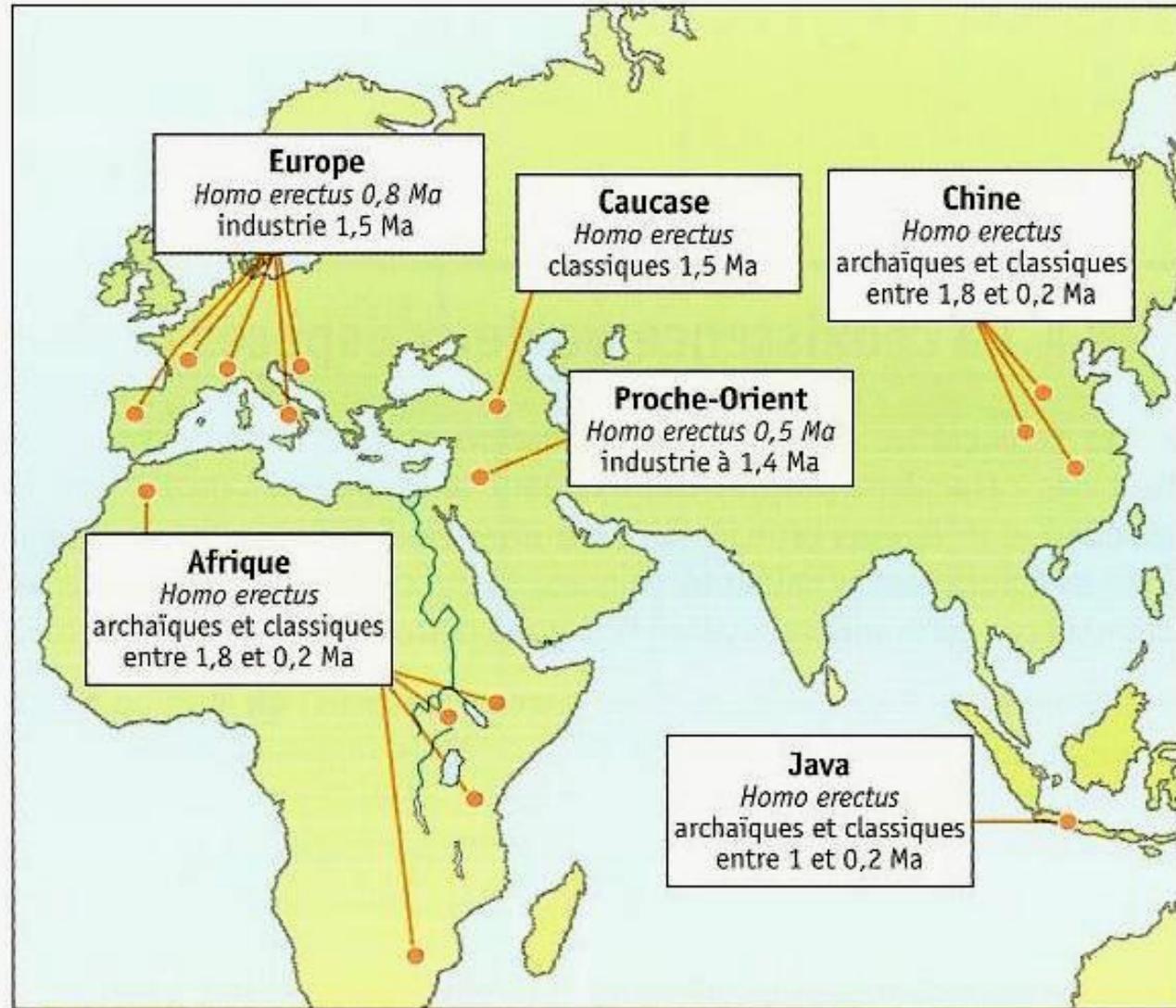
-2.5 Ma → actuel



Bipédie plus élaborée
Capacité crânienne importante

Caractéristiques du genre *Homo*

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



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

Homme de Neandertal

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

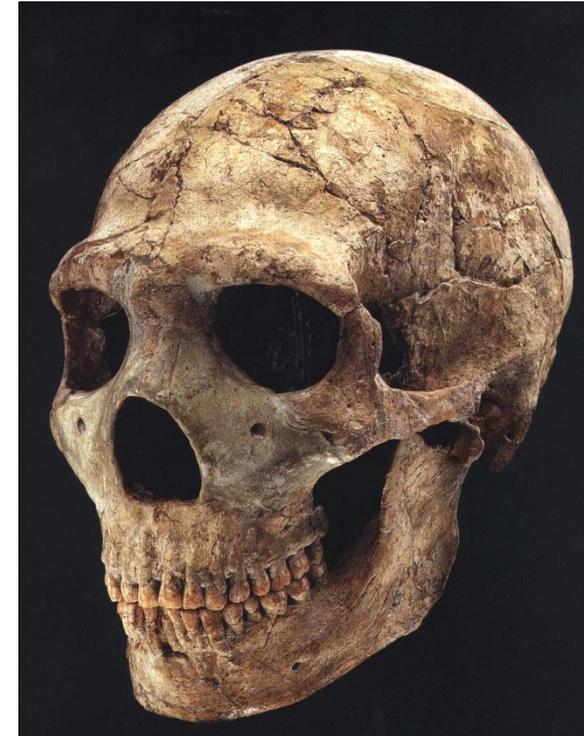
Corps trapu (membres courts), robuste 1,70 m pour 70 à 90 Kg, très musclé.

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



Les Denisoviens

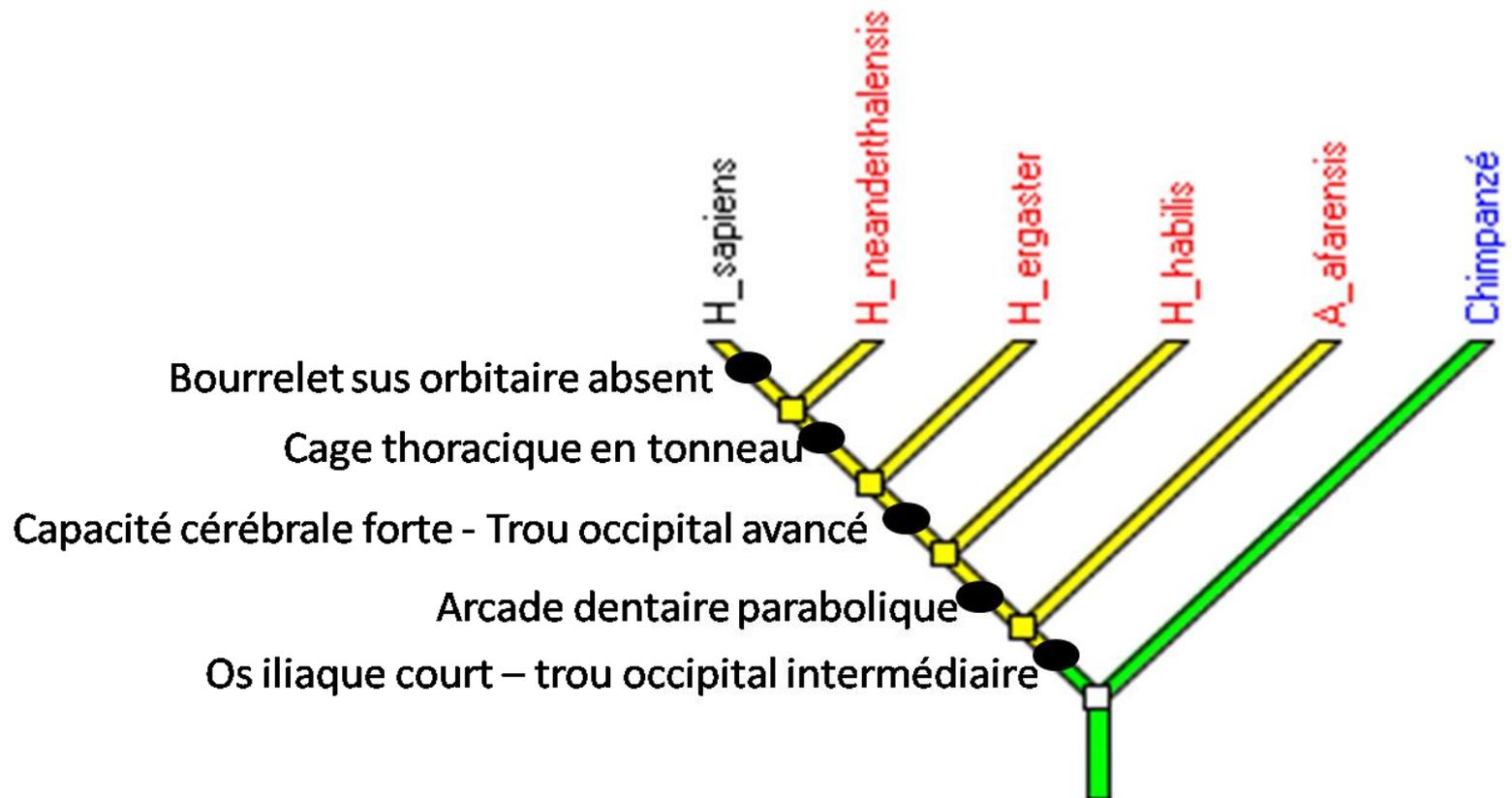


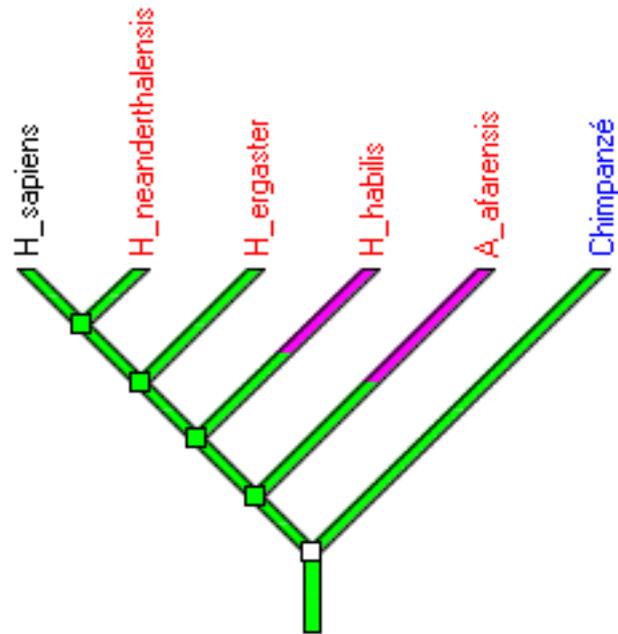
Métisse entre une
femme
néandertalienne et un
homme dénisovien **-90
000 ans (Sibérie)**



Activité phylogène

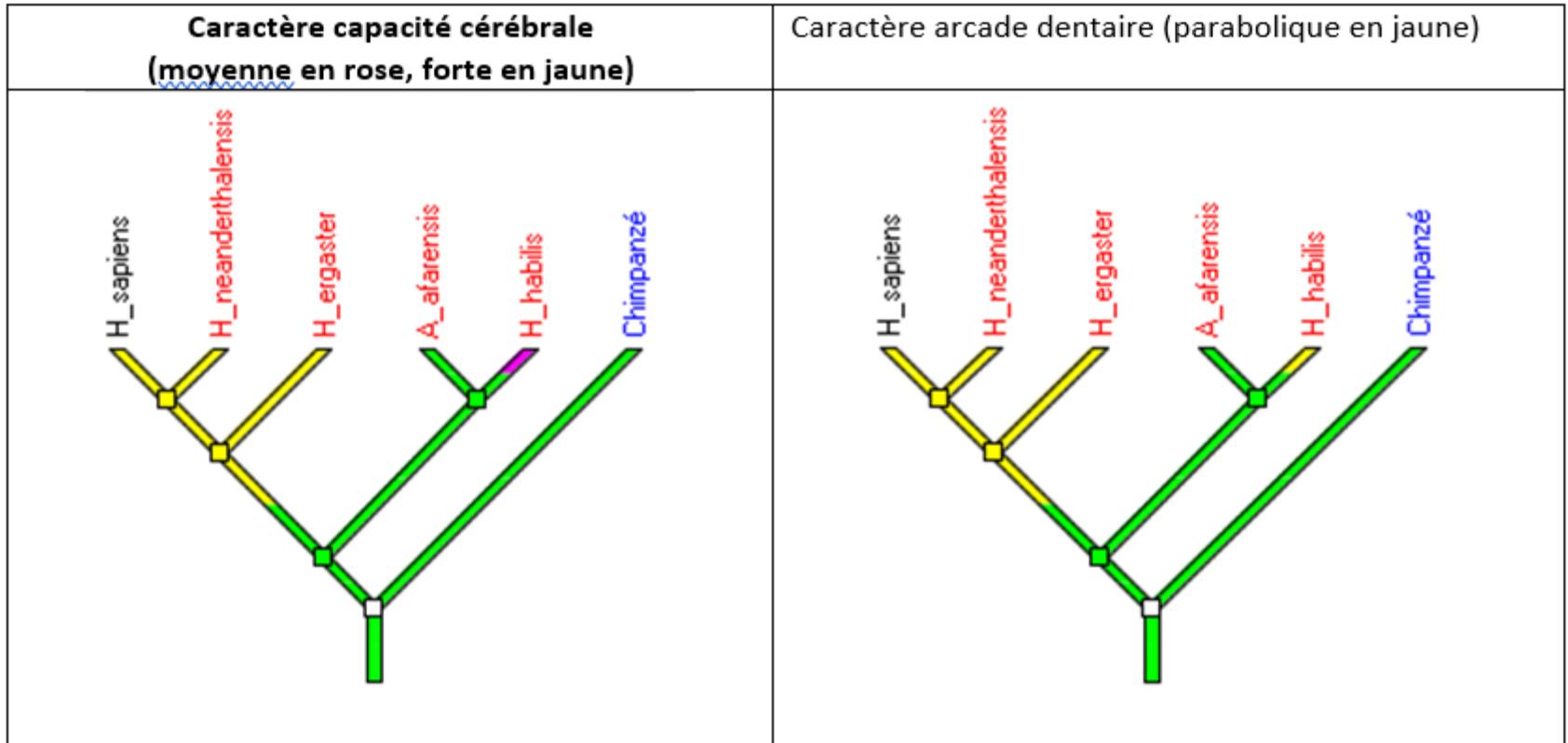
	Bourellet susorbitaire	Cage thoracique	Capacité cérébrale	Trou occipital	Arcade dentaire	Os iliaque
H_sapiens	Absent	Tonneau	Forte	Avancé	Parabolique	Court
H_neanderthalensis	Développé	Tonneau	Forte	Avancé	Parabolique	Court
H_ergaster	Développé	Tronc de cône	Forte	Avancé	Parabolique	Court
H_habilis	Développé	Tronc de cône	Moyenne	Intermédiaire	Parabolique	Court
A_afarensis	Développé	Tronc de cône	Faible	Intermédiaire	En U	Court
Chimpanzé	Développé	Tronc de cône	Faible	En arrière	En U	Allongé



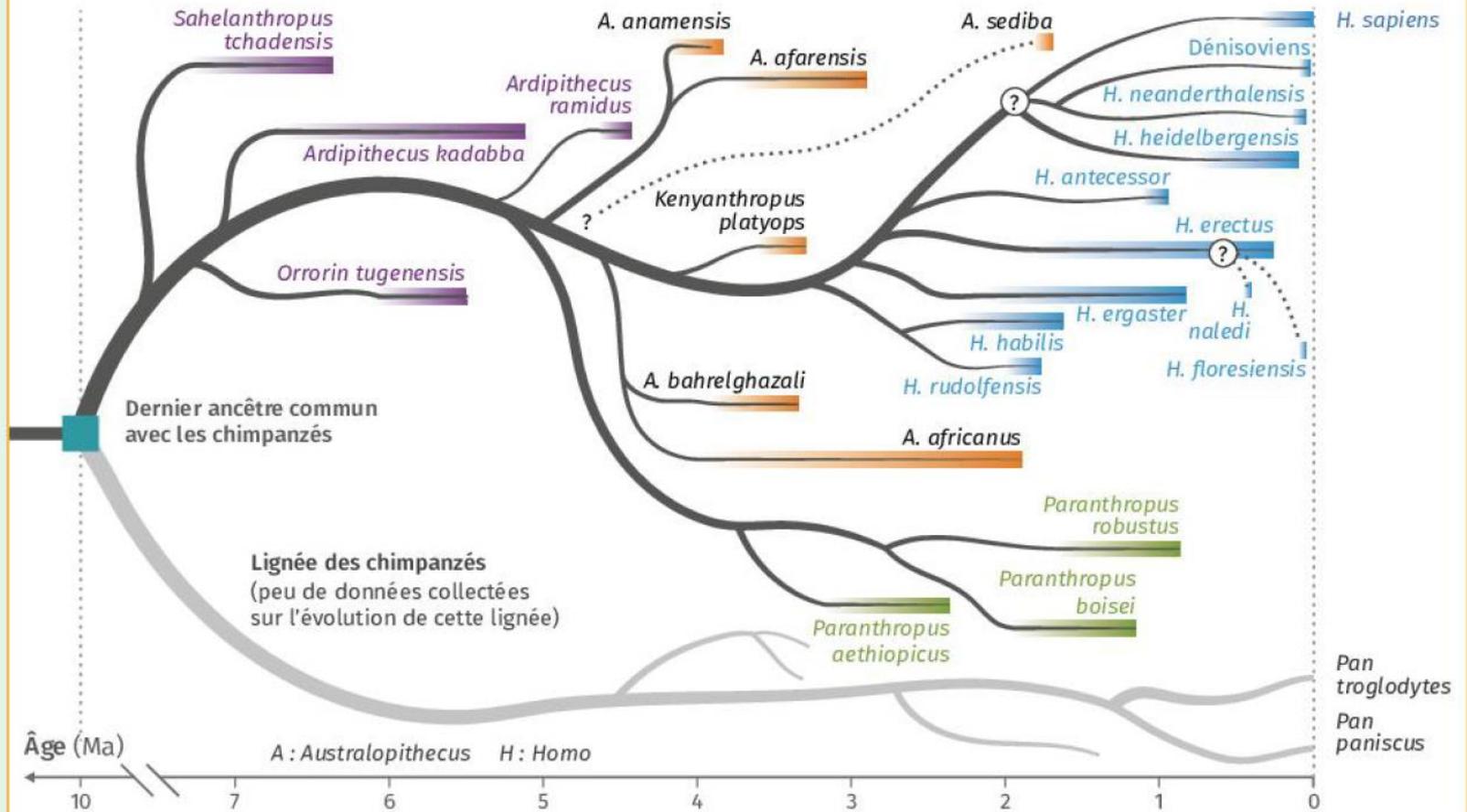


Rajout du caractère saillie des pommettes (saillante en rose) sur l'arbre précédent

Arbre modifié en ne faisant apparaitre qu'une fois la saillie :



Une possible histoire évolutive des humains



Exercices d'entraînement

12 Les liens de parenté des primates

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

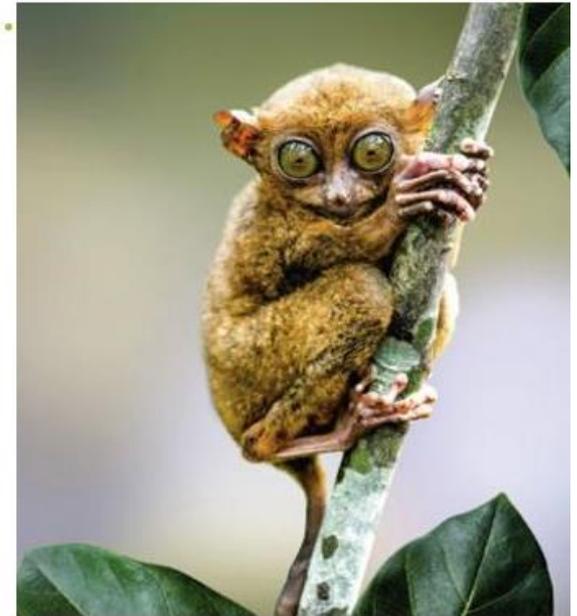
Le groupe des primates présente une grande diversité avec plus de cent quatre-vingts espèces répertoriées. Au sein du groupe, la phylogénie permet de préciser les liens de parenté par l'étude des caractères qu'ils possèdent.

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

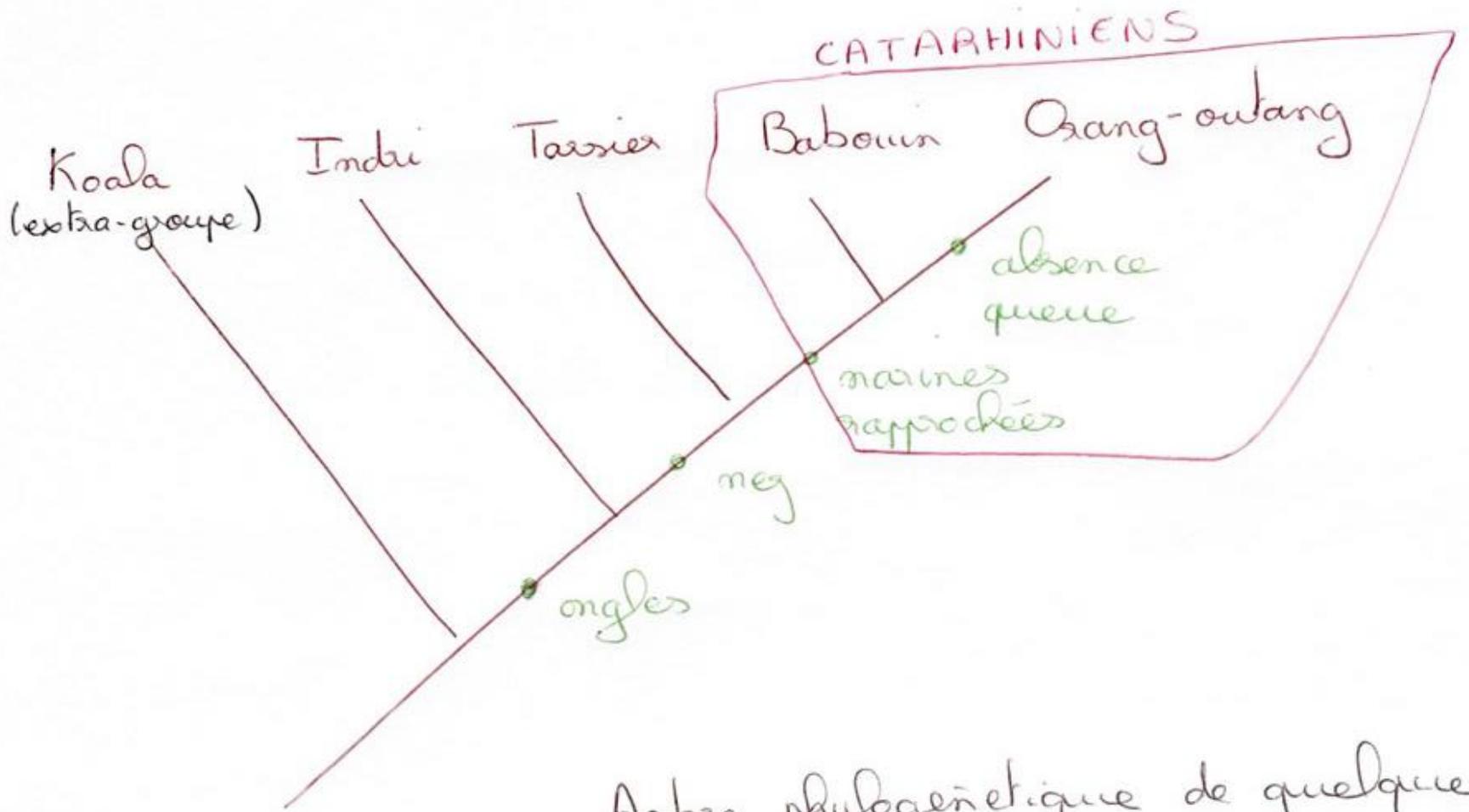
1 Matrice de caractères de cinq mammifères.

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.



Arbre phylogénétique de quelques primates

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.

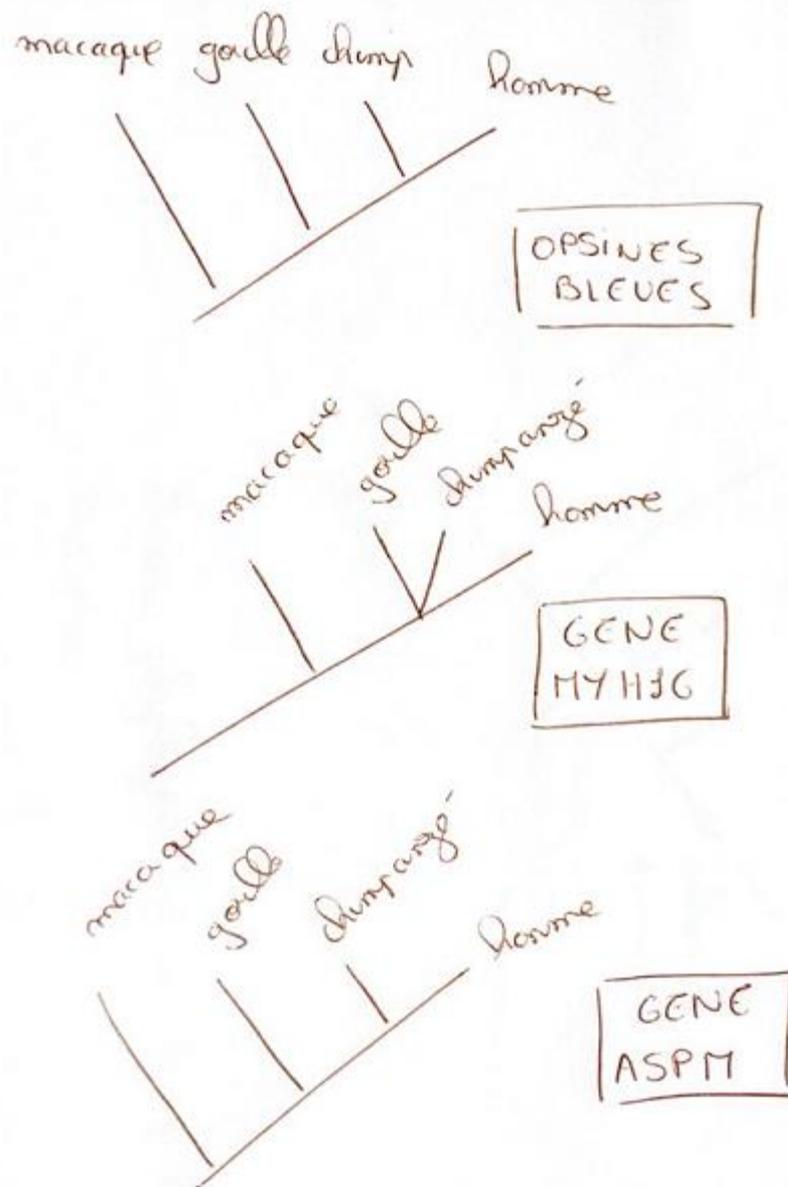


2 Macaque japonais

Exercice 17

1.

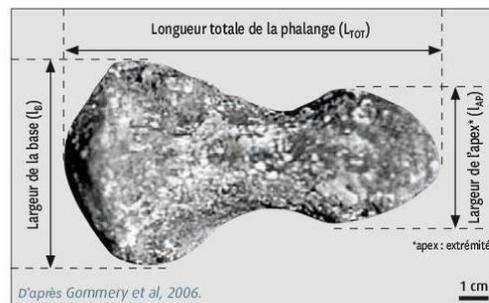
2. Pour deux des trois molécules utilisées pour établir de relations de parenté entre ces espèces (opsines bleues et gène ASM), le chimpanzé est l'espèce qui est la plus proche de l'homme (parce que la comparaison des séquences peptidiques ou nucléotidiques révèle le moins de différence). Pour la dernière 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.**



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.



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.

Chimpanzé commun

Col du fémur court

Orrorin tugenensis

Être humain

Col du fémur long

5 cm

Coupe transversale à travers le col du fémur

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).

Les arguments qui permettent d'assigner *Orrorin Tugenensis* à la lignée humaine sont :

Pour appartenir à la lignée humaine, il faut posséder au moins un caractère dérivé propre à l'Homme (et que ne possède pas le Chimpanzé).

- Les rapports mesurés sur la phalange de son pouce :

En effet, en utilisant l'échelle fournie, on mesure :

$$I_{AP}=5\text{cm} \quad I_B=7\text{cm} \quad L_{TOT}=12\text{ cm}$$

Donc $I_{AP}/I_B * 100 = 71$, ce qui est beaucoup plus proche du rapport mesuré chez l'être humain (69) que chez le chimpanzé (62) ou l'orang outang (53).

Et $I_{AP}/L_{TOT} * 100 = 41$, ce qui est beaucoup plus proche du rapport mesuré chez l'être humain (42) que chez le chimpanzé (22.6) ou l'orang outang (35.6).

- **La présence d'un col du fémur de longueur comparable à celle de l'être humain** (beaucoup plus long que celui du chimpanzé). Or on sait que l'allongement du col du fémur est un caractère lié à l'acquisition de la bipédie, caractéristique de la lignée humaine

- **La paroi osseuse supérieure du col du fémur légèrement plus fine que la paroi inférieure**, comme chez l'homme, ce qui est également associé à la bipédie (bien que, vu la forme de l'os, on pourrait penser qu'il a été déformé au cours de sa fossilisation)

***Orrorin* possèdent au moins 1 (et même 3 !) caractère dérivé spécifique à l'Homme donc ce squelette appartient à la lignée humaine.**

**D'autres exercices
pour s'entraîner**

Entraînement : QCM, indiquez **la ou les** bonnes réponses

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.

Entraînement : QCM, indiquez **la ou les** bonnes réponses

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.

Entraînement : QCM, indiquez la ou les bonnes réponses

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.

Entraînement : QCM, indiquez la ou les bonnes réponses

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.

Entraînement : QCM, indiquez la ou les bonnes réponses

	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

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.

Entraînement : QCM, indiquez la ou les bonnes réponses

	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

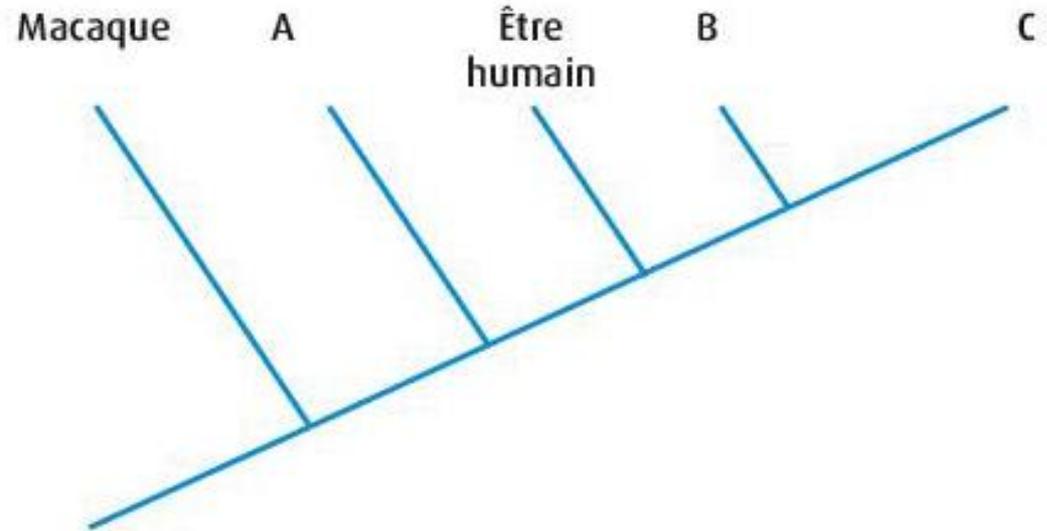
3. D'après le **DOC. 1**, les deux espèces les plus proches parentes sont :

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

Entraînement : QCM, indiquez **la ou les** bonnes réponses

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**).

	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 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.

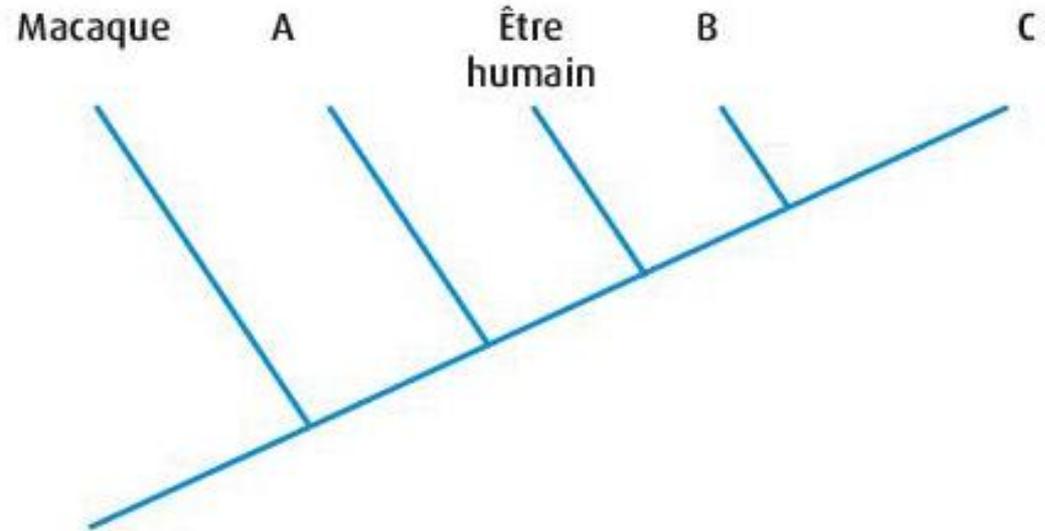
b. A = gorille, B = chimpanzé commun forcément, C = bonobo forcément.

c. A = chimpanzé commun ou bonobo, B = chimpanzé commun ou bonobo, C = gorille.

Entraînement : QCM, indiquez **la ou les** bonnes réponses

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**).

	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 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.

Entraînement : QCM, indiquez la ou les bonnes réponses

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.

	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

Entraînement : QCM, indiquez la ou les bonnes réponses

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.

	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

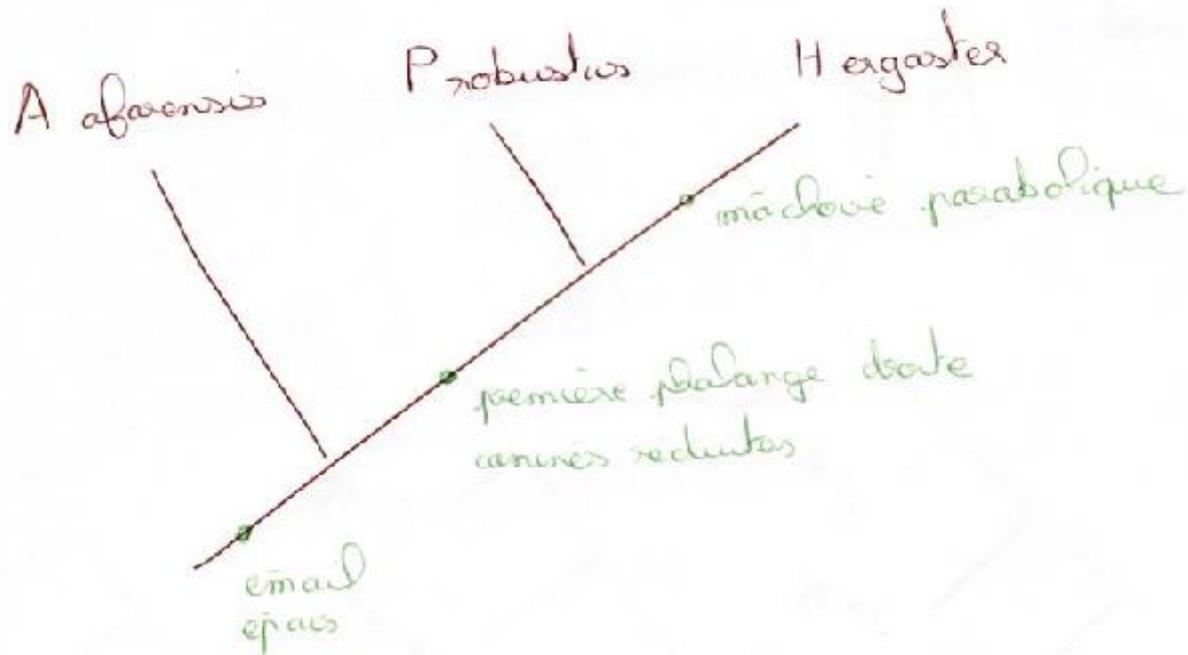
8 Quelques attributs de trois représentants de la lignée humaine⁽¹⁾

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



13 Exploiter des documents, rédiger une argumentation scientifique

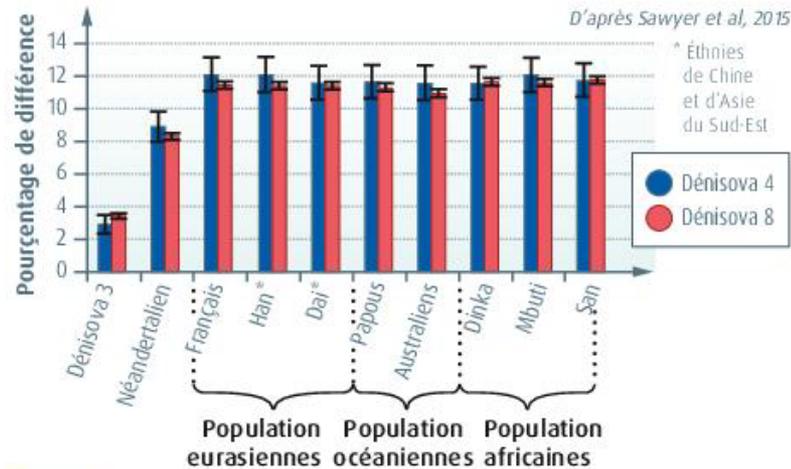
Les Dénisoviens

En 2008, au cours de fouilles dans la grotte de Dénisova 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 Dénisova 3, 4 et 8.



DOC1 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.

QUESTION

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

AIDE

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

Exercice 13 :

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.