

LA DIVERSITÉ DES PRIMATES FOSSILES

L'Homme étant proche des « grands singes », il partage une partie de son histoire avec celle, plus générale, des primates. L'étude des fossiles des primates est donc fondamentale pour mieux comprendre l'histoire de l'Homme.

1 Les fossiles des premiers primates

► Datés de – 65 à – 50 millions d'années, les premiers primates fossiles montrent que ces derniers étaient variés (une trentaine d'espèces ont été identifiées) et ne ressemblaient ni à l'Homme actuel, ni aux autres singes : ils étaient de petite taille mais avaient déjà une vie arboricole comme la plupart des primates actuels.

► Les premiers fossiles ressemblant aux singes actuels n'apparaissent que vers – 35 millions d'années.

2 La diversité des grands primates fossiles

► Les grands primates actuels, ainsi nommés à cause de leur grande taille, regroupent l'Homme et les « grands singes » (orang-outan, gorille et chimpanzé).

► La diversité des grands primates est aujourd'hui réduite car chacun d'eux n'est représenté que par deux espèces, voire une seule (*Homo sapiens* pour l'Homme).

► Les grands primates ont été, dans le passé, un groupe très diversifié : entre – 25 et – 5 millions d'années, une centaine d'espèces ont régné en Eurasie et en Afrique. Suite à un changement climatique, vers – 9 millions d'années, la grande majorité de ces espèces disparaissent, et seules les espèces tropicales essentiellement africaines vont survivre.

► C'est donc dans cette période charnière, située entre – 9 et – 5 millions d'années, et probablement en Afrique, que l'on peut situer l'ancêtre commun à l'Homme et au chimpanzé. Malheureusement, très peu de fossiles de cette époque ont été trouvés jusqu'à présent en Afrique : Toumaï (*Sahelanthropus*

tchadensis), 6 à 7 Ma, ou *Orrorin tugenensis* (6 Ma) et *Ardipithecus kadabba* (5,2 à 5,8 Ma).

► Ces espèces présentent un mélange (ou une mosaïque) de caractères que l'on retrouve actuellement :

– chez l'Homme, comme des signes de bipédie : trou occipital avancé pour Toumaï, grande taille du fémur et col du fémur développé pour Orrorin ;

– mais aussi chez le chimpanzé : un volume crânien de 360 cm³ pour Toumaï et des canines développées pour Orrorin et Ardipithécus.

► Aucun de ces fossiles ne peut être à coup sûr considéré comme un ancêtre de l'Homme ou du chimpanzé. L'ancêtre commun à l'Homme et au chimpanzé, qui n'était ni un Homme ni un chimpanzé, reste donc hypothétique.

► Cet ancêtre commun devait posséder toutes les caractéristiques morphologiques, anatomiques et comportementales actuellement communes à l'Homme et au chimpanzé. À partir de la comparaison Homme-chimpanzé (> dépliant, III), il est possible d'en tracer le portrait-robot : il devait avoir une taille de 1 m pour 30 à 40 kg, une capacité crânienne de 300 à 400 cm³, une bipédie occasionnelle, devait vivre en communauté et avait la capacité de confectionner et d'utiliser des outils rudimentaires.

3 Les fossiles plus récents

► Les fossiles, datés de – 4,2 à – 1 million d'années, montrent l'existence de deux groupes très diversifiés : les australopithèques (8 espèces) et les paranthropes (3 espèces).

► Ces espèces possèdent toutes des indices d'une bipédie fondamentalement différente des « grands singes », mais pas aussi affirmée que celle de l'Homme. Leurs capacités crâniennes restent faibles : 380 à 450 cm³ pour les australopithèques, 420 à 600 cm³ pour les paranthropes. Des outils rudimentaires en pierre taillée (> fiche 16) sont associés à certains paranthropes.

► Ces fossiles ne peuvent cependant pas être considérés comme des ancêtres du genre *Homo* (> fiche 17) : les australopithèques possèdent avec ce genre un ancêtre commun, lui aussi hypothétique. Ils montrent en revanche que l'histoire évolutive de l'Homme a été buissonnante et comporte plusieurs rameaux.

>

LA PHYLOGÉNIE DU GENRE HOMO

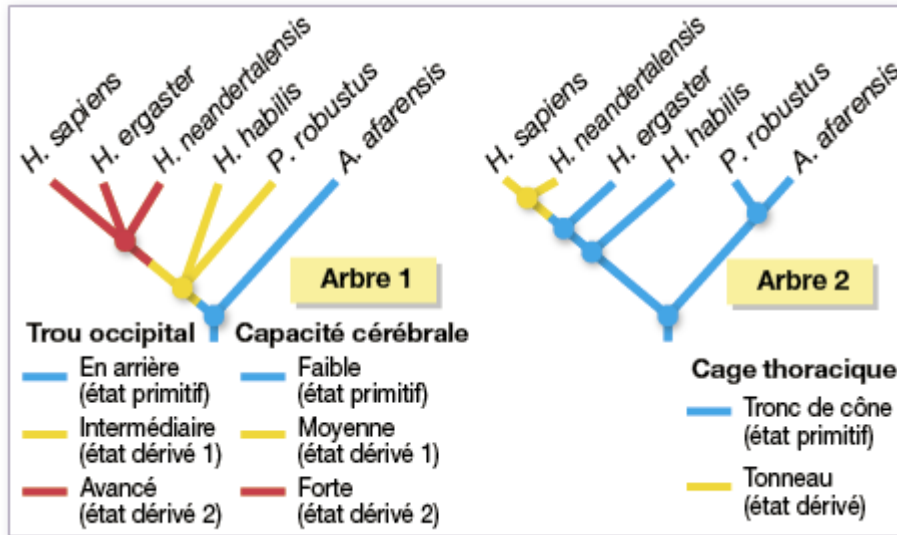
Un arbre phylogénétique est une représentation qui permet de rendre compte des relations de parenté entre les êtres vivants.

1 Le principe de construction d'un arbre phylogénétique

- ▶ Les relations de parenté sont déduites de l'analyse de caractères morphologiques, anatomiques ou embryologiques.
- ▶ Pour chaque caractère étudié, il est essentiel de déterminer son état primitif ou dérivé car le seul fait de partager des états dérivés de caractères témoigne d'une étroite parenté.
- ▶ L'état dérivé d'un caractère apparaît dans le temps, après l'état ancestral ou primitif, il correspond à une innovation évolutive. Tous les individus qui possèdent un même état dérivé d'un caractère l'ont acquis d'un ancêtre commun chez qui il est apparu pour la première fois.
- ▶ Dans un arbre phylogénétique, chaque nœud correspond à un ancêtre commun. Ce dernier reste hypothétique et ne correspond pas à une espèce fossile précise. Les innovations évolutives sont placées entre chaque nœud.

2 Plusieurs arbres phylogénétiques pour le genre *Homo*

- ▶ Suivant le caractère choisi pour établir une phylogénie, il est possible d'obtenir des arbres phylogénétiques différents.
- ▶ Par exemple, en choisissant les caractères « trou occipital » et « capacité cérébrale », il est possible de construire l'arbre 1 (doc.). Cet arbre montre qu'*Homo habilis* est plus apparenté avec *Paranthropus boisei* pour ces deux caractères, son appartenance au genre *Homo* est donc controversée.
- ▶ Le caractère « forme de la cage thoracique » permet de préciser la phylogénie du genre *Homo* avec deux espèces plus apparentées : *H. sapiens* et *H. neandertalensis* car elles partagent le caractère dérivé « cage thoracique en forme de tonneau » (arbre 2, doc.).



3 Les phylogénies établies à partir de caractères culturels

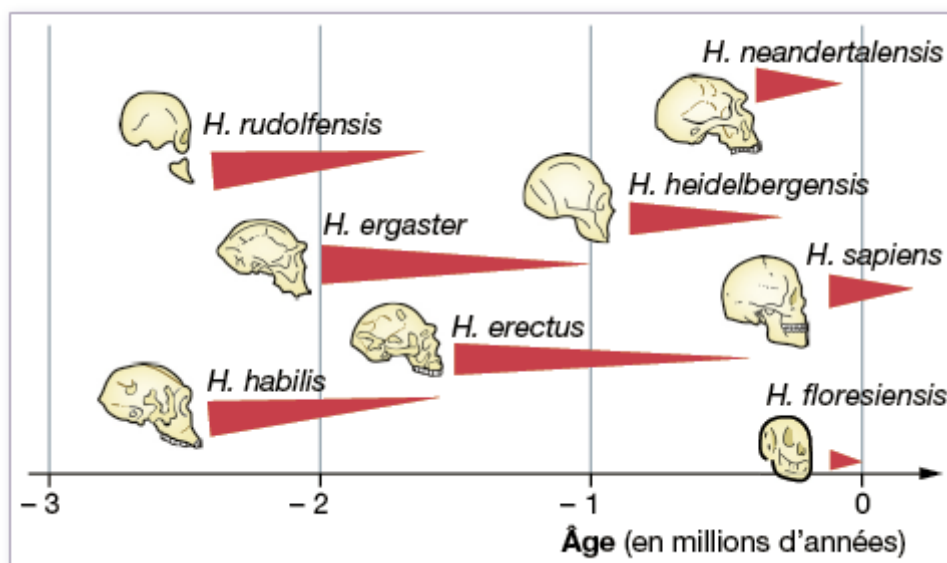
- ▶ Le genre *Homo* a longtemps été caractérisé par son habileté à fabriquer des outils, d'où le nom d'*Homo habilis*, « l'Homme habile » donné à son premier représentant. L'attribution spécifique de cette capacité au genre *Homo* est aussi controversée.
- ▶ En effet, plusieurs espèces (*H. habilis*, *H. rudolfensis* et deux espèces de paranthropes) ont été associées aux plus anciens outils de pierre taillée, sans que l'on soit capable de savoir laquelle de ces espèces a inventé l'outil de pierre taillée : l'invention de l'outil n'est donc pas un caractère dérivé du genre *Homo*.
- ▶ En revanche, la fabrication des bifaces peut être associée à *Homo ergaster* (« l'Homme artisan »), et si *H. sapiens* et *H. neandertalensis* ont développé un outillage diversifié, ce n'est qu'avec *H. sapiens* qu'apparaissent les premières manifestations artistiques.
- ▶ Il n'y a donc pas d'arbre phylogénétique consensuel du genre *Homo* car la construction précise de cet arbre est controversée dans le détail, selon les caractères étudiés.

LES CARACTÉRISTIQUES DU GENRE HOMO

Les premiers représentants du genre *Homo* apparaissent en Afrique avant la disparition des australopithèques et des paranthropes avec lesquels ils ont cohabité. Le genre *Homo* regroupe plusieurs espèces fossiles, et l'Homme (*Homo sapiens*) est le seul représentant actuel de ce genre.

1 Les primates fossiles du genre *Homo*

Doc. Répartition dans le temps des différentes espèces du genre *Homo*.



► À partir de -2,5 millions d'années (doc.), on trouve, uniquement en Afrique, des restes fossiles des premiers représentants du genre *Homo* : *Homo habilis* et *Homo rudolfensis*. Ces deux espèces ont une capacité crânienne comprise entre 600 et 750 cm³. Par rapport aux australopithèques, leur face est réduite (avec un prognathisme faible) et ils possèdent une bipédie plus affirmée mais encore différente des hommes modernes.

Des outils rudimentaires, ou galets aménagés, sont associés à ces restes fossiles et sont attribués à ces deux espèces, même si les paranthropes qui coexistaient avec elles à cette époque ont été capables eux aussi de réaliser ces outils.

► Avant la disparition des premiers représentants du genre *Homo*, deux nouvelles espèces apparaissent, *Homo ergaster*, vers -2 millions d'années, et *Homo erectus*, vers -1,7 million d'années. Les restes fossiles correspondent à des individus plus grands (1,70 m en moyenne) avec

une bipédie comparable à la nôtre et des crânes d'une capacité comprise entre 800 et 1 100 cm³. Leur maîtrise de la bipédie a contribué à leur migration hors du continent africain puisque des fossiles ont été trouvés en Europe du Sud, au Proche-Orient et en Asie orientale. Ces deux espèces devaient probablement déjà être capables de langage articulé, maîtrisaient le feu et fabriquaient des outils taillés sur les deux faces, les bifaces.

► Avant la disparition d'*Homo erectus*, on trouve, il y a environ 600 000 ans, une nouvelle espèce : *Homo heidelbergensis*, qui annonce une évolution vers l'Homme actuel avec une capacité crânienne moyenne de 1 200 cm³. Cette espèce s'est différenciée en Afrique, en Europe et en Asie jusqu'à l'apparition d'*Homo neandertalensis* vers – 300 000 ans et d'*Homo sapiens* vers – 200 000 ans.

► *Homo neandertalensis* possédait des caractères proches de l'Homme actuel avec une capacité crânienne égale, voire supérieure, à *Homo sapiens* mais, en revanche, une charpente osseuse robuste et les os des membres légèrement incurvés, signe d'une forte musculature. Avant de disparaître vers – 30 000 ans, il va cohabiter avec *Homo sapiens* et partager des pratiques culturelles diversifiées comme la fabrication d'outils sophistiqués ou les rites funéraires. C'est ensuite avec *Homo sapiens* qu'apparaissent les premières manifestations artistiques.

2 Les caractéristiques des espèces du genre *Homo*

Bien que l'appartenance au genre *Homo* de certaines de ces espèces fossiles soit encore discutée (> fiche 17), on peut affirmer que les espèces du genre *Homo* se distinguent par :

– des caractères anatomiques, notamment une face réduite, une mandibule parabolique, un dimorphisme sexuel peu marqué sur le squelette, un style de bipédie avec trou occipital avancé et une aptitude à la course à pied ;

– une production d'outils complexes et une variété des pratiques culturelles (maîtrise du feu, rites funéraires...), mais de façon non exclusive.

>

L'HOMME, UN PRIMATE PROCHE DU CHIMPANZÉ

L'étude comparée des pigments rétinien (opsines) réalisée en 1^{re} S a permis de placer l'Homme parmi les primates, et en particulier parmi les « grands singes », groupe dont font partie le chimpanzé, le gorille, l'orang-outan et le gibbon.

1 L'Homme est génétiquement proche du chimpanzé

► La comparaison des séquences des gènes qui codent pour différentes enzymes chez les primates montre que les séquences de l'Homme et du chimpanzé ont la plus grande similitude. Le plus proche parent de l'Homme parmi les « grands singes » est donc le chimpanzé.

► Au total, on admet actuellement que les génomes du chimpanzé et de l'Homme diffèrent de 1,2 % pour les gènes codant pour des protéines.

2 Des positions différentes des gènes chez les deux espèces

► La comparaison des chromosomes de ces deux espèces montre que le positionnement des gènes est souvent similaire. Cependant, il existe dans certains cas des inversions dans la position des gènes sans toutefois qu'il y ait modification de leurs séquences.

► L'Homme et le chimpanzé se distinguent donc par la position de certains gènes.

3 Une chronologie différente dans l'expression de certains gènes

► Homme et chimpanzé sont différents sur le plan morphologique alors qu'ils sont proches génétiquement. Ce paradoxe s'explique par une chronologie différente de l'expression de certains de leurs gènes, en particulier au cours du développement.

► Le développement pré- et postnatal de l'Homme est caractérisé par rapport à celui du chimpanzé par des phases embryonnaire, lactéale (jusqu'à la 1^{re} molaire) et de croissance plus longues. La chronologie de ces différentes phases est en partie contrôlée génétiquement (> fiche 9).

► Chez l'Homme, des mutations des gènes contrôlant le développement du crâne seraient responsables du blocage du développement de celui-ci, d'où une absence de prognathisme (face projetée vers l'avant). Contrairement à celui du chimpanzé, le crâne humain adulte conserve donc des caractères juvéniles : crâne arrondi, face verticale et trou occipital centré.

► De plus, le cerveau plus volumineux de l'Homme serait dû à une plus longue phase embryonnaire (multiplication active des cellules nerveuses) et à une croissance postnatale importante.

► Des différences de phénotype peuvent donc être importantes entre deux espèces pourtant proches génétiquement.

4L'influence de l'environnement

► Le phénotype humain et celui des « grands singes » n'est pas totalement génétiquement déterminé. L'environnement (dont la relation aux autres) intervient aussi : c'est le cas par exemple de la capacité à utiliser des outils. Certains comportements sont transmis par l'apprentissage et non par les gènes (> fiche 10).

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

>

ORIGINE DE LA DIVERSIFICATION DES POPULATIONS

Les populations présentent une grande diversité génétique, entre autres du fait de l'existence de nombreux allèles pour chaque gène résultant de mutations aléatoires.

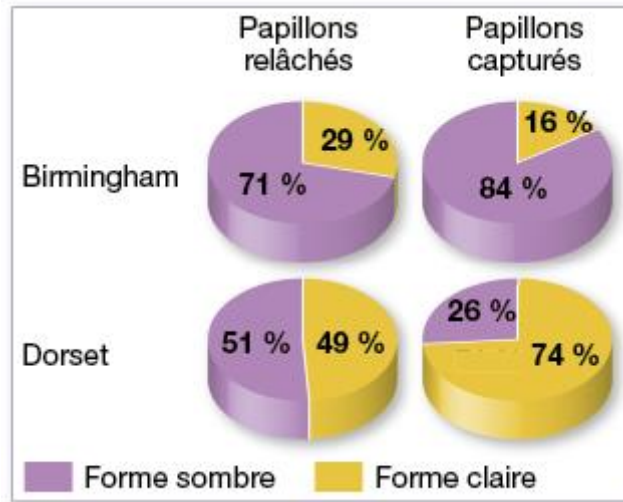
1 Influence de la pression du milieu

► Une population est un ensemble d'individus appartenant à la même espèce et occupant un même territoire géographique. Les différentes populations d'une même espèce sont, en des lieux différents, soumises à des contraintes distinctes à l'origine de leur diversification.

► Les conditions du milieu (risque de prédation, etc.) sont contraignantes pour les individus et, en fonction des caractères dont ils disposent, ceux-ci ont une plus ou moins grande capacité à survivre : on parle de survie différentielle qui modifie leur capacité à transmettre un caractère à la descendance ; il s'agit de sélection naturelle.

Doc. Détermination de la survie relative en fonction du milieu de vie.

La phalène du bouleau est un papillon existant sous une forme claire et une forme sombre. Dans cette expérience, des phalènes sont capturées puis marquées avant d'être relâchées soit dans la région non polluée de Dorset, soit dans la région polluée de Birmingham. Quelques jours après, les phalènes sont de nouveau capturées et dénombrées. Les formes sombres dominent en milieu pollué, car elles sont moins facilement détectables par les prédateurs, les troncs d'arbres étant assombris à cause de la pollution.



► Sous l'effet de la pression du milieu, la survie différentielle est à l'origine de la modification de la diversité des populations au cours du temps puisque l'allèle permettant de développer le caractère avantageux est davantage transmis.

2 Influence de la concurrence entre les êtres vivants

En milieu naturel, les ressources, surtout alimentaires, sont souvent en quantités limitées et induisent une compétition. Cette concurrence entre êtres vivants génère des changements de la diversité des populations au cours des générations.

Exemple Dans les îles Galapagos, les pinsons Géospize fuligineux et Géospize à bec moyen ont des becs de longueurs similaires lorsqu'ils vivent sur des îles distinctes. Ils ne sont pas en compétition bien qu'ils consomment la même nourriture. Lorsqu'ils coexistent sur une même île, la taille de leur bec change au cours des générations : celui du « fuligineux », dont les individus, qui ont moins facilement accès à la nourriture, finissent par mourir de faim et ne plus générer de descendance, devient plus court que celui du « bec moyen ».

3 Influence du hasard

► La répartition des allèles lors de la formation des gamètes ou de la fécondation se fait au hasard. Cela engendre une variation aléatoire de la fréquence des allèles d'un même gène, appelée dérive génétique et ayant une action d'autant plus forte que la population contient peu d'individus.

► Tout allèle peut donc disparaître ou se répandre dans une population. La dérive accroît la diversité génétique entre les populations de petite taille.

4Évolution et transformation des populations

► Sous l'action des contraintes liées à la vie en milieu naturel, les populations se transforment au cours du temps par modification de la viabilité et de la fertilité des individus.

► L'évolution génétique des populations dépend aussi du nombre de descendants par individu : plus un individu a une descendance viable et nombreuse, plus ses allèles se répandent dans la population.

>