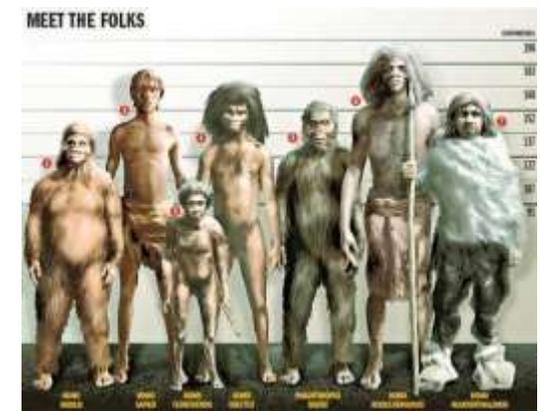


THEME 1A - Génétique et évolution

TP8 - *Homo sapiens*, produit d'une évolution buissonnante

La séparation de la lignée humaine et de la lignée des chimpanzés remonterait à 6 ou 7 Ma. Très peu de fossiles appartenant à la lignée des chimpanzés ont été découverts (et cherchés !), alors qu'un nombre important de fossiles placés dans la lignée humaine a été décrit. De nombreux ossements et crânes sont disponibles mais comment tracer leurs relations de parenté et identifier l'histoire évolutive du genre *Homo* dont nous sommes actuellement les derniers représentants ?



Problèmes posés : Comment définir le genre *Homo* et quelle est son histoire évolutive ?

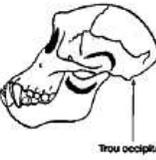
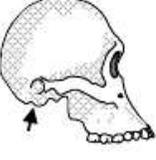
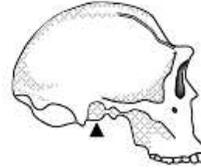
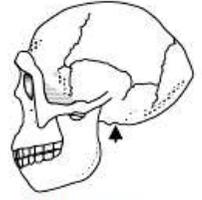
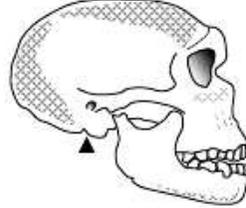
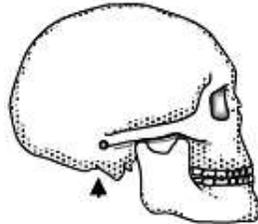
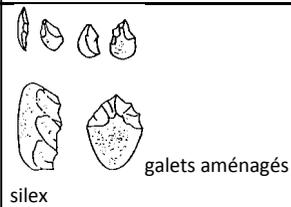
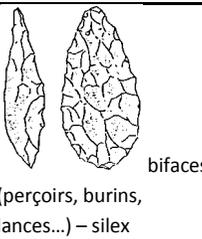
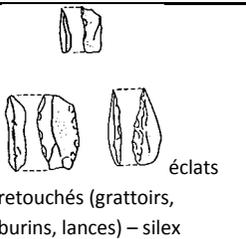
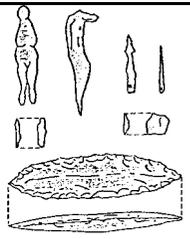
Analysez le crâne proposé afin de retrouver à quelle espèce il appartient et afin de le replacer dans l'histoire évolutive du genre *Homo*.

Matériel :

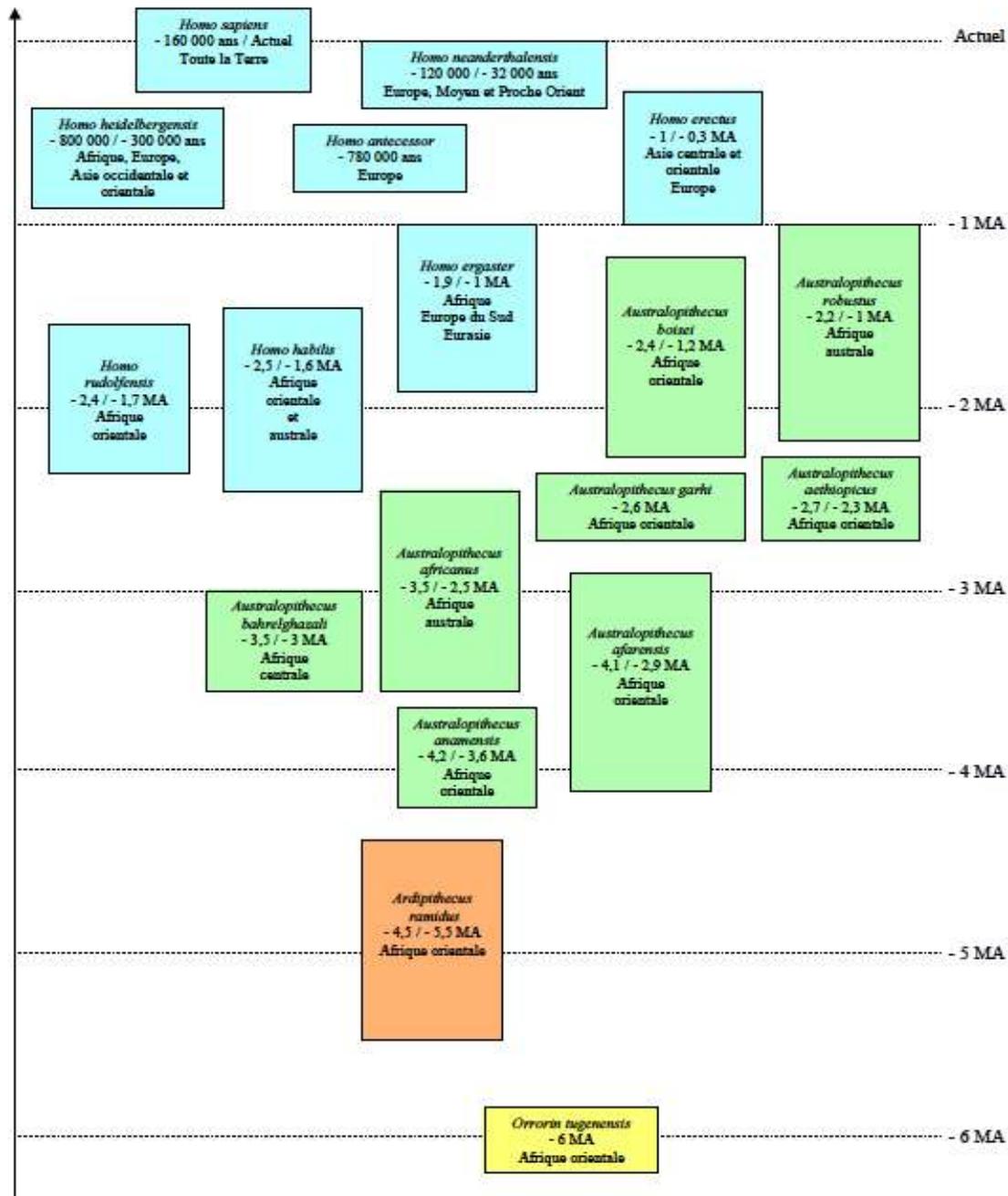
- Crâne d'*Homo sapiens* et de Chimpanzé actuel et d'un Homininé fossile à identifier (et images numériques de crânes)
- PC et logiciels : Lignée humaine ; Homininés V2.5 ECE ; Homininés V3
- Animation flash: <http://www.biologieenflash.net/animation.php?ref=geo-0016-3> (evolution_buissonnante_hominides.swf)
- Documents en rapport avec le fossile à étudier, Document de référence et Fiches techniques Mesurim et Craniométrie

Propositions d'activités	Capacités & Critères de réussite
<p>Activité 1 : Evaluer le degré de bipédie du fossile identifié</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilisez les fonctionnalités du logiciel Mesurim afin d'identifier la <u>position du trou occipital</u> à partir de la photo de la <u>face inférieure</u> du crâne proposé. ➤ En déduire le degré de bipédie du fossile présenté ➤ Utiliser les documents proposés afin de compléter votre analyse. <p>Activité 2 : Identifier l'appartenance d'ossements à la lignée humaine</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilisez le logiciel Mesurim afin de déterminer les paramètres « <u>angle facial</u> » et « <u>hauteur faciale</u> » de la photographie du <u>profil gauche</u> du crâne proposé. ➤ En déduire à quelle espèce le fossile appartient et identifiez sa place dans l'arbre des homininés ➤ Utiliser les documents proposés afin de compléter votre analyse. <p>Activité 3 : La lignée humaine, une évolution buissonnante</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Réalisez les mesures d'<u>angle facial</u>, de <u>hauteur faciale</u> et de <u>position du trou occipital</u> sur un crâne correspondant dans le logiciel HOMININES (V 2.5 ou V3). Ces mesures confirment-elles les mesures précédentes (si non, proposez des hypothèses explicatives) ? ➤ A l'aide de l'ensemble de vos observations, expliquez pourquoi l'évolution du genre <i>Homo</i> est qualifiée d'<u>évolution buissonnante</u>. ➤ Ranger votre poste de travail 	<p>Utiliser un matériel d'acquisition numérique (Caméra USB)</p> <p><i>Photo correctement exposée (luminosité), Angle de vue correct, correctement orientée avec une échelle.</i></p> <p>Utiliser un logiciel de mesure (MESURIM et Homininés)</p> <p><i>Placement correct des points et détermination correcte de l'angle</i></p> <p>Raisonnement, argumenter</p> <p><i>Place du fossile parmi le genre <i>Homo</i> Constater la coexistence de plusieurs espèces appartenant au genre <i>Homo</i> : évolution buissonnante</i></p> <p>Récolter des informations</p> <p><i>Caractères du fossile décrits en lien avec les critères d'appartenance à la lignée humaine</i></p> <p>Gérer et organiser le poste de travail</p>

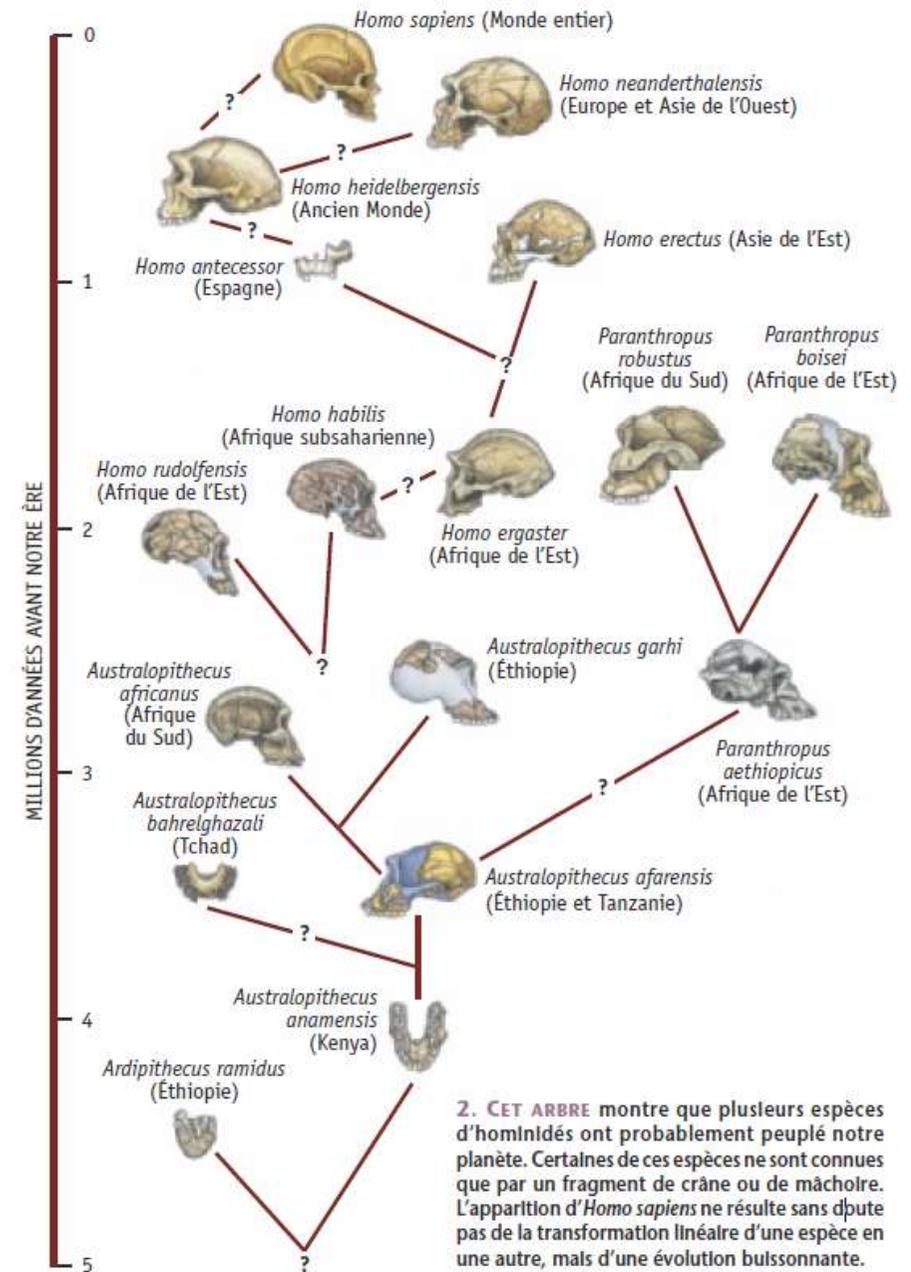
Tableau de référence : Les caractéristiques de différents fossiles de la lignée humaine, comparé au Chimpanzé

	Chimpanzé	Australopithecus et Paranthropus	Homo habilis	Homo erectus	H. neanderthalensis	Homo sapiens
Forme du crâne	 Chimpanzé Pan paniscus	 Australopithecus afarensis	 Homo habilis	 Homo erectus	 H. neanderthalensis	 Homo sapiens
Âges (dates)	-5 à -1,5 Ma	-5 à -1,5 Ma	-3 à -1,5 Ma	-2 à -0,15 Ma	-120000 à -35000	-150000 à actuel
Localisation	Afrique de l'Est	Afrique de l'Est	Afrique de l'Est	Afrique puis Europe, Asie	Eurasie (Europe, Orient)	Tous les continents
Locomotion	Bipédie imparfaite Stature voûtée	Bipédie imparfaite Stature voûtée	Bipédie améliorée Stature voûtée	Bipédie parfaite	Bipédie parfaite	Bipédie parfaite
Taille	1,1 à 1,3 m	1,1 à 1,3 m	1,2 m	1,6 à 1,7 m	1,5 à 1,7 m	1,7 m
Volume cérébral	300 à 400 cm ³	300 à 400 cm ³	600 à 800 cm ³	800 à 1200 cm ³	1600 cm ³	1400 cm ³
Crête sagittale	+++	+++	+/-	-	-	-
Arcades zygomatiques	+++	+++	+	+	-	-
Bourrelets sus-orbitaires	+++	+++	+/-	+/-	++	-
Prognathisme	+++	+++	+	+	+/-	-
Front	--- fuyant	--- fuyant	--	-	+	++
Angle facial (OP\MN)	45°	48 à 58°	58 à 72°	75 à 81°	71 à 86°	81 à 88°
Hauteur faciale (BP\NQ)	0,34 à 0,45	0,58 à 0,67	0,48 à 0,66	0,46 à 0,54	0,45 à 0,63	0,59 à 0,64
Trou occipital (Q'F/Q'V)	0,27 à 0,38	0,35 à 0,42	0,45 à 0,53	0,45 à 0,50	0,45 à 0,56	0,49 à 0,57
Mâchoire et dents (échantillons)	Forte en U Grosses molaires	Forte en U Grosses molaires	En U Dents massives	En U Dents massives	En U Dents plus petites	En V Petites dents
Régime alimentaire	végétarien	végétarien	Végétarien à Omnivore	Carnivore	Carnivore	Omnivore
Outils utilisés	Outils rudimentaires Fragments de cailloux et d'os brisés intentionnellement	Outils rudimentaires Fragments de cailloux et d'os brisés intentionnellement	 silex galets aménagés	 bifaces (perçoirs, burins, lances...) – silex	 éclats retouchés (grattoirs, burins, lances) – silex	 pointes, aiguilles, lames, harpons... silex, os, corne
Langage	Impossible, Larynx position basse	Impossible, Larynx position basse	Bases morphologiques, présentes	Probable	Acquisition progressive d'un langage élaboré	
Culture	-	-	-	-	Rites funéraires	Art pariétal...
Mode de vie	Sédentaire.	Sédentaire.	Sédentaire. Premières traces d'habitat.	Nomade. Domestication du feu.	Nomade.	Sédentarisation progressive Élevage, agriculture.

Document 1: Répartition temporelle et spatiale des principales espèces d'Homininés



Document 2 : Des liens possibles au sein de la lignée humaine



POSTE 1 : Les caractéristiques du fossile 1

Document 1 : Les caractéristiques physiques du fossile 1

Le **fossile 1** aurait vécu sur l'île de Florès entre -95 000 et -12 000 ans environ. Il mesure environ 1 m pour 16 à 28 kilogrammes et se tient debout. Sa caractéristique principale est la petite taille, mais aussi la taille réduite du cerveau. En effet, celui-ci serait encore plus petit que celui de l'australopithèque Lucy. Le **fossile 1** aurait une capacité crânienne de moins de 400 cm³. Le **fossile 1** aurait été doté d'un cerveau évolué, présentant un lobe frontal, impliqué dans la résolution de problèmes, et un lobe temporal développé, important dans les mécanismes liés à la mémoire.



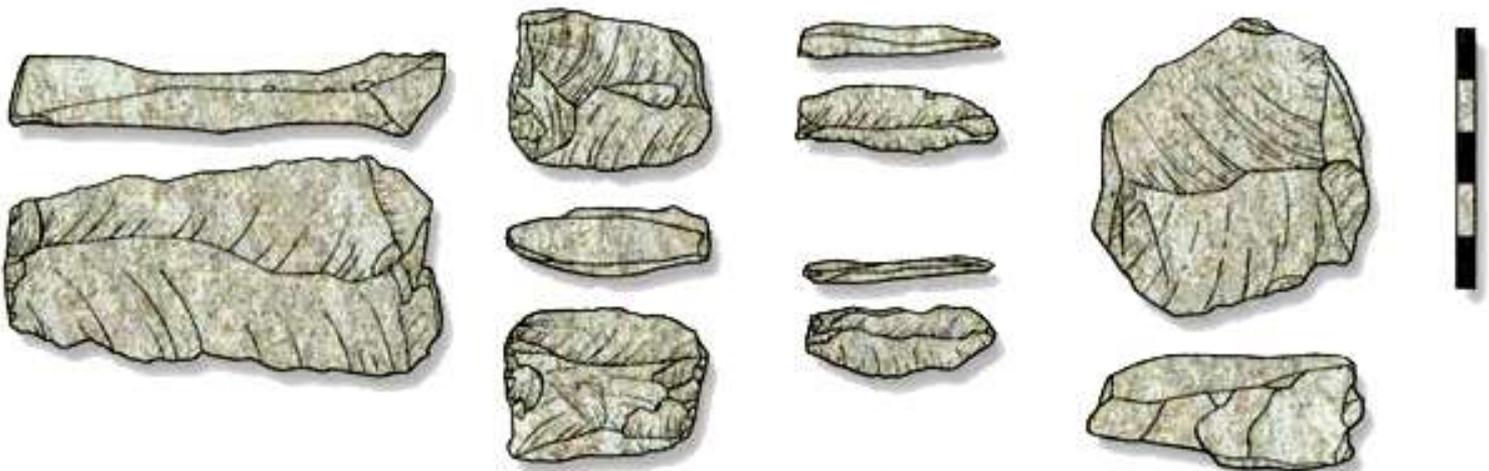
Quelques ossements retrouvés en 2003

(a : crâne de profil et vue de dessous,

b = mâchoire inférieure,

c = fémur droit et gauche)

Document 2 : Les outils retrouvés à proximité du fossile 1



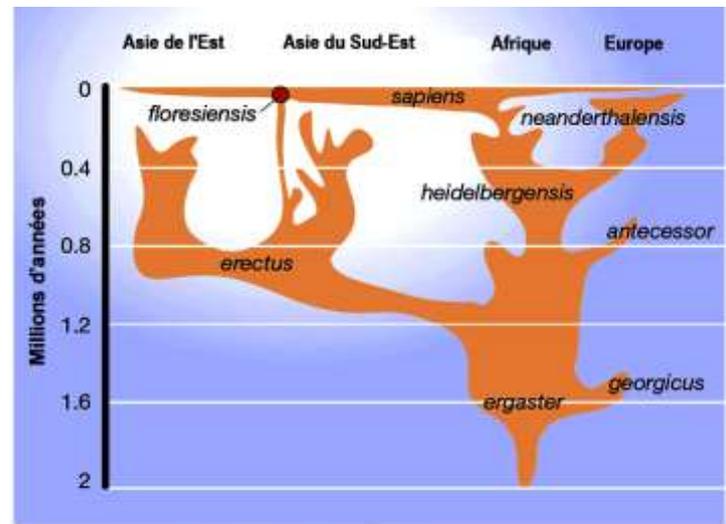
Document 3 : Un cas de nanisme insulaire ?

Le **fossile 1** présente des caractéristiques très étonnantes : « LB1 »*, le principal spécimen mis au jour, ne dépasse pas un mètre de hauteur ! D'après ses ossements, il s'agit pourtant d'un adulte âgé d'une trentaine d'années.

Cette taille atypique peut s'expliquer par un « **nanisme insulaire** », un phénomène observé chez de nombreux mammifères herbivores (cervidés, hippopotames, éléphants, mammoths...) : isolés sur une île durant plusieurs générations, les animaux voient leur taille diminuer, ce qui s'explique facilement si on considère que face à une quantité de nourriture limitée, seuls les plus petits individus (dont les besoins sont moins importants) peuvent survivre ou encore par l'absence de prédateurs sur l'île.

Pour les australiens Mike Morwood et Peter Brown à l'origine de la découverte, le **fossile 1** aurait subi le même sort. Selon l'hypothèse qu'ils avançaient en octobre 2004, des *Homo erectus* seraient arrivés sur l'île de Flores il y a 800 000 ans. Leur taille diminuant progressivement, ils auraient évolué vers la forme **fossile 1** jusqu'à la disparition complète de l'espèce, il y a environ 12 000 ans.

* LB1 = spécimen 1 trouvé à Liang Bua



Evolution et migrations de l'homme depuis 2 millions d'années
© D'après Nature

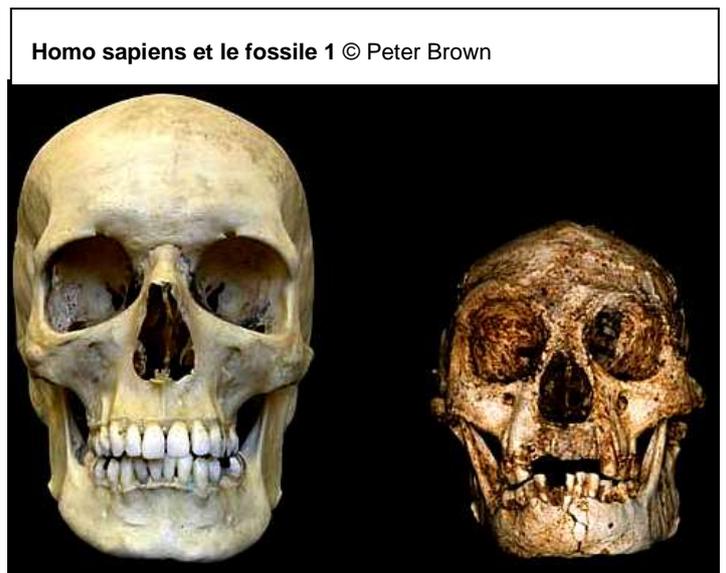
Document 4 : Un cerveau trop petit ?

Pourtant, le problème ne touche pas tant la taille du **fossile 1** que celle de son cerveau. Mesuré d'après l'endocrâne de LB1, celui-ci est estimé entre 380 et 400 cm³ : le volume d'un pamplemousse, à peine le tiers d'un cerveau d'homme moderne.

Pour Robert Martin, primatologue au Field Museum de Chicago, ces dimensions sont anormales.

Dans une étude publiée en mai sur le site Internet de la revue Science*, le scientifique a comparé les dimensions de différents mammifères nains (ou pygmées) avec des individus de taille normale. Une règle invariable semble émerger de cette étude : toute proportion gardée, le volume du cerveau ne diminue jamais autant que le reste du corps.

En utilisant différents modèles, le chercheur est ainsi arrivé à la conclusion que si le **fossile 1** était bien issu d'*Homo erectus*, le cerveau de LB1 devrait appartenir à un individu n'excédant pas les 11,9 kg. Or, son poids estimé oscille entre 16 et 29 kg ! En revanche, le chercheur estime, chiffres à l'appui, que ce cerveau anormalement petit pourrait bien appartenir à un homme moderne atteint de **microcéphalie**.



Document 5 : Un ancêtre plus primitif ?

Autre cas de figure compatible avec les travaux de Robert Martin : le **fossile 1** pourrait dériver d'un ancêtre plus ancien, possédant dès l'origine un cerveau aux dimensions réduites.

En 2004, Mike Morwood et Peter Brown estimaient que cet ancêtre devait être *Homo erectus* (apparu il y a 1,8 million d'années). Dans son étude menée au début de l'année 2005, Dean Falk était d'ailleurs arrivée aux mêmes conclusions.

Mais depuis, d'autres ossements ont été mis au jour, permettant à la fois de compléter (en partie) le squelette de LB1 mais aussi de retrouver les restes (très partiels) de huit autres individus. Fort de ces découvertes, les chercheurs australiens Mike Morwood et Peter Brown sont revenus sur leur première hypothèse : certes, la taille des dents et la morphologie faciale sont caractéristiques du genre *Homo* mais la stature et les proportions du corps rappellent plus celles de préhumains : celles d'Australopithèques !

POSTE 2 : Les caractéristiques du fossile 2

Document 1 : Les caractéristiques physiques du fossile 2

Les plus anciens représentant du **fossile 2** sont africains : les deux crânes Omo 1 et Omo 2 qui avaient été retrouvés en Ethiopie en 1967 viennent d'être daté plus précisément. Une équipe australo-américaine a analysé les sédiments d'où les crânes avaient été extraits en mesurant le taux de désintégration des isotopes de l'argon. Leurs conclusions (à plus ou moins 5000 ans) repoussent la datation des crânes de - 65 000 ans à - 195 000 ans, ce qui en fait les plus vieux restes du **fossile 2** connus. Par la suite, cette espèce a colonisé les autres continents. Diverses théories tentent d'en expliquer les mécanismes.



Document 2 : Quelques caractéristiques et compétences du fossile 2

Le fossile 2 présente les caractéristiques suivantes :

- Dimorphisme sexuel réduit : taille de 1.67 m pour 70 kg chez les mâles et 1.56 m pour 50 kg chez les femelles.
- Volume cérébral d'environ 1350 cc chez les femelles et de 1450 cc pour les mâles. Fort développement des lobes frontaux. Front redressé, voûte crânienne haute et sphérique, occiput arrondi.
- Incisives et canines réduites. Réduction de la taille des molaires. Email épais.
- Trou occipital en position centrale.
- Corps longiligne et gracile. Membres supérieurs relativement plus courts que les membres inférieurs très longs (adaptation à la marche et à la course).
- Main courte et large, avec pouce opposable à tous les autres doigts.
- Bassin court, en forme de cuvette.
- Fémur oblique, avec un col robuste et une tête volumineuse. Genou large avec hyperextension possible.
- Pied avec voûte plantaire, orteils courts et gros orteil aligné.
- Industries variées avec diversification et spécialisation des outils et des matériaux.
- Maîtrise du feu.
- Croyances religieuses qui se manifestent par des sépultures, des peintures rupestres (Chauvet, Cosquer, Lascaux, Altamira, Niaux, Pech Merle...) des représentations artistiques ...

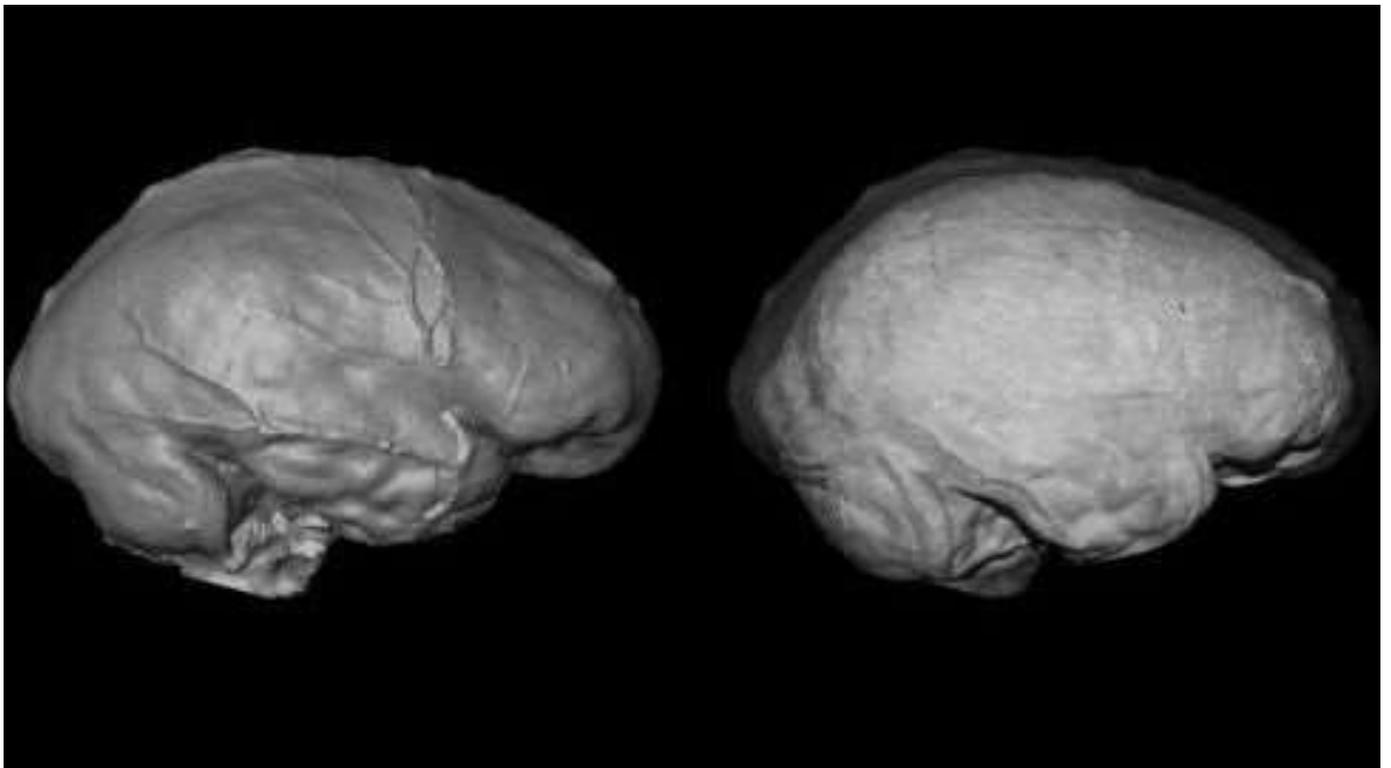
Document 3 : Les outils retrouvés à proximité du fossile 2

Tous les **fossiles 2** ont été identifiés aux côtés de nombreux outils et de restes de feux.



Document 4 : Des données sur le cerveau ?

Une équipe pluridisciplinaire composée d'Antoine Balzeau, (CNRS/ Muséum national d'histoire naturelle), Dominique Grimaud-Hervé (MNHN) ainsi que Benoît Combès et Sylvain Prima de l'INRIA (Institut national de recherche en informatique et automatique) a comparé les mesures de l'endocrâne des **fossiles 2** et des humains actuels. L'endocrâne est l'empreinte de l'intérieur du crâne : elle représente un négatif du volume ainsi que la vascularisation, du réseau méningé et des différentes zones du cerveau. Le crâne du **fossile 2** a été scanné, son endocrâne a été reconstitué en trois dimensions. Il a ensuite été comparé à celui de 14 autres hommes sapiens fossiles (âgés d'environ 30 000 ans) et de 102 hommes actuels. Cette étude confirme d'un point de vue statistique ce que les paléo-anthropologues avaient déjà pu remarquer en étudiant les fossiles de manière isolée : le cerveau d'Homo sapiens évolue. Depuis 30 000 ans, son volume diminue et sa forme se modifie, ce qui prouve la plasticité anatomique du cerveau d'Homo sapiens mais aussi la complexité des relations entre volume, forme et capacités cognitives.



Comparaison de l'endocrâne de **fossile 2** et d'Homo sapiens (A. Balzeau, MNHN-CNRS)

POSTE 3 : Les caractéristiques du fossile 3

Document 1 : La découverte du fossile 3

C'est Louis Leakey qui chercha longtemps l'Homininé responsable des outils trouvés à Olduvai, jusqu'à la découverte du spécimen qui donna son nom à l'espèce, OH7, découvert en 1960. Le matériel fut l'objet d'une étude multidisciplinaire par l'équipe de Louis Leakey, John Napier et Phillip Tobias. En janvier 1964, l'équipe annonce la nouvelle espèce **fossile 3** dans le numéro 202 de Nature.



Fragment de mandibule OH 7 et crâne de KNM ER 1813 (photographies de David Brill)



La gorge d'Olduvai

La paléontologue Meave Leakey et son équipe ont trouvé en 2000 au Kenya deux fossiles datés de la même période, un crâne entier du **fossile 3** (- 1.55 MA) et une mâchoire supérieure de Homo Habilis (-1.44 MA), qui se trouvaient à une distance qu'on peut couvrir à pied. Pour les chercheurs, cette mise au jour tend à prouver que les deux espèces ont cohabité pendant au moins un demi-million d'années et que le **fossile 3** n'est pas le successeur de Homo habilis, qu'on pensait disparu il y a 1,7 à 2 millions d'années.



Crâne de KNM ER 1813 vu de trois-quart, de face et profil gauche

Document 2 : Quelques caractéristiques et compétences du fossile 3

- Volume cérébral de 550 à 680 cc.
- Front incliné, étroit avec un faible bourrelet sus orbital.
- Trou occipital en position avancée.
- Prognathisme réduit, partie inférieure de la face plus grande et avancée.
- Arcade zygomatique assez robuste ; mandibule parabolique avec faible divergence.
- Incisives développées, molaires de taille réduite, émail épais.
- Pied plus court, voûté avec pouce adducté.
- Traces fossiles d'activités culturelles (voir les reconstitutions de leur mode de vie). Outils de type Oldowayen.

Document 3 : Les outils retrouvés à proximité du fossile

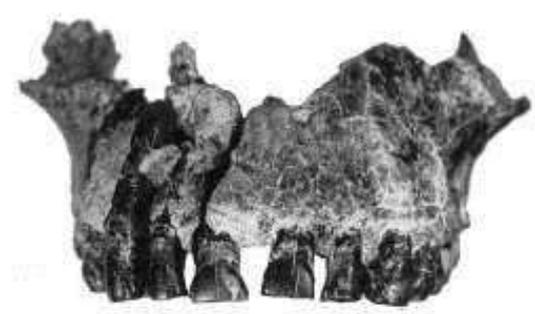
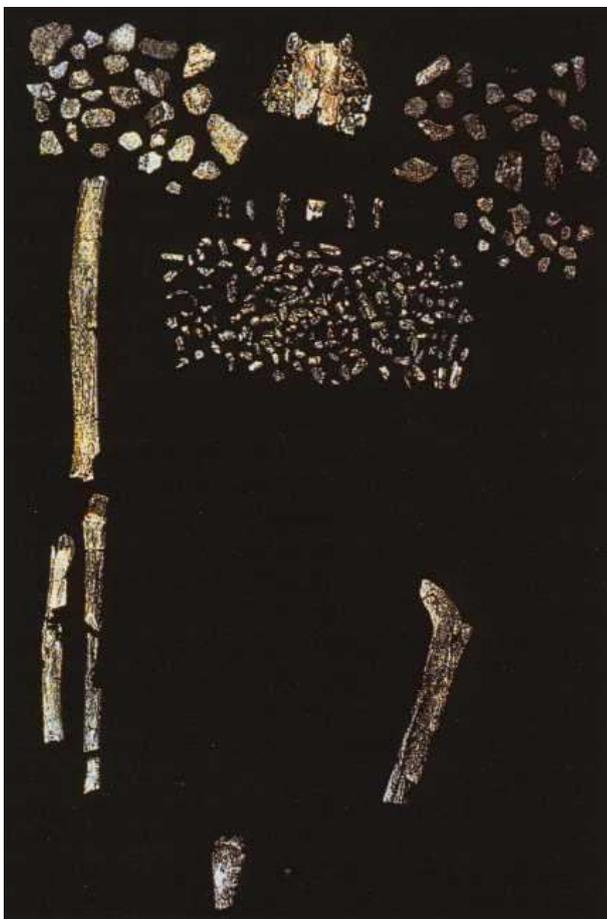
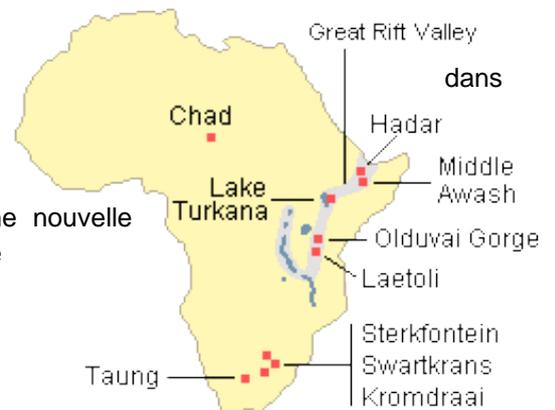
Les fossiles 3 ont été identifiés aux côtés de nombreux outils.



Outils trouvés dans la gorge d'Olduvai attribué au fossile 3

Document 4 : Le fossile 3, source de controverse ?

OH7 et sa désignation furent le sujet de nombreuses controverses les années 70. Le matériel a été trouvé dans la même région que *Paranthropus boisei* et beaucoup de chercheurs de l'époque n'acceptèrent pas totalement que ces fossiles présentaient suffisamment de différences avec *P. boisei*, voire avec *A. africanus*, pour justifier une nouvelle espèce. Depuis, la découverte d'autres ossements et de crânes a permis de



L'ensemble des fragments de OH 62 et mâchoire OH 65

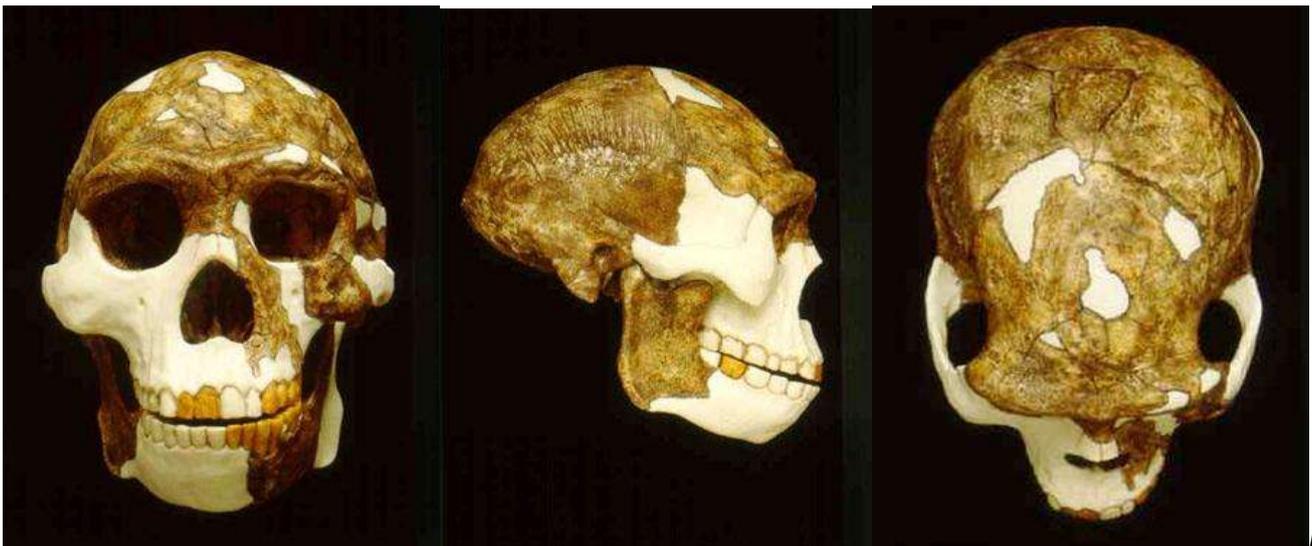
POSTE 4 : Les caractéristiques du fossile 4

Document 1 : La découverte du fossile 4

Les premières découvertes du **fossile 4** sont celles du **Pithécanthrope de Java**, puis celles de l'**Homme de Pékin**. Puis d'autres découvertes ont été réalisées en Afrique (formes les plus anciennes), au Proche et au Moyen Orient et dans d'autres régions d'Asie. Sa présence en Europe n'est pas certaine : il s'agirait plutôt d'homininés dérivant des **fossiles 4** comme *Homo heidelbergensis*.

Ces découvertes successives ont permis de comprendre que les **fossiles 4** représentent un groupe très diversifié, qui se caractérise notamment par une augmentation graduelle du volume crânien. La plus ancienne de toutes les sous-espèces de **fossiles 4** a été mise au jour à *Olduvai Gorge*, en Tanzanie. Cette sous-espèce est considérée par la majorité comme le seul spécimen de **fossiles 4** en Afrique. Pour de nombreux scientifiques, les spécimens africains sont à rattacher aux *Homo ergaster* et l'espèce **fossiles 4** désigne les spécimens asiatiques. D'autres fossiles ont été retrouvés en

Algérie qui remontent à environ 900 000 ans. Le plus récent **fossiles 4** qui fait l'unanimité a été exhumé en Allemagne, à Bilzingsleben. Il est daté de plus de 300 000 ans. La carte des migrations du **fossiles 4** hors d'Afrique a pu être réalisée en tenant compte de l'âge des fossiles retrouvés.



Reconstitution d'un crâne d'un **fossile 4** vu sous différents angles



Reconstitution d'un crâne et mandibule d'un **fossile 4** vu sous différents angles

Document 2 : Quelques caractéristiques du fossile 4

- Dimorphisme sexuel réduit : 1.65 m pour 57 kg chez les mâles et 1.50 m pour 50 kg chez les femelles.
- Volume cérébral compris entre 850 et 1100 cc. Développement des lobes temporaux et frontaux.
- Front fuyant avec bourrelet sus-orbitaire développé. Voûte crânienne basse et allongée. Présence d'une carène sagittale. bourrelet occipital.
- Trou occipital en position avancée.
- Prognathisme léger au niveau de la partie moyenne de la face.
- Mandibule renforcée. Arcades dentaires paraboliques.
- Incisives et canines réduites. Molaires de taille moyenne. Email épais.
- Membres supérieurs plus courts et membres inférieurs plus longs traduisant l'adaptation à la marche et à la course bipède.
- Cage thoracique en tonneau.
- Articulation de l'épaule orientée latéralement, coude peu verrouillé, main courte et large. Pouce robuste capable d'opposition avec tous les autres doigts.
- Bassin court en forme de cuvette, col du fémur robuste à tête volumineuse, genou large et capable d'hyperextension. Pied avec voûte plantaire, orteils courts avec gros orteil aligné.
- Traces fossiles d'activités culturelles nombreuses et Industrie lithique de type acheuléen (voir ci-contre).
- Maîtrise du feu vers - 700 000 ans environ

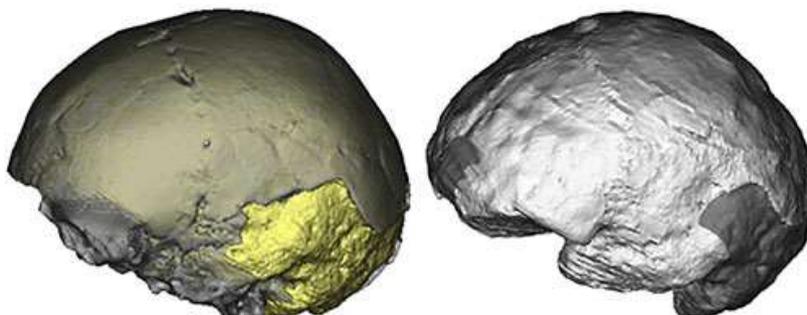


Document 3 : Un lien avec Homo habilis ?

L'équipe internationale de chercheurs dirigée par Fred Spoor (University College de Londres) et Meave Leakey (Koobi Fora Research Project) a annoncé (Nature, août 2007) la découverte de deux fossiles à Ileret, sur la rive est du lac Turkana (Kenya), qui remettent en cause la filiation et l'ordre entre les espèces du genre Homo. Trouvés dans la même région les deux fossiles sont des fragments de mâchoire supérieure d'*Homo habilis*, datés de 1,44 million d'années, ce qui en font les plus récents trouvés actuellement, et un crâne de **fossile 4** superbement conservé et daté de 1,55 million d'années. Ces datations sont incompatibles avec la chronologie établie jusqu'à présent, dans laquelle les deux espèces se seraient succédées (d'abord *Homo habilis*, puis **fossile 4**). Il était admis que l'*Homo habilis* était apparu il y a environ 2.5 millions d'années et avait disparu lors de l'apparition du **fossile 4**. Les nouveaux fossiles prouvent que les deux espèces ont vécu à la même époque pendant 500 000 ans. Il semble maintenant peu probable qu'*Homo erectus* soit le descendant de *Homo habilis*. Continuant leurs spéculations les chercheurs proposent même que les deux espèces soient issues d'un ancêtre commun il y a 2 à 3 millions d'années. Le **fossile 4** et *Homo habilis* n'ayant pas le même régime alimentaire (plus carnivore pour le premier et plus végétarien pour le deuxième), ils ne seraient donc pas rentrés en compétition et auraient pu vivre dans la même région pendant une longue période.

Document 4 : Des données sur le cerveau ?

Le fossile de Mojokerto, découvert en 1936 sur l'île de Java en Indonésie, est celui d'un enfant **fossile 4** mort à l'âge de 18 mois. Ce spécimen serait un des plus anciens hominidés découverts hors du continent Africain (il pourrait avoir jusqu'à 1,81 Ma et serait alors contemporain des fossiles de Dmanissi, en Géorgie). Par ailleurs, il revêt une importance particulière puisqu'il s'agit d'une calotte crânienne presque complète d'un individu immature. La taille de son cerveau est comprise entre 72 et 84 % de celle d'un **fossile 4** adulte. Ces éléments sont à l'opposé de la croissance cervicale de l'homme moderne : nous naissons avec un petit cerveau qui va lentement grandir tout au long de notre croissance, pendant au minimum 10 ans, ce qui explique le développement de nos capacités cognitives comme le langage. Le fossile de Mojokerto présente lui une évolution rapide qui le rapproche plus de celle du Chimpanzé. Les chercheurs estiment que cette croissance rapide du cerveau montre l'incapacité des **fossiles 4** à développer un langage articulé.



Reconstitution en image de synthèse de l'endocrâne de l'enfant de Mojokerto (en jaune, l'aire du langage articulé)

POSTE 5 : Les caractéristiques du fossile 5

Document 1 : La découverte du fossile 5

Le **fossile 5** est l'une des premières espèces fossiles identifiées, avec de nombreuses découvertes en Afrique orientale. L'espèce a été nommée par Donald Johanson, Tim White et Yves Coppens en 1978 à la suite des découvertes des expéditions franco-américaines de l'Afar (Ethiopie). L'échantillon le plus connu de **fossile 5** est AL 288-1 (« Lucy »), un squelette partiel âgé de 3,2 millions d'années, trouvé en novembre 1974 à Hadar. Les **fossiles 5** peuvent être séparés en 2 catégories : les précoces (3,9-3,5 MA) et les récents (3,5-2,96 MA). Les **fossiles 5** précoces sont représentés par les échantillons de Laetoli essentiellement, alors que les récents proviennent surtout de Hadar et de Maka.



La région de Hadar et la mandibule LH4 (photographie de D. Johanson)



Reconstitution du crâne d'un fossile 5, vu sous différents angles

Document 2 : Caractéristiques du fossile 5

- Dimorphisme sexuel très important : taille de 1.35 m pour 45 kg chez les mâles et de 1.10 m pour 30 kg chez les femelles.
- Volume cérébral modeste (de 380 à 430 cc), avec un développement des lobes pariétaux. Voûte crânienne basse.
- Front étroit, fuyant, avec bourrelet sus orbitaire ; constriction post orbitaire marquée ; crête occipitale.
- Prognathisme marqué pour le maxillaire ; arcade zygomatique puissante et large.
- Mandibule robuste. arcades dentaires en U divergent vers l'arrière.
- Incisives assez développées, canines réduites (mais encore saillantes chez les mâles), molaires grandes à couronne large ; émail épais.



Maxillaire AL 220-1

Document 3 : La bipédie du fossile 5

La bipédie d'un squelette peut être déduite de certaines caractéristiques. Dans le cas du fossile 5, on observe :

- Trou occipital orienté vers le bas mais en position relativement postérieure.
- Cage thoracique en tronc de cône.
- Membres supérieurs de taille voisine à celle des membres inférieurs.
- Membres supérieurs présentant des adaptations à la vie arboricole : articulation de l'épaule orientée vers le haut, coude verrouillé, mains longues et étroites avec phalanges incurvées.
- Membres inférieurs présentant des adaptations à la marche (mais pas à la course) : bassin court et évasé ; fémur oblique à col long et mince ; articulation du genou lâche et non verrouillée en hyperextension ; pied plat avec gros orteil divergent.

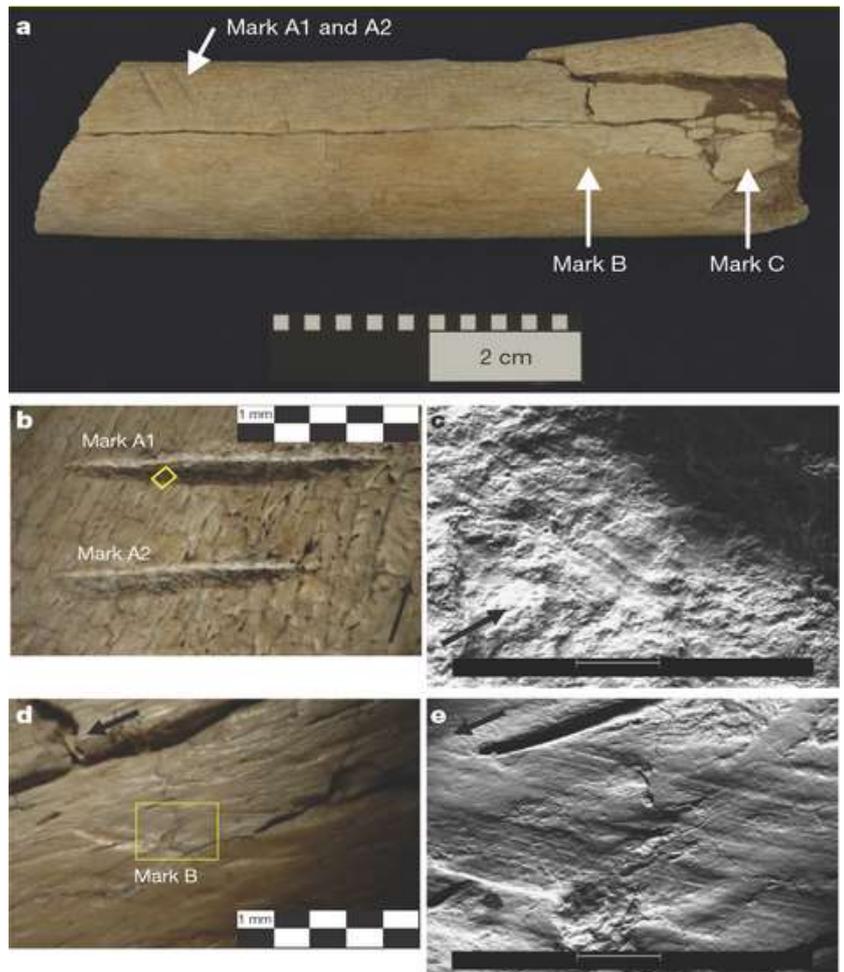


Articulation du genou AL 129-1a et AL 129-1b - Fragment de fémur MAK-VP1 –
Bassin de St14 (haut : vue de face ; en bas : vue de dessus)

Document 3 : Des outils pour le fossile 5 ?

Deux os de Mammifères découverts par une équipe de recherche dirigée par Zeresenay Alemseged, conservateur d'Anthropologie à l'Académie des Sciences de Californie, dans des dépôts volcaniques à Dikika, dans le nord-est de l'Éthiopie, représentent la plus ancienne preuve connue de l'utilisation d'outils de pierre par des hominins. Les fossiles, un fémur de mammifère (une chèvre ou une antilope) et une côte d'un bovin (probablement un buffle) présentent des marques qui suggèrent que des outils de pierre ont été utilisés pour retirer la chair des os et extraire la moelle osseuse. Les résultats de leur datation, rapportés dans la revue Nature n°466, 857-860 (12 août 2010), démontrent que des hominins ont commencé à utiliser des outils il y a 3,4 millions d'années, soit 800 000 ans plus tôt que les plus anciens outils connus auparavant (trouvés à Gona et daté de -2,6 à -2,5 millions d'années). Selon l'auteur, les marques retrouvées sur les os pourraient être l'œuvre de **fossile 5**.

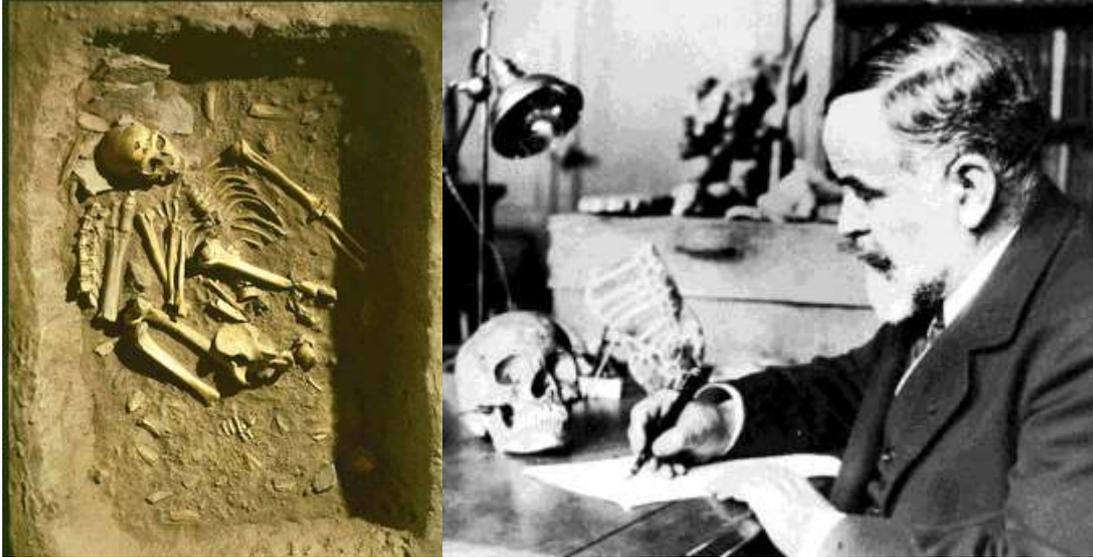
Malgré tout, de nombreux auteurs pensent qu'aucune preuve certaine d'outil n'est disponible pour le **fossile 5**.



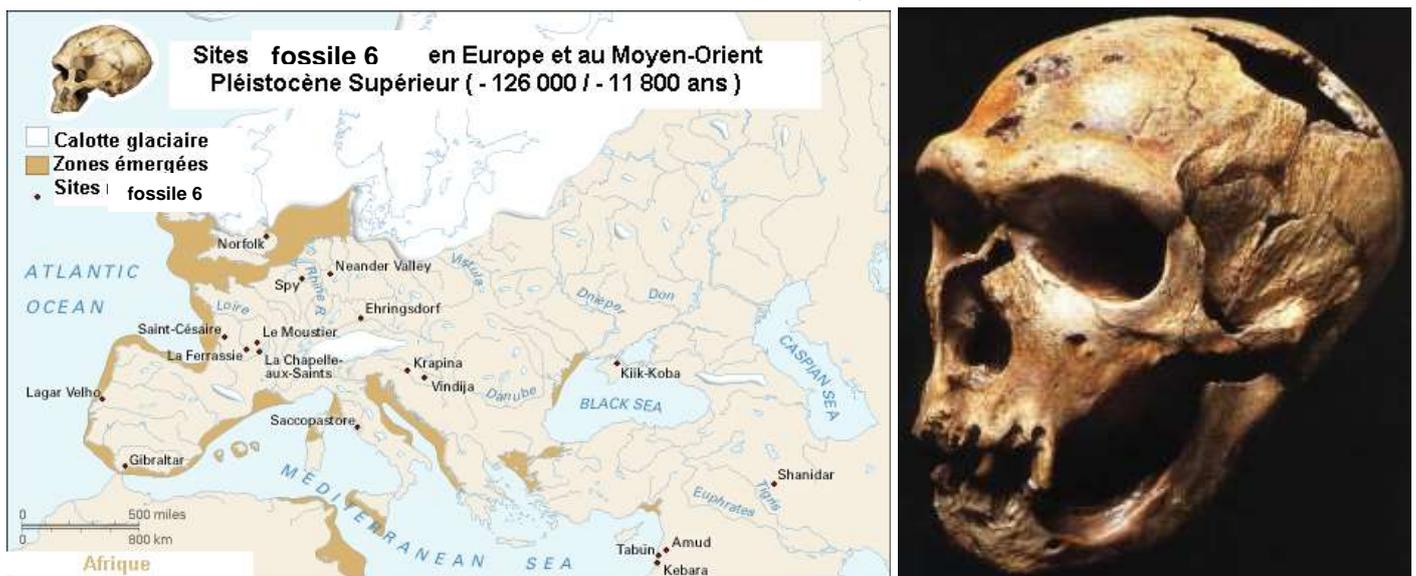
POSTE 6 : Les caractéristiques du fossile 6

Document 1 : La découverte du fossile 6

Le 3 août 1908, les abbés Amédée et Jean Bouyssonie ainsi que leur frère Paul firent une découverte qui allait défrayer la chronique et provoquer une grande effervescence dans les mondes scientifiques et religieux. C'est dans la grotte, "la bouffia Bonneval" qu'ils mirent au jour le squelette d'un **fossile 6** inhumé il y a environ 45 000 ans. Les informations relatives à la découverte du fossile furent publiées par Marcellin Boule, dans le compte rendu de l'Académie des Sciences n°147.



Reconstitution de la tombe néanderthaliennne de La-Chapelle-aux-Saints (Marcellin Boule)



Document 2 : Caractéristiques du fossile 6

- Boîte crânienne très volumineuse, en forme de bombe ; volume cérébral compris entre 1500 et 1750 cc.
- Front très fuyant avec torus divisé en deux arches ; occiput étiré avec un chignon.
- Position du trou occipital moins avancée.
- Partie moyenne de la face avancée avec de grands sinus ; prognathisme prononcé avec la saillie de la région nasale.
- Mandibule longue et assez gracile ; arcade dentaire parabolique.
- Incisives développées et verticales ; canines symétriques ; dernières molaires réduites ; émail épais ; grande cavité pulpaire.
- Cage thoracique en tonneau.
- Membres supérieurs relativement courts ; bassin court avec pubis développé ; jambes courtes par rapport aux cuisses.
- Le squelette locomoteur est trapu, robuste, avec des extrémités plus courtes.
- La position du squelette traduit une inhumation volontaire : il s'agit d'une sépulture.
- Les outils associés à l'homme de la Chapelle-aux-Saints sont de type moustérien.



Moulage endocrânien

Document 3 : Les outils du fossile 6

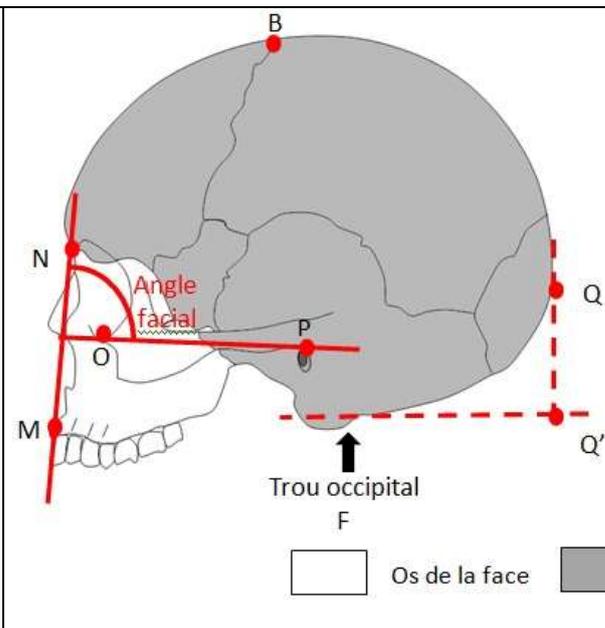
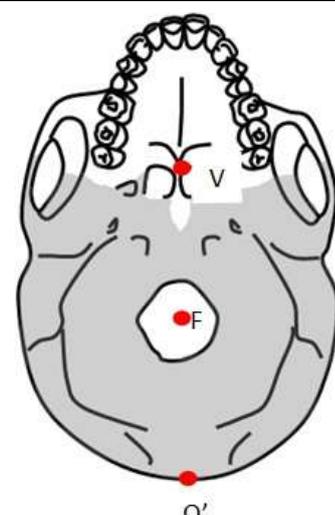
Le **fossile 6** est l'auteur d'un outillage complexe et élaboré, et notamment des industries du Moustérien. Ses méthodes de débitage apportent en outre la preuve de ses capacités d'abstraction et d'anticipation, en particulier en ce qui concerne le débitage Levallois. Les éclats obtenus par cette méthode ou par d'autres pouvaient être utilisés bruts ou bien retouchés, légèrement modifiés sur leurs bords pour obtenir des outils plus spécialisés tels que les racloirs ou les denticulés. Des preuves directes (traces d'adhésif naturel en bitume ou en résine) ou indirectes (répartition des traces d'utilisation) montrent que certains outils étaient utilisés emmanchés.



Outils

ANNEXE : Comment effectuer une craniométrie correcte

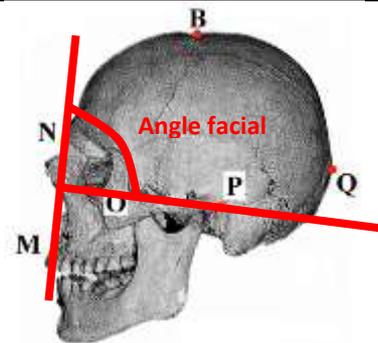
Pour réaliser les mesures de craniométrie tels que la mesure de l'angle facial, de la hauteur faciale et de la position du trou occipital, il faut utiliser le logiciel Hominisés ou le logiciel Mesurim et savoir retrouver des points de repère importants.

<p>Protocole de mesure :</p> <p>Localisation des points de référence</p> <p>Après avoir correctement placé les outils de mesure, vous pouvez obtenir des valeurs en cliquant sur l'icône V :</p> <div data-bbox="145 611 375 734" style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #333; color: white; text-align: center;"> Cliquer sur V pour valider </div> <p>Le résultat de la mesure d'angle s'affiche à côté du V :</p> <div data-bbox="119 831 402 922" style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #333; color: white; text-align: center;"> 86.797 ° </div>	  <p style="text-align: center;">↑ Trou occipital F</p> <p style="text-align: center;">□ Os de la face ■ Os du neurocrâne</p>
--	---

- Mesure de l'angle facial :

L'angle facial est mesuré entre la droite OP et la droite MN.

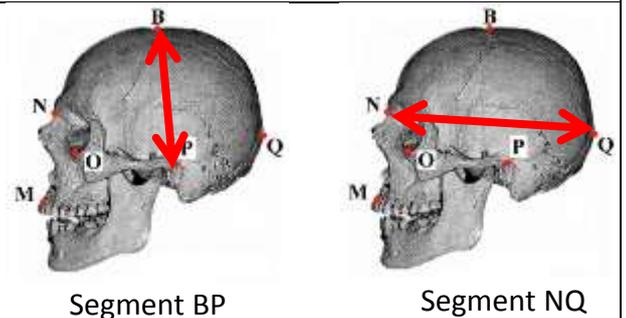
- la droite OP rejoint le point le plus bas de l'orbite oculaire (O) et le point le plus haut du trou auditif (P)
- la droite MN rejoint el point M, point le plus proéminent de l'os maxillaire supérieur entre les alvéoles des deux incisives supérieures centrales et le point N, rencontre de la suture des os nasaux et du frontal : c'est le point le plus creux du haut du nez).



- La hauteur faciale (BP/NQ)

La hauteur faciale est mesurée par le rapport entre le segment BP (hauteur) et le segment NQ (longueur).

- B est le point de rencontre des sutures fronto-pariétales et sagittale.
- P est le point le plus haut du trou auditif
- N est le le point le plus creux du haut du nez.
- Q est le point postérieur le plus proéminent de l'occiput. La mesure s'effectue conventionnellement sur le profil gauche.

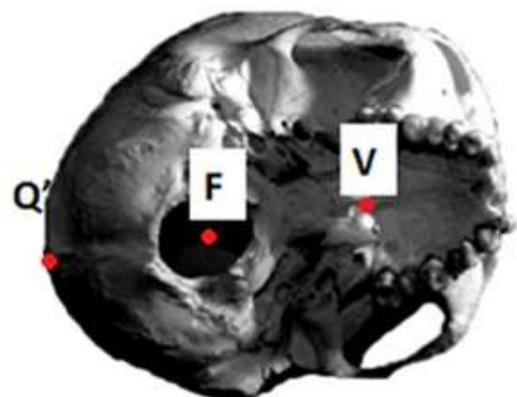


- Position du trou occipital :

Pour identifier la position du trou occipital (centre du Foramen magnum, c'est-à-dire du trou occipital), il convient de choisir le crâne couché dans le logiciel Hominisés. Il faut ensuite faire tourner le crâne pour le placer avec sa face inférieure bien face à vous.

La position du trou occipital F est estimée par le rapport du segment Q'F sur le segment Q'V.

- F est le centre du trou occipital (ou Foramen magnum)
- Q' est la projection verticale du point Q sur le plan dans lequel se trouve le trou occipital (représentant la base du crâne)
- V est l'extrémité des os du palais.



ANNEXE / CORRIGE : Sources intéressantes et légendes des fossiles

FOSSILE 1 : H. Floresiensis

Flores : <http://hominines.portail-svt.com/articles.php?lng=fr&pg=51>

FOSSILE 1 : H. sapiens

FOSSILE 3 : H. habilis

<http://hominines.portail-svt.com/articles.php?lng=fr&pg=7>

FOSSILE 3 : H. erectus

http://www.dinosoria.com/homo_erectus.htm

<http://www.hominides.com/html/ancetres/ancetres-homo-erectus.php>

FOSSILE 5 : A. afarensis

<http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/Australopithecus-sediba.xml>

<http://hominines.portail-svt.com/articles.php?lng=fr&pg=17>

FOSSILE 6 : H. neanderthalensis (crâne non disponible en nov 2013)

NB : Les chiffres choisis sont compatibles avec la version 2.5 du logiciel HOMININES