

Semaine européenne Athens ParisTech 2014

17 Novembre 2014

Neurones, des modèles à la conscience

**L'Hominisation ou la verticalisation du système nerveux central et sa quête d'équilibre psychomoteur**

Anne DAMBRICOURT MALASSÉ

UMR 7194 CNRS  
Département de Préhistoire, Muséum national d'histoire naturelle  
Institut de Paléontologie humaine, Fondation Prince Albert 1<sup>er</sup> de Monaco



Paléo-anthropologue, PhD du Muséum national d'Histoire naturelle

Chargé de Recherche Habilité à Diriger des Recherches  
au Centre National de la Recherche Scientifique



Attaché au Muséum national d'Histoire Naturelle

Département de Préhistoire  
&  
Institut de Paléontologie Humaine (IPH)



Le Muséum national d'Histoire naturelle  
ou  
La première école naturaliste évolutionniste

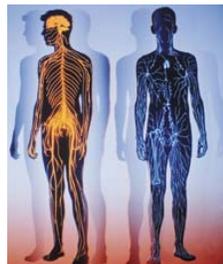
Jean-Baptiste LAMARCK (1741-1829)  
« Le Transformisme »



L'origine de l' *Homo sapiens*  
ou

L'origine du redressement du système nerveux  
central et périphérique (SNCP)

Complexités croissantes du SNCP et émergence de propriétés cognitives  
en relation avec sa quête d'équilibre posturale



Première partie

Le paradigme actuel et sa progressive transformation

Deux problématiques évolutionnistes séparées dans le temps  
et sans rapport

1) L'**acquisition de la bipédie permanente** vers 3,9-3,8 Ma posée *a priori* comme la résolution d'un problème fonctionnel, exo-squelettique, locomoteur du à un changement de l'environnement

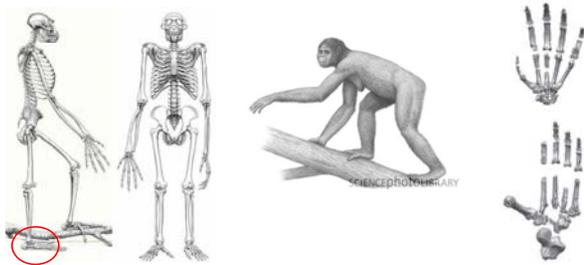


Image in Science : <http://www.aaas.org/news/releases/2009/1217breakthrough.shtml>

*Ardipithecus ramidus*, 4,4 Ma, Ethiopie, quadrupède arboricole occasionnellement bipède: cheville plus stable que celle d'un paniné actuel (Gorille, Chimpanzé). Environnement plus diversifié (semi-arboré)

2) La **complexification du système nerveux central** nécessaire pour rendre compte de la présence de **chaînes opératoires** en Ethiopie à 2.55 Ma au moins :

outils en pierre obtenus avec une méthode reproductible, et probablement des outils en os et autres matériaux périssables (bois, cornes...).



**Des nouvelles connexions entre cervelet et cerveau pour le contrôle des geste de précision**

Kada Gona, 2.55 Ma, Ethiopie  
Semaw 2000

Le journal du CNRS janvier/février 2010

« Et pourtant ils vivaient dans la forêt »

« Des chercheurs viennent de reconstituer l'environnement de l'un de nos lointains parents : **celui-ci aurait vécu dans un milieu forestier alors qu'il marchait déjà**. Une découverte qui pourrait bouleverser les théories sur l'apparition de la bipédie. En effet, **la théorie dominante veut que la bipédie soit le fruit d'une adaptation à la transformation d'un milieu boisé en une savane ouverte**, la présence de hautes herbes obligeant les primates à se redresser. *Ardipithecus* montre que la bipédie peut très bien s'épanouir dans un paysage semi-boisé.

**Mais alors quel aurait été le moteur du redressement, point de départ de la longue marche évolutive vers l'humain ? ».**

Seconde partie

Comment reconstituer le développement du SNCP  
à partir de tissus osseux fossilisés

OU

Comment le tissu osseux révèle-t-il des propriétés cognitives

### La paléoneurologie

Les empreintes sur la face interne du neurocrâne

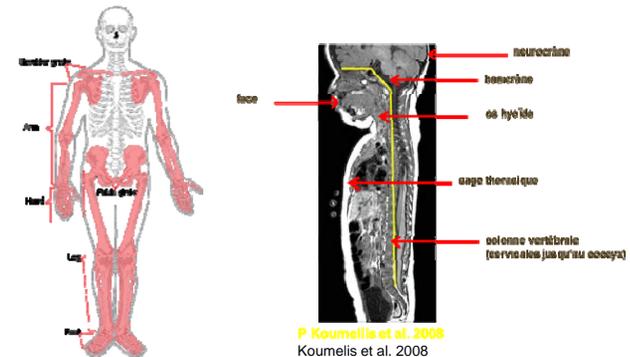
- Circonvolutions
- Vascularisation méningée
- Lobes cérébraux
- Cervelet
- Formes, volumes, organisation, complexités



Moulages en plâtre : Gorille *Australopithecus* *Homo erectus* (Pékin)

Coll. Institut de Paléontologie Humaine Photo A. Dambricourt Malassé © DR

### La morphogenèse des tissus de soutien du squelette axial



squelette axial en clair vu de face appendiculaire en foncé

squelette axial vu de profil

P Koumellis et al. 2008  
Koumellis et al. 2008

### L'acquisition de la verticalisation du squelette axial de la mandibule au cerveau

- La phylogenèse des primates
- Embryogenèse : la neurulation et la chorde dorsale
- Cinétique des synchondroses sphénoïdales ; une dynamique de fluides
- La mise en place de l'équilibre occluso-postural
- Le développement psychomoteur : les connexions cerveau-cervelet
- Le développement de l'image mentale, de la conscience de soi
- La socialisation et la pensée symbolique
- Application aux espèces fossiles
- Evolution ponctuée vs gradualisme
- Rôle des gènes à homéodomains
- Brisure la polarité chordale antéro-postérieure
- Verticalisation chordale et complexification du contrôle de l'équilibre postural érigé
- Complexité croissante du SNCP et émergence de la conscience réfléchie

J.B LAMARCK 1802

Pionnier,  
Le premier naturaliste à traiter des origines de l'homme

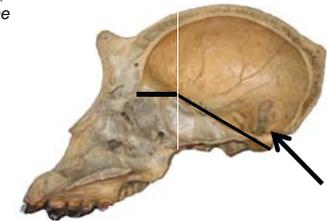
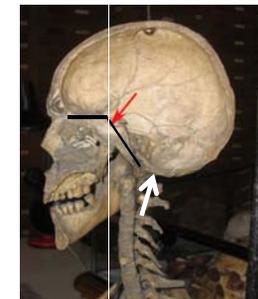
« Quant à l'homme le plus proche des quadrumanes (les singes), il est fortement distingué par une grande supériorité d'intelligence et aussi considérablement par plusieurs traits d'organisation qui le caractérisent.

1° le trou occipital tout à fait dans la base du crâne, fait que sa tête est posée à l'extrémité de la colonne vertébrale et lui fait voir un bien plus grand nombre d'objets à la fois

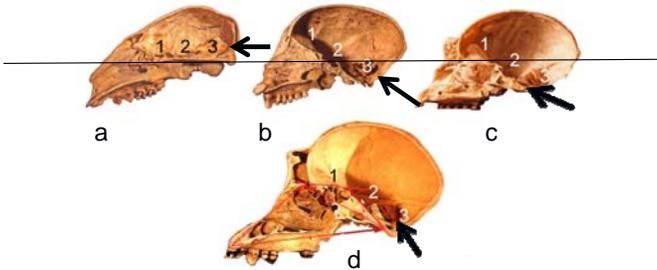
2° la mobilité remarquable de ses doigts

3° par l'état de son organisation l'homme est fait pour se tenir debout »

*Homo sapiens* et Gorille  
Coll. IPH, Photo A. Dambricourt Malassé © DR



Les quadrumanes (les singes b,c,d) n'ont pas le trou occipital situé tout à fait dans la base du crâne (flèche) mais ils l'ont assurément beaucoup moins relevé postérieurement que tous les autres mammifères (a) ».

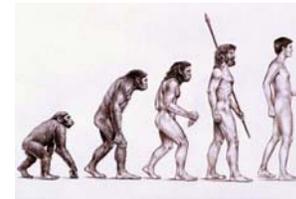


- a) primate à la conformation basicrânienne primitive de quadrupède: lémurien
- b) singe d'Amérique c) petit anthropoïde d'Asie d) grand anthropoïde africain
- 1 loge du lobe frontal 2 loge du lobe temporal 3 loge du cervelet

collections Anatomie comparée du Muséum et de l'Institut de Paléontologie humaine  
Photo A. Dambricourt Malassé © DR

Aussi sont-ils plus souvent debout quoique cette attitude pour eux soit encore très gênante. Le Kimpézé d'Angola (Chimpanzé) marche ordinairement debout appuyé sur une branche d'arbre en guise de bâton.

« Ne pourrait-on pas penser que cet état d'organisation a été acquis peu à peu à la suite de beaucoup de temps, à l'aide des circonstances qui s'y sont trouvées favorables ? »



Charles DARWIN

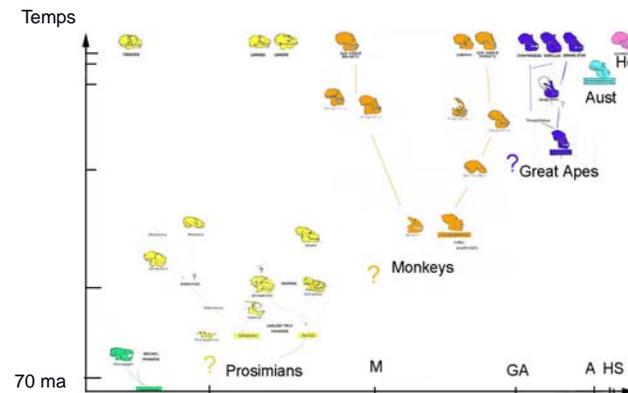
« L'ascendance de l'Homme » 1872  
(70 ans après Lamarck, 10 ans avant sa mort)

« La conclusion que l'homme est, avec d'autres espèces, le co-descendant de quelque forme ancienne inférieure et éteinte, **n'est en aucune façon nouvelle**, Lamarck était, il y a longtemps, arrivé à cette conclusion »

« Aussitôt que quelque ancien membre de la grande série des Primates en sera arrivé, ou par changement dans le mode de se procurer sa subsistance, ou dans les conditions du pays qu'il habite, à vivre moins dans les arbres et plus sur le sol, son mode de progression aura dû se modifier, et dans ce cas il sera devenu ou plus rigoureusement quadrupède ou bipède »

« les effets héréditaires de l'accroissement d'usage de quelques parties ou de leur action réciproque »

«à mesure que les ancêtres de l'homme se sont de plus en plus redressés»  
(p. 155)



Phylogénèse in The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution (1994)

Le crâne compris comme un système dynamique  
indissociable d'une unité dynamique cranio-sacrée (sacrum)

De 1951 à 1986 :

les acquis sur les contraintes d'équilibration entre  
 l'abaissement du cervelet, le redressement de la base du crâne  
 - qui prolonge la colonne vertébrale -  
 et le redressement des deux étages de la face

Pourquoi la face ?

Parce que la mandibule est l'os fossilisé le plus fréquent,  
 il compense la rareté des bases de crânes fossiles

Le pantographe de Gudin

Dr. Robert GUDIN, orthodontiste  
 Thèse de la Sorbonne  
 avec Jean Piveteau 1951 (La Sorbonne)  
 Lauréat de l'Académie de médecine 1952

La face supérieure est  
 intégrée dans une approche  
dynamique des angles  
 de la base

Le sphénoïde

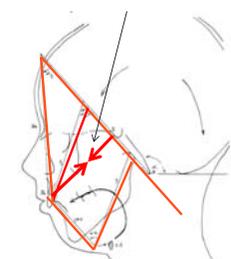
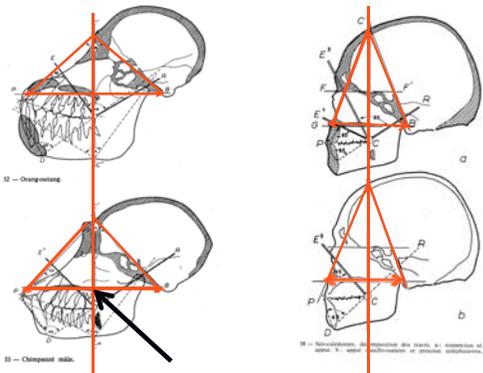


Figure 5.  
 L'architectonique faciale : Relation entre le pantographe facial et le massif sphénoptérogénié et la base crânio-mandibulaire.  
 Pr : point (dentaire) supérieur du prosthète. E : Epiphysien.  
 Otr : Os optique. G : Gophorien. S : Sacrum.

André LEROI-GOURHAN

Professeur au Collège de France  
 Thèse avec Jean Piveteau et Charles Devillers, 1953  
 Reprend le pantographe de Gudin  
 contrainte d'équilibration base-face, la médiane passe toujours par M3



32 — Orangoutan

33 — Chimpanzé malle

34 — Mandibule, en position des dents, à l'intersection de l'axe M3, avec l'articulation et le point d'articulation.

Les cinétiques endocrâniennes et leurs impacts faciaux  
 révélés par les malocclusions  
 en pro-mandibulie ou rétro-mandibulie infantiles

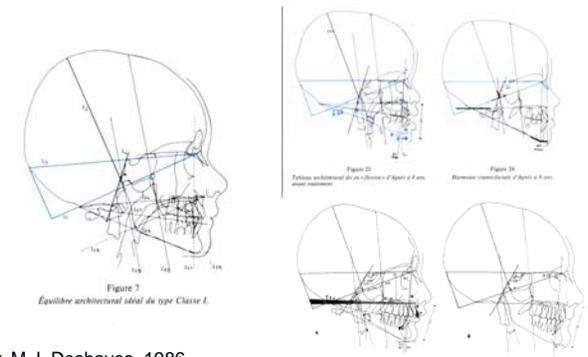


Figure 7  
 Equilibre architectonique idéal du type Classe I.

Figure 21  
 Relation architectonique de en « Classe I » d'après 4 ans, en pro-mandibulie.

Figure 22  
 Relation architectonique de en « Classe I » d'après 4 ans, en rétro-mandibulie.

Dr. M.J. Deshayes 1986

**Origine embryonnaire de la verticalisation du squelette axial**  
A. Dambricourt Malassé 1988 C.R.Ac. Sc.

Les cinétiques du tube neural au-dessus de la base cartilagineuse et plane

Au stade 17 sphénoïde et basi-occipital alignés

base antérieure y base postérieure

X

stade 17

base cartilagineuse plane

La rotation de la base postérieure commence

La rotation du sphénoïde décrite par Levi & Kernan débute au stade 17 et s'achève au stade 23

Base antérieure

Bascule occipitale

Gain de verticalité

Base postérieure redressée

W.H. Lewis 52 j 21 mm, stade 20

Au terme de la période embryonnaire la verticalisation axiale est acquise

C.C. Macklin 63 j 40 mm

Confirmation en 2012

par une animation d'embryons (morts) (L.J. Boe et Kielwiesser) programme ANR SkullSpeech (L.J. Boe)

Diffusion au 1<sup>er</sup> symposium ostéopathie et paléoanthropologie Ecole Supérieure d'Ostéopathie (ESO)

Président d'honneur Yves Coppens  
Pr. Honoraire au Collège de France

23/26 jours  
stage 44  
47 mm

L'hominidé

Un équilibre ponctué suite à une prolongation de la rotation neurale

grand singe (chimpanzé)

Australopithecus

Gain de verticalité endosquelettique axial très net, évolution de la neurulation : dynamique de rotation prolongée, rôle important des crêtes neurales (denture)

**Le manuport de Makapansgat valley (Afrique du Sud)**

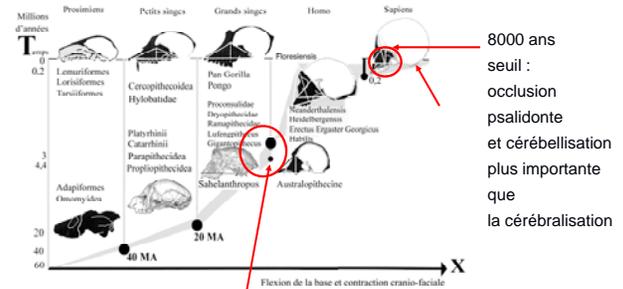
L' image mentale du corps et l'image symbolique du Soi se précisent et iront en s'affirmant



**2,4 Ma** galet naturel évoquant un visage humain, découvert en 1925 par Wiefried Eitzman dans un sol d'habitat éloigné de plusieurs km de la première source d'approvisionnement en galets nécessaires à la taille des outils

**Phylogénèse de la verticalisation du squelette axial**

Abaissement de la loge cérébelleuse, réduction du prognathisme, verticalisation de l'endosquelette axial, instabilité posturale croissante, complexité croissante du système nerveux central et du contrôle de l'équilibre postural



3,8 Ma : seuil de verticalisation, bipédie permanente

Anne Dambricourt Malassé, Habilitation à Diriger des Recherches 2011

**Courbe phylogénétique hyper-exponentielle (accélération)**

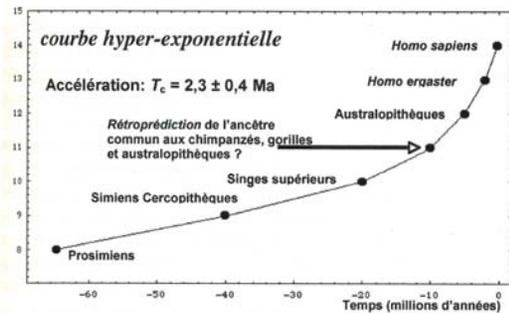


Figure 2.30. Loi log-périodique appliquée à la succession des grands plans d'organisation des primates.

Jean Chalaine, 2009

**Coefficient d'encéphalisation**

Le coefficient d'encéphalisation est le rapport du poids du cerveau/poids du corps

La souris a le coefficient le plus élevé, cependant le squelette axial n'est pas verticalisé. C'est la complexification du SNC dès l'embryogenèse qui fut la cause du redressement axial. Le cervelet s'est trouvé dans un état d'instabilité inégalé au stade érigé permanent (Hominidae). Hypothèse : des connexions avec le cerveau ont été nécessaires. Elles ont permis l'émergence d'un « corps conscient », la conscience du soi et de l'altérité

