

Article

Artefacts, langage et hominisation

par Sylvie Aullen-Boitel

Sylvie Aullen-Boitel, Dr en linguistique de l'Université Paris IV-Sorbonne (Recherche en linguistique et en Etho-écologie des communications animales). Travaille sur le rapport entre langage et outils au cours de l'hominisation. Est spécialisée en archéologie dans ses rapports avec la linguistique, l'histoire des civilisations et des spiritualités.



NDLR : Pour la clarté de l'exposé, d'abord quelques définitions : Artéfact, chopper, chopping-tool et neurones miroirs

Dans la terminologie de l'archéologie préhistorique, un "artéfact" est un objet façonné, par opposition aux pierres naturelles fracturées ou érodées par les agents météoritiques : gel, eau, vent, etc. Même les plus anciens artéfacts ne sont pas uniquement débités pour un usage utilitaire : le concept dépasse et englobe celui d'outil, plus restrictif. L'artéfact est l'expression d'un travail intentionnel : c'est une matière naturelle, pierre, os, corne, bois, ivoire, manufacturée. Ce travail est un acte simple, indivisé, opérationnel : la main impose à la réalité naturelle, une pierre par exemple, son empreinte indélébile et reconnaissable, son stigmat unique et original, « artificiel ». La main d'un hominidé est un organe du toucher, de préhension, et d'appréhension : la prise se fait non seulement en force, mais aussi en précision et en délicatesse (J. Napier, L. Leakey, Ph. Tobias). Tout artéfact traduit une relation spécifique entre l'encéphale, la vision stéréoscopique, la convergence soutenue et une main anatomiquement apte à répondre aux commandes du cerveau pour transformer toute matière. On pourrait nommer cette relation : "cybernétique". Si l'artéfact est conçu à des fins esthétiques, cette œuvre peut être géométrique et/ou artistique ; s'il est le produit d'une finalité utilitaire, c'est un outil.

Un **chopper** est un artéfact utilitaire débité sur un galet ou sur une plaquette siliceuse : son tranchant présente des stigmates successifs sur une seule face ; un **chopping-tool** présente un tranchant réalisé par des éclats alternatifs sur les deux côtés du galet ou de la plaquette. Une typologie des galets taillés, ou "aménagés", a été réalisée, depuis 70 ans environ, par plusieurs préhistoriens dont : H.L. Movius, V. Van Riet Lowe, H. Alimen, L. Ramendo, P. Biberson, etc. Pour le préhistorien belge Marcel Otte (A l'aube spirituelle de l'humanité, p.59, 2012): "*aucun reste osseux (paléontologiquement parlant) ne peut témoigner de ce combat entre la nature et la pensée : seuls les artéfacts extra-somatiques le peuvent*".

François Boitel, Dr. en Paléontologie (U.P.M.C.), Dr. d'Etat.

Les **neurones miroirs** identifiés dans les années 1990 par l'équipe de Giacomo Rizzolatti sont des neurones dont l'activité électrophysiologique est absolument similaire quand un sujet exécute des actes moteurs simples ou quand le sujet observe un autre individu réaliser la même action. Ils ont été d'abord observés dans le cortex prémoteur ventral du singe macaque rhesus (aire F5) et dans la partie rostrale du lobule pariétal inférieur. Chez l'homme l'activation de certaines régions du cortex cérébral (autour de l'aire de Broca homologue à l'aire F5 du singe et au niveau du cortex pariétal inférieur) a été observée par IRM ou tomographies par émissions de positrons en 2000 ; mais, étant donné la résolution spatiale des imageries fonctionnelles, on parle plutôt de "système miroir" ou de "système de neurones miroirs" pour désigner ces aires fonctionnelles. Selon ces auteurs, les neurones miroirs sont impliqués dans l'apprentissage par imitation et dans la naissance du langage chez l'homme ; selon le Professeur Jean-Michel Oughourlian, ils expliqueraient les phénomènes de désir mimétique chez l'homme.

Sylvie Aullen

Les conditions d'émergence du langage en relation avec la fabrication des artéfacts chez les hominidés : le point de vue de la paléoneurologie des hominidés.

"*Au fur et à mesure des progrès de nos connaissances les origines humaines s'enfoncent dans la nuit des temps. Avant l'avènement de l'homme authentique s'est déroulée une longue histoire pré humaine, pleine d'incertitudes et appuyée sur des hypothèses (...) Les documents invoqués pour la reconstituer montrent la fragilité de leur témoignage*" Jean Piveteau. Préface à "Les Hommes fossiles" d'Etienne Genet-Varcin.

1. LE "DIALOGUE" DU CERVEAU ET DE LA MAIN

La genèse de l'artéfact, à la différence de l'instrument adapté au besoin de l'animal, est liée à celle de l'intelligence et de la cognition. L'artéfact est un témoignage de l'intelligence. Mais l'auteur des plus anciens artéfacts découverts à ce jour en Afrique et en Europe reste énigmatique. Les premiers artéfacts de pierre datés actuellement de 2,3 – 2,7 millions d'années (jusqu'à 3,3 millions pour ceux découverts en 2015 à Lomekwi 3 au Kenya) sont en effet contemporains de plusieurs espèces d'hominidés en Afrique de l'Est et du Sud : *Australopithecus africanus* et *Paranthropus*, *Homo habilis* et *Homo rudolfensis*. La fabrication d'artéfacts par des hominidés distincts de la lignée humaine, les Australopithèques, est toujours aujourd'hui considérée comme non résolue. Les Australopithèques sont divisés en plusieurs espèces et possèdent une capacité cérébrale encore faible ; ils constituent ce que Jean Piveteau appelle une "*branche para-humaine plutôt que pré-humaine*". Ils sont doués néanmoins de la bipédie qui a libéré la main devenue un organe de préhension et de perception.

Des galets taillés sont associés à des restes d'Australopithèques dans la grotte de Sterfontein et à Oldoway ; mais dans la même formation coexistent des restes fossiles d'*Homo habilis* ; c'est un outillage encore rudimentaire montrant "la dualité d'une main qui n'est pas achevée et d'un cerveau qui poursuivra son développement" (J. Piveteau).

Hélène Roche a découvert au Kenya un atelier de pierres taillées de 2,3 millions d'années qui pourrait être attribué aux Australopithèques (1999). Il n'y a pas d'évidence claire que le régime alimentaire des Australopithèques était riche en protéines, ni qu'ils pratiquaient la chasse ou le charognage (R. Holloway) et, par conséquent, fabriquaient des outils destinés au dépeçage de la viande. M. Skinner et alii pensent qu'*Australopithecus Africanus* (3-2 millions d'années) possède une disposition anatomique du pouce et des os de la paume qui permettrait une opposabilité en force du pouce et des doigts adaptée à l'usage d'outils (2015).

1.1 Manipulation et encéphalisation

L'apparition de la bipédie a permis d'affranchir les membres supérieurs du rôle postural et locomoteur en les spécialisant pour d'autres fonctions (préhension, manipulation), ce qui a provoqué un raccourcissement des membres supérieurs, le redressement des phalanges, l'allongement et l'opposabilité du pouce. Les humains ont seuls la possibilité du "forceful precision" ("power grip" et "precision grip") entre le pouce et les autres doigts, les chimpanzés ne la possèdent pas. Les prises de précision se différencient en trois positions chez l'homme moderne grâce aux adaptations musculaires pour la stabilisation de l'articulation proximale du pouce (prise entre le coussinet du pouce et le côté de l'index ; "prise en pince" en trois points ; "prise en arceau" entre le pouce et les quatre autres doigts). Plusieurs de ces caractéristiques anatomiques corrélatives s'observent chez *Australopithecus afarensis* mais avec une mobilité réduite du pouce, ce qui aurait compromis certains aspects de la fabrication d'outils par ce dernier (M.W. Marzke 1997). La libération de la main semble aussi être corrélative de l'asymétrie hémisphérique cérébrale observée durant la période des hominidés (aux environs de 2-3 millions d'années) (Holloway 2009) : la main droite manipulatrice et la main gauche porteuse.

Une parité entre les mains existe encore chez les premiers hominidés (Australopithèques et *Homo habilis*). Mais cela n'atteste pas pour

autant une quelconque utilisation d'artéfacts. La latéralisation cérébrale se rencontre d'ailleurs aussi chez les animaux comme les oiseaux dont le chant est préférentiellement géré par leur hémisphère gauche (S.P. Springer et G. Deutch). La latéralité apparaît donc à une époque bien antérieure à l'avènement de l'homme de Néandertal. La préférence manuelle chez les hominidés (fabrication d'artéfacts puis dessin et enfin écriture) aurait favorisé une différenciation de la sensori-motricité puis une concentration des fonctions du langage sur les structure de l'hémisphère gauche (H. Hécaen). D'autre part la latéralité cérébrale est aussi sous la dépendance de phénomènes hormonaux (N. Geschwind et N. Galaburda).

La manipulation d'un artéfacts pour sa fabrication et son utilisation nécessite à la fois une finesse des coordinations motrices (hémisphère gauche) et des adaptations visuelles constantes. William Calvin (1994) met en lumière l'usage de l'artéfact en relation avec le perfectionnement des processus cognitifs au cours de l'encéphalisation. Lorsque l'on compare les portions du cortex cérébral, tant moteur que sensoriel, associées au pied et à la main chez les primates et chez l'homme, on constate qu'elles sont aussi étendues dans les deux cas chez le singe à queue alors que chez l'homme, les portions de l'écorce cérébrale associées à la main s'accroissent considérablement et deviennent beaucoup plus étendues que celle du pied, ce qui démontre une corrélation fonctionnelle préférentielle entre le cerveau et la main. L'expansion des régions cérébrales frontales, qui représentent chez l'homme moderne un tiers du néocortex, correspond à une gestion des actions motrices et sensorielles en vue d'une action volontaire et appropriée à une situation (Damasio et Anderson 1993). Selon Jean Piveteau, la station droite, la main et le cerveau constituent une relation et l'un des exemples typiques de coaptation car il ne s'agit pas seulement d'une corrélation mais d'une synthèse qui se fait continuellement. J. Piveteau aimait ainsi citer dans ses cours le philosophe Anaxagore qui a mis en évidence pour la première fois dans l'histoire la réalité

de l'Esprit : "l'homme est intelligent parce qu'il a des mains". Et Jean Piaget a repris cet aphorisme.

1.2. La naissance de la réflexion

Comme le remarquait encore J. Piveteau, la division entre "Homo faber" et Homo sapiens, est difficile à préciser puisque toute fabrication d'outils est motivée par l'usage qui en sera fait. Le "faire" et le "penser", l'outil réel et le concept le pré-définissant ont donc progressé plus ou moins de concert. Par l'intermédiaire de l'artéfact, une série de réactions mentales corrélatives mais aussi alternatives et décalées dans le temps ont perfectionné l'un et l'autre pour participer à la maturation de la puissance réflexive : « la réflexion paraît en germe dans ce dialogue de la main et du cerveau » (E. Le Roy). Alors que chez l'animal, le geste suit le stimulus sans retard, la réflexion surgit chez l'homme du décalage dans le temps de réactions réciproques du cerveau et de la main. Le psychologue P. Janet a mis l'accent sur l'importance de l'attente, comme pas réflexif, entre la stimulation et la consommation de l'acte. Cette idée, selon laquelle la pensée se développe par l'action différée a été reprise par le philosophe écossais Alexander Bain.

Il n'en reste pas moins que, quel que soit l'auteur des plus anciens outils de l'humanité, le mouvement de l'hominisation a débuté par l'action sur la matière inerte. Si l'intelligence est en particulier la faculté de fabriquer des objets artificiels, c'est-à-dire des outils à faire des outils, l'artéfact implique-t-il nécessairement l'existence d'une pensée réfléchie ? L'emploi et la fabrication d'artéfacts ne manifestent encore que le seuil de l'humain qui n'est vraisemblablement franchi qu'avec la maturation du langage et de l'organisation sociale (J. Piveteau).

2. LA TRIPLE RELATION MAIN – CERVEAU – LANGAGE : CONDITIONS D'ÉTUDE D'APPROCHE

La question du langage est insurmontable quant à son origine absolue, en l'absence de vestiges fossilisables. On ne peut l'envisager qu'à la lumière des fondements anatomiques, neurologiques, cognitifs et éthologiques de

son émergence chez l'homme, comparés à ceux qui sont à la source de la communication animale. L'organisation des langues, même analysée selon une approche comparative historique, est beaucoup trop proche des capacités de l'homme moderne (Voir les recherches de M. Ruhlen sur l'origine des langues, 1966).

2.1. La restructuration organique à la source du langage

Le langage et la parole ont nécessité une double restructuration organique : la différenciation des aires du langage dans le cerveau et des modifications anatomiques dans les voies respiratoires et digestives (carrefour oro-pharyngé). Très schématiquement, rappelons que l'aire de Broca (bas de la région frontale) est impliquée dans le traitement hiérarchique de l'information qui se traduit par une organisation séquentielle de l'énoncé (règles syntaxiques, articulation, rythme, etc.) ; l'aire de Wernicke (région pariéto-temporale), plus associative, concerne le traitement conceptuel et sémantique du langage, mais elle participe aussi à la sélection des phonèmes et des mots. La face débarrassée de toute activité instrumentale a permis l'apparition d'un appareil vocal grâce à la modification de l'appareil respiratoire supérieur : la mobilité de la langue et du voile du palais permettent l'articulation des phonèmes ; la descente du larynx, étroitement liée à la station érigée de l'homme, donne une modulation de la hauteur du son, l'apparition de la partie nasale sert de caisse de résonance (Ph.V. Tobias 1992).

Les données apportées par les crânes fossiles grâce aux empreintes endocrâniennes (naturelles ou artificielles) permettent de constater un accroissement volumétrique de la boîte crânienne et du cerveau et un accroissement différentiel de certaines zones du cerveau concernant les lobes frontaux et pariétaux, l'expansion transversale du cerveau et l'asymétrie modérée des hémisphères cérébraux. Le paléoneurologue Ralph Holloway montre que l'évolution du cerveau humain chez les hominidés (entre 3 et 4

millions d'années) est "une mosaïque en mosaïques" (2009) où se manifestent des phénomènes alternatifs : l'augmentation de taille s'intercale avec des épisodes de réorganisation du cortex cérébral qui précèdent des augmentations de taille du cerveau à grande échelle aux environs de 2 – 3 millions d'années puis, aux environs d'un million d'années, la réduction du cortex visuel primaire, des asymétries cérébrales, incluant celle de Broca – située, avec les autres aires dévolues au langage, très généralement dans l'hémisphère gauche. Ces modifications ne sont pas linéaires mais varieraient, selon Holloway, suivant la pression sélective, les mutations génétiques, les défis environnementaux et les interactions sociales. D'autres facteurs peuvent aussi avoir joué, comme le remarquaient déjà Robert Broom et Raymond Dart.

2.2. L'expansion du cerveau

Tous ces changements s'accompagnent du triplement de la taille du cerveau entre l'Australopithèque et l'*Homo sapiens*. L'expression volumique du cerveau passe en effet de 400 à 500 cm³ chez les Australopithèques (entre 4 M.a. et 1 M.a.) à 646 cm³ chez *Homo habilis* (2 M.a.) puis entre 880 et 1043 cm³ chez *Homo erectus* jusqu'à 1350 cm³ chez *Homo sapiens* (Tobias 1980).

L'augmentation graduelle du volume encéphalique est la moins contestable des données quantitatives paléo-neurologiques. En 1973, Jerison calcule un quotient d'encéphalisation : ce quotient est passé de 0,31 (mammifères il y a 65 M.a.) à 1,1 chez les Prosimiens fossiles, 1,9 en moyenne chez les primates plus évolués, 3,8 (*Australopithecus africanus*), 6,5 (*Homo erectus*), 8,5 chez *Homo sapiens*. Ce quotient d'encéphalisation (EQ) est le rapport entre le poids réel du cerveau et celui auquel on s'attendrait en fonction de la taille du corps de l'animal (J.L. Bradshaw 2003). En effet la taille du cerveau normalement avec la taille du corps, mais lors de l'homínisation, la croissance différentielle du cerveau, outrepassa largement celle du corps. On observe alors une allométrie dite majorante au bénéfice du cerveau (Harvey

1986). Cette augmentation du volume du cerveau est en rapport avec la contraction crânio-faciale, la bascule occipitale, la bipédie. La bipédie, entraînant un changement dans le drainage veineux, a permis une thermorégulation plus efficace et supprime la contrainte physique qui s'opposait à une augmentation supplémentaire de la taille du cerveau (Falk 1993). La vitesse du développement du cerveau des Hominidés est un phénomène sans précédent dans l'histoire de l'évolution : cependant avec l'apparition de l'homme moderne, on observe la réduction de l'importance de l'évolution biologique devant les évolutions technologiques, cognitives, culturelles et spirituelles caractérisant l'humanité. Ce relais évolutif informationnel au sein même du règne animal et au cours de l'évolution de l'homme est communément admis par des scientifiques comme H. Von Foerster, S.A.Kaplan, André Cailleux, François Meyer, René Passet, R. Taagepera, J.C. Eccles.

2.3. L'asymétrie cérébrale

L'existence des aires de la parole provoque une légère asymétrie du cerveau humain. L'asymétrie renvoie aux spécialisations cérébrales, incluant le langage, la motricité manuelle et la possibilité de la préférence manuelle peu marquée chez les singes anthropoïdes (Tobias 1981, Cavalli Sfora 1997) ; l'asymétrie cérébrale est présente chez *Néandertal* et apparaît plus tôt chez *Homo erectus* et même chez *Homo habilis* et chez *Homo rudolphensis* (crâne KNM-ER 1470). Bien évidemment, elle ne prouve pas que ces hominidés avaient le langage mais si cette asymétrie est homologue de celle rencontrée chez les modernes, pourquoi l'exclure ? (R.L. Holloway 2009). « *Les découvertes de la paléoneurologie corroborent (mais ne prouvent pas) une asymétrie cérébrale précoce et par conséquent la spécialisation des tâches cognitives entre l'hémisphère gauche et l'hémisphère droit* » (Holloway 1983). Dean Falk (1987) remarque l'existence de "petalias", c'est-à-dire des empreintes dues au développement du pôle frontal droit et du pôle occipital gauche dès les premiers Australopithèques, caractère

rencontré chez l'homme actuel (A.M. Galaburda).

Il faut remarquer aussi que le planum temporal qui correspond à une région temporale supérieure contenant plusieurs zones d'associations auditives et une partie de l'aire de Wernicke dans l'hémisphère gauche humain davantage développé chez les humains au niveau du cerveau gauche que du droit, l'est aussi chez les chimpanzés (Holloway et al. 2005). Ces asymétries neuro-anatomiques entre les cortex des deux hémisphères seraient liées à un traitement des informations sensorielles auditives et des signaux impliqués dans la communication vocale chez le Primate (A.A. Ghazanfar, M.D. Hauser 1999). Elles sont interprétées par les autres comme des analogies existant avec le « circuit du langage » chez l'humain. Mais le planum temporal peut avoir été utilisé chez le Primate pour d'autres raisons que langagières (P.V. Tobias 2000). Les aires et les régions cérébrales ne sont pas en effet associées à des fonctions nécessairement bien délimitées mais elles sont considérées actuellement comme prenant part à des circuits plus étendus ou à des réseaux d'activité (Bradshaw 2003). Selon le neurologue H. Hécaen (1968), l'organisation sur l'hémisphère gauche de la fonction du langage est sans doute à l'origine de la disposition asymétrique mais les différences anatomiques entre les deux hémisphères restent minimes ; l'asymétrie cérébrale concerne l'organisation des fonctions, parmi lesquelles la préférence manuelle dont les potentialités sont spécifiquement humaines.

Il est ainsi remarquable de constater que, sur des collections de plus de 500 artefacts remontant à des périodes antérieures à l'Acheuléen, plusieurs dizaines de chopping tools seulement ont manifestement été taillés à l'aide de la main gauche tandis que la grande majorité l'a été par main droite. Non seulement la "tenue en main" le prouve mais également l'ordonnance des enlèvements qui ont en quelque sorte une « alternance inversée » lorsque c'est la main gauche qui a percuté le rognon de silex.

2.4. La réorganisation neurologique précoce au cours de l'hominisation

Un indice important de l'évolution de la structure cérébrale des hominidés est la position du sulcus lunatus : c'est un sillon qui marque la séparation entre le lobe pariétal et le lobe occipital. Il délimite en effet le cortex visuel primaire postérieur (ou aire 17 de Brodmann) et le cortex pariétal associatif antérieur ; sa lisibilité sur les moulages endocrâniens n'est pas aisée car on ne perçoit la morphologie cérébrale qu'à travers les méninges. Le sulcus lunatus a une position plus reculée chez l'australopithèque que chez le chimpanzé. La position postérieure est caractéristique du genre Homo. Chez l'homme moderne, le cortex visuel primaire a régressé en volume par rapport aux primates ; le cortex pariétal associatif s'est étendu au détriment du cortex visuel primaire qui est l'une des plus anciennes structures du néocortex spécialisé dans le traitement visuel des informations statiques et mobiles ainsi que dans la reconnaissance visuelle.

La question du moment exact de la réduction du cortex visuel primaire reste controversée mais elle constitue une preuve de la réorganisation cérébrale précoce du cerveau chez les hominidés. Elle intervient tôt chez l'australopithèque, peut-être 3,5 M.a. La configuration de l'aire de Broca (aires de Brodmann 44, 45 et 47) selon une disposition plus proche de l'homme que du singe se situe aux alentours de 1,8 M.a. A peu près au même moment, les asymétries cérébrales sont déjà présentes au début du genre Homo (KNM-ER 1470, *Homo rudolfensis*).

Ainsi, l'apparition de l'aire de Broca et le recul du sulcus lunatus montrent que la réorganisation du cerveau des hominidés selon un plan déjà humain intervient tôt dans l'évolution des hominidés et bien avant "l'enroulement" final du cortex chez l'*Homo sapiens* moderne (Holloway 2009). En outre, cette position observée chez l'australopithèque prouve que le cortex a subi une réorganisation neurologique avant l'élargissement du cerveau et donc bien avant l'émergence du genre Homo. Il faut rappeler

que l'australopithèque n'a qu'une capacité cérébrale encore réduite (400 à 500 cm³). Le cerveau des premiers hominidés était donc déjà réorganisé au plus tard au moment de l'apparition de *Australopithecus africanus*, ainsi que l'avancéait déjà Dart (Holloway 2004). L'expansion du cortex pariétal postérieur correspond à une fonction multimodale permettant une intégration visuelle, auditive et sensori-motrice. Elle serait associée au développement cognitif lié à la fabrication d'artéfacts et à un comportement social incluant une communication plus avancée ; en accord avec les découvertes d'artéfacts qui émergent en Afrique à partir de 3,3 M.a. et sont indubitables à 2,7 M.a., ces changements cérébraux constituent peut-être une réponse à la transformation de la niche écologique en expansion et à une appréciation plus complexe des ressources naturelles et du comportement social comme la mémorisation des lieux, des qualités d'autrui (par exemple la reconnaissance faciale qui existe cependant déjà chez certains animaux) (Holloway, Clarke et Tobias 2004).

2.5. La complexification des veines méningées

Grâce aux moulages endocrâniens, on peut suivre au cours de l'hominisation la progression du réseau des veines méningées (le réseau vasculaire propre à la dure-mère, la plus superficielle et la plus épaisse des membranes qui enveloppent le cerveau). Cet indice permet de quantifier de façon indirecte l'activité vasculaire cérébrale qui accompagne toute activité fonctionnelle. On observe une progression de la vascularisation méningée le long des branches antérieure moyenne (région pariéto-temporale) et postérieure du réseau méningé (Saban 1983). Les branches antérieure et moyenne sont en rapport avec deux régions :

- Le gyrus précentral (circonvolution cérébrale à la surface du cortex) (aire 4 de Brodmann) représentant sur le plan sensoriel une sensibilité tactile fine et sur le plan moteur une dextérité manuelle, deux qualités en relation avec la fabrication d'artéfacts.

- Le gyrus post-central en rapport avec la motricité des organes vocaux et la sensibilité d'expression nécessaires au langage parlé.

La branche postérieure circonscrit l'aire de Wernicke et la branche frontale quadrille l'aire de Broca (voir planches 1 et 2).

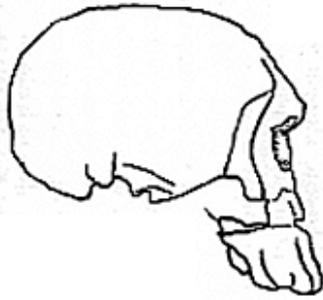
On observe chez les Australopithèques une topographie primitive proche de celle du nouveau-né centrée sur la veine méningée moyenne mais sans réseau quadrillé ; puis apparaissent chez *Homo habilis* les premières anastomoses (connexions naturelles de deux vaisseaux sanguins pour former de nouvelles voies de circulation sanguine) mais le réseau est dépourvu de branche frontale, selon une disposition analogue de celle de l'enfant de quarante jours. Le jeune récapitule dans son cerveau moderne les principales phases de développement du réseau méningé au cours de l'évolution humaine ; ce serait une illustration de la "loi biogénétique fondamentale" formulée par E. Haeckel en 1866 stipulant que l'ontogénie récapitule la phylogénie. Il faut remarquer que l'on retrouve une asymétrie avec une plus grande complication du réseau côté gauche chez *Homo habilis*. Les anastomoses encore peu nombreuses chez *Homo erectus*, comme chez l'enfant d'un an, vascularisent les aires propres aux centres du langage ainsi que les aires d'association auditive et visuelle chez les anté-néandertaliens ; le réseau vasculaire s'étend de la zone pariétale à la zone frontale avant d'atteindre sa densité maximale avec l'avènement de *Sapiens* : le quadrillage s'étend considérablement sur le réseau méningé antérieur, couvrant la partie frontale correspondant aux fonctions supérieures de la pensée et du langage intériorisant les représentations mentales préluant à l'action.

2.6 Conditions physiologiques et anatomiques du langage

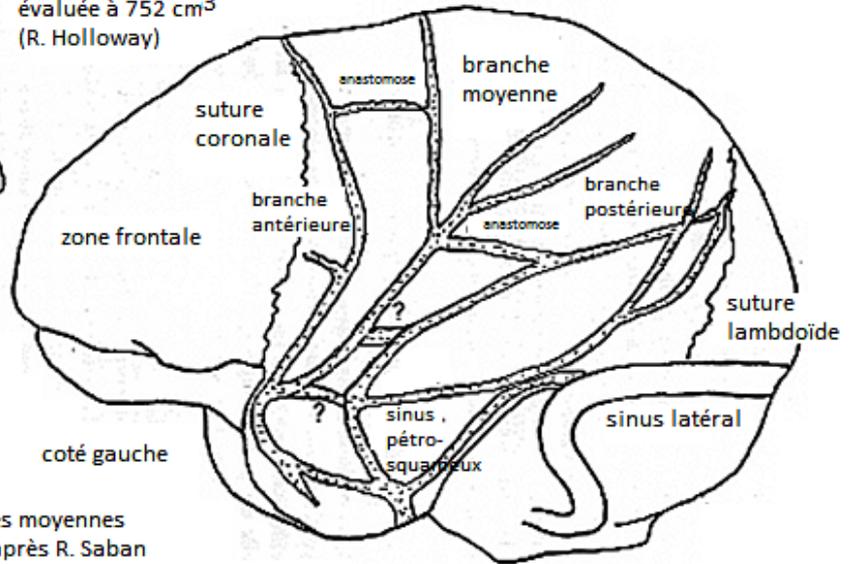
Les conditions physiologiques et anatomiques du langage se trouvent réunies chez *Homo habilis* mais probablement pas chez l'Australopithèque. En effet, chez ce dernier, la structure langue-larynx-pharynx est plus proche de celle des grands singes que de l'homme. D'après les moulages endocrâniens, il est difficile de vérifier avec certitude la présence d'une aire de Broca ; peut-être une modification de l'aire de Wernicke aurait pu se produire aux alentours de 3 millions d'années sous la forme d'un élargissement pariétal et d'une réorganisation corticale (Holloway 1972, 1975, 1981). Cependant Tobias (1990) étend la possibilité du langage à *Australopithecus africanus* car l'aire de Broca serait, pour cet auteur, identifiable. En revanche, un pré-langage fondé sur une pratique humaine de manipulation de symboles existerait beaucoup plus sûrement chez *Homo habilis*. Celui-ci se distingue des autres hominidés par un accroissement absolu et relatif du cerveau (plus de 45% par rapport à celui d'*Australopithecus africanus*) ; on observe sur les moulages endocrâniens un agrandissement sélectif de certaines aires : les parties inférieures du lobe frontal et du lobe pariétal (qui sont les deux plus importantes aires corticales de la parole) sont plus développées sur le moulage endocrânien de *Homo rudolfensis* KNM-ER 1470 que sur les moulages endocrâniens de *Australopithecus africanus* et des grands singes modernes. *Homo habilis* ne possède pas seulement les bases neurologiques de la parole mais il a une culture relativement complexe (Tobias, Falk, Eccles) ; il fabrique des outils diversifiés (galets aménagés, industries sur éclats) et construit des abris (Leakey).

HOMO RUDOFENSIS KNM ER 1470

découvert par R. Leakey - zone de Kobi-Fora Lac Turkana



capacité crânienne
évaluée à 752 cm³
(R. Holloway)



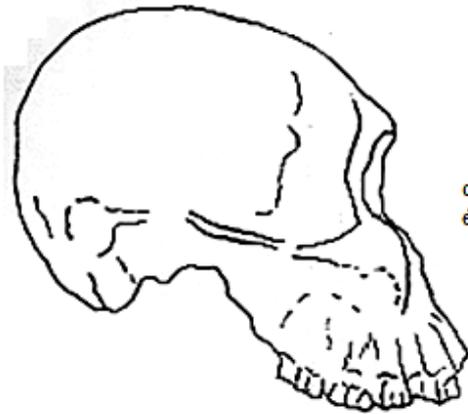
Empreintes des veines ménagées moyennes
sur le moulage endocranien d'après R. Saban
(simplifié)

Planche 1

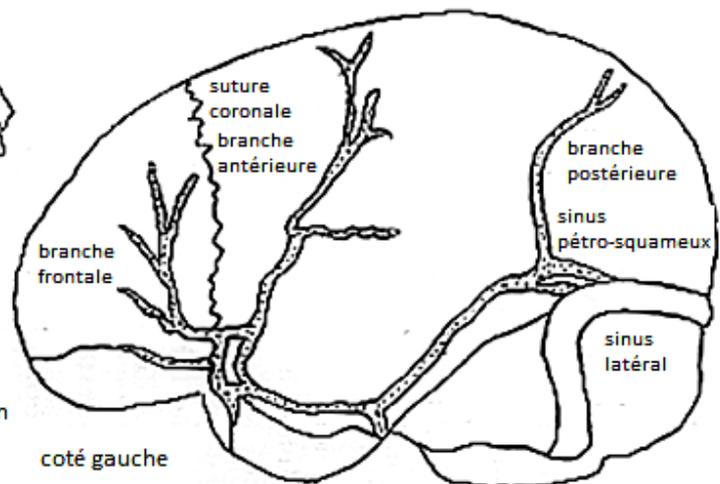
AUSTRALOPITHECUS AFRICANUS

STERKFORTEIN (AFRIQUE DU SUD)

crane découvert par Robert Broom



capacité crânienne
évaluée par R. Holloway à 428 cm³



Empreintes des veines méningées moyennes
sur le moulage endocranien d'après R. Saban
(simplifié)

Planche 2

La dextérité manuelle entraîne des possibilités de symbolisation indispensables pour l'utilisation, l'enseignement et la diffusion de l'outillage : la fabrication est enseignée gestuellement et avec l'aide d'un proto-langage ; la seule imitation ne suffisant pas à la transmission de cette culture (P.V. Tobias 2000). Les modifications importantes intervenues dans le système nerveux d'*Homo habilis* montrent donc que l'accroissement cérébral, le langage et la culture sont intimement liés depuis l'apparition du genre Homo.

Des découvertes réalisées par une équipe de primatologue d'Atlanta (Tagliatalata et al. 2015) montrent une activation de la région cérébrale correspondant à l'aire de Broca chez l'homme ainsi que dans les autres aires impliquées dans les comportements et actions motrices complexes lorsque les chimpanzés font des gestes pour demander de la nourriture qui est hors de leur portée. Le développement de certains types de signaux pourrait donc directement influencer la structure et la fonction du cerveau, ce qui montre une plasticité du cerveau du chimpanzé que l'on retrouve a fortiori chez l'homme. Mais il subsiste une objection principale : l'apprentissage et l'utilisation de ces signaux induisent l'activation de ces aires chez des singes en captivité dont les types de communication par signaux ne se retrouvent pas fréquemment dans la vie sauvage.

2.7. Les prémices du langage et la fabrication d'artéfacts

Des scénarios hypothétiques de naissance et de développement de langage articulé ont été abordés par des linguistes qui envisagent une complexité croissante des structures linguistiques parallèlement à celle des structures anatomiques, culturelles et sociales. Les systèmes de communication ont pu progressivement évoluer d'un stade émotionnel et affectif ou directement lié à la survie biologique, essentiellement gestuel ou vocal (les chimpanzés disposent d'une trentaine de signaux sonores différents liés à des salutations ou états émotionnels affichés, variés en fonction, par exemple, des

prédateurs aperçus) jusqu'à un échange d'information lié à l'utilisation ou à la fabrication d'instrument où l'imitation est épaulée par des consignes vocales. Le langage oral a pu hériter des conditions d'un langage gestuel. La fonction de phonation aurait hérité de l'inventaire des fonctions de localisation, d'identification et d'interprétation (Karl Bühler, Edwin G. Pulleyblank 1983). Cette hypothèse trouve un argument dans le langage des signes. Pour d'autres chercheurs, ce sont davantage les mimiques orofaciales, très utilisées dans la communication des primates, qui aurait fourni l'échelon évolutif vers la parole humaine (Rizzolatti, Fadiga, Matelli et al., 1996).

2.8. La fabrication d'artéfacts et le langage seraient corrélés cérébralement dès l'époque acheuléenne

La possibilité d'une corrélation entre la fabrication d'outils et une communication vocale a été testée expérimentalement par une équipe de chercheurs de l'Université de Liverpool (Tagliatalata et al. 2015) : dix experts en fabrication d'outils en pierre de type acheuléen ont été observés grâce à un appareil de mesures de la circulation sanguine cérébrale (fonctionnel Transcranial Doppler Ultrasound) alors qu'ils taillaient des pierres tout en étant soumis à un test de langage. On observe une corrélation des structures cérébrales pour les deux types de tâches. D'autres chercheurs ont constaté le parallélisme entre l'organisation syntaxique du langage et l'enchaînement des opérations manuelles grâce à la proximité au sein de l'hémisphère gauche des régions responsables du contrôle de l'action volontaire des mains et des articulateurs (Kimura 1982,1993) (Uomini et Meyer 2013). On considère souvent une interaction synergique entre le langage et l'utilisation d'artéfacts au cours de leur évolution respective : chacun implique des comportements séquentiels, une récursivité et concernent les structures pariéto-temporo-frontales (Rizzolatti, FADIGA, gallese et FOGASSI, 1996). Notons enfin que d'autres expériences de taille sur silex menées par notre équipe montrent que, lors d'une percussion directe, le choix du percuteur est

déterminant : ainsi, un percuteur de quartz de 400g/600g n'aura pas la même efficacité ni le même impact selon l'angle d'attaque sur la pierre à débiter ou tailler (nous y reviendrons). Cette opération, de nature intellectuelle, commence bien antérieurement à l'Acheuléen, dès la fin du Pliocène.

3. LA CORRÉLATION SYMBOLISATION – ARTÉFACTS – SOCIALITÉ

3.1. Le lien entre l'organisation sociale, le dimorphisme sexuel, la répartition des tâches et l'émergence du langage

L'outil serait né dans un milieu déjà socialisé. La diffusion de la technologie nécessiterait une organisation et une répartition des tâches : les comportements de chasse étant plutôt l'apanage du sexe masculin, on pourrait supposer que l'activité de fabrication des outils lui reviendrait également, du moins si l'on envisage une utilisation purement utilitaire de l'artéfact. La différence anatomique de prise en force et en précision entre le pouce et l'index chez l'homme et la femme, les traditions culturelles historiques et l'éthologie semblent l'induire. Toutefois rien, archéologiquement, ne permet d'exclure le travail des femmes dans l'élaboration des artéfacts qui, dès 2,4 M.a. au moins manifeste déjà une précision, une finesse et une miniaturisation des objets manufacturés (micro-artéfacts, "nucléus" diminutifs, micro-éclats translucides).

La spécialisation selon les sexes des tâches cognitives observées chez les Primates peut permettre de comprendre le comportement social complémentaire chez les hominidés et le rôle qu'il a joué dans leur évolution cérébrale et culturelle. Le maternage, durant la période de dépendance infantile jusqu'à l'adolescence, accompagne la maturation, favorise les échanges affectifs et les apprentissages entre la mère et le petit (Ch. Montenat 2015) et prolonge les périodes de plasticité du cerveau au moment de la croissance et du développement (Holloway). En effet, la fragilité du nouveau-né humain et la longue maturation de son gros cerveau implique une longue dépendance/interaction maternelle. Les données morphologiques sont

bien sûr mieux fondées sur la neurologie moderne que sur la paléoneurologie déduite des traces visibles à la surface cérébrale des moulages endocrâniens. Il faut aussi signaler le rôle du corps calleux dans les transferts d'apprentissage d'une zone à l'autre durant la longue phase de maturation chez les jeunes alors que jouent les influences du milieu (Hécaen).

Les découvertes neuroanatomiques relatives à l'implication du corps calleux dans le dimorphisme sexuel (Holloway et de La Coste 1986) (particulièrement dans la partie qui lie les régions les plus postérieures des hémisphères cérébraux) semblent s'appuyer sur un héritage biologique ; le corps calleux est plus grand et comporte une protubérance visible sur les cerveaux des femmes ; cela implique une différence sexuelle dans le comportement et possiblement la spécialisation des tâches cognitives concernant le maternage et l'investissement parental envers la progéniture immature qui a augmenté ainsi que celles concernant les modèles de survie : les hommes mieux pourvus pour les tâches spatio-visuelles requérant la force et l'adresse dans le maniement des objets divers, la quête des ressources en protéines animales et les sites d'activités (chasse, préparation de la viande, fabrication d'outils et partage de nourriture). Les femmes conservent un avantage fondé sur les structures cérébrales en ce qui concerne les moyens de communication symbolique qui sont utilisés dans les structures sociales marquées par les relations de dominance et de pouvoir. Cette prééminence a probablement entraîné une maturation plus précoce du cortex et des fibres d'interconnexion ainsi que le développement légèrement plus important du cortex pariétal par rapport au cortex frontal chez les femmes (De LaCoste et Woodward 1983).

Il est intéressant de noter cette importance du rôle de l'éducation et du temps d'apprentissage du jeune chez l'homme. L'accroissement cérébral et le langage ont pu se développer à partir d'un comportement affectif et cognitif fondamentalement

coopératif plutôt que compétitif agressif, en étant reliés à une division complémentaire des tâches entre les sexes. L’immaturité du nouveau-né s’oppose à la maturité précoce de l’animal nouvellement né contraint de se déplacer très jeune et dont les activités motrices sont soumises aux conditions spatio-temporelles immédiates. En revanche, les schémas moteurs ne se forment que tardivement durant la période infantile humaine avec les premières représentations et les débuts du langage. La représentation de l’espace, flexible, configure une géométrie relayée par les concepts. *"Le langage humain (...) libère l’esprit de la tyrannie du hic et nunc à laquelle l’animal demeure soumis"* (R. Thom 1974).

Ainsi, constate-t-on des différences très nettes entre la durée des périodes prénatales, infantiles, juvéniles et adultes chez les prosimiens, les catarhiniens, les grands singes et l’homme (A.H. Schultz) : la durée de la croissance juvénile est de 18 mois maximum chez le Lémur. Elle est de 11 ans chez le chimpanzé et de 20 ans chez l’homme ; le Lémur est adulte à 2 ans, le macaque à 7 ans, le gibbon à 8 ans et le chimpanzé à 11 ans alors que la période de reproduction de la femelle chimpanzé commence à 8 ans. Pour l’homme, la période infantile dure jusqu’à l’âge de 7 ans suivie de la période juvénile jusqu’à une vingtaine d’années. Selon les individus, la période de reproduction de la femme commence entre 16 et 18 ans. La durée des périodes infantiles et juvéniles chez l’homme est donc considérablement allongée par rapport à tous les autres primates.

3.2. Le lien entre la fabrication de l’artéfact et l’existence d’un proto-langage

L’artéfact (et non seulement l’outil) révèle l’invention de formes géométriques structurant progressivement l’espace en lui donnant une représentation symbolique. Cette représentation peut s’accompagner d’une forme primitive du langage. L’existence d’un proto-langage est d’ailleurs très probable car nécessaire pour l’enseignement et la diffusion des savoir-faire conduisant à la

production d’artéfacts aux formes déjà très diversifiées.

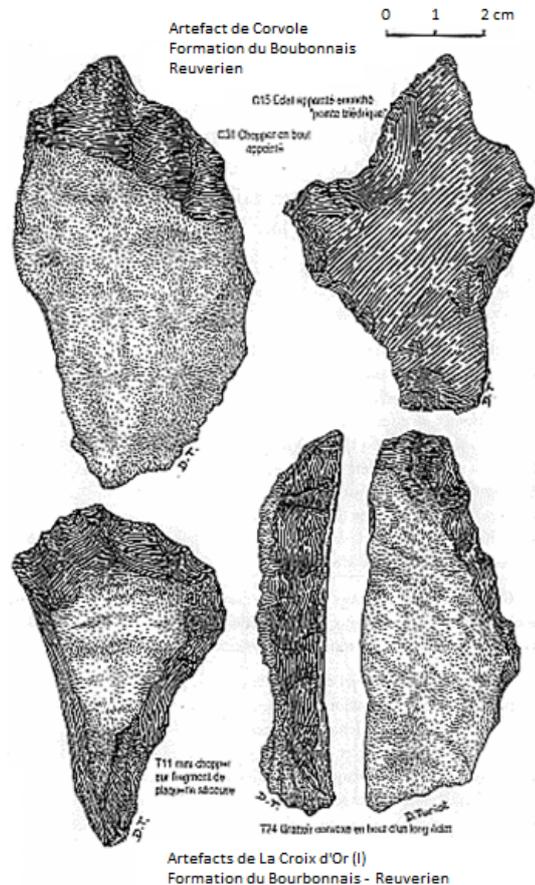


Planche 3

Dessins de silex taillés datant de 2,5 millions d’années en l’occurrence il s’agit d’artéfacts de Corvole et de La Croix d’Or qui sont particulièrement représentatifs.

Une équipe de l’Université de Berkeley a tenté de montrer, grâce à la fabrication d’outils taillés par une chaîne d’apprentissage constituée d’étudiants volontaires, que la réalisation des bifaces acheuléens supposait l’enseignement par le langage alors que la fabrication des outils oldowayens aurait pu s’appuyer seulement sur l’imitation ou les gestes non verbaux. Mais l’argument invoqué par les chercheurs est fondé sur la taille rudimentaire des outils oldowayens et restée inchangée durant 700 000 ans jusqu’à l’invention du biface il y a un million 600 000 ans (Uomini et al. 2015) ; les études ne prennent pas en compte les formes et les techniques de taille observées sur les artéfacts

découverts dans la Formation du Bourbonnais (Sables inférieurs du Reuverien) (C. R. Acad. sci. 1996) dont le matériau lithique (silex à "grain" très fin) permet une excellente lisibilité des formes de taille, bien meilleure que celle que l'on observe sur les quartz, quartzites, grès ou basaltes.

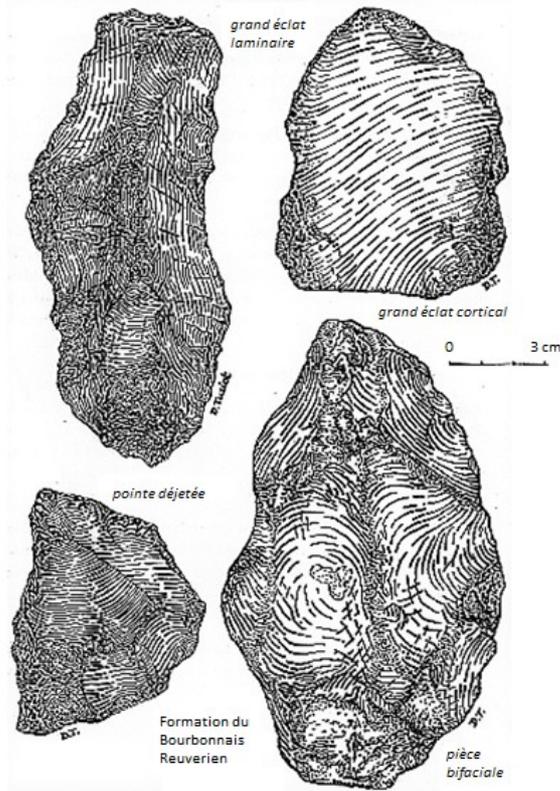


Planche 4

Sur cette planche est figurée la plus ancienne lame connue actuellement... L'époque de ces artefacts remonte au Reuverien, dernier étage du Pliocène dont le stratotype se trouve en Hollande au nord de Maastricht, très près de la Belgique.

3.3. Le rôle de l'imitation et son fondement neurologique

La découverte des neurones miroirs (Rizzolatti 2006 et Oughourlian 2013) pourrait fournir une hypothèse pour aider à comprendre le passage du langage gestuel à la parole. Des observations sur les macaques montrent l'activation d'une classe de neurones dans le cortex précentral et dans le cortex pré-moteur ventral lorsque le singe effectue une action spécifique ou lorsqu'il observe un autre individu en train d'exécuter la même action. L'activation de ces neurones "aux propriétés miroirs" se traduit par une activité

électrophysiologique (absolument) similaire, que l'action soit réellement accomplie par le sujet ou bien que ce dernier observe un autre individu accomplissant cette même action : autrement dit, il existe une homologie entre l'activité vue et l'activité accomplie. Les données neurophysiologiques et les imageries cérébrales ont apporté des arguments solides en faveur de l'existence d'un système de neurones miroirs chez l'homme. L'une des fonctions des neurones miroirs est impliquée, chez l'homme seulement, dans l'apprentissage par imitation (avec participation du lobe préfrontal). Une autre fonction des neurones miroirs serait impliquée dans la compréhension des intentions "de l'autre" comme semble le montrer l'analyse des actions ayant un contenu émotionnel susceptible d'induire une certaine empathie.

L'activation de l'aire de Broca lors de l'observation d'action constitue pour ces auteurs l'indice de l'évolution du langage à partir du mécanisme des neurones miroirs (Rizzolatti et Arbib 1998) Rizzolatti et Arbib ont remarqué que l'aire F5 du cortex pré-moteur du singe, homologue de notre aire de Broca, est active pendant l'observation des mouvements des mains et de la bouche des autres. L'aire de Broca pourrait dériver d'un mécanisme ancien lié à la production et à la compréhension des mouvements orofaciaux. L'aire F5 importante chez les primates pour faire correspondre l'observation et l'exécution des actions motrices des mains et de la bouche pourrait donc avoir évolué en notre aire de Broca en tant que système permettant la reconnaissance des actions et des gestes articulatoires. L'organisation neuronale permettrait de commencer à détecter ce qui est à la source de la communication : la compréhension entre deux êtres et les modalités de la transmission de l'information.

Ainsi, la fabrication d'artefacts se fonde sur des données paléo-neurologiques précises et repérables sur les endocrânes des hominidés fossiles comme l'asymétrie des hémisphères cérébraux et la réorganisation cérébrale contemporaine de l'expansion de l'encéphale qui sont intervenues de façon précoce au

cours de l'hominisation. Une capacité symbolique accompagnant cette fabrication répond à une activation cérébrale similaire et suppose un apprentissage et un mode de coopération sociale élevés. Il nous restera à voir dans un second temps (et dans un prochain numéro de la Revue des questions scientifiques) de quelle façon l'élaboration des artéfacts et du langage humain se différencient de la communication animale et manifestent l'émergence de structures logiques, de sens esthétique et d'une expérience cognitive.

Dans cet article, nous n'avons malheureusement pas pu tenir compte de la lignée des hominidés qui s'étend depuis 6 Ma avec *Orrorin tugenensis* jusqu'à *Praeanthropus* à 4-3 Ma. En effet, ces premiers hominidés sont connus jusqu'ici par des éléments post-crâniens, très révélateurs pour les membres de leur corps. Notre étude, se fondant surtout sur la paléo-neurologie, s'est donc volontairement limitée aux données crâniennes, réservant à nos collègues spécialistes du squelette post-crânien le soin de traiter cette partie très importante de l'hominisation.

Remerciements

Je remercie vivement Jean Abélanet, Conservateur Honoraire du Musée de Préhistoire de Tautavel, et notre ami Jean Dépont qui nous ont incités à étendre nos recherches sur la pebble-culture et sur les modes de taille des artéfacts. Je me souviens aussi avec reconnaissance des réunions que nous avons eues avec le professeur Jean Piveteau et Madame Emilienne Genet-Varcin au cours desquelles ils avaient la gentillesse de nous expliquer le fruit de leurs observations sur les crânes et les moulages endocrâniens des hominidés fossiles qu'ils venaient d'étudier. Je remercie également mes amis enseignants en Physiologie et Neurosciences de l'Université de Paris qui m'ont toujours conseillée avec pertinence : qu'ils trouvent ici le témoignage de ma gratitude.

Références bibliographiques et webographiques

- Aullen-Boitel S. (1989) *Le langage humain et la représentation temporelle. Revue des Questions Scientifiques* 160 (1) p.77-92
- Bauchot R. (1989) *L'encéphale de Cuvier à Lapicque : "du facteur psychique à l'indice*

- d'encéphalisation". Revue des questions scientifiques* 160 (1) p 21-42
- Bradshaw JL (2003) *Evolution humaine. Une perspective neuropsychologique. De Boeck, Liège* p 204
- Calvin W. (1994) *The emergence of intelligence. Scientific American, October* p 79-85
- Eccles JC (1981) *Le mystère humain, collect. Psychologie et sciences humaines, Bruxelles, Mardaga, 208 p*
- Damasio A.R. et Anderson SW (1993). *The Frontal lobes. Clinical neuropsychology (3rd ed) Oxford University press* p 409-460
- Dechaseaux C. (1962) *Cerveau d'animaux disparus. Masson, Paris* 152 p
- De LaCoste MC et Woodward (1983) *Human paleontological evidence relevant to language behavior Human Neurobiology* p 113
- Delmas A (1981) *Voies et centres nerveux Masson Paris* 283 p
- Falk D (1987) *Brain laterality in Primates and its evolution in Hominids. Yearbook Phys. Anthropol.* 30, p 107-123
- (1993) *Meningeal arterial patterns in great apes : implication for hominid vascular evolution American journal of physical anthropology* 92 p 81-101
- Gannon PJ, Kcheck NM, Allen R, Braun&Holloway RL (2005) *Planum parietal of chimpanzees and orangutans / A comparative resonance of human-like planum temporal asymmetry ; The anatomical record part A* 287 A, p 1128
- Genet-Varcin E (1969) *A la recherche du primate, ancêtre de l'homme. Boubée, Paris* 336 p
- Geschwind N et Galaburda AM (1987) *Cerebral laterization : biological mechanisms, associations and pathology, Cambridge, MIT Press, 284 p*
- Ghafanzar AA, Hauser MD (1999) *The neuroethology of primate vocal communication : substrats for the evolution of speech. Trends in cognitive sciences* 3, p 377-384
- Grassé PP (1989) *Les singularités de l'hominisation. Revue des questions scientifiques* 160 (1) p 43-58
- Hécaen H (1968) *La dominance cérébrale in Main droite et main gauche sous la direction de R. Kourilsky et P. Grapin, PUF, Paris* p 25-56
- Heim JL (2014) *La longue marche du genre humain. De la bipédie à la parole, L'Harmattan, Paris, 170 p*
- Holloway RL (1983) : voir l'ensemble des livres et articles sur le site de l'Université de Columbia : www.columbia.edu/~rlh2/available_pdfs.html
- Holloway RL (1983) *Human paleontological evidence relevant to langage behavior. Human Neurology* 2, p 105-114
- Holloway RL et De LaCoste MC (1986) *Sexual dimorphisme in the human corpus callosum : an extension and replication study. Human Neurobiology* 5, p 87-91
- Holloway RL, Clarke RJ, Tobias PV (2004) *Posterior lunate sulcus in Australopithecus africanus ; was Dart right ? C.R. Acad.sci. palevol* 3, p 287-293
- Holloway RL, Sherwood CC, Hof PR, Rilling J.K. (2009) *Evolution of the brain. Paleoneurology* p1326-1338

- Jacquemont G. (2012) www.pourlascience.fr/ewb/page/a/actu-les-asymetries-cerebrales-ne-sont-pas-le-propre-de-l-homme-28702.php
- Jerrison HJ (1973) *Evolution of the brain and intelligence*. Academy, New York 482 p
- (1977) *The theory of encephalization*. *Annals of the New York Academy of Sciences* Vol 299 p 146-160
- Kimura D (1982) *Left hemisphere control of oral and brachial movements and their relation to communication*. *Philosophical transactions of the Royal Society of London B* 298 p 135-149
- Kimura D (1993) *Neuromotor mechanisms*. *Human communications*, Oxford, Oxford University Press, 208 p
- Lazorthes G (1982) *Le cerveau et l'esprit*, Flammarion, Paris, 248 p
- (1983) *Le système nerveux central*. Masson. Paris, 432 p
- Marzeke MW (1997) *Precision grips, hand morphology and tools* *American journal of physical anthropology*, 102 p 91-110
- Montenat Ch (2015) *L'homme face à son environnement*, Centre d'Etude sur l'évolution de l'homme, 26 mars 2015
- Morgan TJH, Uomini NT, Rendell LE, Chouinard-Thuly, Street SE et al (2015). *Experimental evidence for the co-evolution of hominin tool-making teaching and language*. *Nature communications* 6 : 6029. Doi/10.1038/ncomms7029.
- Piveteau J. (1957) *Le caractère relationnel de la spéciation humaine. L'évolution humaine, Spéciation et relation* Flammarion p 18
- (1962) *L'origine de l'homme*, Hachette, Paris, p 50-207
- (1982) *Origine et destinée de l'homme*, Masson, Paris 173 p
- Rizzolatti, Fadiga, Matelli (1996) *Localization of grasp representations in humans by PET*. *Experimental brain research* 111 (2) p 246-252
- Rizzolatti, Gallese, Focassi (1996) *Premotor cortex and the recognition of motor actions*. *Cognitive brain research* 312 p 131-141
- Rizzolatti G et Arbib MA (1998) *Langage within our grasp*. *Trends Neurosciences* 21 p 188-194
- Rizzolatti G (2006) *Les systèmes de neurones miroirs. Réception des Associés étrangers à l'Académie des Sciences*, 12 décembre 2006 Paris
- Rizzolatti G Sinigaglia (2008) *Les neurones miroirs*. Odile Jacob, Paris 236 p
- Rondal JA (2000) *Le langage : de l'animal aux origines du langage humain*, Mardaga, Liège, 208 p
- Ruhlen M (1996) *L'origine des langues*. Débats, Belin, 288 p
- Saban R (1983) *Les veines méningées moyennes de l'Australopithèque* *Bull. et Mém. De la société d'anthropologie de Paris*, t.10, série XIII, p 313-324
- (1993) *Aux sources du langage articulé*. Masson, Paris, 263 p
- Shultz AH (1972) *Les Primates*. Editions Rencontre. Lausanne, p 187-203
- Senut Brigitte (2008) *Et le singe se mit debout*. Albin Michel, Paris, 192 p
- Skinner MM, Stephens NB, Tsegai ZI, Foote AC, Nguyen NH, Pahr DH, Hublin JJ, Kivell TL (2015) *Human like hand use in Australopithecus africanus* *Science* 347 (6220) p 395-399
- Springer SP et Deutch G. (1993) *Left Brain, Right Brain : perspective from cognitive neuroscience* WH freemann and Compagny, 406 p
- Taglielata, JL Russell, JA Schaeffer, WD Hopkins (2008) *Communicative signaling activates « Broca's » Homolog in Chimpanzees*. *Current biology*, vol. 18 Issue 5, p 343-348
- Tobias PV (1978) *Position et rôle des Australopithèques dans la phylogénèse humaine, avec étude particulière de Homo habilis et des théories controversées avancées à propos des premiers hominidés fossiles de Hadar et de Laetolil*. *Colloque international : Les origines humaines et les époques de l'intelligence*, juin 1977, Masson, Paris p 38-77
- (1992) *La paléanthropologie*, Ed. Mentha, Milan 148 p
- (2000) *L'évolution du cerveau humain* *La Recherche* n° 329 p 70
- Thom R (1974) *Modèles mathématiques de la morphogénèse*, 10/18 Paris, p 25,0 320 p
- Uomini NT, Meyer GF (2013) *Shared brain lateralisation patterns in language and acheulean stone tool production : A functional transcranial doppler ultrasound study*, *PLoS ONE* 8 (8) DOI : 10.1371/journal.pone.0072693

Pour les dessins et photos de moulages endocrâniens voir plus précisément, outre les autres articles du même auteur cités ci-dessus :

- Holloway RL (1983) *Les moulages endocrâniens des Hominidés fossiles*. *Pour la science – L'aube de l'humanité* p 36-45
- Holloway RL (2004) *The human fossil record. Vol. three : Brain endocasts : tehe Paleneurological Evidence*. New York John Wiley & sons publishers 29 p
- (2009) *Brain Fossils : Endocasts Encyclopedia of neurosciences Elsevier* vol.2. Oxford, Academic Press, p353-361

Source : *Revue des questions scientifiques* tome 187-1,2

Artefacts, langage et hominisation :

2^e partie

par Sylvie Aullen-Boitel

Sylvie Aullen-Boitel, Dr en linguistique de l'Université Paris IV-Sorbonne (Recherche en linguistique et en Etho-écologie des communications animales). Travaille sur le rapport entre langage et outils au cours de l'hominisation. Est spécialisée en archéologie dans ses rapports avec la linguistique, l'histoire des civilisations et des spiritualités.



Note brève sur les notions d'artéfact, d'instrument et d'outil.

Un artéfact, comme son nom l'indique, renvoie à la notion d'artifice : ce qui n'est pas naturel ; ainsi un galet, un bois de cerf, un morceau de bois qui est taillé en vue de lui donner une forme est un artéfact.

Un instrument peut être purement naturel : une tige qui permet de fouir, un bout de bois qui sert de pique, une pierre arrondie par une rivière qui permet d'obtenir le poli d'une matière par frottement, sont des instruments.

Un outil est à la fois un artéfact et un instrument et il se caractérise par le fait d'être fabriqué artificiellement et de pouvoir être l'agent d'une nouvelle fabrication d'artéfacts différents.

L'animal, qu'il soit un primate, ou une loutre de mer, ou un éléphant, ou un goéland, est capable d'utiliser un instrument. Il peut même frapper d'une manière directe ou à distance un objet matériel contre un autre et l'objet naturel peut se briser.

Dès 2,7-2,5 millions d'années, certains hominidés, quant à eux, sont non seulement capables de briser, par exemple, des pierres par percussion directe, mais ils ont en possession la notion d'artéfact qui leur permet d'utiliser des percuteurs appropriés pour débiter des éclats sur des rognons de silex (nucleus).

En outre, ces hominidés sont capables de choisir soit des plaquettes siliceuses, soit des galets "sphériques" et les briser, soit des éclats pour obtenir des choppers, des racloirs, des grattoirs, des pointes, ...

Par exemple, un site préhistorique du Pliocène terminal européen du Reuvérien (2,6 M.a.) a permis de constater que sur 47 racloirs découverts, 20 sont taillés sur plaquettes, 2 sur galets sphériques brisés, et 25 sur éclats. Sur 11 pointes trouvées, 7 sont sur plaquettes, 4 sur éclats, et zéro sur galets sphériques, ce qui est normal puisqu'un galet est très difficile, sinon impossible, à tailler en pointe. En revanche il est normal que sur 19 nucleus, 10 soient sur plaquettes, 8 sur galets sphériques et un seul sur éclat, mais très épais. Notons enfin que sur 41 éclats, 25 proviennent de plaquettes aisément taillables, 3 seulement sont des éclats de galets brisés, et 13 éclats sont des éclats de 2^{ème} génération, c'est-à-dire sont des éclats provenant de la percussion d'un éclat préexistant débité lui-même sur un nucleus : nous sommes déjà dans le cas d'un artéfact agent de la fabrication d'un artéfact différent, ce qui montre une aptitude mentale inconnue chez l'animal quel que soit son groupe zoologique. Voir les photographies des artéfacts.

François Boitel, Dr. en Paléontologie, Dr. d'Etat (Sc. Humaines)

Sylvie Aullen-Boitel, auteur du présent article,

Le point de vue de l'étho-écologie des communications animales

1. L'utilisation de l'instrument chez l'animal : intelligence pratique ou intelligence symbolique ?

Pour appréhender la question de l'intelligence qui se manifeste à travers les activités artefactuelles, il est nécessaire de recourir à l'éthologie. Elaborée d'abord par J.von Uexküll, O.A. Heinroth puis par K. von Frisch, N. Tinbergen et K. Lorenz d'un côté, par Pierre-Paul Grassé et son école de l'autre ainsi que par R. Chauvin, M. Goustard et Y. Leroy, l'éthologie a permis d'envisager sous un angle nouveau la différence qui sépare l'animal de l'homme. Grâce à l'apport du courant cognitiviste en psychologie animale, l'éthologie montre la présence chez les animaux de savoir-faire innés et acquis dont la mise en œuvre repose sur un jeu d'interactions et de facultés d'appréciation. À travers l'exemple de l'outil et de sa signification pour l'animal et l'homme, il est possible d'analyser les différences d'activités mentale. Pour être concluante sur un plan scientifique, l'observation est pratiquée sur des animaux sauvages dans leur milieu naturel et les expériences éventuelles portent sur des primates en semi-liberté avec une participation minimale de l'expérimentateur. En effet, le dressage et les conditionnements doivent absolument être évités : les dressages intensifs des grands singes (panidés, gorillins, pongidés) donnent l'illusion que ces animaux acquièrent un langage humain alors qu'ils reviennent immédiatement à leurs mœurs naturelles dès qu'ils sont soustraits aux conditionnements de leurs dresseurs. L'éthologie cognitiviste pratiquée par ses fondateurs teste ce que l'animal, avec ses possibilités naturelles, est capable de faire sans préparation préalable.

1.1. L'instrument chez l'animal en éthologie

L'utilisation d'instruments chez le chimpanzé est souvent considérée comme la manifestation d'un psychisme très évolué. À l'inverse, la capacité de l'homme à concevoir et à fabriquer des outils caractérise souvent l'homme à l'exclusion des autres êtres vivants. Qu'en est-il réellement de ce qui peut être considéré comme un apanage humain lorsque l'on tente de déterminer les capacités de manipulation d'outils des chimpanzés sauvages qui sont, parmi les singes, les seuls avec les orang-outans, à utiliser naturellement des instruments en dehors de toute stimulation présentée par des expérimentateurs à des animaux captifs (Ch. Boesch 1991). En effet, l'utilisation d'outils par des

babouins et des macaques en liberté reste sporadique et hasardeuse.

1.1.1. Préparation et construction d'instruments par le chimpanzé

Dans les conditions naturelles, le chimpanzé utilise un caillou ou une branche pour casser une noix de palme ; le chimpanzé et l'orang-outan savent utiliser une brindille, l'engluer de salive et l'enfoncer dans une termitière. Le chimpanzé utilise également les feuilles comme gobelet ou pour se nettoyer le corps. Enfin les bâtons et les pierres servent à frapper d'autres animaux ou sont projetés sur eux. Le chimpanzé est capable de modifier la forme de la branche avant son utilisation grâce à la perception visuelle de l'épaisseur, de la longueur et de la rectitude de l'instrument nécessaires à son insertion dans un trou pour en retirer l'appât. Il peut aussi procéder à des modifications progressives au cours d'expériences successives où il teste l'instrument et rencontre des difficultés techniques. En revanche, dans les comportements génétiquement programmés comme la construction de nids ou de plateformes pour le sommeil, l'acte se déroule sans interruption ni calcul. Lorsque le chimpanzé utilise des cailloux comme marteaux, ceux-ci sont très rarement modifiés, seulement par rupture en deux morceaux, le plus souvent involontairement ; ils sont généralement laissés tels quels : la nature du matériau influe sur la modification éventuelle de l'instrument (Boesch 1991). Il faut remarquer que chaque type de matériau est associé à une fonction fixe, à la différence de l'outillage humain adapté par la forme à des usages potentiellement nombreux (Goustard 1986). Des expériences d'utilisation d'instruments ont été réalisées chez des chimpanzés en semi-liberté : ces chimpanzés ont une capacité d'adaptation importante mais limitée par les conditions constamment changeantes des circonstances. L'instrument est sélectionné selon ses propriétés perceptives : la longueur, la largeur et la texture. Les caractéristiques perceptives de l'instrument peuvent être choisies en dehors de la vue de l'appât mais après apprentissage.

1.1.2. Réutilisation multiple d'outils

Certaines populations de chimpanzés utilisent des pierres résistantes pour casser des noix très dures, en quartz ou quartzite, rares dans leur habitat, et qu'ils transportent de sites distants et réutilisent plusieurs fois de suite. De même, le chimpanzé peut transporter un bâton dans ses déplacements au cours desquels il explore les termitières. Ce comportement montre la capacité du chimpanzé à dépasser les limites spatio-temporelles et la

situation présente, par conséquent la faculté d'anticiper l'avenir en le préparant (Goodall 1986). Mais l'organisation de séquences de comportement dépassant les limites spatio-temporelles présentes se retrouve dans le règne animal : le goéland argenté et la loutre sont capables d'emporter un instrument pour casser un coquillage.

1.2. Abstraction d'une information

1.2.1. Évaluation des conditions de l'environnement physique : géométriques et physiques

L'activité cognitive du chimpanzé lui permet d'abstraire des informations provenant du milieu et concernent des comportements en rapport avec l'alimentation qui nécessitent la fabrication ou l'utilisation d'un instrument : informations qualitatives sur les objets (visuelles, tactiles, olfactives) et informations quantitatives comme l'étendue, (longueur et largeur de l'instrument, position d'un site), la forme, le nombre et le mouvement. Mais l'attention des panidés porte naturellement sur les objets en mouvement et reste indifférente aux objets statiques. Si la localisation d'un appât peut être mémorisée sur un long délai, les caractères qualitatifs d'un objet sont beaucoup plus difficiles à retenir.

1.2.2. Inférence perceptive

Le chimpanzé est doté de la capacité d'inférer à partir d'une perception : il introduit une sonde dans une termitière d'où il la sort pour déceler la trace d'une odeur qui, si elle est absente, lui permet d'aller chercher une autre termitière. Il s'agit d'une relation conditionnelle interprétée parfois comme une relation causale (B. Thierry 2007) ou seulement comme la saisie de rapports d'antériorité et de postérité (Goustard 1991).

2. Les capacités cognitives et émotionnelles des singes supérieurs

2.1. Les qualités perceptives

2.1.1. Perception intermodale

Les facultés de manipulation instrumentale du chimpanzé permettent de saisir ses capacités cognitives et émotionnelles complexes. Ces dernières reposent sur une fonction sensible qui permet d'appréhender l'expérience naturelle grâce à une perception intermodale où sont sollicités de façon simultanée la vue, l'odorat, le toucher (Goustard 1990). La coordination des perceptions entre les sens et les mouvements est le fruit d'une

acquisition progressive qui arrive à sa pleine maturité chez l'adulte. La coordination est d'autant plus élevée que le geste doit s'accommoder au maniement d'instruments libres qui ne sont solidaires ni du corps ni de l'objet convoité. Il y a adaptation à une situation artificielle avec une technique apprise où la motricité et la perception se règlent en permanence sur les effets nouveaux engendrés par l'instrument grâce à la correction qui est en même temps invention (Guillaume et Meyer-son 1987).

2.1.2. Abstraction perceptive

La capacité à discerner ce qui est utile et ce qui est nocif est la plus élevée du psychisme animal. Il s'agit d'aptitudes biologiques innées, génétiquement préprogrammées qui lui permettent de savoir ce que, dans son environnement, il doit rechercher ou éviter, sans avoir à apprendre toutes les réponses. Mais à côté de savoir-faire innés (confection de litières pour le sommeil), il existe des savoir-faire acquis par l'expérience (maniement de sondes et de pierres qui requièrent un long entraînement et que seuls maîtrisent parfaitement les adultes et conservés par la mémoire jusqu'à un an chez les panidés (Goustard 1991). Mais la capacité d'évoquer des objets semble limitée aux aires de domaines vitaux: les objets non perçus dans le champ spatio-temporel actuel en sont exclus (voir aussi les expériences en laboratoire de réaction différée menées par R. Fletcher et al.). Ainsi, "les Pongidés semblent compenser le niveau insuffisant de leurs représentations par de longs et continuels déplacements" (Goustard). Cette appréciation implique donc une activité cognitive mais cette dernière reste une fonction sensitive qui n'implique pas une réflexion (J. Ladrière 1991).

2.2. Émergence d'une perception symbolique ?

Les chimpanzés utilisent des systèmes de signaux affectés à des comportements fondamentaux (toilette sociale, reproduction). Ainsi le son provoqué par le déchirement d'une feuille peut, selon les populations de chimpanzés, constituer une invitation au jeu, un appel à une femelle ou l'annonce d'une parade. Les chimpanzés mâles de Taï attirent les femelles en frappant du doigt un tronc d'arbre. Il pourrait s'agir de l'amorce d'une culture symbolique (Boesch 2015).

Des expériences ont tenté de montrer la possibilité chez les panidés de combiner des signaux pour transmettre une information. Mais ces expériences pratiquées sur des individus en captivité se heurtent à des difficultés souvent insurmontables : les comportements des animaux sauvages se

reproduisent difficilement avec les animaux en captivité tandis que des comportements qui n'existent pas chez les animaux sauvages servent de supports à l'étude des capacités cognitives des chimpanzés captifs ! Les tentatives d'apprentissage d'un langage humain gestuel pratiquées depuis près de cinquante ans par des équipes entières (Gardner, Premack, Miles, Patterson, Terrace et leurs élèves) montrent toute la capacité des panidés à acquérir par imitation et grâce à une conduite de renforcement, un répertoire de signaux gestuels essentiellement injonctifs, partiellement iconiques (ayant un rapport motivé avec l'objet représenté) et arbitraires. Les signaux sont transposables à des situations nouvelles où ils acquièrent des significations différentes en fonction de l'expérience acquise.

Les notions cognitives sous-jacentes aux signes gestuels concernent les repères spatio-temporels, les agents de l'action, les actions, les objets, les expériences sensorielles, les modalités comme la volition et la motivation, la possession, la présence, la disparition, la récurrence, l'accompagnement (Vauclair 1990, 1996). Il s'agirait d'un langage gestuel quasi-symbolique.

Mais, l'expérience est limitée par l'évaluation de l'animal en fonction de l'utilité : le chimpanzé ne manipule pas les signaux pour le plaisir de "nommer" mais en vue d'obtenir une récompense. L'animal ne réitère pas les gestes en dehors de la salle d'expérience, il ne cherche pas à s'enquérir ni à poser de questions, à acquérir un savoir ; il ne se situe pas dans un échange communicatif ni dans un dialogue intersubjectif avec ses congénères, il n'invente ni ne crée, toutes conditions inhérentes au langage humain (Goustard 1991).

2.3. La relation de causalité

Le comportement rationnel dans l'action ne semble pas l'apanage humain. Ainsi lorsqu'un chimpanzé agit, il ne se bornerait pas à associer des objets et des événements ou à les situer successivement les uns après les autres en guidant sa conduite au fur et à mesure. Il aurait une véritable représentation mentale et réaliserait des inférences logiques c'est-à-dire qu'il s'appuierait sur une information tenue pour vraie pour pouvoir en admettre une autre qui lui est liée. Autrement dit, il aurait une compréhension causale des événements qui lui permettrait d'agir sur le réel (Premack 1976, M. Hauser et J. Call 2006).

2.4. L'intentionnalité dans la fonction communicative

L'intentionnalité est une notion importante introduite par l'éthologie cognitive dans le comportement animal. Elle dépasse les savoirs innés (mimétisme, réponse programmée à un stimulus) ou les comportements appris sur la base de corrections d'erreurs ou de récompenses et punitions. Elle touche la ruse tactique permettant aux singes supérieurs d'adapter leur comportement en fonction de celui d'autrui selon trois niveaux de complexité

- l'évaluation et l'anticipation du comportement d'autrui (expériences de M. Goustard 1991). L'intention communicative est décryptée par l'interlocuteur. Ainsi, le signal tactile d'un chimpanzé sauvage adressé à un congénère pour attirer son attention afin de lui transmettre un message par des signaux visuels (P. Jacob 1997)
- la perception des intentions d'autrui : l'inférence perceptive est fondée sur l'utilité ou la nocivité évaluée par un animal (expériences de Tomasello et Call 2001 et 2004)
- l'utilisation d'indices signifiant que l'information est échangée avec un partenaire coopératif ou au contraire compétitif (expériences de Woodruff et Premack 1988).

Cette capacité d'anticiper le comportement d'autrui et même d'attribuer une intentionnalité à autrui constitue chez les panidés une forme de raisonnement embryonnaire et de jugement qui permettent l'action. Elle correspond à ce que l'on appelle une "théorie de l'esprit". Mais s'agit-il d'une réflexion ou d'une "pensée informulée" (Goodall) qui supposent une conscience réfléchie ou simplement d'une intentionnalité liée à l'action qui suppose la conscience non des actes en eux-mêmes mais des modifications entraînées par les actes. La question reste ouverte. Il n'en reste pas moins que l'intentionnalité introduit un principe d'indétermination dans les relations interindividuelles (Goustard).

2.5. Début d'une culture symbolique ?

Si on peut parler de culture chez les panidés pour des comportements acquis par apprentissage et transmis entre les générations dans certaines populations comme l'utilisation d'instruments ou des rites de toilettage ou de parades (Boesch 2001 et 2015), cette culture est-elle symbolique ? Ne semble-t-il pas y avoir une différence radicale entre la signification de l'instrument chez le chimpanzé et

celle de l'outil chez l'homme ? L'activité cognitive et affective des panidés implique une certaine forme de représentation sous-jacente à leurs facultés d'appréciation et à leurs intentions qui leur permet d'agir en anticipant. Mais l'animal vit essentiellement dans le présent et projette son action dans un avenir très proche ou mémorise des expériences en fonction d'une utilité actuelle. Le langage lui-même que l'homme apprend à manipuler aux singes supérieurs n'est-il pas assimilable à un système de signaux purement opératoires sans que l'animal puisse y reconnaître des signes véritables ?

3. Communication animale et communication humaine

Comment expliquer le passage de l'animal à l'homme sur le plan évolutif ? Dans la perspective scientifique habituelle, il est souvent envisagé de façon continue et progressive : la main, l'outil et le langage se seraient surajoutés sans rupture au comportement des grands singes. La communication humaine caractérisée par le langage se serait substituée sans discontinuité à la communication animale. Le cerveau du chimpanzé serait déjà "prêt pour le langage" (Tagliatalata). Des exemples analogiques sont nombreux dans l'histoire de la vie : les poissons dotés d'un appareil respiratoire avant la sortie des eaux, le coelacanthe pourvu d'une nage impliquant une réorganisation de la moelle épinière correspondant à un appareil locomoteur d'animal terrestre (sans utilité pour la survie et ne constituant pas une adaptation à un nouvel environnement), les capacités langagières des grands singes (J.M. Olivereau). Ces phénomènes illustrent la notion de "thèmes" utilisée par Grassé ou recoupe celle proposée par R. Thom "de structures formelles archétypales présentes dans la nature à l'état latent et tendant à se concrétiser dans les êtres vivants". Le thème "mammifère" tend à se réaliser chez les reptiles à travers les caractères mammaliens et le thème "homme" apparaît chez les primates sous les traits hominiens dans plusieurs lignées avant sa percée définitive, comme le montre le foisonnement phylogénétique des hominidés dans lequel les paléontologues ont quelquefois de la peine à se retrouver. "Ainsi, les chimpanzés, bonobos, gorilles, orangs-outans, semblent pourvus d'une partie seulement du programme d'homination, laquelle est pour eux inutilisable, comme l'est la nage croisée du coelacanthe." (J.M. Olivereau). Pour tenter de répondre à la question, il faut définir maintenant les caractères fondamentaux de la communication animale avant d'aborder ultérieurement (dans le numéro suivant) les traits spécifiques du langage humain.

Traits de la communication animale : indice et signal

La communication apparaît chez les animaux lorsque le déroulement de plusieurs fonctions vitales implique la participation de deux ou plusieurs individus. La communication se fait par des signaux de nature différente, chimique, tactile, optique, acoustique, électrique, émis par des individus et destinés à provoquer chez un autre individu de même catégorie une réaction déterminée (Y. Leroy 1979).

La communication émerge dans le monde du vivant avec l'élaboration de comportements de plus en plus complexes. Elle apparaît chez les Métazoaires en même temps que la sensorialité qui implique l'existence de cellules réceptives et d'un système nerveux (Y. Leroy 1981). Peut-être même, est-elle déjà présente chez les bactéries ? (B. Basler 2009). Contrairement au signal qui provoque un comportement précis de la part d'un organisme identifié spécifiquement, l'indice peut susciter chez l'animal qui le perçoit, dans certaines circonstances, un comportement. La perception d'indices, sans fonder une vraie communication, convient à certaines catégories de relations comme celles qui existent entre proies et prédateurs. Mais ces relations sont circonstancielles et intermittentes ; ainsi, l'odeur corporelle est l'indice qui identifie nombre de prédateurs et de proies dans le règne animal. L'indice est un moyen de connaissance non adapté à un échange interindividuel. C'est une information fortuite, non destinée génétiquement à une fonction répertoriale.

La communication animale est fondée sur un stimulus au pouvoir réactogène, le signal ; ce dernier est distinct du tropisme qui est la réaction motrice, orientée, d'un organisme vis-à-vis d'un agent du milieu et qui n'est, contrairement au signal, ni organique, ni spécifique. Le signal exprime l'organisation temporelle de fonctions biologiques ainsi que l'interdépendance des individus, leur socialité. Son rôle joue sur trois étapes de la communication :

- il déclenche le comportement du partenaire en étant perceptible, sélectif, adapté à l'état physiologique du récepteur ;
- il oriente le déplacement du partenaire en le guidant jusqu'au moment où il est en situation de coopérer (soit grâce au relais d'autres signaux, soit en se synchronisant avec la réaction physiologique du récepteur) ;
- il amène enfin le partenaire à l'état de motivation nécessaire.

L'ensemble des signaux animaux intra-spécifiques se classe en :

- signaux stables, toujours présents, en général visuels, aptes à assurer la cohésion du groupe
- signaux spontanés, intermittents, destinés à la collaboration (généralement des appels sexuels) signaux circonstanciels émis en réponse à une perception.

Ils se distinguent selon la nature de la relation qu'ils déclenchent (sexuelles, parentales, sociales, de défense).

Ces catégories de signaux sont apparues au cours de l'évolution, par étapes, avec l'émergence de nouveaux traits dans le genre de vie. La complexité des signaux augmente en fonction du type de relation. Avec l'émergence des soins parentaux, en particulier chez les oiseaux, se développent l'apprentissage et la transmission du répertoire des chants de l'espèce durant la période de dépendance des jeunes. Pour résumer, le signal est un médiateur destiné à une fonction de communication. Il est toujours, au moins partiellement, contrôlé génétiquement. Il est au service de besoins physiologiques liés à une fonction (part innée et acquise). On peut distinguer des signaux réflexes inscrits dans la mémoire biologique de l'espèce et des signaux non commandés par la mémoire biologique comme les chants d'oiseaux appris et à répertoire ouvert et les variations des chants de cétacés (D. Nguyen 2002). Il a un pouvoir réactogène (stimulus non doté d'une information pure), dépend de circonstances précises (source d'informations épisodiques) et est le reflet de l'état physiologique d'un individu. Les faits de communication agissent parfois dans l'évolution des espèces en entraînant des modifications morphologiques ou comportementales irréversibles comme les caractères sexuels secondaires ou la différence adaptative des fleurs aux insectes butineurs (Y. Leroy 1980).

Un cas particulier de communication animale est constitué par la danse des abeilles analysée par Karl Von Frisch. Le comportement des abeilles permet de renseigner leurs congénères sur les sources de nourriture en les guidant grâce à deux catégories de danses qui donnent des indications portant sur la distance, la direction ainsi que sur la quantité de nourriture (durée de la danse). Il s'agit d'un véritable message mémorisant des informations spatiales et destiné à la communication : il y a

correspondance entre la réalité et le comportement qui la traduit en décomposant l'expérience. Ce rapport conventionnel est perçu au sein de la communauté et engendre l'action. On peut parler avec E. Benveniste de l'existence d'une capacité à symboliser, c'est-à-dire d'une certaine forme de médiation avec le réel (au sens de Cassirer). Mais, contrairement au langage humain, le symbole porte sur un contenu unique, il concerne les seules données spatiales et quantitatives et il est lié univoquement à la réalité ; les symboles ne sont pas décomposables dans le temps mais uniquement lisibles dans l'espace (formes que revêt la danse). En outre, la communication des abeilles n'engendre ni dialogue ni réponse ni reproductibilité du message. Elle est ancrée dans l'hérédité biologique et ne participe pas d'une coopération consciente.

La communication humaine se fonde sur le signe linguistique : ce dernier s'articule sur une double dualité structurale (signifiant et signifié) et intentionnelle (expression sensible et réalité) ; il porte en outre une fonction symbolique nouvelle : une multiplicité de sens en abîme nécessitant une interprétation. Dans une troisième partie, nous aborderons le point de vue linguistique en analysant les traits spécifiques du langage humain.

Plusieurs artéfacts présentés dans Probio-revue viennent d'être découverts et sont inédits.

Remerciements

Je dédie ce texte à la mémoire de mon amie Yveline Leroy avec qui j'ai travaillé ; décédée prématurément, elle était Directrice du Laboratoire d'Etho-écologie des Communications animales à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes. Elle m'a fait bénéficier de sa pratique sur le terrain, ce qui nous a permis de fonder ensemble un laboratoire en région ligérienne. Son goût pour la réflexion épistémologique et philosophique et surtout pour la psychologie s'est exprimé à travers la Revue de Psychologie Normale et Pathologique dont elle assumait la responsabilité avec les Professeurs Ignace Meyerson et Jean-Pierre Vernant. Elle a organisé de nombreux colloques et en particulier un Hommage au Professeur Pierre-Paul Grassé : "Évolution, Histoire, Philosophie" publié par la Fondation Singer-Polignac ; elle m'a ouvert à la fréquentation d'esprits aussi éminents que les Professeurs Pierre-Paul Grassé et Ignace Meyerson.

**ARTEFACTS DU PLIOCENE SUPERIEUR (REUVERIEN TERMINAL, 2,6-2,7 Millions d'années)
FORMATION DU BOURBONNAIS, France**

Légende des photos des artéfacts

Photos D. TURIOT- F. BOITEL- S. AULLEN (2017)



Photo n°1 : éclat taillé en racloir convexe et appointé à la base (talon)



Photo n°2: nucléus pyramidal (tétraédrique) à base quadrangulaire vu par le sommet



Photo n°3: plaquette siliceuse taillée en grattoir dont la partie fonctionnelle est de forme sensiblement quadrangulaire



Photo n°4: éclat provenant d'une plaquette siliceuse taillé en pointe avec encoche sur le côté gauche



Photo n°5 : pointe triédrique sur éclat : tranchant latéral droit ; talon de l'éclat en bas et pointe en haut



Photo n°6 : chopper quadrangulaire appointé, vu de trois-quarts, sur plaquette siliceuse ; tranchant droit, pointe arrondie du chopper à droite



Photo n°7 : même chopper que la photo précédente, vu de trois-quarts, tranchant gauche avec grande encoche ; pointe arrondie du chopper en haut à gauche



Photo n°9 : Tranchant formé par éclats successifs travaillés en direction de la partie appointée d'un gros éclat obtenu par une très forte percussion.

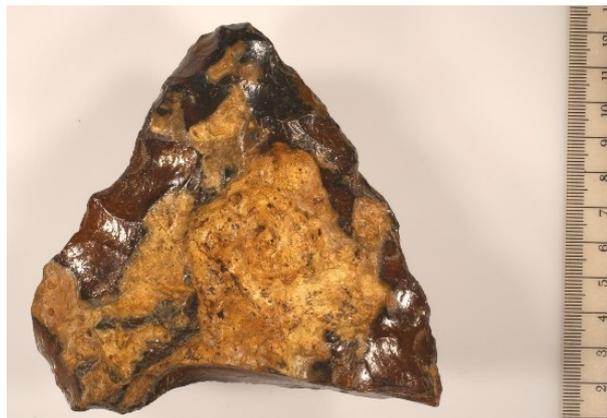


Photo n°8 : Artéfact triangulaire sur plaquette siliceuse ; pointe en haut avec deux bords convergents travaillés par éclats successifs ; talon de l'artéfact obtenu par un grand éclatement



Photos n°10 : Photo Philippe Blanc, minéralogiste à l'U.P.M.C. : coupe d'une plaquette siliceuse où sont visibles des gyrogonites, fructifications calcifiées de Charophytes (détermination du paléo-botaniste Jean-Claude Koeniguer de l'U.P.M.C.- Paris VI) ; les charophytes, connus du Silurien à l'Actuel, sont parfois les seuls fossiles qui permettent de dater les formations géologiques (Charles Pomerol, Professeur de Géologie à l'U.P.M.C.). Ce silex a été fréquemment choisi et utilisé pour tailler les artéfacts au Reuvérien terminal dans la Formation du Bourbonnais ; à ce titre c'est un témoin stratigraphique et paléontologique indubitable comme marqueur de l'archéologie préhistorique.

La découverte d'artéfacts dans les couches du Reuvérien terminal de la Formation du Bourbonnais (ancienne Loire) a été conditionnée par des recherches géologiques antérieures en stratigraphie, minéralogie, palynologie, tectonique, menées au Laboratoire de Géologie des Bassins Sédimentaires de l'Université Pierre et Marie Curie U.P.M.C.-Paris VI en coopération étroite avec le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.). Les premiers artéfacts, découverts dans cette Formation par Sylvie Aullen-Boitel, ont été publiés dans les Comptes Rendue de l'Académie des Sciences de l'Institut de France avec une équipe composée de François Boitel, Paléontologue-Préhistorien (U.P.M.C.) ; Jean Dépont, Géographe-

Préhistorien (qui a découvert les artéfacts de St Eble de 2,1 M.a. en Auvergne) ; Jean Abélanet, Préhistorien, Conservateur Honoraire du Musée de Tautavel (qui a découvert le premier le Paléolithique dans la Caune de l'Arago) ; Josette Tourenq, minéralogiste de l'U.P.M.C. (qui a été à l'origine de la datation, par l'étude des minéraux volcaniques, de la Formation du Bourbonnais) ; Jacqueline Lorenz, géologue de l'U.P.M.C., qui a levé plusieurs feuilles géologiques du secteur ; Charles Pomerol, Professeur de Géologie à l'U.P.M.C. ; Dominique Turiot, Géologue et Géochimiste ; Jean-Pierre Gély, Géologue et Archéologue, Co-directeur du Séminaire de recherches géo-archéologiques à l'U.P.M.C.

Références bibliographiques et webographiques

- Basler B. (2009). How bacteria talk ? www.ted.com/talks/bonnie_basleron_how_bacteria_communicate?language=fr=t-13948
- Benveniste E. (1966). Problèmes de linguistique générale, 1, Tel Gallimard, Paris, p. 56 - 62
- Boesch Ch., Juin (1991). Les chimpanzés et l’outil, La Recherche, p.725 - 731. Boesch Ch., Whiten A. (2001). Les cultures des chimpanzés in Pour la Science, mars, pp. 87 - 93.
- Boesch Ch. (2015). Les chimpanzés, des grands singes pétris de culture, Pour la Science, Janvier - Mars, p. 50-55.
- Cassirer E. (1972). Philosophie des formes symboliques. 1. Le langage, Éditions de Minuit, Paris, 360 p.
- Chauvin R. (1975). L’éthologie. Etude biologique du comportement animal, P.U.F., Paris, 236 p.
- Nguyen D. (2002). La communication chez les dauphins et les baleines, Dossier Pour la Science, n°34, janvier-avril.
- Fletscher A.w. , Weghorst J.a. (2005). Laterality of hand function in naturalistically housed chimpanzees (Pan Troglodytes), Laterality, 10 (3), p. 219-242.
- Ghazanfar, A.a. Hauser M.d. (1999). fte neuroethology of primate vocal communication: substrates for the evolution of speech, Trends in Cognitive Sciences, 3, p. 377 - 384.
- Goodall J. (1986). fte chimpanzees of Gombe. Patterns of Behavior. fte Belknap Press. Harvard Univ. Press., 674 p.
- Goustard M., (1986). L’utilisation d’instruments et la capacité d’adaptabilité chez le chimpanzé observé en semi-liberté, Journal de Psychologie Normale et Pathologique, pp. 395 - 406.
- Goustard M. (1991). L’éthologie cognitive et affective des singes anthropomorphes à l’épreuve de la différence anthropologique, Revue des Questions Scientifiques, Namur, pp. 42 - 80.
- Grasse P.P. (1955). Traité de Zoologie, tome XVII, 2 fascicules : Mammifères : systématique et éthologie, édition Masson, Paris, 2300 p.
- Grasse P.P. (1980). L’homme en accusation, Albin Michel, Paris, 354 p.
- Grasse P.P. Hommage à (1987). Evolution - Histoire - Philosophie, Avant-propos d’Yveline Leroy, 21 co-auteurs, Masson, Paris, 284 p.
- Grasse P.P. (1989). Les singularités de l’homnisation, Revue des Questions Scientifiques, tome 160 (1) : p.43-58
- Guillaume P., Meyerson I. (1987). Recherche sur l’usage de l’instrument chez les singes, 1ère Ed. 1930-1937, Vrin, Paris, 448 p.
- Hauser M.d. (1996). fte Evolution of Communication. MIT Press, Cambridge, MA., 776 p.
- Jacob P. (1997) Pourquoi les choses ont-elles un sens ? Paris, Odile Jacob, 347 p.
- Ladriere J. (1991). La représentation de la réalité en science in Revue des Questions Scientifiques, t.162, Namur, p.183-185.
- Leroy Y. (1977). Evolution de la structure temporelle des émissions sonores animales. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 284 (juin), p. 2265-2268.
- Leroy Y. (1979). L’univers sonore animal, Gauthier-Villars, Paris, 350 p.
- Leroy Y. (1980) Formes et structures des signaux dans les communications animales, La morphogenèse de la biologie aux mathématiques, Actes de trois colloques sous la direction d’Yves Bouligand, 29 co-auteurs, EPHE, Maloigne, Paris, p. 179- 182.
- Leroy Y. (1989). Communication animale et évolution in Cerveau, langage, durée, Revue des Questions Scientifiques, 160 (1), p. 59 - 76.
- Leroy Y. (2002). L’univers sonore animal, Dossier Pour la Science, n°34, janvier-avril, http://www.pourlascience.fr/ewb_pages/e/espace-numerique-detail.php?art_id=25454&num=34
- Lorenz K. (1974) Evolution et modification du comportement. L’inné et l’acquis.Paris, Payot, 173 p.
- Premack D. (1988). Does the chimpanzee have a theory of mind ? Machiavellian Intelligence. R. Byrne, A. Whiten, Eds. Clarendon Press. Oxford, pp. 160 - 179.
- Pulvermuller F. (2002). A brain perspective on language mechanisms: from discrete neuronal ensembles to serial order. Progress in Neurobiology, 67, p. 85-111.
- Ricœur P. (1965). De l’interprétation. Éditions du Seuil, Paris, 529 p.
- Rondal, J.a. (2000). Le langage : de l’animal aux origines du langage humain, Mardaga, Liège, 208 p.
- Thierry B. (2007). Le singe, doué de raison ? Pour la Science, n°360, octobre.
- Tomasello M., Call J., Hare B. (2001). Do Chimpanzees know what conspecifics know ? Animal behaviour (61), p. 139-151.
- Tomasello M., Carpenter M., Call J., Behne T., Moll H. (2005). Understanding and sharing intentions : the origins of cultural cognition. Behavioral and brain sciences, oct., 28 (5), Cambridge, p. 675 -735.
- Uexküll J. von (1965). Mondes animaux et monde humain, Éditions Denoël, Paris, p.188
- Vauclair J. (1990). Les images mentales chez l’animal, La Recherche, 21, 224, p.1006-1015.
- Vauclair J. (1996). La cognition animale, Presses Universitaires de France, Que sais-je ? 127 p.
- Von Frisch K. (1950). Bees, their vision, chemical senses and language, Cornell University Press, Ithac, New York, 157 p.

Article

Dans notre numéro précédent, nous avons publié un article de Sylvie Aullen-Boitel intitulé "Artéfacts, langage et hominisation", l'auteure et son mari que nous avons rencontré à Namur, nous ont demandé de publier le texte qui suit précisant que l'article publié n'est qu'une petite partie d'un ouvrage plus important consultable dans la Revue des Questions Scientifiques. La suite de l'article de Mme Aullen est publiée dans le présent numéro.

PRESENTATION DE L'OUVRAGE "HOMINISATION - L'EVOLUTION DE L'HOMME EN EUROPE"

*Ouvrage coordonné par François BOITEL, Sylvie AULLEN-BOITEL, Jean ABELANET
paru en 2016 dans le Tome 187 de la Revue des Questions Scientifiques.*

I. Présentation de la Revue des Questions Scientifiques

Cette Revue Belge présente depuis la fin du 19^e siècle les nouvelles découvertes scientifiques, des articles sur l'Actualité scientifique, avec des rubriques consacrées à l'Histoire et la Philosophie des Sciences. Fondée par l'Université de Louvain, la Revue est éditée par la Société Scientifique de Bruxelles et est publiée par l'Université de Namur avec le concours du Fonds National de la Recherche Scientifique Belge et de fonds privés. Revue interdisciplinaire depuis son origine, elle comprend un Comité de Rédaction belge et un Comité International francophone composé de Français, de Canadiens et souvent de Suisses.

La Revue des Questions Scientifiques avait déjà édité des colloques organisés par Sylvie Aullen-Boitel, Docteur en Linguistique de l'Université Paris IV-Sorbonne & François Boitel, Docteur en Paléontologie-Sciences de la Terre de l'Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, et Docteur ès-Lettres et Sciences Humaines. Ces colloques avaient été organisés avec le concours du Professeur Lucien Morren, Président du Secrétariat International des Questions Scientifiques, Professeur à l'Université de Louvain-la-Neuve.

En 2015, **l'Editeur Responsable de la Revue, le Professeur Guy Demortier, Physicien**, a confié à Sylvie Aullen-Boitel et François Boitel la mission de présenter la synthèse des travaux et recherches qu'ils conduisent depuis 1992 sur l'évolution de l'Homme en Europe avec une équipe d'une douzaine de collègues issus de plusieurs

organismes de recherche: Sorbonne-Universités - U.P.M.C., Université de Paris I, Museum National d'Histoire Naturelle, Université de Poitiers, Université de Perpignan, en coordination avec des Professeurs en Neurosciences de l'Université Paris V. Les recherches conduites par Sylvie et François Boitel-Aullen ont bénéficié du **soutien de la Fondation de France** grâce aux Fondations Kemlin, (Guy Kemlin, Polytechnicien, et Geoffroy Kemlin, Ingénieur Agronome).

II. Présentation de l'ouvrage : Hominisation - l'évolution de l'Homme en Europe

L'ouvrage intitulé "Hominisation" a été publié en trois volumes au cours de l'année 2016 ; la première partie, éditée dans le Tome 187, numéroté 1+2, comprend 98 pages; la deuxième partie, Tome 187 n°3, s'étend de la page 329 à la page 417; enfin, la troisième partie, Tome 187 n°4, commence à la page 570 et s'achève à la page 644. Au total l'ouvrage "Hominisation" comprend donc 260 pages. L'évolution de l'Homme en Europe y est étudiée à l'aide de toutes les méthodes requises des différentes approches scientifiques : archéologie préhistorique, paléontologie, linguistique, sciences cognitives et neurosciences, paléobotanique, pétrographie, minéralogie, géologie.

L'optique d'études est résolument innovante par son engagement transdisciplinaire qui pose une **problématique de l'Hominisation à la charnière d'un travail scientifique, d'une recherche linguistique et d'une réflexion épistémologique**

voulue par un groupe de chercheurs qui travaillent en cohérence depuis des années.

La première partie intitulée "Les changements de paradigmes dans la problématique de l'Hominisation" montre d'emblée que les co-auteurs posent une réflexion initiale où l'investigation scientifique ne saurait être dissociée de l'épistémologie. Partant du contexte géologique où le **rift intracontinental Ouest-Européen** est pris comme fil conducteur s'étendant de la Mer du Nord à la Méditerranée, via les vallées du Rhin, du Rhône et de la Loire, les auteurs montrent qu'on s'élève progressivement des Géosciences à la Préhistoire et à la Paléontologie jusqu'aux Neurosciences, Sciences Cognitives puis Géométrie et Linguistique.

Le point de départ est le travail de recherche de Sylvie Aullen-Boitel et François Boitel qui, en 1992, ont découvert des artefacts datés de 2,4 millions d'années, puis, quelques années après, des artefacts de 2,7 millions d'années, en place dans le Pliocène supérieur: ce sont les silex taillés les plus anciens découverts en Europe.

Dès 1996, Sylvie Aullen-Boitel et François Boitel, avec le Professeur Charles Pomerol, géologue, Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie, avec Jean Abélanet, Préhistorien, et des collègues, Josette Tourenq, minéralogiste, Jacqueline Lorenz, géologue, Jean Dépont, géographe-préhistorien, publient leur découverte à l'Académie des Sciences dans un **Compte-Rendu** présenté par le Professeur Jean Dercourt, géologue, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences.

La deuxième partie de "Hominisation", intitulée : "Hominisation et évolution ; contexte éco-éthologique; d'un rift à l'autre; nouveaux paradigme" considère d'abord l'histoire des changements de paradigmes en Paléontologie et en Préhistoire depuis 150 ans, date à laquelle il a été mis en évidence d'une manière indubitable la notion d'homme fossile. Puis l'évolution des climats est présentée à travers les transformations des flores depuis le Pliocène Supérieur, tandis que la partie de la faune la plus représentative dans le rift Ouest-Européen est étudiée en complémentarité aux découvertes des premiers hominidés dans le rift Est-Africain. Dans la première partie l'illustration des artefacts était donnée par des remarquables dessins, dans la deuxième partie les artefacts photographiés sont présentés par des planches en couleur.

Troisième partie. Si les deux premières parties étaient surtout composées par des exposés sur les découvertes et une description des artefacts et des ossements paléontologiques, **la troisième partie permet un approfondissement sur la nature même de l'homme et l'essence de l'humain : la question de l'origine du langage, la perception de la forme et sa géométrisation, l'émergence de l'art, une histoire des nouveaux paradigmes de l'hominisation au 20^e siècle.** Les auteurs, en accord avec un certain nombre de Préhistoriens spécialistes des origines de l'art, montrent que dès le Pliocène final, entre 2,7 et 2,4 millions d'années, les artefacts présentent déjà une réelle géométrisation, une authentique esthétique et l'on peut, dès lors, considérer que l'Homme des origines est un artiste par nature, ce qui correspond bien aux conceptions de la paléoneurologie des hominidés telles que les considère par exemple le paléontologue Ralph Holloway lorsqu'il écrit que la réorganisation cérébrale des hominidés s'est opérée déjà vers 3 millions d'années.

III. Aperçus sur les problématiques actuelles de l'Hominisation

Sylvie Aullen-Boitel a pu mettre en évidence, en trois chapitres, les conditions d'émergence du langage en corrélation avec la fabrication des artefacts dès le Pliocène supérieur. En effet, jusqu'ici, les corrélations n'avaient pas été considérées avec des artefacts réels et aussi anciens. Ce sont des expérimentations actuelles en neurosciences qui tentaient de chercher des corrélations entre des expériences de débitage sur des silex et les données cérébrales des personnes d'aujourd'hui taillant ces pierres.

Sylvie Aullen-Boitel, au contraire, a pour point de départ les études anatomiques les plus récentes de la Paléoneurologie des hominidés fossiles, puis elle montre, par l'étho-écologie, ce qu'est la communication animale par rapport au langage humain, enfin elle développe le point de vue cognitif pour parvenir à l'analyse linguistique proprement dite. De la sorte, **les trois chapitres de Sylvie Aullen-Boitel ouvrent des perspectives pour la linguistique contemporaine, jusqu'ici insoupçonnées.** Il y a une trentaine d'années, étudiante à Paris IV-Sorbonne, Sylvie Aullen-Boitel a été l'élève de plusieurs membres de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres, **François Chamoux, Jean Irigoien, Bernard Pottier, Robert Martin**, et cette formation lui a permis de méditer longuement sur les structures du Langage, la Linguistique telle qu'elle s'est élaborée au 20^e

siècle et en ce début du 21^e siècle. Les mathématiciens qu'elle a fréquentés avec son mari au Séminaire de Philosophie et Mathématiques de l'E.N.S., conduit par Maurice Loj, Jean Dieudonné et **René Thom**, lui ont d'ailleurs permis de saisir la très grande importance de la Théorie des Catastrophes de René Thom pour la linguistique contemporaine.

Le **travail de Sylvie Aullen-Boitel**, élaboré lors de longues et patientes recherches, a permis d'aboutir à la mise en évidence du rapport entre l'aspect neurophysiologique et cognitif, la structuration du langage et les processus de taille intentionnelle des artéfacts liée au travail logique et quasi-mathématique de mise en forme "artificielle" des pierres, dont la forme naturelle à l'origine est souvent érodée. Depuis plus de vingt ans, son effort a porté sur cette problématique entièrement nouvelle, non seulement parce que sa réflexion théorique n'a cessé d'approfondir et de suivre les progrès de la linguistique contemporaine, mais aussi parce qu'elle a découvert elle-même des artéfacts dans les couches géologiques de plus de 2,5 millions d'années, ce qui lui a permis de comprendre le contexte écologique et éthologique ainsi que les gestes opérés *in concreto* par les premiers hominidés.

Les recherches de Sylvie Aullen-Boitel mettant en évidence le rapport entre linguistique et archéologie préhistorique, la connexion entre langage et artéfacts, et les études de François Boitel sur la géométrisation intentionnelle de la forme des artéfacts, sont complémentaires et montrent que, déjà à une époque très ancienne sur la lignée des hommes, les performances comportementales et mentales étaient remarquables et dépassaient de très loin le psychisme animal, manifestant un saut à la fois phénoménologique et ontologique.

Les recherches de Sylvie Aullen-Boitel se situent dans la tradition des linguistes français comme Antoine Meillet, Joseph Vendryès, Emile Benvéniste, Georges Dumézil, membres de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres, sans négliger l'apport de l'école britannique autour de Colin Renfrew. En outre Sylvie Aullen-Boitel a mené des recherches en communication animale avec **Yveline Leroy, éthologiste**, Directrice du Laboratoire d'Eco-éthologie des Communications animales de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, avec **Emilienne Genet-Varcin, paléoanthropologue**, Maître de conférences à Sorbonne-Universités - U.P.M.C. et, en

épistémologie de la linguistique avec **Hervé Barreau, épistémologue**, Directeur de Recherches au CNRS.

Quant à **François Boitel**, il a poursuivi ses recherches sous la conduite des Professeurs **Jean Piveteau**, paléontologue, **Pierre-Paul Grassé**, zoologiste, et **Edouard Boureau**, paléobotaniste, tous trois membres de l'Académie des Sciences, et a pu, notamment grâce au préhistorien Franck Bourdier, Directeur à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, étendre ses recherches sur les plus anciens artéfacts du Bassin Parisien.

Tous considéraient **Henri Breuil**, membre de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres, comme **l'authentique fondateur de l'archéologie préhistorique** et l'on sait qu'avec son ami **Raymond Lantier**, également membre de l'Académie, il a ouvert la recherche préhistorique au domaine de l'Art.

Parmi les collègues de Sylvie Aullen-Boitel et François Boitel, on rappellera les travaux de toute l'équipe de géologues, pétrographes, minéralogistes du Laboratoire de Géologie des Bassins Sédimentaires de l'Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, lorsqu'il était dirigé par le **Professeur Charles Pomerol**, géologue, parmi lesquels **Josette Tourenq**, minéralogiste, **Jacqueline Lorenz**, géologue, et son mari **Claude Lorenz**, tectonicien, les géologues **Dominique Turiot** et **Jean-Pierre Gély** qui ont intensément participé aux relevés stratigraphiques, les pétrographes **Philippe et Annie Blanc** qui ont réalisé l'étude minéralogique des silex, le paléobotaniste **Jean-Claude Koeniguer** qui a mis en évidence les propriétés de la flore et du milieu de vie des hominidés. **Claude Etienne** a apporté, en toute occasion, sa rigueur d'ancien élève de Polytechnique et a permis de mieux décrire la géométrie des artéfacts. L'article essentiel de la paléontologue **Odile Boeuf-Martin** sur la faune la plus caractéristique du rift ouest-européen a permis des comparaisons nécessaires avec les recherches sur les hominidés menées par **Brigitte Senut** dans le rift Est-Africain. Rappelons que tous les travaux relatifs à l'extraction des silex, notamment ceux à l'aplomb des fronts de carrière, ont bénéficié du savoir-faire compétent du préhistorien-géographe **Jean Dépont** qui, pendant des années, a été un précieux conseiller pour l'équipe, un observateur hors pair, un typologiste extrêmement subtil.

Tout le travail de réflexion, de coordination aurait été extrêmement difficile sans les conseils avisés du **Préhistorien Jean Abélanet**, collègue et ami de

Jean Guilaîne, membre de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres. Jean Abélanet a été le premier à authentifier les découvertes d'artéfacts et il a participé à leur publication avec l'équipe, dès 1996, à l'Académie des Sciences. Avec le groupe des Préhistoriens de l'Université de Perpignan, spécialistes des artéfacts archaïques de quartz, en particulier **Cyr Descamps** et **Michel Martzluff**, ainsi que **Yves Blaize**, Jean Abélanet poursuit ses travaux d'archéologie préhistorique en coordination permanente avec Sylvie Aullen-Boitel et François Boitel.

Les datations des couches du Plio-Quaternaire ont bénéficié de tous les travaux liés à la nouvelle cartographie des feuilles géologiques réalisée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières dans les Régions Centre-Bourgogne-Auvergne. Ces datations ont été réalisées par trois méthodes scientifiques : études de 1500 échantillons de minéraux prélevés par sondages, dont des minéraux volcaniques sédimentés dans les paléo-fleuves provenant des volcans du Mont Dore ; études palynologiques des sondages révélant l'évolution des flores et les changements des climats ; datations absolues par la méthode des traces de fission sur des sphères prélevés par sondages du B.R.G.M. La Formation étudiée, dite Formation du Bourbonnais, s'étend sur 7000 km² dans le centre géographique de la France et est actuellement l'une des Formations Plio-Quaternaires les mieux étudiées géologiquement dans le monde occidental.

Notons que chacune des trois parties de l'ouvrage est introduite par François Boitel et Sylvie Aullen-Boitel qui ont, à chaque fois, fait progresser la problématique tandis que les réflexions finales de chaque partie ouvrent des perspectives et relancent des nouvelles questions.

CONCLUSIONS

Telle est la présentation, résumée, d'un ouvrage riche, cohérent et ciblé sur tous les aspects actuels de l'Hominisation, exceptionnel par la complémentarité des approches mises en perspectives :

une **nouvelle approche de la linguistique** en corrélation avec plus de 2,5 millions d'années de culture ;

une réflexion approfondie sur l'image que l'homme se fait de lui-même depuis la découverte des hommes fossiles ; une perception de l'Histoire de l'Art beaucoup plus étendue qu'on ne l'imaginait ;

une découverte de la géométrisation des formes intentionnellement conçue, révélée par des artéfacts dépassant 2,6 millions d'années.

Cet ouvrage est tout simplement un **nouveau regard sur la Préhistoire et l'histoire de la Civilisation à travers les premiers artéfacts, leur géométrisation, l'émergence du langage et de l'art, un nouveau paradigme** invitant à une prise de conscience de l'homme sur lui-même et sur son devenir.

Compléments d'information

La **Revue des Questions Scientifiques est actuellement diffusée dans 150 à 200 Centres de Recherches et Bibliothèques universitaires**, non seulement dans les Pays Francophones, mais aussi dans de nombreux centres universitaires, notamment par l'intermédiaire de la N.D.S.L. (National Digital Science Library), localisée aux U.S.A., qui rediffuse dans les centres universitaires de tous les Etats, y compris dans les pays asiatiques comme la Corée du Sud qui référence particulièrement bien. Tous les titres des ouvrages, et même très souvent, tous les titres des chapitres sont systématiquement traduits en anglais, accompagnés parfois de résumés en anglais, dont la N.D.S.L. assume elle-même la traduction du français en anglais. D'autre part, l'Académie des Sciences de Russie a répertorié également les articles de "Hominisation". Cette Académie regroupe les disciplines comme la Linguistique, la Préhistoire et l'Archéologie dans les sciences.

Rappelons enfin que Sylvie et François Boitel-Aullen sont tous deux Membres de la Société des Auteurs dans les Arts Graphiques et Plastiques (A.D.A.G.P.) à titre d'auteurs sur l'histoire des civilisations méditerranéennes, des spiritualités, de l'Art. Depuis 24 ans ils ont réalisé avec Claude Etienne plus de vingt films qui couvrent l'histoire des civilisations et de l'Art depuis l'Antiquité, le Moyen-âge, la Renaissance jusqu'aux Salons d'Art Actuel qui ont lieu au Grand Palais de Paris, sans compter les films sur les volcans et les paléo-fleuves du Plio-Quaternaire auxquels ont collaboré Jean-Pierre Gély, ainsi qu'Annie et Philippe Blanc, spécialistes de l'analyse minéralogique des Marbres Blancs de Grèce et d'Italie, dont plusieurs recherches se réalisent d'ailleurs en liaison avec M. Henri Lavagne, Membre de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres.

Février 2017