

LES CAPACITÉS PHONATOIRES DES HOMMES DE NÉANDERTAL

Un essai de reconstitution des potentialités vocaliques

Jean-Louis HEIM & Louis-Jean BOË

Muséum National d'Histoire Naturelle, Institut de la Communication Parlée, INPG-Université Stental, UMR CNRS 5009

Résumé. Malgré leur aptitude évidente à communiquer, un certain nombre de réserves ont été formulées concernant les capacités phonatoires des Hommes de Néandertal. Ces réserves reposaient essentiellement sur des considérations anatomiques erronées selon lesquelles le larynx était situé trop haut pour permettre la réalisation des contrastes vocaliques maximaux de type [i a u]: les Néandertaliens étaient alors supposés ne pas posséder cette base anatomique ce qui réduisait leurs capacités phonatoire, et de ce fait aurait pu entraîner leur disparition. La reconstitution du conduit vocal à partir du crâne osseux peut être obtenue en estimant la hauteur verticale et la longueur de la partie antérieure du conduit vocal. Le rapport de ces deux dimensions peut être interprété comme indicateur de croissance et d'évolution. Une nouvelle reconstitution du crâne néandertalien de la Chapelle-aux-Saints a permis de restituer les rapports anatomiques naturels et de montrer que la position de la tête et la base du crâne était comparable à celle de l'Homme moderne ce que confirme la découverte de l'os hyoïde de Kebara. De plus, on a pu démontrer qu'un conduit vocal présentant un larynx en position haute, et donc un petit pharynx comme celui du nouveau-né, peut produire un espace vocalique de type [i,a,u] tout aussi important qu'un adulte ayant un larynx en position basse et donc un pharynx plus volumineux. Si un homme au stade adulte avait un larynx en position haute à la suite d'une croissance linéaire de son conduit vocal, il aurait de la même manière, un espace vocalique tout aussi important. En conséquence, même si les Néandertaliens avaient un larynx en position haute, ce qui n'est vraisemblablement pas le cas, ils pouvaient produire les mêmes voyelles que l'Homme moderne.

Abstract. The potential ability to produce speech constitutes a key component in the description of Neandertals and their relationships with Homo sapiens. A widespread hypothesis postulates that they did not have the anatomical prerequisites for producing the full range of modern human speech. According to this theory, the ability to utter contrasted vowels, and hence the possibility to develop speech during the course of human evolution, needed a large pharyngeal cavity and thus a sufficiently low pharynx position. It would follow that the vocal tracts of Neandertals, but also chimpanzees and human neonates, with a short pharyngeal cavity relative to the oral cavity, cannot produce the acoustic range required for human speech. In this paper, we simulate the acoustic consequences of the trade-off between oral and pharyngeal cavities. We demonstrate that the Neandertal vocal tract could produce all the vowels of the world's languages, with either a high or a low larynx. We conclude that there is no reason that the lowering of the larynx and the concomitant increase in pharynx size were a necessarily evolutionary pre-adaptation for the production of speech.

La question très controversée de savoir si les Néandertaliens pouvaient produire des sons comparables à ceux connus dans la plupart des langues du monde a été souvent posée depuis plus de 30 ans par un certain nombre d'anthropologues, de paléontologues, d'anatomistes, de spécialistes de la parole et de linguistes. Est-ce que ces Hommes fossiles - qui ne sont de toute évidence pas nos ancêtres et qui disparurent il y a 35.000 ans - pouvaient articuler [i a u], les voyelles à contraste maximal, pratiquement présentes dans tous les systèmes sonores ? Il est évident que la connaissance de leur environnement socio-culturel, de leur mode de vie, de leurs compétences techniques en matière d'outillage, de leur maîtrise du feu, du choix et de l'aménagement de leurs habitats temporaires ou permanents, de leur collaboration nécessaire à la chasse au gros gibier, ou encore de leur souci d'inhumer certains de leurs défunts, sont autant d'éléments suffisamment éloquentes pour laisser penser que leurs capacités de communication

avaient très largement dépassé le simple stade du cri ou du geste. Malgré une aptitude évidente à communiquer, ce que personne d'ailleurs ne conteste, un certain nombre de réserves ont été formulées concernant leurs capacités phonatoires parmi lesquelles celles de Lieberman et Crelin présentées à maintes reprises depuis 1971 (Lieberman & Crelin 1971; Lieberman 1972, 1991) et soutenue par Laitman (1983) et Laitman et coll. (1990).

Cette thèse s'appuie certes sur un principe suivant lequel la production de la parole serait devenue possible au cours de l'évolution par la flexion de la base du crâne qui aurait permis la descente du larynx (pour un homme, en regard de la quatrième vertèbre cervicale), libérant ainsi une cavité pharyngale suffisamment volumineuse. C'est à cette condition que l'espace acoustique des sons serait potentiellement assez étendu pour permettre la réalisation des contrastes vocaliques

maximaux de type [i a u]. L'acquisition de cette base anatomique apparaît ainsi, pour Lieberman et Crelin, comme la condition nécessaire, associée à des développements corticaux et cognitifs importants, pour que nos ancêtres ou prédécesseurs puissent articuler ces sons de parole. Il est vrai que ce sont là les corollaires de la bipédie et une des acquisitions majeures de l'hominisation qui a dû intervenir très tôt au cours de notre évolution et certainement bien avant l'apparition des Néandertaliens.

Toutefois, pour les auteurs cités, les Néandertaliens ne possédaient pas cette base anatomique, ils ne pouvaient donc pas parler, ce qui a vraisemblablement entraîné leur disparition. Lieberman et Crelin, notant les similarités anatomiques du conduit vocal entre le nouveau-né, le chimpanzé et le Néandertalien, ont adopté la thèse de la récapitulation: l'ontogenèse reflète la phylogenèse (la loi de Haeckel de 1866). A sa naissance le nouveau-né humain présente un larynx en position haute: il peut avaler tout en respirant (ce qui diminue les risques d'étouffement); en contrepartie il ne peut, pas plus que ne le peut le singe, produire des voyelles différenciées. Ensuite, son larynx s'abaisse progressivement et, à partir d'un an, son pharynx est suffisamment volumineux pour qu'il puisse commencer à contraster [i a u]. Cette croissance non-linéaire du conduit vocal, favorisant le pharynx plus que la cavité buccale, reflète bien, d'après Lieberman et Crelin, la phylogenèse d'*Homo sapiens*.

Le principal problème posé par la reconstruction des deux auteurs concernait la position de l'os hyoïde, qu'il est possible de retenir comme indicateur de la localisation du larynx. Tel qu'ils en supposaient l'emplacement, les Néandertaliens apparaissaient non seulement incapables de parler, comme le notèrent divers anthropologues et anatomistes, mais aussi d'avalier ou d'ouvrir la bouche (Trinkaus & Shipman 1993). Sans vouloir accabler outre mesure le travail de ces auteurs, il convient de préciser que les recherches de Lieberman et Crelin ont porté sur des moulages de l'ancienne reconstitution de Marcellin Boule qui, on le sait bien maintenant, présentait de graves erreurs, notamment au niveau de la base du crâne qui apparaissait exagérément aplatie.

Qui plus est, en considérant la problématique de Lieberman et Crelin, une étude articulatoire-acoustique associée à une série de simulations a permis de montrer qu'elle reposait sur des estimations articulatoires biaisées des voyelles [i a u], ce qui invalide leurs simulations acoustiques qui constituaient le fondement même de leur démonstration (Boë & Maeda 1997; Boë *et al.* 1998, 2002; Boë 1999).

Aussi, il nous a paru nécessaire, à la lumière des travaux et découvertes plus récents, de reprendre la question et de tenter d'apporter une autre interprétation aux capacités phonatoires des Hommes de Néandertal.

Dans le meilleur des cas, le paléanthropologue ne dispose que de crânes, de mandibules et de dents pour estimer la géométrie du conduit vocal. En supposant que le fossile possé-

dait, pour sa langue, ses lèvres et sa mâchoire, les mêmes capacités potentielles de contrôle moteur que celles des hommes modernes, peut-on prédire l'ensemble des sons de parole qu'il aurait pu produire ? Peut-on étendre cette problématique à l'anthropologie, et plus précisément faire avancer le débat sur les compétences vocales potentielles des premiers Hominidés et plus particulièrement des Néandertaliens ?

Les dimensions du conduit vocal sont directement liées à la disposition des parties molles (musculaires et cartilagineuses) qui délimitent son volume de la glotte aux lèvres. Par le jeu des lèvres, de la mandibule, de la langue et du voile du palais (articulateurs), sa configuration est modulée en aire et longueur au cours du processus de production de la parole (fig. 1).

La reconstruction tridimensionnelle du conduit vocal permet de calculer les caractéristiques acoustiques (spectrales) du signal vocal correspondant (Fant 1960) et, grâce à des modèles du conduit vocal (par exemple Maeda 1988, 1989) de prédire l'ensemble des voyelles potentiellement productibles (c'est-à-dire l'espace acoustique vocalique maximal, dans lequel il est possible de toutes les localiser) (Boë *et al.* 1989) et, en particulier, les trois voyelles cardinales [i a u] présentes dans la presque totalité des langues (Vallée 1994).

La position du larynx, et donc la taille du pharynx, sont difficiles à estimer. En effet, la situation et les dimensions de l'espace cartilagineux contenant les cordes vocales dépendent du sexe, des variations morphologiques individuelles et varient au cours de la croissance et selon la production des sons émis. La position du larynx fait l'objet de diverses opinions et controverses sur l'acquisition de la parole et l'émergence du langage articulé. Par exemple, le larynx des nouveau-nés et des Primates non-humains (Negus 1949) occupe une position plus élevée c'est-à-dire plus près de la base du crâne que chez

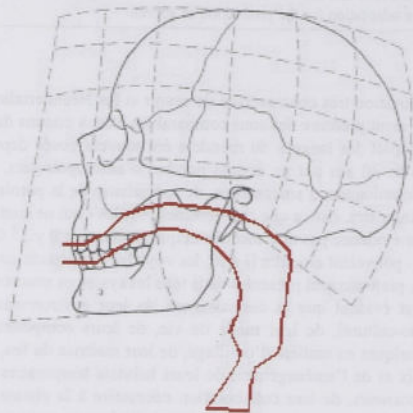


Figure 1. La disposition de la coupe sagittale du conduit vocal dans le repère crâno-mandibulaire.

l'homme adulte chez qui il atteint le niveau du bord inférieur de la 4^e vertèbre cervicale. Il s'agit donc d'une estimation fondamentale dans les débats sur l'ontogenèse et la phylogenèse. Est-ce à cause des caractéristiques acoustiques de leur conduit vocal que les grands singes et les nouveau-nés humains ne peuvent produire des sons de parole ? La descente du larynx (et donc l'élargissement du pharynx) est-elle une condition nécessaire pour accéder au statut de *loquens* comme l'ont avancé certains auteurs dont Lieberman et Crelin (1971) ? On est néanmoins en droit de penser que des capacités cognitives suffisantes, un cortex largement étendu pourraient permettre de tirer parti d'un pharynx peu allongé ? (Boë *et al.* 1998, 1999, 2002).

Si la reconstruction de la forme et de la position du conduit vocal peut être déterminée à l'aide de la radiographie et télé-radiographie, la tomographie, la xéradiographie, la scannographie ou la résonance magnétique (IRM) chez le sujet vivant ou éventuellement les corps momifiés, son application à la paléontologie humaine repose essentiellement sur les seules parties osseuses. En effet, les dimensions de la tête, (l'architecture crânienne et la forme de sa base), la morphologie et la position de l'os hyoïde (dans une certaine mesure associée à la position du larynx), permettent d'inférer certaines dimensions du conduit vocal et de son développement.

Pour comparer le conduit vocal du singe (à la naissance et à l'âge adulte) à celui du nouveau-né, de l'adolescent(e) et de l'adulte (femme et homme), on considère deux paramètres qui rendent compte assez globalement de la configuration du conduit vocal:

- une dimension verticale (V) qui caractérise la position du larynx, et par conséquent la taille du pharynx;
- une dimension horizontale (H), définie entre le point de Bjork (intersection du contour de la tête du condyle mandibulaire avec celui de la surface l'os occipital) et l'épine nasale antérieure, exprime le développement de la partie antérieure du conduit vocal.

Le rapport H/V peut être utilisé à la fois comme indicateur de croissance et indicateur d'évolution. Sur les images radiographiques, la dimension V peut être estimée à partir d'un repère déterminé entre:

- la ligne allant de la selle turcique au nasion;
- un point de repère sur l'image du larynx (les ventricules, l'apex des aryténoïdes) ou de l'os hyoïde.

À la naissance, la tête de l'enfant présente un aspect globuleux qui va se modifier dans les tout premiers mois: l'augmentation du volume du crâne et de la mandibule va modifier les proportions entre les dimensions verticale et horizontale au profit de la seconde. Chez l'homme adulte, ce phénomène est encore plus accentué par l'abaissement du larynx. En revanche, chez les grands singes, le larynx ne descend pas autant que dans l'espèce humaine, alors que la partie antérieure du conduit vocal se développe davantage. Il en résulte que

les dimensions horizontale et verticale, varient dans un rapport 1,6 et 3,0 entre la naissance et l'âge adulte (pour un homme). Pour le conduit vocal, la croissance du pharynx est donc pratiquement deux fois plus importante que celle de la cavité antérieure.

En ce qui concerne le dimorphisme sexuel, les données présentées par Goldstein (1980) montrent qu'il y a peu de différences avant l'âge de 12 ans (même si on peut les déceler à partir de 7 ans). La croissance du conduit vocal des femmes est pratiquement achevée vers 15 ans, alors que celle des hommes intervient un peu plus tard et se prolonge plus longtemps: l'os hyoïde masculin continue à descendre durant plusieurs années en augmentant encore l'allongement du pharynx. On pourrait donc émettre l'hypothèse que les femmes auraient un pharynx de même taille que celui des hommes si leur croissance se prolongeait aussi longtemps. Les différences enfant/femme/homme peuvent être ainsi traitées globalement comme les conséquences du même phénomène de croissance.

Les caractéristiques de la base du crâne, de la mandibule et des apophyses mastoïdes et styloïdes sur lesquelles s'insèrent les muscles qui participent à la suspension de l'os hyoïde (digastrique postérieur, stylo-hyoïdien, styloglosse) peuvent permettre d'estimer la position du larynx et les dimensions du pharynx. En effet la position de l'os hyoïde par rapport à la mandibule et à la base du crâne (et donc par rapport à la colonne vertébrale) est relativement stable puisqu'elle dépend à la fois des insertions musculaires et ligamentaires qui relient ces parties du corps ainsi que du degré de courbure de la colonne vertébrale liée à la bipédie. L'étude de l'os hyoïde pourrait apporter de précieuses informations mais ses petites dimensions et sa fragilité affectent sa conservation et sa fossilisation.

Les recherches récentes sur les Hommes de Néandertal ont permis d'apporter un certain nombre de renseignements sur la structure du conduit vocal et leurs aptitudes phonatoires.

Déjà Marcellin Boule (1913, 1921) avait noté que la disposition des apophyses géni et des empreintes digastriques n'étaient pas fondamentalement différentes de celles de l'Homme moderne. Cette conclusion a été confirmée à l'issue d'une étude approfondie des apophyses géni (Heim 1963): il semble que les Néandertaliens en étaient pourvus malgré quelques différences avec celles de l'Homme moderne. En effet, la région postérieure de la symphyse présente deux torus transverses généralement saillants limitant une zone génienne excavée. L'excavation se prolonge en bas pour interrompre le torus inférieur. À côté de cette disposition qui rappelle en moins accentuée celle des Pongidés, les apophyses géni, contrairement à ce que l'on avait pu prétendre, sont le plus souvent présentes chez les Hommes de Néandertal sans être toutefois jamais très saillantes.

Une nouvelle reconstitution du crâne de l'Homme de la Chapelle-aux-Saints (Heim 1986, 1989, 1990) a permis de

restituer les rapports anatomiques véritables et de montrer que la position de la tête et la base du crâne ne différaient guère fondamentalement de celles de l'Homme actuel pour ce qui concerne l'attitude au-dessus de la colonne vertébrale. L'angle sphénoïdal vaut $137,5^\circ$ (au lieu de 150° sur la reconstitution de Boule), ce qui correspond bien aux valeurs établies pour les Néandertaliens de Gibraltar (142°), de La Ferrassie 1 (135°) et des populations actuelles (entre 126° et 143°). Le larynx néandertalien devait, selon toute vraisemblance, occuper la même position que celle des Hommes modernes.

C'est exactement à la même conclusion que sont parvenus, la même année, les chercheurs d'une équipe pluridisciplinaire (université de Bordeaux I, CNRS, université de Tel Aviv, Moorehead State University aux USA), après la découverte en 1983, d'un squelette de Néandertalien vieux de 60.000 ans, reposant dans une sépulture du site de Kebara en Israël. Pour la première fois un os hyoïde était retrouvé, préservé dans son intégralité (Arensburg *et al.* 1985). Le fait qu'il soit identique en taille et en forme à celui des Hommes modernes, ainsi que l'observation des insertions musculaires de la mandibule, les ont conduits à la conclusion que "There has been little or no change in the visceral skeleton (including the hyoid [...]) and inferentially the larynx) during the past 60,000 years of human evolution" (Arensburg *et al.* 1989).

De plus, on a pu démontrer qu'un conduit vocal présentant un larynx en position haute, et donc un petit pharynx comme celui du nouveau-né, peut produire un espace vocalique de type [i,a,u] tout aussi important qu'un adulte ayant un larynx en position basse et donc un pharynx plus volumineux. Si un homme au stade adulte avait un larynx en position haute à la suite d'une croissance linéaire de son conduit vocal, il aurait de la même manière, un espace vocalique tout aussi important. En conséquence, même si les Néandertaliens avaient un larynx en position haute, ce qui n'est vraisemblablement pas le cas (Arensburg *et al.* 1989; Heim 1989), ils pouvaient produire les mêmes voyelles que l'Homme moderne.

Autrement dit, la disposition du larynx en position basse ne semble pas être la base articulaire et la condition *sine qua non* nécessaires à l'émergence de la parole. La descente du larynx et le changement de la forme de la mandibule, tout comme d'autres bases anatomiques et comportementales nécessaires à l'apparition du langage humain, n'ont peut-être été que la simple conséquence de changements de morphologie et de style de vie qui ont accompagné l'évolution de *Homo ergaster* (les premiers *Homo erectus* africains) il y a un peu moins de deux millions d'années (Aiello 1996a et b, 1998).

Quoi qu'il en soit, il est nécessaire, afin de préciser les hypothèses sur les capacités vocales potentielles des Néandertaliens et plus généralement celles de nos prédécesseurs, de pouvoir estimer la position du larynx à partir de repères osseux.

Relation entre la position du larynx et les dimensions de la cavité buccale

Selon Honda et Tiede (1998) les dimensions de la cavité orale sont corrélées avec la position du larynx. Aussi, cette relation devrait permettre de prévoir la position du larynx sur des fossiles. Pour quantifier la morphologie globale du conduit vocal, ces deux auteurs ont défini le rapport entre la dimension antéro-postérieure du conduit vocal et une dimension verticale déterminée par la hauteur du larynx. Ces mesures ont été établies à partir de sujets adultes (âgés de 23 à 48 ans), à savoir des Japonais (2 femmes et 10 hommes) et des Anglais (3 femmes et 9 hommes) grâce à des images IRM du conduit vocal en position de repos (non phonatoire). La ligne palatale tracée entre l'épine nasale antérieure et le point postérieur sert de référence; son intersection avec la paroi postérieure du pharynx permet de déterminer la distance palatale PD (palatal distance). La dimension de la cavité orale OCH (oral cavity height) est évaluée entre la ligne palatale et le gnathion. La hauteur du larynx LH (larynx height) est la distance mesurée entre la ligne palatale et l'apex des aryténoïdes (fig. 2). A partir de ces mesures Honda et Tiede proposent deux indices normalisés par rapport à PD: l'indice de hauteur du larynx (LHI=LH/PD; variations entre 0,86 et 1,25) et l'indice de la cavité orale (OCI=OCH/PD; variations entre 0,78 et 1,09).

Les résultats permettent de mettre en évidence une corrélation positive significative ($r=0,87$). Les femmes présentent, comme on peut s'y attendre, des valeurs plus faibles pour les deux indices.

Il faut remarquer que la spécification de la distance PD a été faite à partir d'un point qui n'est pas osseux, puisqu'il s'agit de la paroi postérieure du pharynx (nasopharyngeal wall: NPW). Cette limitation est liée à l'image utilisée: si l'IRM est très utile pour la détermination des parties molles, elle ne permet pas de visualiser les parties osseuses. Notre étude vise à déterminer la position du larynx uniquement à partir de repères osseux.

En prolongeant cette approche, nous avons tenté de proposer une méthode permettant de situer la position du larynx à partir de la seule architecture crânienne et mandibulaire en utili-

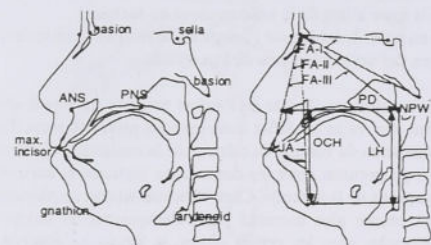


Figure 2. Repères et mesures de Honda et Tiede (1998).

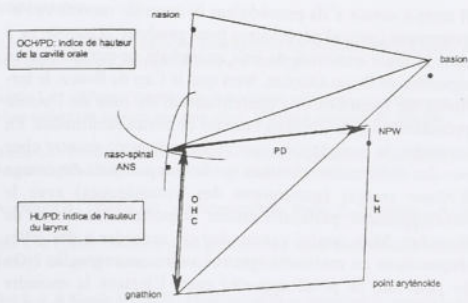


Figure 3. Méthode de mesure de la hauteur du larynx et de la cavité orale.

sant un repère nasion-gnathion (ou pogonion-basion) et un indice correcteur pour tenir compte des parties molles, absentes évidemment sur les crânes secs. L'image du crâne étant placée de profil, nous traçons un triangle à l'aide des points nasion-basion-gnathion. A partir du basion et du nasion nous déterminons géométriquement la position du point naso-spinal situé à la base de l'épine nasale inférieure. Toutes ces dimensions sont évidemment connues et figurent dans notre base de données métriques des collections étudiées. Il reste à localiser la position la plus probable du point NPW à partir des moyennes obtenues sur les radios des sujets vivants.

Ce point est défini par l'intersection des cercles tracés à partir du basion et du nasion. Ainsi, on peut tracer la droite PD (palatal distance) entre NPW et le naso-spinal (ANS: anterior nasal spine). Nous obtenons donc deux distances: OCH (oral height cavity=hauteur de la cavité orale) et PD (palatal distance=longueur du palais, qui n'est pas celle couramment utilisée car elle inclut le point naso-spinal). L'observation et la comparaison des radiographies montre que le point aryténoïde répond à peu près exactement à l'intersection des droites parallèles à OCH et PD et correspond à la limite C4/C5, ce qui correspond justement à la position du larynx (fig. 3 et 4). Nous pouvons dès lors calculer l'indice de hauteur de la cavité orale: OCH/PD et l'indice de hauteur du larynx: LH/PD directement à partir de crânes secs.

Les données ont été analysées sur des radiographies de têtes de sujets contemporains (hommes, femmes et enfants) et de mesures relevées sur des crânes secs et des momies provenant de l'Égypte antique et des crânes d'Amérique australe afin d'étendre les comparaisons à des aires géographiques très distinctes. La méthode ainsi définie a été appliquée sur deux crânes Néandertaliens: La Chapelle-aux-Saints et La Ferrassie 1 (Heim 1976) datés d'environ 45-50.000 ans et qui conservent à la fois leur base et leur mandibule.

Les résultats sont inscrits dans le tableau I et dans les graphiques des figures 5 et 6.

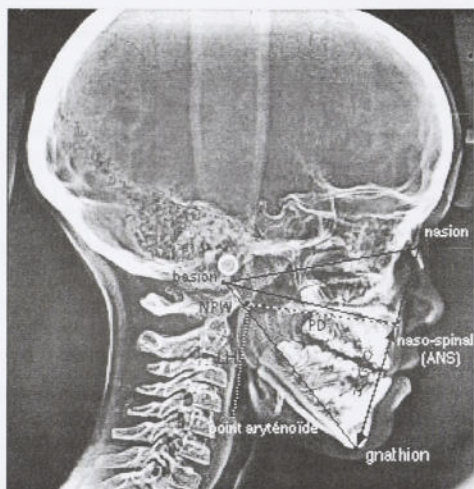


Figure 4. Les repères craniologiques du conduit vocal.

Les résultats apparaissant dans cette étude biométrique à partir de données purement anatomiques font apparaître les faits suivants:

- 1.- Il existe une cohérence des données en ce qui concerne les différences sexuelles et celles liées à l'âge;
- 2.- On constate une dispersion notable des données entre les différentes séries de mesures, sans toutefois présenter de différences significatives, la variabilité à l'intérieur de chaque groupe étant tout aussi étendue que celle existant entre les groupes;
- 3.- Si les résultats obtenus pour les deux Néandertaliens s'inscrivent clairement au sein des variations modernes, ils affichent toutefois des valeurs faibles en raison de la longueur de la distance palatine (PD) comparativement aux sujets modernes. Ceci apparaît comme la conséquence évidente de la longueur horizontale importante et de la projection médiane de leur face. Autrement dit, les deux crânes Néandertaliens possédaient donc un conduit vocal vraisemblablement assez proche de celui des Hommes modernes, avec un larynx situé à la même hauteur et une partie antéro-postérieure plus large. Étant donné que les quelques différences constatées dans le rapport entre dimension horizontale du conduit vocal et dimension verticale (liée à la position du pharynx) n'introduisent que de simples décalages fréquents sans modifier structurellement pour autant l'espace acoustique potentiel des sons de parole, il est raisonnable d'admettre que les hommes de Néandertal disposaient d'un conduit vocal suffisamment bien différencié pour pouvoir parler.

En conclusion, même si les Néandertaliens avaient un larynx en position haute, ce qui n'était vraisemblablement pas le cas, leur conduit vocal pouvait produire des voyelles tout aussi différentes que celles qui sont réalisées par les Hommes modernes.

	OCHPD			LHPD		
	hommes	femmes	enfants	hommes	femmes	enfants
exemples de référence (radios)	1,06	0,76	0,75	0,88	0,72	0,65
Egyptiens moyenne	0,8	0,74	0,74	0,76	0,70	0,65
Egyptiens min	0,7	0,65		0,66	0,61	
Egyptiens max	0,94	0,84		0,89	0,79	
Sud-Amérique moyenne	0,85	0,77	0,76	0,80	0,73	0,68
Sud-Amérique min	0,57	0,65		0,54	0,61	
Sud-Amérique max	1,06	0,9		1,00	0,85	
La Ferrassie I		0,75		0,71		
La Chapelle		0,63		0,60		
<i>Homo sapiens</i> : moyenne globale	0,85	0,76	0,75	0,79	0,72	0,66
<i>Homo sapiens</i> : minimum	0,57	0,65	0,74	0,54	0,61	0,65
<i>Homo sapiens</i> : maximum	1,06	0,9	0,76	1	0,85	0,68
<i>Homo sapiens</i> : écart-type	0,18	0,09	0,01	0,15	0,09	0,02

Tableau 1.

Il reste à savoir s'ils possédaient le contrôle moteur et l'équipement cortical nécessaires pour produire la parole, ce à quoi la seule anatomie de leur encéphale ne permet pas de répondre de façon absolue, bien que le Cap de Broca, le territoire de Wernicke et l'operculation du lobe de l'*insula* présentent avec le cerveau humain de nettes similitudes. En revanche, la topographie vasculaire méningée montre chez eux des différences certaines qui les rapprochent davantage d'*Homo erectus* (notamment des Sinanthropes) avec le développement particulièrement important du sinus de Breschet. Mais quelle valeur doit-on accorder à des telles dispositions en matière cognitive voire conceptuelle ? On ne peut sur ce point apporter pour l'instant la moindre réponse.

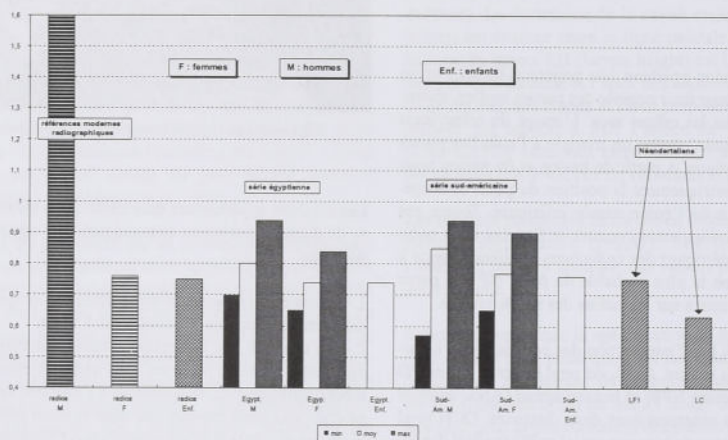


Figure 5. Indice de hauteur de la cavité orale.

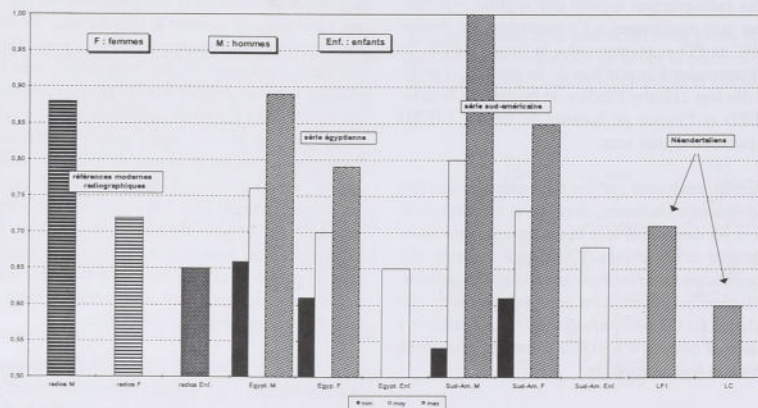


Figure 6. Indice de hauteur du larynx par rapport à la distance palatine.

Bibliographie

- Aiello L.C. (1996a) - Hominine preadaptation for language and cognition. In: P. Mellars & K. Gibson (eds.), *Modelling the early human mind*. Cambridge, McDonald Institute Monograph Series, p. 269-228.
- Aiello L.C. (1996b) - Terrestriality, bipedalism and the origin of language. In: W.G. Runciman, J.S. Maynard, R.I.M. Dunbar (eds.), *Evolution of social behaviour patterns in primate and man*. *Proc. of British Academy* 88:269-289.
- Aiello L.C. (1998) - The foundations of Human language. In: N.G. Jablonski & L.C. Aiello (eds.), *The origin and diversification of Language*. San Francisco, *Memoirs of the California Academy of Sciences* 24:21-34.
- Arensburg B., Tillier A.-M., Vandermeersch B., Dudaï H., Schepartz L.A., Rak Y. (1989) - A middle paleolithic human hyoid bone. *Nature* 338:758-760.
- Boë L.-J. (1999) - Modelling the growth of the vocal tract vowel spaces of newly-born infants and adults. Consequences for ontogenesis and phylogenesis. *14th Int Congr of Phonetic Sciences* 3:2501-2504.
- Boë L.-J. & Maeda S. (1997) - Modélisation de la croissance du conduit vocal. Espaces vocaliques des nouveau-nés et des adultes. Conséquences pour la phylogénèse et l'ontogénèse. *La voyelle dans tous ses états*, Nantes, p. 98-105.
- Boë L.-J., Heim J.-L., Kiyoshi H., Maeda S. (2002) - The potential Neandertal vowel space was as large as that of modern humans. *Journal of Phonetics* 30:465-484.
- Boë L.-J., Maeda S., Abry C., Heim J.-L. (1998) - [i a u] A la portée d'un conduit vocal de Neandertal ? *XXIIe Journées d'Études sur la Parole*, Martigny, Suisse, p. 245-248.
- Boë L.-J., Perrier P., Guérin B., Schwartz J.-L. (1989) - Maximal vowel space. *Eurospeech* 89(2):281-284.
- Boule M. (1913) - L'Homme fossile de La Chapelle-aux-Saints. *Ann. de Paléontologie*, Paris, éditions Masson.
- Boule M. (1921) - Les hommes fossiles. *Éléments de paléontologie humaine*. Paris, éditions Masson.
- Fant G. (1960) - *Acoustic theory of speech production*. Mouton, The Hague.
- Goldstein U.G. (1980) - *An articulatory model for the vocal tract of the growing children*. Thesis of Doctor of Science, MIT, Cambridge, Massachusetts.
- Heim J.-L. (1990) - La nouvelle reconstitution du crâne néandertalien de la Chapelle-aux-Saints. Méthode et résultats. *Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthropol. de Paris* 6(1-2):94-117.
- Heim J.-L. (1963) - Les apophyses génii, Étude anthropologique. *Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthrop. de Paris* 4:585-658.
- Heim J.-L. (1976) - *Les Hommes fossiles de La Ferrassie. Tome I. Le gisement, les squelettes adultes: crâne et squelette du tronc*. Paris, éditions Masson, *Arch. de l'Institut de Paléontologie Humaine* 35, 368 p.
- Heim J.-L. (1986) - *La reconstitution du crâne de la Chapelle-aux-Saints*. Film 16mm, SFRS. Paris.
- Heim J.-L. (1989) - Une nouvelle reconstitution du crâne néandertalien de la Chapelle-aux-Saints. *C.R. Acad. Sc.* 308(série II, 6):1187-1192.
- Honda K. & Tiede M.K. (1998) - An MRI study on the relationship between oral cavity shape and larynx position. *5th International Conference on Spoken Language Processing*, paper 425.
- Laitman J.T. (1983) - The evolution of hominid upper respiratory system and implication for the origin of speech. Harwood Academic publishers, *Glossogenetics* p. 63-90.
- Laitman J.T. et al. (1990) - The Kebara hyoid: What can it tell us about the evolution of the hominid vocal-tract ? *Am. J. of Physical Anthropology* 81:254.
- Lieberman Ph. & Crelin E.S. (1971) - On the speech of the Neanderthal man. *Linguistic Inquiry* 2(2):203-222.
- Lieberman Ph. (1972) - *The speech of primates*. La Haye, Mouton.
- Lieberman Ph. (1991) - *Uniquely human. The evolution of speech, thought, and selfless behaviour*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Maeda S. (1988) - Improved articulatory model. *J. Acoust. Soc. Am.* 84, Sup.
- Maeda S. (1989) - Compensatory articulation during speech: evidence from the analysis and synthesis of vocal-tract shapes using an articulatory model. In: W.J. Hardcastle & A. Marchal (eds.), *Speech Production and Modelling*. Academic Publishers, Kluwer, p.131-149.
- Negus V.E. (1949) - *The comparative anatomy and physiology of the larynx*. William Heineman Medical Books Ltd, London.
- Trinkaus E. & Shipman P. (1993) - *The Neandertals. Changing the image of mankind*. Alfred A. Knopf, New York. Trad. Française 1996, *Les Hommes de Néandertal*, Seuil, Paris.
- Vallée N. (1994) - *Systèmes vocaliques: de la typologie aux prédictions*. Thèse de Doctorat en Sciences du Langage. Université Stendhal, Grenoble.