ETUDE ANTHROPOLOGIQUE DES RESTES HUMAINS DE NAZLET KHATER (PALEOLITHIQUE SUPERIEUR, EGYPTE)

Isabelle Crevecoeur

▶ **To cite this version:**

Isabelle Crevecoeur. ETUDE ANTHROPOLOGIQUE DES RESTES HUMAINS DE NAZLET KHATER (PALEOLITHIQUE SUPERIEUR, EGYPTE). Sciences de l'Homme et Société. Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, 2006. Français. NNT : . tel-00266294

HAL Id: tel-00266294

https://theses.hal.science/tel-00266294

Submitted on 21 Mar 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

N° d'ordre : 3284

THESE en cotutelle

entre

L'UNIVERSITE BORDEAUX 1

ECOLE DOCTORALE SVGSE

et

DE KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN

présentée à Bordeaux

par Mlle **Isabelle Crevecoeur**

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR

Spécialité : **Anthropologie Biologique**

Etude anthropologique des restes humains de Nazlet Khater (Paléolithique supérieur, Egypte)

Thèse dirigée par B. Maureille & Ph. Van Peer

Soutenue le : 15 décembre 2006

Après avis de :

MM.	O. Dutour, Professeur, Université de la Méditerranée	*Rapporteurs*
	E. Trinkaus, Professeur, Washington University	

Devant la commission d'examen formée de :

Mlle	A-M. Tillier, Directrice de Recherche au CNRS, UMR 5199 – LAPP	*Présidente*
MM.	P. Murail, Professeur, Université Bordeaux 1	*Rapporteur*
	O. Dutour, Professeur, Université de la Méditerranée	*Examinateurs*
Mme	D. Henry-Gambier, Directrice de Recherche au CNRS, UMR 5199 – LAPP	
MM.	T. Holliday, Professeur associé, Tulane University	
	B. Maureille, Chargé de Recherche au CNRS, UMR 5199 – LAPP	
	P. Semal, Chef de section, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique	
	Ph. Van Peer, Professeur, Katholieke Universiteit Leuven	

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Remerciements

En quelques lignes, je tiens à exprimer ma reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Ma gratitude va tout d'abord à Philip Van Peer et Bruno Maureille, co-directeurs de cette thèse, pour la confiance qu'ils m'ont accordée en me proposant cette étude passionnante des restes humains de Nazlet Khater et en me confiant – avec toute liberté d'action – les vestiges osseux.

Mes remerciements vont également au professeur Pierre Vermeersch, ancien directeur et professeur du laboratoire de Préhistoire de la *KULeuven*. Sans ses recherches, et celles de son équipe, dans la vallée du Nil ainsi que son accord pour l'étude des restes de Nazlet Khater 2, cette thèse n'aurait pas été possible.

Je remercie sincèrement monsieur Erik Trinkaus, professeur d'anthropologie à *Washington University*. Il a suivi mes travaux de recherches depuis mon mémoire de DEA sur les ossements des mains du Néandertalien de Saint-Césaire. Il m'a aidée à de nombreuses reprises que ce soit dans la constitution de bases de données comparatives ou par les discussions enrichissantes que nous avons eues au sujet de Nazlet Khater. Je le remercie vivement d'avoir accepté de lire cette thèse et d'en être un des deux rapporteurs.

Je tiens ensuite à témoigner ma gratitude aux membres du jury qui me font l'honneur de porter un jugement sur ce travail.

Mademoiselle Anne-Marie Tillier, directrice de recherche au CNRS et directrice du Laboratoire d'Anthropologie des Populations du Passé de l'Université Bordeaux 1, m'a accueillie au sein de son équipe durant ces quatre années de thèse. Qu'elle trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

J'exprime ma sincère gratitude à madame Dominique Henry-Gambier, directrice de recherche au CNRS, et je la remercie pour ses encouragements à terminer ce travail cette année.

Monsieur Olivier Dutour, professeur d'anthropologie à l'Université de la Méditerranée, a accepté, outre la participation à ce jury, d'être un des rapporteurs de ce travail. Je tiens à lui exprimer ma reconnaissance pour cela étant donnée son expérience sur les premiers peuplements du nord de l'Afrique et son intérêt antérieur pour le spécimen de Nalzet Khater.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Monsieur Trenton W. Holliday, professeur associé d'anthropologie à *Tulane University* m'a fait le plaisir de prendre part à ce jury. Je le remercie vivement du temps qu'il a consacré à la lecture de plusieurs centaines de pages en français.

Monsieur Patrick Semal, chef de la section Anthropologie et Préhistoire du Muséum des Sciences Naturelles de Belgique, m'a apporté un soutien fondamental pour la réalisation de cette recherche. Les deux années passées à travailler à mi-temps sur le projet TNT m'ont permis, au-delà du financement de cette thèse, d'acquérir des connaissances essentielles en anthropologie ainsi qu'un peu plus de maturité dans la gestion de longs projets. Je te remercie sincèrement, Patrick, de l'opportunité que tu m'as offerte, comme du ravitaillement quotidien en chocolat au massepain ! J'ai été ravie de collaborer avec toi et j'espère que nous continuerons encore longtemps à travailler ensemble.

Monsieur Pascal Murail, professeur d'anthropologie au Laboratoire d'Anthropologie des Populations du Passé de l'Université Bordeaux 1 m'a permis d'utiliser le logiciel de diagnose sexuelle probabiliste mis au point par ses soins en collaboration avec Jaroslav Bruzek et Françis Houët. Ses conseils et son enthousiasme scientifique m'ont beaucoup aidée dans l'analyse et la compréhension des résultats de Nazlet Khater.

Monsieur Philip Van Peer, professeur d'archéologie à la *Katholieke Universiteit van Leuven*, par nos échanges scientifiques, m'a beaucoup apporté et en particulier aidée à comprendre les fondements de ses travaux dans la vallée du Nil. Je tiens également à te remercier pour la formation que tu m'as apportée en fouillant avec toi à Saï. Cette expérience m'a beaucoup enrichie.

Last but not least, monsieur Bruno Maureille, chercheur au CNRS, m'a guidée, encouragée et conseillée durant ces quatre années de doctorat jusqu'à la finalisation de ce travail. Merci pour toute l'attention dont tu as fait preuve à mon égard et le temps que tu m'as consacré. Nos discussions, animées, m'ont beaucoup apporté en me faisant réfléchir et avancer. Je te remercie chaleureusement de m'avoir poussée à donner le meilleur de moi-même. J'espère que ma thèse ne sera que le début d'une longue collaboration.

Cette étude n'aurait pu se faire sans l'aide de ceux qui m'ont donné l'opportunité d'accéder aux divers spécimens fossiles. Mes remerciements vont à Margaret Judd, professeur assistant à *Pittsburg University* ainsi qu'à Neel Spencer, conservateur assistant du *Department of Ancient Egypt and Sudan* du *British Museum*, qui m'ont permis d'accéder à la collection Wendorf et aux restes humains de Jebel Sahaba et Esna. Je tiens à remercier David Lee Greene, professeur *Emeritus*, et Dennis Van Gerven, professeur d'anthropologie à Boulder *Colorado*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

University, pour m'avoir accordé la possibilité d'étudier la série de Wadi Halfa. Un tout grand merci à Juliet et Bill qui m'ont accueillie chez eux, à Boulder, durant plus de 5 semaines. Votre générosité, les soirées « Nany Deb » et les gauffres du dimanche ont été un réel réconfort. Christopher Stringer, *Merit Researcher* du *Natural History Museum* et Robert Kruszynski, conservateur de la section Vertébrés et Anthropologie de ce même musée m'ont amicalement accueillie au sein du département de Paléontologie pour étudier la *calvaria* de Singa. Bien que ce soit dans le cadre du projet TNT, je tiens à remercier Jakov Radovčić, conservateur du *Hrvatski prirodoslovni muzej* (Zagreb), de m'avoir permis d'étudier les restes de Krapina. Patrick Semal m'a donné l'accès à la fois aux originaux de Spy, mais également à de nombreux moulages de l'IRSNB et à une collection de sujets néolithiques pour les ossements des mains. Enfin, bien que ces données soient en parties aussi liées à mon mémoire de DEA, je tiens à remercier Patrice Courtaud qui m'a permis de mesurer les ossements de mains de la collection gallo-romaine du cimetière de Jacques Brel.

Outre ces données comparatives, je tiens à remercier Patrick Semal et Stéphane Louryan, chercheur du Laboratoire d'Anatomie et d'Embryologie de l'Université Libre de Bruxelles qui ont scanné tous les restes humains de Nazlet Khater 2 à l'Hôpital Erasme. Mes remerciements vont également à Maryelle Bessou, technicienne au Laboratoire d'Anthropologie des Populations du Passé de l'Université Bordeaux 1, qui a réalisé les radiographies de Nazlet Khater 2.

Par ailleurs, ce travail n'existerait pas sans l'aide de nombreux chercheurs du Laboratoire d'Anthropologie des Populations du Passé de l'Université Bordeaux 1 et d'autres institutions qui, par les discussions ou les collaborations que nous avons nouées, m'ont permis de comprendre et interpréter certains résultats. Je remercie sincèrement Jaroslav Bruzek, Henry Duday, Alan Mann, Baruch Arensburg, Françis Houët et Dr. Patrick Mailleux pour tous les échanges enrichissants que nous avons eus. Ma reconnaissance va également aux jeunes chercheurs et doctorants qui m'ont encouragée et aidée au cours de cette thèse. Que ce soit au travers de collaborations diverses pour des articles, lors de voyages « semi-officiels » ou de discussions formelles et informelles, j'ai adoré passer ces moments avec vous. Merci à Hélène Rougier, Fanny Bocquentin, Linda Bouchneb, Sébastien Villotte, Antoine Balzeau et Laura Shackelford.

Bien que « sporadiques », les financements que j'ai obtenus durant ces quatre années m'ont permis de terminer ce travail. Je remercie le Ministère des Affaires Etrangères français

pour la bourse de mobilité qu'il m'a octroyée et sans laquelle je n'aurais pu étudier les collections fossiles conservées à l'étranger. La réalisation des dessins du crâne et l'acquisition d'un appareil photographique numérique ont été rendues possible grâce au projet Transition, volet Recherche Région Aquitaine (convention 20051403003AB).

Je pense aussi à tous les collègues et amis doctorants du LAPP et de l'IPGQ qui m'ont soutenue durant ces derniers mois, Vincent (fournisseur officiel de Doliprane et soutien inconditionnel), JB, Will, Seb (alias Georges), Micka, Coralie, Pripri, Béné, Sabine, Gwen, Yves, Caroline... Je les encourage à mon tour.

Ces quatre années de thèse n'auraient pas été les mêmes sans vous, mes amis de la Dream Team du Titi. Equipe bientôt légendaire qui a vu défiler les membres et les victoires : Do (merci pour l'alcool de banane frelaté et les bonnes soirées pub), Nico Coco (merci de t'être sacrifié pour me laisser cette place en thèse !), Val (merci pour les sorties raquettes, ta machine à laver, les magrets aux pommes et tous les bons moments passés), Marco (désolée pour l'écharpe...), Zanouille (Cardiff a tremblé), DasKa, Sylvain (merci pour Lost), Yann, Blandine (merci pour les dessins), MSeguin, MOtto, Mag, MFred, Ben, Karine, Max & Angie et tous ceux que j'oublie et qui m'en voudront à juste titre...

Merci à Germain et Marion pour les soirées Quizz qui ont marqué cette dernière année ainsi que pour les bons repas partagées.

Je voudrais encore remercier mes amis du « Plat Pays » qui malgré l'éloignement, ont toujours été proches. Ma Cops, Claire, merci pour tes traductions instantanées, ton soutien, les longs coups de téléphone et nos aventures sud-américaines! Nico (frère viscéral...), merci pour tous les bons moments ! Les dernières promos de géologues grands crus : Adrien, Delph, Sev, Vinvin, Coline, Toupie, Myra, Denis, Gerald, Sophie, ... Enfin, j'ai une pensée pour mes amies namuroises qui ont repeuplé la Belgique cette année, Vivi, Cha et Sarah ainsi que pour mon fan club de Profondeville : Nanou, Luc et les loulous.

Je tiens à témoigner toute mon affection et ma reconnaissance à ma famille qui me soutient et m'encourage depuis le début. Un tout grand merci à mes parents pour tout ce que vous avez fait, et à ma maman en particulier pour ses relectures consciencieuses ! Merci à Fred et Sophie pour leur présence fraternelle. Merci enfin à Olivier pour son soutien, sa confiance et son amour. Ce travail est aussi le vôtre...

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Savoir, n.m. *Forme d'ignorance qui distingue les studieux.*

Ambrose Bierce (*The Devil's Dictionnary*, 1909)

« *(...) les Grecs ont longtemps disputé de la grave question de savoir à partir de quel nombre exact de cailloux on pouvait parler d'un tas : était-ce deux, trois, quatre, cinq ou davantage ? (...) La nature ne classifie pas. C'est nous qui classifions, parce que c'est commode. Nous classifions d'après des données arbitrairement admises, elles aussi. Qu'est-ce que ça peut bien vous faire, au fond, que l'être dont voici le crâne entre nos mains soit appelé singe, ou soit appelé homme ? Il était ce qu'il était, le nom que nous lui donnerons ne fait rien à la chose.* »

Vercors (*Les animaux dénaturés*, 1951)

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

TABLE DES MATIÈRES

Table des figures **9 – 18**

Table des tableaux **19 – 22**

Introduction **23 – 25**

Chapitre I : Contextes géologique et archéologique **26 – 50**

I.1 Géologie de la vallée du Nil **26**

I.2 Industries lithiques de la vallée du Nil **30**

I.2.1 L'Acheuléen 31

I.2.2 La transition *ESA*/*MSA* 33

I.2.2.1 La *calvaria* de Singa 34

I.2.3 Le Complexe Nubien 37

I.2.3.1 Définition du Complexe Nubien 37

I.2.3.2 L'enfant de Taramsa 39

I .2.4 Le Paléolithique supérieur 42

I.2.4.1 Le site de Nazlet Khater 4 42

Géomorphologie du site de Nazlet Khater 4 43

Datation du site de Nazlet Khater 4 47

L'industrie lithique de Nazlet Khater 4 48

I.2.4.2 Le Paléolithique final 50

Chapitre II : Les tombes **51 – 63**

II.1 Découverte et description des deux tombes **51**

II.1.1 La tombe n°1 52

II.1.2 La tombe n°2 54

II.1.3 Arguments de contemporanéité avec le site NK 4 56

II.1.4 Position sépulcrale de Nazlet Khater 1 et 2 57

II.2 Comparaison des gestes funéraires **61**

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Chapitre III : Etude descriptive des restes humains de Nazlet Khater 64 – 300

III.1 Echantillon de comparaison et méthodologie 64

III.1.1 Groupes de comparaison 64

III.1.2 Méthodes statistiques 81

III.1.2.1 Traitements statistiques uni- et bivariés 81

III.1.2.2 Traitements statistiques multivariés 83

Analyses en composantes principales 83

Analyses discriminantes et probabilité *a posteriori* 84

III.2 Les restes humains de Nazlet Khater tombe 2 85

III.2.1 Inventaire et état de conservation 85

III.2.1.1 Le squelette crânien 85

III.2.1.2 Le squelette infra-crânien 88

La ceinture scapulaire 88

Le membre supérieur 89

Le tronc 93

La ceinture pelvienne 94

Le membre inférieur 94

III.2.2 Identification biologique de Nazlet Khater 2 97

III.2.2.1 Détermination du sexe 97

L'os coxal 98

Le bassin 102

III.2.2.2 Estimation de l'âge au décès 105

La maturation osseuse 107

La surface sacro-pelvienne iliaque 113

III.2.2.3 Estimation de la stature et de la masse corporelle 115

Estimation de la stature 115

Estimation de la masse corporelle 119

III.2.3 Description morphométrique du squelette 121

III.2.3.1 Le Crâne 121

Caractéristiques générales 121

Etude des *Normae* 129

Description des principaux ossements du crâne 145

Structure de l'oreille 161

Face endocrânienne 168

III.2.3.2 La mandibule 170

Dimensions générales 170

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Région symphysaire 173
Robustesse du corps mandibulaire et de la symphyse 176
Branche montante 178
III.2.3.3 Les dents 182
III.2.3.4 L'os hyoïde 187
III.2.3.5 La ceinture scapulaire 189
Les clavicules 189
Les scapulas 194
III.2.3.6 Le membre supérieur 199
Les humérus 199
Les ulnas 217
Les radius 230
Les ossements de la main 238
III.2.3.7 Le tronc 247
Le sternum 247
Les côtes 249
La colonne vertébrale 250
III.2.3.8 La ceinture pelvienne 258
Coxal 258
III.2.3.9 Le membre inférieur 262
Les fémurs 262
Les patellas 275
Les tibias 278
Les fibulas 280
Les ossements du pied 281
III.2.3.10 Variations anatomiques non-métriques 284
Caractères discrets crâniens 284
Caractères discrets infra-crâniens 288
III.2.3.11 Paléopathologie 291
Atteintes pathologiques 291
Etiologie des atteintes 296
Corrélation entre les lésions et le contexte archéologique de NK 4 297

Chapitre IV : Etude comparative multivariée et discussions 301 – 332

IV.1 Le crâne 301

IV.1.1 Le neurocrâne 303

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

IV.1.2 La face 306
IV.1.3 L'oreille interne et moyenne 310
IV.2 La mandibule 315
IV.3 Le squelette infra-crânien 321
IV.3.1 Le membre supérieur 321
IV.3.1.1 L'humérus 321
IV.3.1.2 L'ulna 322
IV.3.1.3 Le radius 325
IV.3.2 Le membre inférieur : le fémur 328

Bilans et conclusions 333 – 340

Bibliographie 341 – 379

Annexes I – LXXXVII
Annexes I : Description des mesures et valeurs de NK 2 I – XLIII
Annexe I.1 Identité biologie I
Annexe I.2 Mesures du crâne II
Annexe I.3 Mesures de la mandibule XIII
Annexe I.4 Mesures des dents XV
Annexe I.5 Mesures de l'os hyoïde et du squelette infra-crânien XVI
Annexe I.6 Variations anatomiques non-métriques XL
Annexe II : Planches photographiques XLIV – LXVIII
Annexe III : Synthèses des analyses multivariées LXIX – LXXXVII
Annexe III.1 Analyses en composantes principales (ACP) LXIX
Annexe III.2 Synthèses des analyses discriminantes LXXXI

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : *échelle stratigraphique des différentes phases du Nil depuis 8 Ma (d'après Said, 1990 ; Butzer,1980).* 27

Figure 2 : *carte géographique représentant les principaux sites archéologiques de la vallée du Nil (Nil Blanc et Bleu inclus) et de sa périphérie décrits dans ce paragraphe.* 30

Figure 3 : *échelle stratigraphique et isotopique des plus anciens sites connus d'occupation humaine de la vallée du Nil.* 31

Figure 4 : *biface nubien (d'après Guichard & Guichard, 1965).* 32

Figure 5 : *pierre en grès travaillée et découverte dans le niveau Sangoen du site 8-B-11 de l'île de Saï (d'après Van Peer* et al.*, 2003).* 33

Figure 6 : *photographie en vue latérale gauche de la* calvaria *de Singa.* 34

Figure 7 : *photographie de la position* in situ *de l'enfant de Taramsa 1 lors de sa découverte (photo P. Vermeersch).* 40

Figure 8 : *carte géographique représentant la localisation du village de Nazlet Khater dans la vallée du Nil (d'après Vermeersch* et al.*, 1984a).* 43

Figure 9 : *plan de l'étendue minière de NK 4 (d'après Vermeersch* et al.*, 1990b).* 44

Figure 10 : *coupe A de la Figure 9 (d'après Vermeersch* et al.*, 1984b).* 44

Figure 11 : partie de la *coupe A détaillée (d'après Vermeersch* et al.*, 1984b).* 46

Figure 12 : *artéfacts lithiques du site de NK 4 (d'après Vermeersch* et al.*, 1990b).* 48

Figure 13 : *localisation du site minier de Nazlet Khater 2 (NK 2) sur le Boulder Hill par rapport à celui de Nazlet Khater 4 (NK 4) (d'après Vermeersch, 2002c).* 51

Figure 14 : *topographie du Boulder Hill avec la position des deux tombes, de la mine de Nazlet Khater 2 et des tranchées de fouilles du BMEPP (d'après Vermeersch, 2002**c**).* 52

Figure 15 : *relevé partiel des restes de la première tombe (d'après Vermeersch* et al.*, 1984b).* 53

Figure 16 : *ossements de fœtus retrouvés dans la première tombe.* 53

Figure 17 : *photographie de la fente de dessiccation dans laquelle le deuxième squelette (NK 2) était enterré (photo P. Vermeersch).* 54

Figure 18 : *photographie du bord de la tranchée érodée. Le contour du crâne de NK 2 y est affleurant.* 54

Figure 19 : *relevé synthétique de la deuxième tombe (d'après Vermeersch, 2002c).* 55

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Figure 20 : *hache du site minier de Nazlet Khater 4 (A) et de la tombe de NK 2 (B) (d'après Vermeersch* et al.*, 1984c).* 56

Figure 21 : *photographie du squelette de Nazlet Khater 2 en place dans la fente de dessiccation (photo P. Vermeersch).* 57

Figure 22 : *photographie du squelette de Nazlet Khater 1 en place dans la fente de dessiccation après démontage des jambes et des bras (photo P. Vermeersch).* 58

Figure 23 : *photographie du squelette de NK 1 après le premier décapage (photo P. Vermeersch).* 59

Figure 24 : *Représentation graphique des valeurs centrées réduites ajustées de NK 2 en fonction des différents groupes et ce pour chaque variable.* 82

Figure 25 : *représentation graphique des boîtes à moustaches avec médiane et centiles.* 82

Figure 26 : *fiche de conservation des ossements du squelette de Nazlet Khater 2.* 86

Figure 27 : *photographie de la face latérale gauche du crâne de NK 2 en 1980 et en 2002 illustrant le problème de reconstruction du maxillaire suite aux altérations subies par la face (photographie « 1980 », P. Vermeersch).* 87

Figure 28 : *représentation des segments de cordes de la grande incisure ischiatique sur le coxal droit de NK 2.* 99

Figure 29 : *diagramme bivarié des deux premiers axes de l'analyse en composantes principales sur les mesures du bassin de NK 2 et de l'échantillon de sexe connu de Coimbra.* 103

Figure 30 : *radiographie de la partie basilaire du crâne de NK 2, au niveau de la synchondrose sphéno-occipitale.* 108

Figure 31 : *extrémité proximale du fémur droit de NK 2 avec la ligne de fusion épiphysaire.* 109

Figure 32 : *coupe scanner sagittale de l'extrémité distale du fémur droit de NK 2 montrant une partie de la ligne épiphysaire conservée au niveau postéro-médial du condyle médial.* 109

Figure 33 : *vue antérieure du sacrum de NK 2 montrant l'espace présent entre les corps de vertèbres sacrées S1 et S2.* 112

Figure 34 : *récapitulatif des intervalles d'âge de fusion des différents points d'ossification tardifs du squelette humain.* 112

Figure 35 : *photographie des deux surfaces sacro-pelviennes iliaques de NK 2.* 113

Figure 36 : *graphique de l'estimation de la stature sur la base de la longueur du fémur en fonction de celle de l'humérus d'après la formule de Cleuvenot & Houët (1993) basée sur l'échantillon « Noirs » de Trotter & Gleser (1952 & 1958).* 116

Figure 37 : *indice huméro-fémoral de NK 2 (d, g) et DV 15 comparé à la moyenne et l'écart-type (S) des valeurs de l'échantillon de comparaison.* 117

Figure 38 : *radiographie de la calotte de Nazlet Khater 2. Tracé des coupes scanners des figures ci-dessous.* 123

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Figure 39 : *coupe scanner coronale (A-B) de la calotte.* 124

Figure 40 : *coupe scanner sagittale (C-D) de la calotte.* 125

Figure 41 : *diagramme bivarié des moyennes de longueur maximale (GOL) et de largeur maximale (XCB) du crâne pour chaque groupe de comparaison.* 126

Figure 42 : *diagramme bivarié des moyennes de longueur maximale (GOL) et de la hauteur au porion (ABH) du crâne pour chaque groupe de comparaison.* 127

Figure 43 : *diagramme bivarié des moyennes de largeur maximale (XCB) et la hauteur au porion (ABH) du crâne pour chaque groupe de comparaison.* 127

Figure 44 : *indice cranio-facial transverse (ICT) de NK 2 et ST (Springbok Flats) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 129

Figure 45 : *valeurs centrées réduites ajustées des largeurs crâniennes en* norma basiliaris *de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison.* 134

Figure 46 : *indice fronto-transverse (IFT) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chaque groupe de comparaison.* 135

Figure 47 : *valeurs centrées réduites ajustées des largeurs de la face de NK 2 comparées aux deux groupes les mieux représentés ainsi qu'à l'ensemble de l'échantillon de comparaison.* 136

Figure 48 : *diagramme bivarié de la dysharmonie crânio-faciale représentant l'indice crânien (ICR) en fonction de l'indice facial supérieur (IFS).* 137

Figure 49 : *dessin du crâne en vue verticale (dessin B. Larmignat).* 139

Figure 50 : *dessin du crâne en vue latérale droite (dessin B. Larmignat).* 140

Figure 51 : *dessin du crâne en vue latérale gauche (dessin B. Larmignat).* 141

Figure 52 : *dessin du crâne en vue occipitale (dessin B. Larmignat).* 142

Figure 53 : *dessin du crâne en vue basale* (*dessin B. Larmignat).* 143

Figure 54 : *dessin du crâne en vue faciale* (*dessin B. Larmignat).* 144

Figure 55 : *angle de courbure du frontal (FRA) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 145

Figure 56 : *coupe scanner au niveau du foramen pariétal gauche.* 146

Figure 57 : *angle de courbure du pariétal (PAA) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 146

Figure 58 : *angle de courbure de l'occipital (OCA) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 149

Figure 59 : *valeurs centrées réduites ajustées des hauteurs du processus zygomatique du temporal de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison.* 150

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Figure 60 : *hauteur du processus mastoïde (MDH) de NK 2 (d,g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 152

Figure 61 : *photographie du trou auditif gauche montrant la crête et la dépression supra-méatiques.* 154

Figure 62 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures de l'os zygomatique gauche de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison.* 155

Figure 63 : *largeur maxillo-alvéolaire (MAB) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 158

Figure 64 : *vues antérieure et postérieure du malleus droit de NK 2.* 161

Figure 65 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions des malleus fossiles par rapport à la variabilité actuelle.* 162

Figure 66 : *reconstruction du labyrinthe gauche de NK 2 en vue latérale (A) et en vue supérieure (B).* 164

Figure 67 : *valeurs centrées réduites ajustées des rayons de courbure des canaux semi-circulaires (CSC) et de la cochlée de NK2 par rapport aux groupes de comparaison.* 164

Figure 68 : *représentation graphique des proportions des CSC antérieur, postérieur et latéral de NK 2 par rapport aux schémas actuel et néandertalien.* 165

Figure 69 : *labyrinthe droit de NK 2 représentant la position du canal postérieur par rapport au canal latéral et l'inclinaison de la ligne ampullaire.* 167

Figure 70 : *valeurs centrées réduites ajustées des indices mandibulaires de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison.* 170

Figure 71 : *longueur du corps mandibulaire (LCM) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 171

Figure 72 : *diagramme bivarié de la longueur du corps (LCM) par rapport à la longueur totale de la mandibule (LTM).* 172

Figure 73 : *angle mentonnier (AMT) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 174

Figure 74 : *profil symphysaire de la mandibule de NK 2.* 175

Figure 75 : *valeurs centrées réduites ajustées des épaisseurs et indices de robustesse de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison.* 176

Figure 76 : *diagramme bivarié de l'épaisseur au foramen mentonnier (FMB) en fonction de l'épaisseur à la symphyse (SYB).* 177

Figure 77 : *diagramme bivarié de la largeur de la branche montante (RAB) en fonction de sa hauteur (RAH1).* 179

Figure 78 : *photographie en vue latérale droite de la mandibule de NK 2 montrant l'encoche du bord postérieur du processus coronoïde.* 180

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Figure 79 : *arcades dentaires maxillaire et mandibulaire de NK 2 montrant l'état d'usure des dents.* 183

Figure 80 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions bucco-linguale (BL) et mésio-distale (MD) des molaires inférieures de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison.* 185

Figure 81 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions bucco-linguale (BL) et mésio-distale (MD) des molaires supérieures de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison.* 186

Figure 82 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures de l'os hyoïde de NK 2 et Kébara 2 par rapport à un échantillon actuel (données tirées de Arensburg* et al., *1989).* 187

Figure 83 : *photographie de l'os hyoïde de NK 2 en vue craniale.* 188

Figure 84 : *indice de robustesse (IndR) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 189

Figure 85 : *diagramme bivarié de la largeur de l'extrémité sternale (BexS) en fonction de sa hauteur (HexS).* 190

Figure 86 : *indice diaphysaire (IndD) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 191

Figure 87 : *coupe scanner de la diaphyse des clavicules de NK 2 à 1 cm du tubercule conoïde montrant le sillon du muscle subclavier.* 192

Figure 88 : *indice de largeur externe (IndBext) de NK 2 par rapport à la moyenne et aux écart-types des valeurs de l'échantillon moderne de comparaison.* 192

Figure 89 : *diagramme bivarié de la longueur de la cavité glénoïde (LcavG) en fonction de sa largeur (BcavG).* 194

Figure 90 : *indice glénoïdien (IndG) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 195

Figure 91 : *contour du bord latéral de la scapula gauche de NK 2 à mi-hauteur.* 196

Figure 92 : *photographie en vue dorsale de la scapula droite de NK 2 montrant le sillon de l'artère circonflexe.* 197

Figure 93 : *indice de robustesse (IndR) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 199

Figure 94 : *diagramme bivarié du diamètre transverse de la tête humérale (DtrCap) en fonction du diamètre vertical (DvrCap).* 202

Figure 95 : *indice diaphysaire (IndDia) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 202

Figure 96 : *coupes scanners à 35 % et 50 % distal de la diaphyse des humérus gauche (G) et droit (D) de NK 2.* 204

Figure 97 : *diagramme bivarié des logarithmes népériens du pourcentage de l'aire corticale (% CA) en fonction de la longueur de l'humérus pour les sections à mi-diaphyse.* 207

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Figure 98 : *diagramme bivarié des logarithmes népériens du second moment polaire d'inertie (J) en fonction de la longueur de l'humérus pour les sections à mi-diaphyse.* 207

Figure 99 : *rapport des seconds moments d'inertie (Ix/Iy) de NK 2 à mi-diaphyse par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 208

Figure 100 : *diagramme bivarié des logarithmes népériens du pourcentage de l'aire corticale (% CA) en fonction de la longueur de l'humérus pour les sections à 35 % distal.* 209

Figure 101 : *diagramme bivarié des logarithmes népériens du pourcentage du second moment polaire d'inertie (J) en fonction de la longueur de l'humérus pour les sections à 35 % distal.* 209

Figure 102 : *rapport des seconds moments d'inertie (Ix/Iy) de NK 2 à 35 % distal par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 210

Figure 103 : *indice de largeur de l'extrémité distale (IndExD) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 212

Figure 104 : *coupes scanners des humérus droit et gauche de NK 2 au niveau de la palette humérale.* 212

Figure 105 : *indice de position de la fosse olécrânienne (IndPosF) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 213

Figure 106 : *diagramme bivarié de la largeur de la fosse olécrânienne (BFoss) en fonction de sa hauteur (HFoss).* 214

Figure 107 : *rapport de la hauteur de la fosse olécrânienne sur la longueur maximale pour NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 215

Figure 108 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions générales des ulnas de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison.* 217

Figure 109 : *indice de largeur proximale (IndBProx) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 218

Figure 110 : *photographies en vues antérieure et dorsale de l'extrémité proximale de l'ulna gauche de NK 2.* 219

Figure 111 : *diagramme bivarié de la hauteur de l'olécrâne (HOle) en fonction de son diamètre antéro-postérieur (Da-pOle).* 219

Figure 112 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions des processus coronoïdes de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison.* 221

Figure 113 : *indice de développement du processus coronoïde (IndDCor) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 222

Figure 114 : *profondeur de la trochlée (PrTroch) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 223

Figure 115 : *indice de longueur des processus olécrâne et coronoïde (IndProc) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 223

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Figure 116 : *diagramme bivarié de la longueur de l'incisure radiale (BIncR) en fonction de sa hauteur (HIncR).* 224

Figure 117 : *indice de platôlénie (IndP) de NK 2 (d,g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 225

Figure 118 : *valeurs centrées réduites ajustées des diamètres et indices diaphysaires gauches et droits de NK 2 par rapport à l'ensemble de l'échantillon de comparaison.* 227

Figure 119 : *coupes scanners des diaphyses ulnaires droite et gauche de NK 2 au niveau proximal (sous le bord inférieur de la tubérosité brachiale) et à mi-diaphyse.* 228

Figure 120 : *diagramme bivarié du diamètre antéro-postérieur de l'extrémité distale (Da-pD) en fonction de son diamètre transverse (DtrD).* 229

Figure 121 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions générales des radius de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison.* 230

Figure 122 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures de longueur du col de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison.* 232

Figure 123 : *largeur transverse au niveau de la tubérosité radiale (DtrTub) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 233

Figure 124 : *indice diaphysaire (IndDia) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 234

Figure 125 : *coupe scanner à mi-diaphyse du radius gauche de Nazlet Khater 2.* 235

Figure 126 : *indice de largeur distale (IndBD) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 236

Figure 127 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions du trapèze de NK 2 par rapport à un échantillon d'hommes actuels et de Néandertaliens.* 239

Figure 128 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures des premiers métacarpiens gauche et droit de NK 2 par rapport à un échantillon d'hommes actuels et de Néandertaliens.* 241

Figure 129 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures des phalanges proximales du premier rayon de NK 2 par rapport à un échantillon d'hommes actuels.* 242

Figure 130 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures de métacarpiens 2 – 5 de NK 2 par rapport à un échantillon d'hommes actuels.* 244

Figure 131 : *photographie des deux MTC 4 de NK 2 en vues médiale et postérieure.* 245

Figure 132 : *photographie en vue antérieure du manubrium de NK 2 avec ossification des cartilages des premières côtes.* 247

Figure 133 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures de longueurs du corps sternal de NK 2, DV 13, Kébara 2 et Regourdou 1 par rapport à un échantillon moderne actuel (d'après Franciscus, 1989). Les valeurs de LTms pour les deux Néandertaliens proviennent de l'estimation de Franciscus (ibidem).* 249

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Figure 134 : *valeurs centrées réduites ajustées des indices du canal vertébral de chaque vertèbre de NK 2 en fonction de l'échantillon du Gravettien et celui des hommes actuels de Holliday, (2006b).* 255

Figure 135 : *photographie en vue postérieure de la tubérosité ischiatique et sillon du muscle obturateur du coxal droit de NK 2.* 260

Figure 136 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures du fémur droit de NK 2 par rapport aux différents groupes de comparaison.* 262

Figure 137 : *longueur de la flèche (Lflèche) de NK 2 et DV 15 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison (données tirées de Shackelford & Trinkaus, 2002 et Shackelford, 2005).* 263

Figure 138 : *angle collo-diaphysaire (AcolD) de NK 2 (d,g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 264

Figure 139 : *diagramme bivarié du diamètre vertical du col (DvCol) en fonction du diamètre antéro-postérieur (Da-pCol).* 266

Figure 140 : *indice de platymérie (IndPla) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 267

Figure 141 : *sections diaphysaires à 80 % et 50 % de longueur du fémur droit de NK 2.* 269

Figure 142 : *diagramme bivarié de l'aire corticale (CA) standardisée en fonction du second moment polaire d'inertie (J) standardisé des sections à 80 %.* 270

Figure 143 : *rapport des seconds moments d'inertie (Ix/Iy) de NK 2 à 80% distal par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 271

Figure 144 : *diagramme bivarié de l'aire corticale (CA) standardisée en fonction du second moment polaire d'inertie (J) standardisé des sections à 50 %.* 272

Figure 145 : *rapport des seconds moments d'inertie (Ix/Iy) de NK 2 à mi-diaphyse par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 273

Figure 146 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions de l'extrémité distale de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison.* 274

Figure 147 : *diagramme bivarié de la hauteur maximale (Hmax) de la patella en fonction de sa largeur maximale (Bmax).* 275

Figure 148 : *indice patellaire (IndP) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 276

Figure 149 : *diagramme bivarié de la largeur articulaire médiale (Bmed) en fonction de la largeur articulaire latérale (Blat).* 277

Figure 150 : *photographie en vue postérieure des patellas droite et gauche de NK 2 montrant une encoche au niveau de l'insertion du muscle vaste latéral.* 277

Figure 151 : *angle de rétroversion du plateau tibial (Aretro) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 278

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Figure 152 : *indice cnémique (IndC) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.* 279

Figure 153 : *diagramme bivarié de la longueur de la trochlée (Ltro) en fonction de sa largeur médiane (Btro).* 281

Figure 154 : *photographie en vue supérieure du talus gauche de NK 2.* 282

Figure 155 : *photographie en vue postérieure du crâne de NK 2. Présence supposée d'un os suturaire surnuméraire.* 287

Figure 156 : *photographie en vue antérieure du corps du sternum montrant la perforation sternale de NK 2.* 290

Figure 157 : *photographie illustrant l'ostéophytose marginale sévère du plateau vertébral inférieur de la cinquième vertèbre cervicale chez NK 2.* 292

Figure 158 : *photographie illustrant le polissage articulaire présent sur la surface articulaire postéro-inférieure de l'Axis de NK 2.* 292

Figure 159 : *photographie en vue postérieure de l'épicondylite latérale et médiale de l'humérus gauche.* 293

Figure 160 : *photographie illustrant l'enthésopathie périphérique au niveau de l'insertion du quadriceps fémoral sur la patella droite de NK 2.* 296

Figure 161 : *corne de gazelle ayant servi de pic d'extraction à Nazlet Khater 4 (Vermeersch, comm. pers.)* 298

Figure 162 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP 1 & CP 2) de l'analyse en composantes principales des variables du neurocrâne.* 304

Figure 163 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur le premier et le troisième axe (CP 1 & CP 3) de l'analyse en composantes principales des variables du neurocrâne.* 305

Figure 164 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP 1 & CP 2) de l'analyse en composantes principales des variables de la face.* 306

Figure 165 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur le premier et le troisième axe (CP 1 & CP 3) de l'analyse en composantes principales des variables de la face.* 306

Figure 166 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP 1 & CP 2) de l'analyse en composantes principales des variables de la face avec l'échantillon d'hommes actuels.* 308

Figure 167 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP 1 & CP 2) de l'analyse en composantes principales des variables de l'oreille interne.* 312

Figure 168 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP 1 & CP 2) de l'analyse en composantes principales des variables mandibulaires.* 317

Figure 169 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur le premier et le troisième axe (CP 1 & CP 3) de l'analyse en composantes principales des variables* 318

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

mandibulaires.

Figure 170 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP1 et CP2) de l'analyse en composantes principales des variables de l'humérus.* 322

Figure 171 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP 1 & CP 2) de l'analyse en composantes principales des variables de l'ulna.* 324

Figure 172 : *digramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP1 & CP2) de l'analyse en composantes principales des variables du radius.* 326

Figure 173 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points en fonction du premier et du troisième axe (CP1 & CP2) de la première analyse en composantes principales des variables fémorales.* 329

Figure 174 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points en fonction des deux premiers axes (CP1 & CP3) de la première analyse en composantes principales des variables fémorales.* 329

Figure 175 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points en fonction des deux premiers axes (CP1 & CP2) de la deuxième analyse en composantes principales des variables fémorales.* 330

Figure 176 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points en fonction du premier et du troisième axe (CP1 & CP3) de la deuxième analyse en composantes principales des variables fémorales.* 331

Figure 177 : *hypothèse de l'origine de l'homme moderne selon les données génétiques. Modifié d'après Excoffier (2002).* 340

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : *détails du contenu des différents groupes de comparaison utilisés dans l'analyse descriptive univariée et multivariée de NK 2.* 68 – 78

Tableau 2 : *références des populations actuelles incorporées à l'analyse en fonction des ossements considérés.* 80

Tableau 3 : *état de conservation des os des mains de NK 2.* 92

Tableau 4 : *résultats de la diagnose sexuelle probabiliste à partir de toutes les variables mesurables sur les coxaux de NK 2 et résultats suite au retrait de la variable ISMM. p = probabilité* a posteriori. 101

Tableau 5 : *distance probabiliste (Dp) des valeurs de hauteur de l'ischium (ISMM) de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison masculin et féminin.* 101

Tableau 6 : *résultats de l'analyse discriminante sur les mensurations du bassin. Probabilité* a posteriori *de NK 2 d'appartenir à l'un des groupes sexés de Coimbra.* 104

Tableau 7 : *intervalles d'âge durant lesquels la fusion complète de la synchondrose sphéno-occipitale est observée chez les individus masculins.* 108

Tableau 8 : *intervalles d'âge durant lesquels la fusion complète des épiphyses proximale et distale du fémur se réalise.* 109

Tableau 9 : *intervalles d'âge durant lesquels la fusion complète de la crête iliaque se réalise.* 110

Tableau 10 : *intervalles d'âge durant lesquels la fusion complète de l'extrémité sternale de la clavicule se réalise.* 111

Tableau 11 : *résultats des estimations de stature de NK 2 en fonction des différentes équations de la littérature basées sur la longueur des humérus et des fémurs.* 115

Tableau 12 : *proportions corporelles de NK 2 et DV 15 par rapport aux données de Holliday (2006a).* 119

Tableau 13 : *estimation de la masse corporelle de NK 2, DV 15 et comparaison avec les données de Trinkaus (2006a) pour les hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe.* 120

Tableau 14 : *comparaison des estimations de capacité crânienne (cm^3) de NK 2 en fonction des mesures et des formules utilisées.* 121

Tableau 15 : *épaisseurs des parois crâniennes de NK 2 comparé aux moyennes (m) de Twiesselmann (1941).* 122

Tableau 16 : *épaisseurs de NK 2 comparées aux moyennes (m), écart-types (s) et effectifs (n) de l'échantillon moderne de comparaison.* 122

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Tableau 17 : *épaisseurs de NK 2 comparées aux moyennes des* Homo sapiens *archaïques et des hommes modernes du Paléolithique moyen de notre échantillon de comparaison.* 123

Tableau 18 : *degré de complication des principales sutures crâniennes selon Broca (1875).* 125

Tableau 19 : *valeurs des indices de hauteur du crâne de NK 2.* 128

Tableau 20 : *moyennes des indices de courbure (du frontal, du pariétal et de l'occipital) pour les groupes de comparaison.* 131

Tableau 21 : *pourcentage de cas pour lesquels l'arc pariétal (PAR) est plus court que l'arc occipital (OAR) dans chaque groupe de comparaison.* 131

Tableau 22 : *contribution (en %) de chaque arc à l'arc sagittal médian pour NK 2 et les différents groupes de comparaison.* 132

Tableau 23 : *angles et indice de NK 2 quantifiant le prognathisme facial supérieur.* 132

Tableau 24 : *valeurs de l'indice de largeur (ICG) et des largeurs bicondylienne (BCB) et bigoniaque (BGB) de NK 2. Moyennes, écart-types et effectifs de ces mesures pour les groupes de comparaison.* 173

Tableau 25 : *stades d'usure des dents de NK 2 d'après Smith (1984).* 182

Tableau 26 : *diamètres bucco-lingual et mésio-distal des deuxièmes et troisièmes molaires supérieures de NK 2 et des hommes modernes du Middle Stone Age.* 186

Tableau 27 : *pourcentages des différents types morphologiques du bord latéral de la scapula pour NK 2 et les groupes de comparaison. (d'après Vandermeersch, 1981 ; Nara, 1994 & Trinkaus, 2006b).* 196

Tableau 28 : *asymétrie standardisée des longueurs maximales des humérus de NK 2, et de deux échantillons de comparaison, montrant la dominance d'une longueur plus grande du côté droit.* 200

Tableau 29 : *comparaison des périmètres des humérus de NK 2 à trois niveaux différents.* 200

Tableau 30 : *indice de développement de la tubérosité deltoïde chez NK 2 et moyennes, écart-types et effectifs des groupes de comparaison.* 203

Tableau 31 : *asymétrie standardisée des propriétés géométriques gauches et droites des sections à 35 % distal et 50 % de la diaphyse des humérus de NK 2.* 205

Tableau 32 : *largeurs de piliers huméraux et indice de ces largeurs pour NK 2. Moyennes, écart-types et effectifs des valeurs pour les groupes de comparaison.* 215

Tableau 33 : *pourcentages de trois types d'orientation possible du processus coronoïde dans différentes populations de comparaison.* 220

Tableau 34 : *moyennes, écart-types et effectifs des valeurs de position de la tubérosité brachiale pour NK 2 et les groupes de comparaison..* 225

Tableau 35 : *moyennes, écart-types et effectifs des valeurs de l'angle de courbure antéro-postérieur (Aa-pC) pour NK 2 et les groupes de comparaison.* 226

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Tableau 36 : *moyennes, écart-types et effectifs des valeurs de l'indice brachial (IBRA) de NK 2 et des groupes de comparaison.* 231

Tableau 37 : *moyennes, écart-types et effectifs des valeurs de l'angle collo-diaphysaire (AcolD) de NK 2, des groupes de l'échantillon de comparaison.* 233

Tableau 38 : *moyennes, écart-types et effectifs des valeurs des propriétés géométriques de la section radiale à mi-diaphyse de NK 2 et les échantillons de comparaison.* 235

Tableau 39 : *moyennes, écart-types et effectifs des dimensions de l'incisure ulnaire de NK 2 et des groupes de comparaison.* 237

Tableau 40 : *données comparatives de Niewoehner et al. (1997) pour l'angle de la facette articulaire du MTC 2 du capitatum chez les Néandertaliens et les hommes actuels. Les valeurs de Dolní Věstonice proviennent de Trinkaus 2006b.* 240

Tableau 41 : *asymétrie standardisée entre les métacarpiens droit et gauche de chacun des rayons. Les valeurs négatives traduisent une dimension plus élevée à gauche qu'à droite.* 244

Tableau 42 : *longueur antérieure (Lmax) et largeur maximale (Bmax) du sacrum de NK 2 et d'un échantillon actuel de comparaison (Coimbra ; Bruzek, comm. pers).* 256

Tableau 43 : *caractères discrets présents chez NK 2 comparés aux fréquences observées dans les séries de Jebel Sahaba (JS) et de Wadi Halfa (WH).* 284

Tableau 44 : *caractères discrets présents chez NK 2 comparés aux fréquences observées chez les Natoufiens selon Bocquentin (2003).* 285

Tableau 45 : *caractères discrets infra-crâniens présents chez NK 2 comparés aux fréquences observées dans les séries de Jebel Sahaba (JS) et de Wadi Halfa (WH).* 288

Tableau 46 : *caractères discrets infra-crâniens présents chez NK 2 comparés aux fréquences observées chez les Natoufiens selon Bocquentin (2003)* 289

Tableau 47 : *atteintes pathologiques de la colonne vertébrale de NK 2.* 294

Tableau 48 : *atteintes pathologiques des membres de NK 2.* 295

Tableau 49 : *sexes et côtés pour lesquels les insertions humérales considérées chez NK 2 présentent significativement plus de traces de remodelage dans la population minière de Hallstatt que dans la population paysanne de comparaison (D'après Pany, 2003).* 299

Tableau 50 : *limites des dimensions servant à caractériser les crânes des hommes anatomiquement modernes selon Day & Stringer (1982) et valeurs de NK 2.* 301

Tableau 51 : *traits séparant les hommes anatomiquement modernes des hommes archaïques (d'après Lieberman et al., 2002). Valeurs de Nazlet Khater 2 et des groupes de références.* 302

Tableau 52 : *résultats de l'analyse discriminante sur les variables de l'oreille interne. Pourcentages de classification correcte des groupes et probabilités* a posteriori *de NK 2 d'appartenir à chacun des groupes.* 303

Tableau 53 : *résultats de l'analyse discriminante sur les variables mandibulaires. Pourcentages de classification correcte des groupes et probabilités* a posteriori *de NK 2* 319

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

d'appartenir à chacun des groupes.

Tableau 54 : *résultats de l'analyse discriminante sur les variables de l'extrémité proximale de l'ulna. Pourcentages de classification correcte des groupes et probabilités* a posteriori *de NK 2 d'appartenir à chacun de ces groupes.* 325

Tableau 55 : *résultats de l'analyse discriminante sur les variables de l'extrémité proximale du radius. Pourcentages de classification correcte des groupes et probabilités* a posteriori *de NK 2 et Cave of Hearths d'appartenir à chacun de ces groupes.* 327

Tableau 56 : *résultats de l'analyse discriminante sur les deux séries de variables fémorales ayant servi pour chacune des analyses en composantes principales. Pourcentages de classification correcte des groupes et probabilités* a posteriori *de NK 2 dans les deux cas.* 332

Tableau 57 : *récapitulatif des caractères métriques et morphologiques archaïques ou particuliers du crâne et de la mandibule de Nazlet Khater 2.* 335

Tableau 58 : *récapitulatif des caractères métriques et morphologiques adaptatifs, archaïques ou particuliers du squelette infra-crânien de Nazlet Khater 2.* 337

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

INTRODUCTION

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Depuis les années 80, l'étude de l'origine de l'homme anatomiquement moderne, de sa variabilité et de ses comportements constitue peut-être le sujet le plus passionnant de la Paléoanthropologie et de la Préhistoire. La variabilité de l'homme moderne des époques paléolithiques a fait l'objet de recherches intenses (les résultats ont été abondants) durant deux périodes distinctes de l'évolution humaine. La première est celle des stades isotopiques (*OIS*) 6 et 5e avec les plus vieux hommes modernes d'Afrique (*e.g.* Day & Stringer 1982 ; White *et al.* 2003 ; Haile-Selassie *et al.*, 2004) et du Proche-Orient (*e.g.* McCown & Keith, 1939 ; Vandermeersch 1981 ; Tillier, 1999). La mise en évidence, en Israël, de cette population d'*Homo sapiens sapiens*, pénécontemporaine d'hommes non anatomiquement modernes (au moins en Europe), et associée à un techno-complexe moustérien, a suscité d'intenses réflexions sur les premiers hommes modernes et sur les comportements supposés propres à ces derniers (McBrearty & Brooks, 2000). La seconde période d'attention concerne les stades isotopiques 2 et 1 avec l'expansion des hommes modernes dans toutes les parties du monde (*e.g.* Stringer & McKie, 1997) et la caractérisation de la variabilité actuelle (*e.g.* Lahr, 1996).

De plus, les résultats de la génétique et de la paléogénétique sont venus alimenter cette thématique (*e.g.* Relethford, 2001). Les études du génome humain vont dans le sens d'une origine récente des hommes actuels depuis un « stock génétique moderne » africain ayant subi une ou plusieurs crises démographiques (ou effet *bottleneck*) suivies de vagues d'expansion (Harpending & Rogers, 2000 ; Excoffier, 2002 ; Garrigan & Hammer, 2006). Il est impossible de synthétiser en une phrase les résultats complexes de ces travaux. Cependant, beaucoup de recherches s'accordent actuellement pour considérer que l'étude des populations actuelles ne témoigne que d'une partie restreinte de la variabilité passée des hommes anatomiquement modernes. Il est donc essentiel de mieux connaître cette dernière afin de concevoir l'évolution et la définition biologique d'*Homo sapiens* et d'en apprécier toute la complexité.

Une des périodes cruciales pour tenter de répondre à ces interrogations pourrait être celle du stade isotopique 3 (*OIS* 3). Toutefois, la variabilité des hommes modernes de la majeure partie du Pléistocène supérieur est très mal connue. Il existe en effet très peu (trop peu) de restes humains complets et bien datés au-delà de 30 Ka. Les études morphologiques et l'étude de l'ADN mitochondrial des premiers représentants de notre espèce attestent pourtant une variabilité beaucoup plus complexe que celle observée actuellement (*e.g.* Vandermeersch, 1981 & 2005 ; Thorne *et al.*, 1999 ; Adcock *et al.*, 2000 ; Trinkaus, 2006c).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Dans le cadre de cette problématique, la découverte des restes humains de Nazlet Khater 2 (NK 2) revêt un intérêt paléoanthropologique très particulier. Le squelette de NK 2 a été mis au jour en 1980 dans la vallée du Nil près de Tahta (Egypte) par le *Belgian Middle Egypt Prehistoric Project* (*BMEPP*) dirigé par P. Vermeersch (Vermeersch *et al.*, 1984a). Ces restes, datés directement aux alentours de 38 Ka (Grün, comm. pers.), sont associés au site minier du Paléolithique supérieur de Nazlet Khater 4 dont la période d'exploitation s'étale de 40 à 35 Ka (Vermeersch, 2002a). La position chronologique de ce spécimen le place au centre d'un hiatus de près de 35 Ka pour lequel aucun reste humain n'a été exhumé dans la vallée du Nil et en fait le plus ancien homme moderne adulte de l'*OIS* 3 au nord de l'Afrique. Pour la première moitié de cette période, et à notre connaissance, c'est également le seul squelette d'adulte moderne sub-complet de tout le continent africain, voire de l'ancien monde. Seuls les restes partiels immatures de l'enfant de Taramsa (Vermeersch *et al.* 1998) sont plus anciens. Le squelette de Nazlet Khater 2 est presque complet à l'exception des parties distales des jambes et de la plupart des os des pieds. Il offre par conséquent une opportunité unique d'appréhender une partie de la variabilité des hommes modernes.

Les restes de NK 2 ont déjà été partiellement étudiés. Tout d'abord par Thoma, en 1984, qui décrit les principales caractéristiques du squelette et lui attribue le statut d'homme moderne malgré la persistance de certains traits archaïques. Il réalise également une comparaison de la mandibule avec les populations épipaléolithiques nubiennes de Jebel Sahaba et Wadi Halfa. Cette étude morphométrique le pousse à rapprocher NK 2 de ces deux séries et ce malgré la largeur hors norme de la branche montante de la mandibule. En 1990, Braüer & Rimbach montrent dans un article sur la comparaison craniométrique des *Homo sapiens* archaïques et modernes d'Europe, d'Afrique et du Proche-Orient que NK 2 ressemble à la fois aux séries nord africaines d'Afalou et de Taforalt et aux hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe. Enfin, Pinhasi (1998 & 2002) étudie les dents et la mandibule de Nazlet Khater 2. Il les compare à une série de restes Africains d'époques et d'origines différentes à l'aide d'analyses en composantes principales. Malgré le constat d'une difficulté de discrimination des groupes sub-sahariens, sahariens et nord-africains sur base des variables mandibulaires et dentaires utilisées, il rapproche NK 2 des spécimens du *Middle Stone Age* sub-saharien.

Ces premiers travaux soulignent tous la complexité morphologique de NK 2, ainsi que la variabilité des résultats en fonction de l'échantillon de comparaison utilisé, ce dernier étant différent suivant les parties anatomiques examinées.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les objectifs de notre thèse s'articulent donc autour de plusieurs points.

Tout d'abord la nécessité de constituer un échantillon de comparaison le plus homogène possible pouvant être utilisé dans la caractérisation morphométrique de chacun des ossements de NK 2. Cette tâche est néanmoins compliquée par l'absence de restes contemporains à Nazlet Khater 2. Les différents groupes formés doivent tenir compte des résultats des études précédentes et couvrir un intervalle chronologique et géographique large.

Ensuite, grâce à ces données comparatives, nous tenterons de décrire et caractériser chacun des ossements de Nazlet Khater 2. L'objectif n'est pas d'établir des liens phylogénétiques avec les groupes de comparaison, mais bien d'utiliser ces échantillons, représentant un maximum de variabilités " passées ", afin de préciser celle de NK 2. La caractérisation des restes de NK 2 s'effectuera en plusieurs étapes à partir des données biométriques (principalement les mesures de Martin, 1914 & Howells, 1973) ainsi que des enregistrements scanners et radiographiques pour accéder aux structures internes des ossements. Nous tenterons d'abord de définir l'identité biologique (détermination du sexe, de l'âge au décès, de la stature...) de cet individu (Paragraphe III.2.2). Ensuite, nous réaliserons une étude comparative morphométrique de chacun des ossements à l'aide d'analyses statistiques uni- et bivariées (Paragraphe III.2.3). Enfin, les ossements les plus informatifs seront examinés au moyen d'analyses statistiques multivariées (analyses en composantes principales et analyses discriminantes ; Chapitre IV).

Le troisième objectif de ce travail est lié à l'association claire entre les restes humains de NK 2 et le site minier du Paléolithique supérieur de Nazlet Khater 4 (Vermeersch 2002a). Ce cas de figure est assez rare pour mériter toute notre attention. En effet, plusieurs éléments permettent de penser que ces sites miniers possédaient des fonctions spécifiques et qu'ils n'étaient pas seulement utilisés de manière opportuniste, mais qu'une réelle organisation socio-économique favorisait leur exploitation (Van Peer & Vermeersch, 2000). Nous verrons si, à travers l'étude anthropologique de Nazlet Khater 2, la pratique de telles activités peut être suspectée. Conjointement, les observations paléoanthropologiques viendront enrichir la reconstruction archéologique de la structure socio-économique de ces populations d'hommes modernes du Paléolithique supérieur.

Loin de pouvoir répondre à la question de la définition des hommes anatomiquement modernes, l'étude anthropologique des restes humains de Nazlet Khater 2 nous offre cependant une opportunité unique d'appréhender une partie de la variabilité des hommes modernes du début du Paléolithique supérieur de la vallée du Nil et d'enrichir ainsi le débat sur l'histoire de notre lignée.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

CHAPITRE I

CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET ARCHÉOLOGIQUE

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

I.1 GÉOLOGIE DE LA VALLÉE DU NIL

En Afrique de l'est, les structures géologiques comme les dykes, les failles ou les contacts géologiques suivent deux directions dominantes : nord-est et sud-est (Adamson & Williams, 1980). Cette orientation représente d'anciennes lignes de faiblesse de la croûte terrestre qui, depuis le Précambrien, influencent la direction des évènements tectoniques. Les systèmes de drainage des plateaux équatoriaux et éthiopiens sont liés à ces phénomènes tectoniques et volcaniques ainsi qu'à ces lignes de faiblesse structurale puisqu'ils exploitent les parcours de moindre résistance (Adamson et Williams, 1980). L'origine et la formation de la Vallée du Nil ont été conditionnées par la combinaison de ces contraintes géologiques et des fluctuations climatiques majeures de ces derniers 8 millions d'années (Said, 1993).

Au Miocène final, la mer Rouge n'était qu'une étroite dépression longitudinale et les plateaux équatoriaux d'Afrique de l'est étaient élevés et sans lac. Le drainage de ces plateaux se faisait principalement vers le Bassin du Congo ou l'océan Indien, mais aussi vers le grand lac Sudd qui occupait une importante partie du Bassin du Nil actuel. A cette époque (Figure 1), le Nil ancestral, l'**Eonil**, s'écoulait selon un axe voisin de celui du fleuve moderne (Said, 1993). Il mit un certain temps pour tracer son cours à travers les hauts massifs nubiens qui séparaient l'Égypte de l'Afrique sub-saharienne et pour rejoindre le bassin méditerranéen (Butzer, 1980 ; Said, 1990).

Le creusement rapide de la vallée du Nil en Égypte s'est produit en réponse à un évènement unique au Miocène final (8 – 5 Ma) : l'assèchement de la Méditerranée suite à l'élévation du détroit de Gibraltar (Hsü *et al.*, 1973). Ce phénomène entraîna un creusement très important des vallées des rivières qui s'y jetaient. Dans le cas de l'Eonil, la profondeur du chenal atteignit jusqu'à 4 km de profondeur dans la partie nord de son cours (Butzer, 1980 ; Said, 1993). Au début du Pliocène (5 Ma), la mer Méditerranée fut à nouveau connectée à l'Atlantique et le canyon nilotique néoformé fut rempli par les eaux montantes et converti en golfe jusqu'à Assouan (Butzer, 1980). Une nouvelle rivière, le **Paléonil**, se fraya un chemin dans le golfe et le remplit de sédiments de sorte que ce dernier fut progressivement converti en estuaire puis en véritable chenal (Said, 1990 & 1993). Cette phase pendant laquelle le Nil devint un système de rivières intégrées avec des conditions hydrographiques proches, mais différentes du modèle

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

actuel, a perduré jusqu'au Pléistocène moyen (de Heinzelin & Paepe, 1964 ; Butzer & Hansen, 1968 ; Said, 1993).

Les dépôts de l'Eonil et du Paléonil sont connus seulement en profondeur. Ceux de l'Eonil sont constitués d'une couche de sable grossier provenant de l'érosion des roches du Crétacé et de l'Eocène d'Égypte et d'une couche supérieure d'évaporites corrélée à l'assèchement de la Méditerranée (Said, 1990). Les lits du Paléonil, datés du Pliocène final, comprennent des couches inter-stratifiées d'argile, de silt laminaire et de sable fin. Leur composition minéralogique et lithologique indiquent des conditions de forte humidité en Égypte due à la présence d'une couverture végétale importante (Said, 1990).

Le début du Pléistocène (1,8 Ma) est marqué par une période de grande aridité qui transforma l'Égypte en véritable désert et le Paléonil s'arrêta complètement de fonctionner. Cet épisode d'aridité fut interrompu par l'intrusion d'une rivière très compétente, le **Protonil**. Ses dépôts sont constitués de galets et graviers en quartz (formation d'Idfu) qui dérivent de sources locales (Said, 1990). Un peu plus tard pendant le Pléistocène inférieur, un court épisode pluvial se produisit. Il vit le dépôt des conglomérats de la formation d'Armant (Said, 1990).

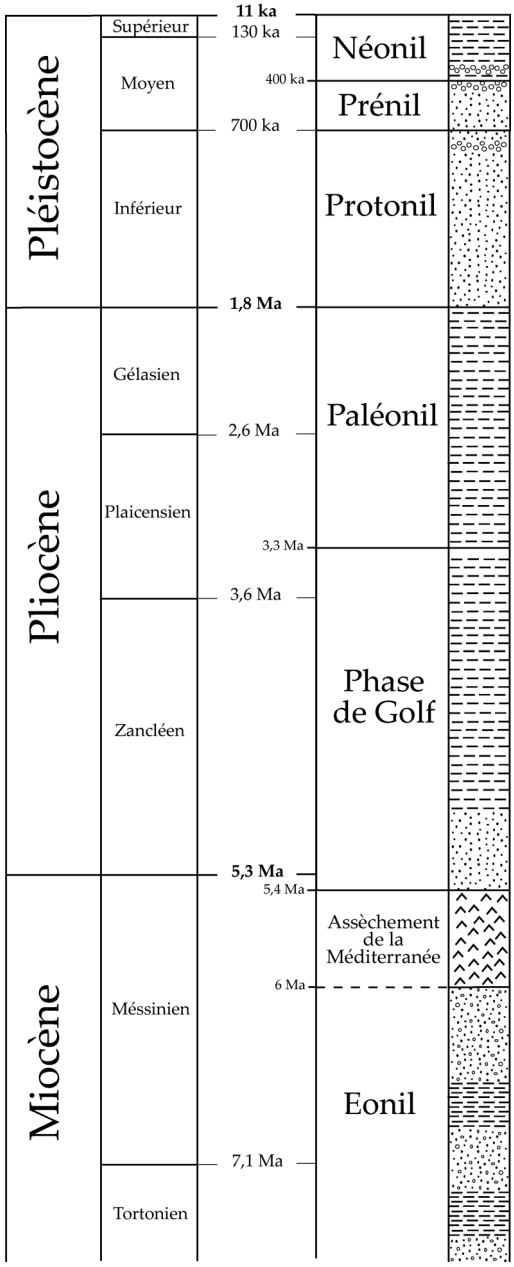


Figure 1 : *échelle stratigraphique des différentes phases du Nil depuis 8 Ma (d'après Said, 1990 ; Butzer,1980).*

L'évènement le plus important dans l'histoire du Nil s'est produit vers 800 – 700 Ka au début du Pléistocène moyen. La réactivation de la grande Vallée du Rift africain provoqua un remodelage montagneux qui eut pour conséquence de rediriger le drainage des plateaux équatoriaux et éthiopiens vers le Nil. Ces mouvements terrestres ont également entraîné le

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

développement du lac Tana, du principal Rift éthiopien ainsi que l'apparition du lac Victoria. Cet évènement permit la création d'une nouvelle rivière, le **Prénil**, qui fut la première à posséder une connexion en Afrique sub-saharienne (Williams & Williams, 1980 ; Said, 1993). Les études des pollens, minéraux lourds et sédiments des alluvions du Nil suggèrent que la connexion entre le Nil Blanc, le Nil Bleu, l'Atbara (affluent majeur du Nil principal, au nord de Khartoum) et le Nil égyptien était bien établie au Pléistocène moyen (Rossignol, 1962 ; Bartolini *et al.*, 1975 ; Hassan, 1976). Le Prénil charriait une énorme quantité de sables et de graviers et est à l'origine du paysage actuel de la vallée et du delta du Nil (Butzer, 1980; Said, 1993). Ses dépôts sont le résultat d'inter-stratifications massives de sables d'origine fluviatile et éolienne et constituent la formation de Qena (Said, 1990).

De 400 Ka à nos jours, le **Néonil** prit le relais du Prénil et sa connexion avec les sources africaines devint plus ténue et sporadique (Said, 1993). La transition entre le Prénil et le Néonil est marquée par une discordance et une longue régression au niveau sédimentaire (Said, 1990). Le Prénil et son flot vigoureux furent remplacés, suite à une détérioration climatique liée à la glaciation de Mindel en Europe, par des rivières éphémères se nourrissant des précipitations locales (Said, 1993). En effet, en période glaciaire, le déplacement du front polaire vers le sud conditionne en grande partie le degré d'humidité en Afrique du nord. Il semble que durant cette période plus froide et sèche, le mouvement vers le sud fut très important et le front des pluies tropicales n'atteignait plus les plateaux éthiopiens. La conséquence directe fut la perte de la connexion africaine du Nil et sa transformation en une rivière beaucoup moins vigoureuse (Said, 1993). Le Néonil, qui perdure toujours actuellement, présente un intérêt particulier puisqu'il a été contemporain des vestiges les plus nombreux de l'occupation humaine en Égypte et en Nubie. Les dépôts de cette rivière sont caractérisés par 4 épisodes principaux d'aggradation séparés par des phases de récession (Said, 1990).

Le premier épisode (entre 400 et 200 Ka) est associé aux phases humides d'Abbassia I et II et à la crise de Dandara qui s'y intercale. C'est durant cette crise que le Nil égyptien reprit sa connexion avec l'Éthiopie entraînant une rivière, l'**α-Néonil** ou la **Dandara**. Cette crise ne dura pas longtemps et l'α-Néonil fut remplacé à nouveau par des rivières éphémères au cours de l'Abbassia II (Paulissen & Vermeersch, 1987 ; Said, 1993). Les sédiments transportés par le Nil durant la crise de Dandara sont de granulométrie fine et contrastent avec les conglomérats, dérivés de la Mer Rouge, déposés par les rivières éphémères des phases humides d'Abbassia I et II (Paulissen & Vermeersch, 1987).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

L'aggradation liée à la crise de Dandara est séparée des suivantes par une longue période de récession et une discordance marquée. Les dépôts de cette période de récession sont ceux de la formation de Korosko. Ils sont entrecoupés par deux périodes plus humides appelées Sahara I et II corrélées d'après Said (1990) aux stades isotopiques de l'oxygène (*OIS*) 6 et 5. Durant ces intervalles, des pluies d'hivers locales enrichirent le flot des rivières erratiques. Le débit du Néonil devint alors beaucoup plus régulier (Said, 1993). Les phases humides de Sahara sont corrélées avec la glaciation rissienne en Europe qui semble avoir modifié (tout comme celle de Mindel) le modèle de précipitations pour tout le continent africain (Said, 1993). Dans le désert, l'étude des lacs de Bir Sahara-Tarfawi (Wendorf *et al.*, 1987 & 1990) a montré que les phases Sahara étaient beaucoup plus complexes qu'on ne l'imaginait avec au moins 5 sous-maxima.

Le troisième évènement (de 70 à 10 ka) a commencé avec la dernière période glaciaire et s'est prolongé jusqu'au retrait des calottes glaciaires à l'Holocène. La glaciation a entraîné une diminution des précipitations en Afrique équatoriale, une aridification de la région du Sudd et l'obstruction du Nil Blanc par les dunes. Durant le stade isotopique 4 (vers 60 Ka), les lacs Pléistocène du Sahara disparaissent et les conditions climatiques pour l'homme deviennent très difficiles. Le désert, fréquenté durant les phases humides, est abandonné (Wendorf *et al.*, 1993). Durant cette période, au moins deux rivières séparées par une phase de récession sont présentes, le **β-Néonil** (70 à 20 Ka) et le **γ-Néonil** (20 à 12 Ka). Elles prenaient leur source dans les massifs éthiopiens et leur débit était fortement lié à la mousson. Ces deux rivières saisonnières étaient sans doute sèches en hiver (Said, 1993). En effet, la présence très importante d'évaporites datées entre 40-25 ka le long du Nil Blanc suggère que les contributions des lacs d'Afrique de l'est ont dû être rares durant le Pléistocène final (Adamson & Williams, 1980).

A la fin de la période glaciaire, l'augmentation des pluies sur les massifs éthiopiens, le nord du Soudan et le sud de l'Égypte a causé de grands changements dans la végétation. Cette nouvelle phase humide est appelée le Nabtien. Vers 12 Ka, les pluies sur les régions des lacs des plateaux équatoriaux ont impliqué, pour la première fois, la contribution des lacs Victoria et Albert dans le système de drainage du Nil (Adamson & Williams, 1980). Ce front de pluies a duré jusqu'il y a 6,5 ka et la nouvelle rivière, **δ-Néonil**, est devenue pérenne avec un régime similaire au Nil d'aujourd'hui (Said, 1993).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

I.2 INDUSTRIES LITHIQUES DE LA VALLÉE DU NIL

La carte de la Figure 2 localise les sites qui ont livré des restes lithiques, fauniques ou humains dont nous discuterons dans ce paragraphe.

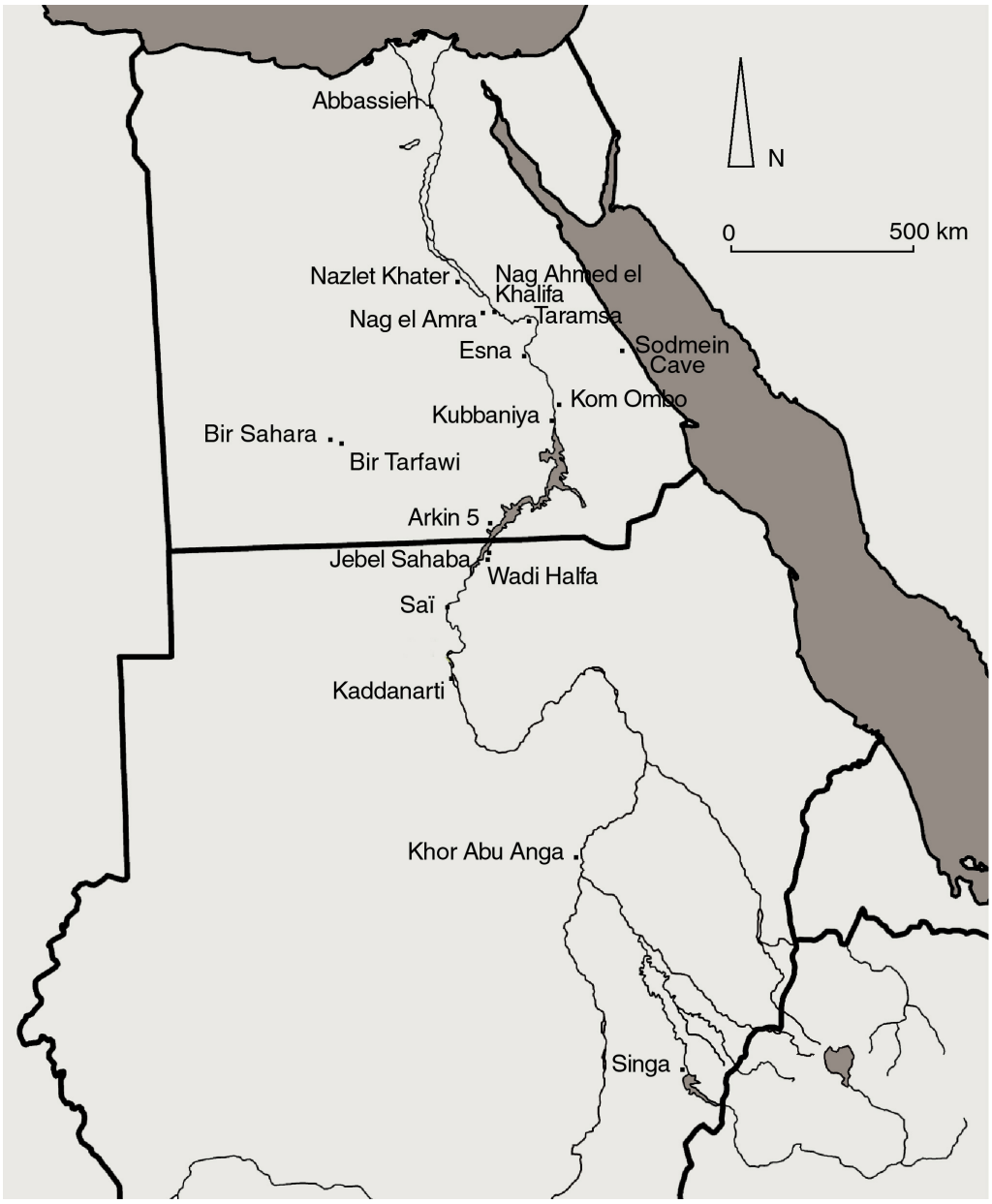


Figure 2 : *carte géographique représentant les principaux sites archéologiques de la vallée du Nil (Nil Blanc et Bleu inclus) et de sa périphérie décrits dans ce paragraphe.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

I.2.1 L'ACHEULÉEN

La présence d'artéfacts attribués à l'Acheuléen ancien et récent est attestée à de nombreux endroits dans toute la vallée du Nil (Hassan, 1980 ; Vermeersch *et al.*, 1990a). Tout ce matériel rapporté à l'*Early Stone Age* (*ESA*) provient essentiellement de ramassage de surface, ce qui exclut tout contexte stratigraphique (Vermeersch *et al., ibidem*).

Les plus anciennes traces (≥ *0IS* 13) de présence humaine dans la vallée du Nil se situent au Soudan (Figure 3). Le site de **Kaddanarti** (Figure 2) a livré un assemblage lithique de surface composé de tranchoirs et d'éclats, associé à une faune datant du Pléistocène inférieur (Chaix *et al.*, 2000). Dans la vallée du Nil égyptien, la présence humaine est attestée par les artéfacts d'**Abbassieh** (Bovier-Lapierre, 1926) et **Nag el Amra** (Vermeersch, 2000). Ce sont des dépôts de surface assez pauvres qui prédatent la formation de Dandara et appartiennent aux graviers d'Abbassia I corrélés stratigraphiquement avec la première moitié du stade isotopique 11 (Vermeersch, 2000 ; Said, 1993).

Le plus vieux site acheuléen fouillé en Egypte est celui de **Nag' Ahmed el Khalifa** (Vermeersch, 2000). Il correspond à un Acheuléen final et est postérieur à la crise de Dandara. Les dépôts sont corrélés aux graviers d'Abbassia II qui seraient rapportés au stade isotopique 9 et 10, soit entre 360-300 ka (Said, 1993). L'Acheuléen égyptien est assez conforme à celui de la Nubie du type **Khor Abu Anga** décrit par Guichard & Guichard (1965 ; voir aussi Vermeersch *et al.*, 1990a).

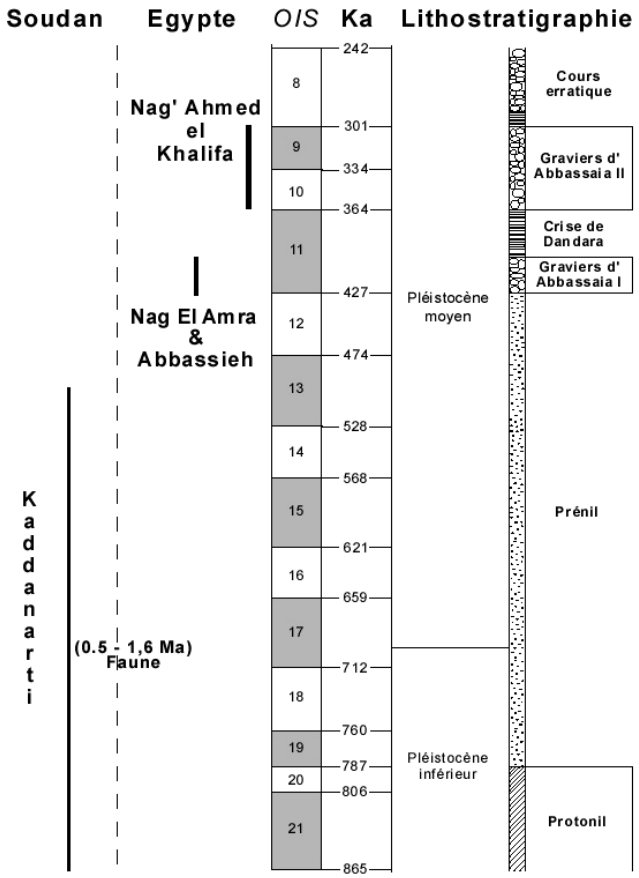


Figure 3 : *échelle stratigraphique et isotopique des plus anciens sites connus d'occupation humaine de la vallée du Nil.*

Typologiquement, ce dernier serait similaire à l'Acheuléen moyen des autres régions du nord de l'Afrique et marqué par l'emploi d'une forme particulière de biface (Figure 4), le "*biface nubien*" (Aumassip, 2004).

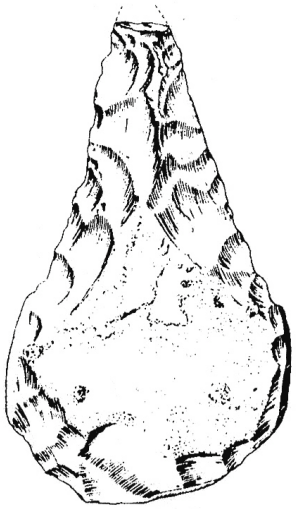


Figure 4 : *biface nubien (d'après Guichard & Guichard, 1965).*

Ces corrélations chrono-stratigraphiques aux alentours de 400 Ka des plus anciennes traces de présence humaine dans la vallée du Nil semblent assez récentes comparées aux âges des sites d'Afrique de l'est et du Proche-Orient. Selon Paulissen et Vermeersch (1987), cette absence d'information durant le Pléistocène inférieur et une partie du Pléistocène moyen est sans doute due au climat et au pouvoir d'érosion du Nil. En effet, jusqu'il y a 400 ka environ, le climat était très humide à travers tout le bassin du Nil et le Prénil était une rivière très compétente qui charriait principalement des galets grossiers. On peut dès lors supposer que les différents sites d'occupations étaient continuellement érodés par les crues du Nil. Entre 400-300 Ka le climat devint plus sec. Cette période pendant laquelle le Nil égyptien reprit sa connexion avec l'Ethiopie correspond au dépôt de la formation de Dandara. Le Nil se transforme en une rivière moins puissante charriant des particules en suspension. Ces dépôts fins indiquent une aridification de tout le bassin du Nil et la présence de conditions hyperarides en Egypte. Après la crise de Dandara, l'Egypte a oscillé entre un climat aride et hyperaride (Paulissen & Vermeersch, 1987).

Aucun des sites acheuléens n'a livré de reste humain.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

I.2.2 LA TRANSITION *ESA/MSA*

Le seul site dans le nord de la vallée du Nil à présenter une séquence stratigraphique en place documentant la transition *ESA/MSA* (*Early Stone Age/Middle Stone Age*) est le gisement **8-B-11** de l'île de Saï (Province du Nord, Soudan). Ce site couvre un intervalle de temps daté par *OSL* (*Optically Stimulated Luminescence*) entre 220 et 150 Ka (Van Peer *et al.*, 2003). Au Pléistocène moyen, durant les stades isotopiques 7 et 6, des groupes d'hommes ont donc occupé cet endroit à plusieurs reprises laissant des artéfacts acheuléens (*ESA*) et sangoens (*MSA*) « *de façon interstratifiée* » (Van Peer *et al.*, 2003). Cette transition, datée à Saï vers 200 Ka, est placée en Afrique de l'est avant 285 Ka (Tryon & McBrearty, 2002). Ce décalage suggérerait que l'apparition du *MSA* dans le nord de l'Afrique est la conséquence d'un remplacement de population (Van Peer *et al.*, 2003). Contrairement aux niveaux acheuléens de 8-B-11, ceux du sangoens traduisent un comportement sophistiqué impliquant des acquisitions technologiques, et peut-être symboliques, nouvelles. En effet, des galets de quartz ont été utilisés pour broyer des végétaux et de l'ocre rouge et jaune a été utilisé pour faire des pigments (Van Peer, 2004a et b). En outre, une grande pierre en grès, qui a peut-être servi de mortier, a été mise au jour (Figure 5). Ces découvertes dans les niveaux sangoens témoignent d'un système d'installation complexe caractérisé par une spécification fonctionnelle des sites (Van Peer *et al.*, 2003; Van Peer, 2004b).

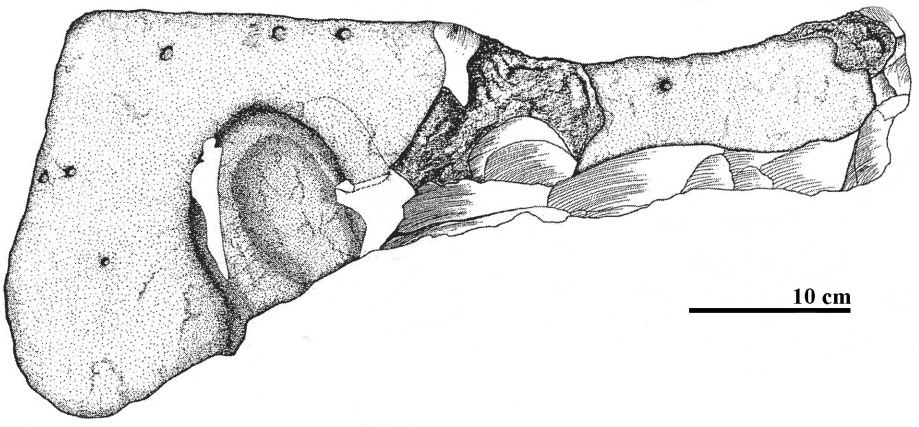


Figure 5 : *pierre en grès travaillée, découverte dans le niveau Sangoen du site 8-B-11 de l'île de Saï (d'après Van Peer* et al.*, 2003).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Ces vestiges exceptionnels étaient insoupçonnés dans cette région du monde et représentent donc les plus vieux artéfacts de ce type pour toute l'Afrique au dessus de l'équateur (Van Peer *et al.*, 2003). Cette découverte vient renforcer l'idée d'une grande ancienneté d'un comportement que certains considèrent comme le résultat d'activités culturelles d'hommes anatomiquement modernes (Van Peer *et al.*, 2003 ; McBrearty & Brooks, 2000).

I.2.2.1 La *calvaria* de Singa

Les seuls restes humains retrouvés dans la vallée du Nil au Pléistocène moyen, seraient ceux de **Singa** (Figure 6).

La *calvaria* de Singa a été mise au jour en 1924 par F. Bond sur le bord du Nil Bleu. Des datations *ESR* (*Electron Spin Resonance*) sur des dents de faune associées ainsi que des datations isotopiques (U-Th) du sédiment contenu dans la *calvaria* suggèrent un âge entre 160 – 140 Ka (Spoor *et al.*, 1998). Cette *calvaria* a été l'objet de nombreuses interprétations phylogénétiques allant de « proto-bushman » à « homme archaïque » (Stringer *et al.*, 1985).

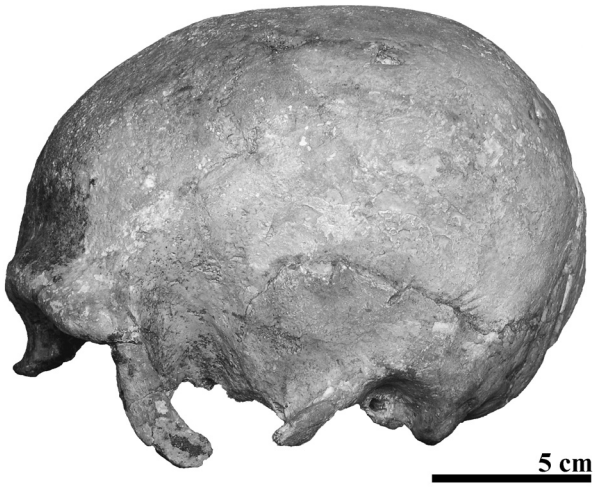


Figure 6 : *photographie en vue latérale gauche de la* calvaria *de Singa.*

En 1979, Stringer a réalisé une étude comparative des caractères métriques et morphologiques de Singa avec un échantillon de crânes du Pléistocène supérieur et d'hommes modernes d'Afrique. Ses résultats montrent un mélange de caractères dérivés et archaïques chez Singa qui le rapprocherait de spécimens tels que Omo Kibish et Jebel Irhoud. Cependant, Singa présente une forme et des proportions inhabituelles qui ont incité Stringer (1979), et Brothwell (1974) avant lui, à avancer l'hypothèse d'une origine pathologique. Le nettoyage du crâne

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

(Stringer *et al.*, 1985) et l'étude par imagerie médicale (Spoor *et al.*, 1998) ont permis d'apporter plus d'informations à ce sujet.

En effet, l'étude de la *calvaria* par tomodensitométrie a souligné l'absence du labyrinthe osseux dans l'os temporal droit ainsi qu'une hauteur disproportionnée du méat acoustique droit. En outre, les premières observations macroscopiques concernant l'épaisseur anormale du diploé des pariétaux et l'expansion du sinus sphénoïdal sont également confirmées par l'imagerie médicale. Une des causes probables sous-jacentes à l'expansion du diploé et à l'ossification du labyrinthe, est une hémopathie acquise ou héréditaire (Spoor *et al.*, 1998). Compte tenu de ces nouvelles données en faveur d'une forme pathologique du crâne de Singa, Spoor *et al.* (1998) considèrent celui-ci comme un *Homo sp.* archaïque récent ou comme un *Homo sapiens* archaïque.

Des restes de faune et des artéfacts ont également été retrouvés dans le site de Singa, et dans celui de Abu Hugar, à 15 km plus au sud. D'après Bate (1951), la faune présente dans les deux sites daterait du début du Pléistocène supérieur. En ce qui concerne les artéfacts, plusieurs interprétations ont été faites sur leur nature technologique (*MSA*, Acheuléen…). D'après Van Peer *et al.* (2003), il est particulièrement intéressant de noter que dans le petit assemblage de Abu Hugar, trouvé à proximité du crâne de Singa, sont présents les mêmes types lithiques que dans le Sangoen de Saï.

Même si ces découvertes ne concernent pas la vallée du Nil, rappellons que White *et al.* (2003) ont récemment découvert les crânes de **Herto Bouri** en Ethiopie. Ils sont datés entre 160 et 154 Ka (Isotope Ar/Ar) et associés à une industrie lithique qui contient à la fois des pointes et des éclats Levallois de type *MSA*, mais aussi des hachereaux et des bifaces Acheuléen. Cette industrie est définie comme transitoire entre l'Acheuléen et le *MSA*. Selon l'article *princeps*, la morphologie des crânes de Herto se place entre celle plus primitive des premiers spécimens africains (comme Bodo ou Kabwe) et celle plus dérivée des hommes anatomiquement modernes récents (comme Klasies River Mouth ou Qafzeh). Comme Herto se situe au-delà de la gamme de variations des hommes anatomiquement modernes et qu'il diffère de tous les autres fossiles connus, White *et al.* (2003) ont créé une nouvelle sous-espèce : "*Homo sapiens idaltu*".

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Au vu des ces découvertes, il semble qu'on soit en présence, à la fin du Pléistocène moyen, d'une population d'*Homo sapiens* partageant un mélange de traits archaïques et dérivés, et qui serait associée à des industries de transition *ESA/MSA*. Ces dernières, étudiées en positions stratigraphiques à Saï, pourraient être liées à l'apparition d'un comportement différent de celui qui existait auparavant et que certains scientifiques considèrent comme caractérisant culturellement l'homme anatomiquement moderne (McBrearty & Brooks, 2000, Van Peer *et al.*, 2003 ; Van Peer, 2004b).

Il nous semble important d'ouvrir ici une parenthèse sur le raccourci dangereux qui vise à assimiler une espèce humaine à une production culturelle. De nombreux travaux ont en effet montré que de telles associations étaient caduques, notamment pour les sites moustériens du Proche-Orient (Vandermeersch, 1969 ; Bar Yosef & Vandermeersch, 1991) et pour la transition entre le Paléolithique moyen et supérieur d'Europe occidentale (Levêque & Vandermeersch, 1980). En outre, le manque de restes humains découverts dans un contexte archéologique clairement établi, durant le Pléistocène moyen et supérieur au nord-est de l'Afrique, ne permet pas d'affirmer l'existence d'un lien entre un comportement moderne déduit surtout à partir d'assemblages lithiques et le fait qu'il ait été réalisé par des hommes anatomiquement modernes. Enfin, il faut préciser ce que certains archéologues entendent par « comportement moderne ». C'est la définition de Van Peer (2004b) qui nous paraît la plus adaptée dans ce cas. Selon cet auteur, le comportement moderne, s'il signifie une caractéristique partagée par tous les *Homo sapiens*, tiendrait plus à la complexité socio-économique émanant d'assemblages lithiques qu'à la présence d'une série de traits modernes techniques dont la variabilité actuelle est encore très mal connue. Cet aspect socio-économique implique l'existence de structures sociales avec un partage du travail, une spécialisation économique ainsi que la présence de systèmes d'installations diversifiés et bien organisés. Par ailleurs, il doit être établi que de tels comportements ne sont jamais observés au sein d'assemblages lithiques associés à d'autres hominidés.

Actuellement, le manque crucial de données anthropologiques corrélées à des contextes archéologiques précis freine la compréhension de l'évolution de l'homme et de ses productions culturelles durant le passage *ESA* et *MSA*. Cependant, en l'absence de données contraires, nous acceptons les hypothèses d'associations suggérées dans la littérature (*cf. supra*) en les auréolant de ce bémol et de l'hypothèse que *Homo sapiens* n'est pas forcement synonyme d'homme anatomiquement moderne.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

I.2.3 LE COMPLEXE NUBIEN

A la fin du stade isotopique 7 et au début du 6, les premières populations associées au *MSA* se sont donc établies dans la basse et moyenne vallée du Nil.

Durant l'*OIS* 6, des changements technologiques sont attestés dans toute l'aire de répartition géographique du complexe Sangoen/Lupembien, de la vallée du Nil au sud-est de l'Afrique. Ces changements semblent correspondre à une augmentation de l'activité de chasse liée aux conditions climatiques particulières de cette période (Van Peer, 2004b).

Au début du Pléistocène supérieur (*OIS* 5), le Complexe Nubien apparaît dans la basse vallée du Nil en tant que faciès distinct de la très répandue technologie lupembienne (Van Peer, *ibidem*).

I.2.3.1 Définition du Complexe Nubien

Les assemblages *MSA* du nord-est de l'Afrique ont été classés dans diverses industries définies dans les années 60 par Guichard & Guichard (1965 & 1968) ou Marks (1968a). D'après Van Peer (1998), la plupart de ces industries peuvent être assimilées à un même techno-complexe sur base de critères technologiques et typologiques. Le terme de « Complexe Nubien », issu de cette réflexion, intègre le *Nubian Middle Palaeolithic* (Guichard & Guichard, 1965 & 1968), le *Nubian Mousterian* (Marks, 1968a), le Khormusien (Marks, 1968b), le *Denticulate Aterian* comme représenté à **Bir Tarfawi** et **Bir Sahara** (Wendorf *et al.*, 1987), l'Atérien classique (Ferring, 1975) et le *N-group* (Van Peer, 1991 ; Van Peer & Vermeersch, 2000).

D'un point de vue technologique, tous ces groupes sont caractérisés par la présence du débitage Levallois pour la production de pointes (Van Peer & Vermeersch, *ibidem* ; Van Peer, 2004b). Des bifaces foliacés sont encore utilisés au début dans les premières phases du Complexe Nubien, mais diffèrent des formes lancéolées présentes dans le Lupembien classique (Van Peer, 2004b). Vers la fin du stade isotopique 5, le Complexe Nubien tardif ne contient plus

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

de bifaces foliacés. Seules les pointes élaborées à partir de supports Levallois Nubiens sont encore documentées (Van Peer, *ibidem*).

Des traits de comportements précis peuvent être déduits de l'étude des sites appartenant au Complexe Nubien. Dans la vallée du Nil, la plupart des gisements étudiés sont des sites miniers d'extraction de matière première et des ateliers. Les gisements de **Taramsa 1** sur la rive ouest du Nil en Égypte et de **Arkin 5** (Figure 2) en Nubie sont les meilleurs exemples illustrant ces activités (Van Peer, 2004b). Ils se caractérisent par des stratégies d'extraction de silex (tranchées, galeries, puits), par une organisation des activités de débitage et par le transport de catégories particulières d'objets lithiques. La proportion importante de sites miniers découverts est liée à leur localisation en dehors de la plaine inondable, ce qui facilite leur identification (Van Peer & Vermeersch, 2000). Au sein de ces sites, la proportion de différentes catégories technologiques traduit une dynamique spatiale de production lithique sophistiquée (Van Peer, 2004b). La présence de nucléus Levallois nubiens est beaucoup plus importante que celle de pointes nubiennes, et inversement, il y a trop d'éclats Levallois pour le nombre d'éclats de nucléus (Van Peer, 1998). Une telle observation implique que les pointes ont été produites dans un but spécifique et que les nucleus étaient considérés comme des déchets, tandis que les éclats de nucléus étaient préparés pour être exportés comme réserve de matière brute dans d'autres sites.

Dans les gisements non miniers, comme les sites Khormusiens de Nubie, la proportion d'outils est beaucoup plus importante de même que les foyers ou les ossements de mammifères et de poissons (Van Peer & Vermeersch, 1990 ; Van Peer, 2001 & 2004b). Vu leur taille, ces sites ont pu être occupés par de grands groupes et représentent sans doute des sites d'habitat dans la vallée du Nil (Van Peer, 2004b). En outre, contrairement aux sites miniers, on retrouve beaucoup moins de nucléus que d'éclats. Ces derniers ont, par ailleurs, des dimensions incompatibles avec les nucléus du site, ce qui implique un apport extérieur de ces éclats, sans doute depuis les sites miniers (Van Peer & Vermeersch, *ibidem* ; Van Peer, 2004b).

Les pointes finies, en déficit dans les sites miniers, se retrouvent en grande quantité dans des sites où semblent avoir eu lieu des activités liées à l'acquisition de nourriture (Van Peer, 2001). Ce type de localité devait être aussi présent à proximité des rives du Nil ou dans la plaine inondable, mais actuellement aucun site de cette nature n'a été répertorié dans la vallée du Nil. Selon Van Peer (2001), ils ont dû être érodés ou recouverts par des dépôts plus récents. Van

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Peer & Vermeersch (2000) déduisent la présence de tels sites dans la vallée du Nil de la quantité de supports ou de pointes produits dans les sites miniers et transportés vers d'autres lieux.

En revanche, durant le dernier interglaciaire, il existe des preuves d'occupations par des groupes nubiens des régions adjacentes à la vallée du Nil, par exemple à l'est du Sahara et dans les montagnes de la mer Rouge, qui semblent correspondre à des endroits d'activités de chasse ou de pêche (Van Peer, 2001 & 2004b). Les sites de **Bir Tarfawi** et **Bir Sahara**, découverts par Wendorf *et al.* (1993) à l'est du Sahara, peuvent être assimilés à cette catégorie. Durant tout le stade isotopique 5, marqué entre autres par la fin du dernier interglaciaire, les conditions climatiques humides ont créé un environnement de savanes avec des lacs permanents à l'est du Sahara (Petit-Maire, 1991). Ces sites, retrouvés sur les bords de ces lacs, témoignent d'activités de subsistance (nombreux restes de faune) et de traitement de végétaux (Van Peer, 2004b). Dans les montagnes de la Mer Rouge, le site de **Sodmein Cave** s'intègre bien dans ce modèle. Il s'agit de campements de chasse de courte durée caractérisés par la présence de foyers associés à des restes de grands mammifères et à quelques outils finis, comme des pointes nubiennes (Van Peer, 2001 & 2004b). Selon Shea (1995), ces artéfacts sont utilisés comme projectiles.

On voit donc l'apparition à la fin du Pléistocène moyen d'un complexe techno-culturel lié à des systèmes d'installations bien organisés impliquant des stratégies complexes de production de matières premières, un transport planifié de certaines catégories d'objets lithiques, et l'utilisation de lieux précis pour des activités de subsidence liées à la chasse (Van Peer, 1998 ; Van Peer & Vermeersch, 2000 ; Van Peer, 2001). Cette exploitation de ressources lithiques et organiques par des expéditions spécialisées serait, selon Van Peer (1998), la traduction archéologique d'un comportement moderne.

I.2.3.2 L'enfant de Taramsa

La première apparition du Complexe Nubien est présente à Taramsa 1, à proximité de la ville de Qena, à la fin du Pléistocène moyen. Plusieurs périodes d'exploitations se sont succédées à partir de l'*OIS* 6 jusqu'à l'*OIS* 4 (Vermeersch *et al.*, 1997 ; Van Peer & Vermeersch, 2000). Durant la période d'hyperaridité de l'*OIS* 4, des changements technologiques sont apparus au sein de cette industrie du Complexe Nubien (Van Peer, 2004). Il existe des indices d'une

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

activité intense d'extraction de matières premières et les stratégies de production lithique sont destinées à l'élaboration de supports qui sont souvent de véritables lames (Van Peer, *ibidem*).

Des restes humains ont été découverts en 1994 dans une ancienne section de tranchée du site (Vermeersch *et al.*, 1998). Ils étaient en mauvais état, très fragiles et ont donc été consolidés avec les sédiments qui les entouraient. La position des restes témoigne en faveur d'une sépulture primaire. Le squelette était appuyé en arrière en position assise avec la tête regardant vers le haut. Les jambes fléchies étaient penchées sur la gauche (Figure 7). Le squelette semble appartenir à un enfant anatomiquement moderne (entre 8-10 ans ; Vermeersch *et al.*, *ibidem*). Durant les fouilles, une grande attention a été accordée aux observations permettant de confirmer ou d'infirmer la nature intrusive de la tombe. D'après Vermeersch *et al.* (1998), il ne fait aucun doute que le squelette est contemporain des dépôts qui l'entourent. En effet, il reposait dans une couche non perturbée de galets, elle-même sous-jacente à des déblais préhistoriques venant d'une autre exploitation du Paléolithique moyen.

Figure 7 : *photographie de la position* in situ *de l'enfant de Taramsa 1 lors de sa découverte (photo P. Vermeersch).*

Les datations *OSL* réalisées s'échelonnent entre 49,8 et 80,4 Ka avec une moyenne aux alentours de 55 Ka (Vermeersch *et al.*, 1998). Ces résultats préliminaires font de la tombe de l'enfant de Taramsa la plus ancienne sépulture primaire connue en Afrique. Le squelette revêt un intérêt paléoanthropologique particulier puisqu'il documente les populations du Pléistocène supérieur de la vallée du Nil dont on ne connaît aucun autre spécimen. Il existe donc des restes humains modernes en dehors de l'Afrique du sud, du Proche-Orient et de l'Australie pour le Paléolithique moyen (Vermeersch *et al.*, 1998). Malheureusement, ils sont encore inédits et mériteraient, à plus d'un titre, toute notre attention.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Durant le stade isotopique 4 (~ 60 Ka) et l'hyperaridité qui le caractérise, le Complexe Nubien, qui reste présent dans le Sahara oriental, se transforme selon différents mécanismes technologiques dans la vallée du Nil (Van Peer, comm. pers). Les détériorations climatiques ont rendu la vie humaine très difficile dans ces régions et ont conduit à des changements technologiques dans tout le nord de l'Afrique (Van Peer, 2004b). De tels changements sont présents dans l'industrie de Taramsa lors de la dernière période d'exploitation de la mine (Vermeersch *et al.*, 1997). L'activité semble s'y intensifier et la production lithique s'oriente vers un débitage de supports allongés qui sont souvent de véritables lames (Van Peer, 2004b). Ces assemblages taramsiens témoignent pour Van Peer (*ibidem*) de la présence, à la fin du Complexe Nubien, durant le stade isotopique 4, d'une « technologie de transition » enracinée dans le *MSA* qui pourrait être à l'origine de celle observée au Paléolithique supérieur.

Dans la vallée du Nil, un nouveau système de production lithique apparaît à la même période dans lequel les pointes nubiennes n'existent plus. Les différentes industries qu'on y rencontre durant cette période peuvent être regroupées en un seul complexe, le *Lower Nil Valley Complex* (*LNVC*) sur base de critères technologiques et typologiques (Van Peer, 1998). Ce complexe regroupe le *Denticulate Mousterian* (Marks, 1968a), l'Halfien (Marks, 1968c), le *K-group* (Van Peer, 1991) et le *Safahan* (Van Peer *et al.*, 2002). Ces industries se caractérisent toutes par la présence très largement prépondérante d'éclats Levallois (Van Peer & Vermeersch 2000 ; Van Peer, 2004b). La distribution de ce complexe semble limitée à la Haute Egypte et la Nubie (Van Peer, *ibidem*).

.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

I.2.4 LE PALÉOLITHIQUE SUPÉRIEUR

Il existe un hiatus chronologique dans la vallée du Nil entre les sites de la fin du stade isotopique 4 et ceux du stade isotopique 2 (< 24 Ka). La transition, au cours de l'*OIS* 3, entre les assemblages du Complexe Nubien (comme le Taramsien) et les industries du Paléolithique supérieur est donc très mal documentée.

Vers 60 Ka, une longue période d'aridité s'installe au nord-est de l'Afrique avec une hyperaridité vers 33 Ka (Paulissen & Vermeersch, 1989 ; Wendorf *et al.*, 1993). Les derniers lacs sahariens du Pléistocène disparaissent et les conditions de vie dans ces régions se détériorent sévèrement. A nouveau, selon Van Peer (2004), ce changement climatique s'accompagne d'adaptations technologiques avec notamment l'apparition de l'Atérien, du Taramsien et du Complexe de la basse vallée du Nil. Cependant, la diminution des ressources vitales ne semble pas être entièrement compensée par des changements technologiques et des adaptations sociales (Van Peer, *ibidem*). Les populations vivant dans l'est du Sahara ont probablement dû migrer jusqu'à la vallée du Nil pour survivre (Van Peer, 1998). Toutefois, les sites de cette période (entre 50 et 30 Ka) sont très rares puisque les sédiments à la fois nilotiques et locaux contemporains sont absents. Il semble donc que les vestiges de ces occupations aient été érodés ou recouverts par des alluvions plus récentes (Vermeersch *et al.*, 1990a).

I.2.4.1 Le site de Nazlet Khater 4

Le seul site du Paléolithique supérieur ancien de la vallée du Nil est celui de **Nazlet Khater 4** (NK 4) près de Tahta en Haute Egypte. Il s'agit d'un site minier d'extraction souterraine de matières premières (Vermeersch *et al.*, 1984a).

Le village de Nazlet Khater, situé à 12 km à l'ouest de Tahta, est proche de l'escarpement de la vallée (Figure 8 ; Vermeersch, 2002b). Plusieurs sites ont été fouillés près du village de Nazlet Khater dans le cadre des travaux du *Belgian Middle Egypt Prehistoric Project* (*BMEPP*).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

La richesse de sites paléolithiques dans la région est probablement due à la présence de silex de très bonne qualité au sein des dépôts du Nil et des oueds ainsi qu'à la protection de ces sites par les hautes falaises calcaires éocènes (Vermeersch, 2002b).

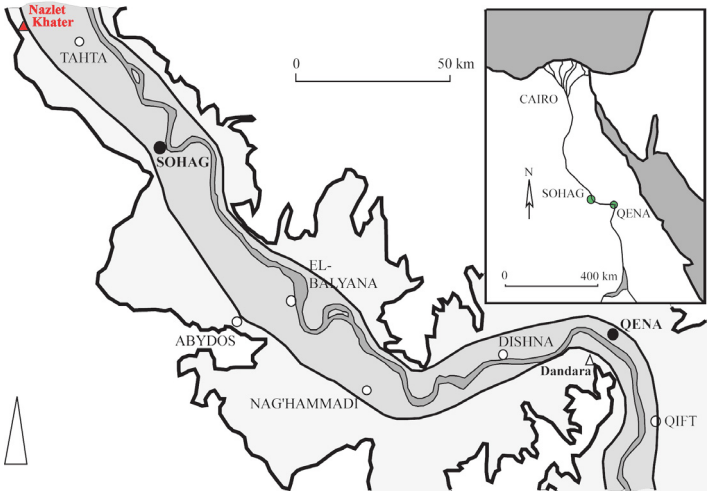


Figure 8 : *carte géographique représentant la localisation du village de Nazlet Khater dans la vallée du Nil (d'après Vermeersch* et al., *1984a).*

Deux sépultures ont été découvertes en 1980 par le *BMEPP* à proximité du village de Nazlet Khater. Elles sont associées au site de NK 4 et seront décrites dans le Chapitre II.

Géomorphologie du site de Nazlet Khater 4

Le gisement de Nazlet Khater 4 se situe sur les lambeaux d'une terrasse du Nil, à 61 m au-dessus du niveau de la mer et à 10 m au-dessus de la plaine alluviale du Nil (Vermeersch *et al.*, 1984b). A la base du site, on trouve une couche de 7 m d'épaisseur de limons verdâtres et de sables fins (Figure 9 et Figure 10). Ces dépôts pliocènes sont recouverts d'un dépôt nilotique composé à sa base d'une couche de graviers de 50 cm et au sommet de limons bruns granuleux (Vermeersch *et al.*, 2002). C'est cette couche de graviers nilotiques située à environ deux mètres de la surface qui a été exploitée au début du Paléolithique supérieur (Vermeersch *et al.*, *ibidem*). Elle contient de nombreux galets ronds de silex propices aux activités de débitages.

Plusieurs structures caractéristiques témoignent de la complexité de l'activité minière pratiquée dans le site de Nazlet Khater 4 (Figure 9 et Figure 10 ; Vermeersch & Paulissen, 1993 ; Vermeersch *et al.*, 1984b ; 1990b & 2002).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

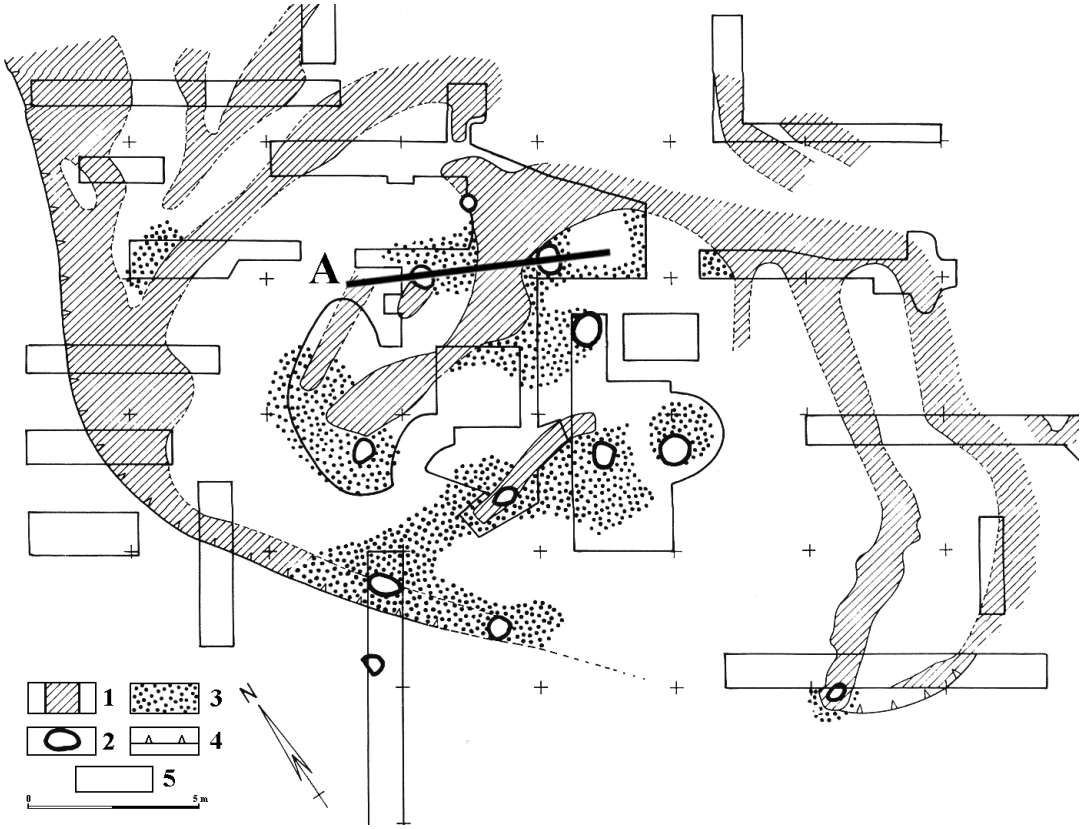


Figure 10 : *plan de l'étendue minière de NK 4. 1 = tranchées explorées ; 2 = puits verticaux ; 3 = galeries souterraines explorées ; 4 = limite de la terrasse du Nil ; 5 = tranchées de fouilles du BMEPP ; A = coupe (d'après Vermeersch* et al.*, 1990b).*

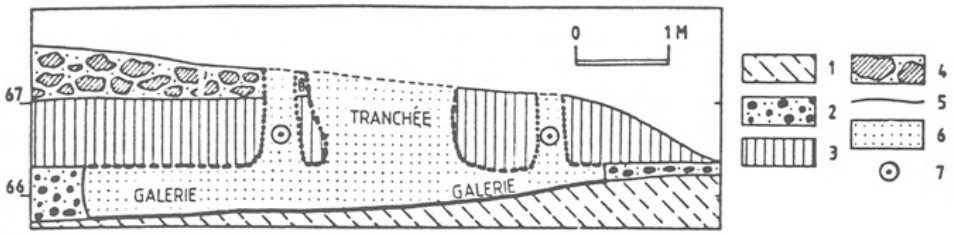


Figure 9 : ***coupe A de la Figure 9. 1 = dépôts Pliocène ; 2 = graviers nilotiques ; 3 = silts bruns granuleux ; 4 = dépôts de oueds ; 5 = contact lithologique ; 6 = extension de l'exploitation minière ; 7*** *= puits (d'après Vermeersch* et al.*,* ***1984b).***

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

- Les tranchées ont une profondeur de 2 m. Elles constituent les structures les plus caractéristiques du site de Nazlet Khater 4. Elles ont été creusées à travers les dépôts locaux consolidés et les silts bruns pour atteindre le gravier nilotique exploitable. La plupart sont liées entre elles et donnent accès à des galeries souterraines (Vermeersch *et al.*, 1984a ; 1990b & 2002).
- Les puits ont une profondeur allant jusqu'à 2 m et atteignent le sommet des silts verdâtres. Ces cavités ont parfois été élargies à la base pour former des puits d'extraction en forme de cloche. Selon Vermeersch *et al.*, (2002), la méthode d'extraction à l'aide de puits a sans doute précédé celle au moyen de tranchées.
- Les galeries souterraines s'étendent depuis le fond des puits d'extractions et des tranchées sur quelques mètres, sous les limons bruns (Vermeersch *et al.*, 1984a). Elles sont en partie connectées entre elles. La plus large galerie fouillée s'étend sur plus de 10 m^2 sous le sol. Elles ont été comblées par des graviers non consolidés, mélangés parfois à des artéfacts du Paléolithique supérieur et à du charbon de bois. L'analyse de la composition de ce remblai démontre que les silex en ont été extraits (Vermeersch *et al.*, 1990b). Dans ces galeries d'environ 0,5 m de hauteur, la partie inférieure des silts verdâtres a également été dégagée afin de faciliter le travail d'extraction du mineur. La présence de fragments très altérés de bois pourrait être interprétée comme des restes de poutre ayant soutenu le toit des galeries durant l'exploitation (Vermeersch *et al.,* 1984b).

L'utilisation de haches bifaciales et de cornes de gazelle est attestée dans le site minier de NK 4 pour les activités d'extractions (Vermeersch & Paulissen, 1993). En effet, sur les murs des puits et des galeries, des marques de pics sont observables. Ces dernières sont recouvertes d'un encroûtement calcaire, ce qui confirmerait leur antiquité (Vermeersch *et al.*, 1990b).

Les tranchées comme les galeries ont été remplies à la fois par les déblais pénécontemporains de l'exploitation minière et par du sable éolien. Ces dépôts dans les tranchées et les puits forment deux unités lithologiques (Figure 11 ; Vermeersch *et al.*, 1984a ; 2002). L'unité des graviers est un dépôt purement gravitationnel composé principalement d'éléments nilotiques mélangés à du sable grossier, du limon, du calcaire d'origine locale et des artéfacts du Paléolithique supérieur. Elle est fortement encroûtée par une couche de calcite de 10 cm d'épaisseur (Vermeersch *et al.*, 1984b).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

L'unité de sables éoliens masque complètement les traces d'extractions préhistoriques. Ces sables sont très meubles et ne contiennent que rarement des artéfacts. Dans la Figure 11, qui montre une partie détaillée de la coupe A (Figure 10), trois niveaux graveleux, contenant des artéfacts du Paléolithique supérieur et du charbon de bois, s'intercalent dans les sables éoliens stériles. Ces niveaux sont considérés comme remaniés (Vermeersch *et al.*, 1984b ; 2002).

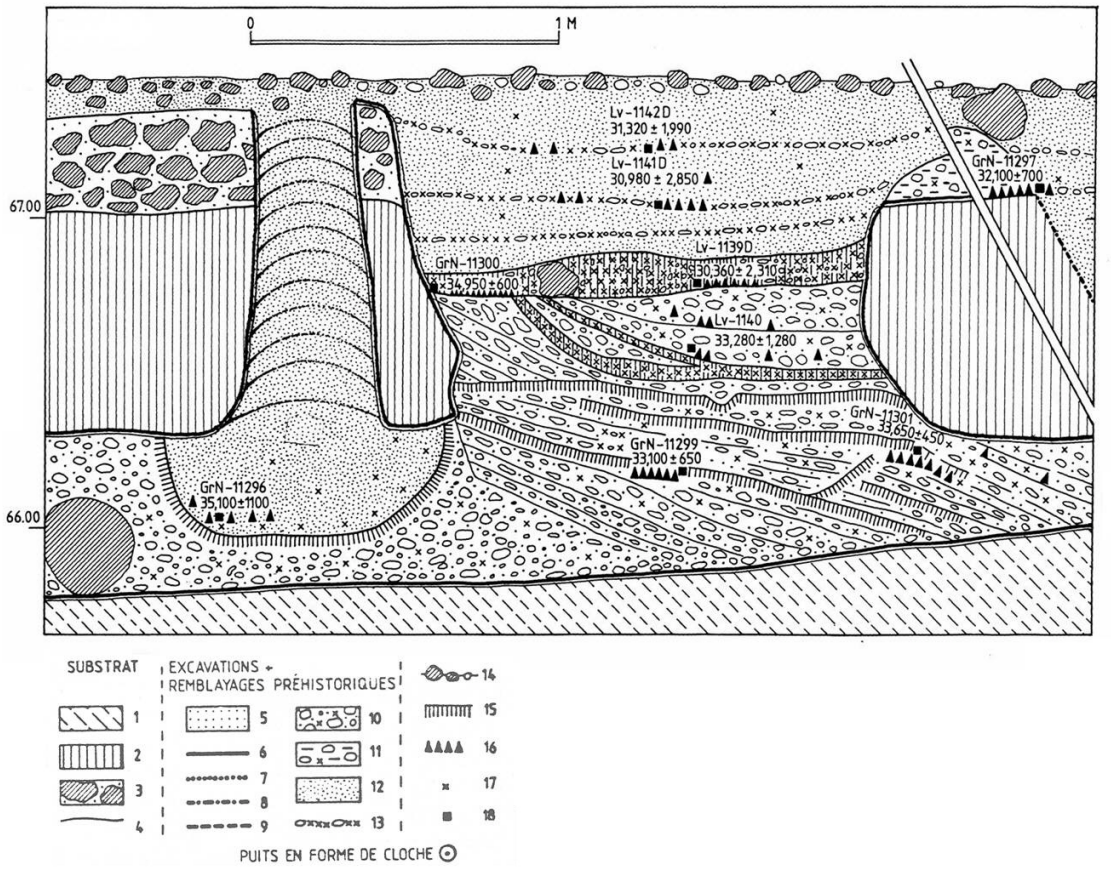


Figure 11 : partie de la *coupe A détaillée. 1 = dépôts Pliocène ; 2 = silts bruns ; 3 = dépôts de oueds ; 4 = contact lithologique ; 5 = limite de l'exploitation ; 6 = base de l'activité minière ; 7 = murs des puits ; 8 = murs des tranchées ; 9 = plafonds des galeries ; 10 = remblayage de graviers ; 11 = remblayage superficiel ; 12 = sable éolien ; 13 = couche remaniée de graviers et d'artéfacts ; 14 = pavage désertique ; 15 = caliche ; 16 = charbon de bois ; 17 = artéfacts du Paléolithique supérieur ; 18 = position des échantillons pour les datations ^{14}C (d'après Vermeersch* et al.*, 1984b).*

Après l'occupation minière du site, une couche de calcite s'est formée avec des fentes de dessiccation. La formation de cette croûte et d'une pente douce inclinée vers le Nil sont les deux dernières évolutions géo-morphologiques qu'ait connues le site de Nazlet Khater 4 (Paulissen & Vermeersch, 1987). Les données environnementales sont très limitées. L'absence de dépôts

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

fluviatiles dans les dépressions et les galeries ainsi que le comblement de ces dernières par du sable éolien semblent confirmer la présence d'un climat hyperaride durant la période d'exploitation de la mine (Vermeersch *et al.*, 2002).

Datation du site de Nazlet Khater 4

Comme nous l'avons vu ci-dessus, les tranchées comme les galeries ont été remplies à la fois par les déblais préhistoriques et par du sable éolien. Dans la tranchée représentée en partie par la coupe A (Figure 11), un sol d'habitation a été identifié (Vermeersch *et al.*, 2002). Il se situe juste au dessus des remblayages et a été consolidé par une croûte de calcite. Celle-ci se caractérise par la présence d'une grande quantité d'artéfacts et de fragments osseux altérés par le sel qui n'ont pu être collectés. Six foyers ont été reconnus sur une surface de 4 m^2 dans cette couche. Le charbon provenant du foyer le mieux conservé a été daté à 30 360 ± 2 310 (Lv-11390 ; Vermeersch *et al.*, 1984a ; 2002).

Après son occupation, ce sol d'habitat a été recouvert par du sable éolien. Plusieurs couches successives, riches en charbon et en artéfacts sont visibles dans ce remplissage éolien (Figure 11). Des échantillons de charbon de bois provenant de foyers dispersés dans le remplissage ont été soumis à une datation ^{14}C dans deux laboratoires différents (Vermeersch *et al.*, 1984a). Les premiers résultats repris en partie dans la Figure 11 ont été calibrés par *AMS* (*Accelerator Mass Spectrometry*) plus récemment et montrent une dispersion importante des dates allant de 38 819 calBC à 30 338 calBC pour une limite statistique à 95 % (Vermeersch *et al.* 2002).

Une datation *OSL* du sable éolien d'un des puits (n° 9) a également été réalisée. L'âge calculé est un peu plus ancien (44 ± 6 Ka). En prenant en compte l'importante déviation standard de l'*OSL*, Vermeersch *et al.* (2002) suggèrent une période d'exploitation minière allant de 40 à 35 Ka.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

L'industrie lithique de Nazlet Khater 4

Description

La caractéristique de l'industrie de Nazlet Khater 4 est l'association d'outils bifaciaux avec une chaîne opératoire menant à la production de lames caractérisant le Paléolithique supérieur (Figure 12 ; Vermeersch *et al.*, 2002).

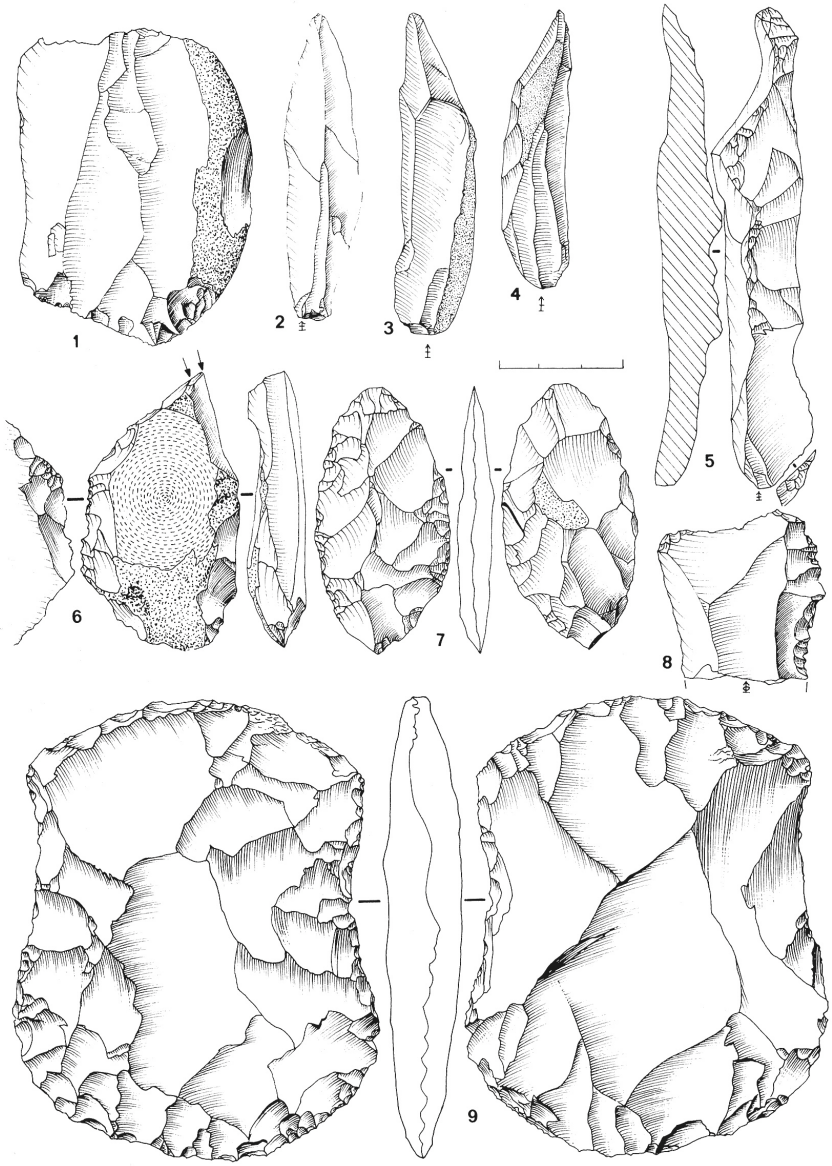


Figure 12 : *artéfacts lithiques du site de NK 4. 1 = nucleus à lame ; 2 – 4 = lames ; 5 = lame à crêtes ; 6 = burin déjeté sur troncature ; 7 = pièce foliée ; 8 = denticulé ; 9 = hache bifaciale (d'après Vermeersch* et al.*, 1990b).*

Les lames étaient obtenues à partir de nucléus à un seul plan de frappe préparé sur de grands galets (Van Peer & Vermeersch, 1990). La stratégie de réduction est particulière et ne s'inscrit pas dans le modèle de la technologie Levallois (Van Peer & Vermeersch, *ibidem*). Les lames obtenues ne dépassent pas 10 cm et sont de formes irrégulières (Vermeersch *et al.*, 1982, 1990a, 1990b). Dans certaines zones, elles représentent jusqu'à 15 % de la composition totale des artéfacts, incluant les éclats et les nucléus. Il semble qu'un nombre important de lames aient été exportées vers d'autres sites (Vermeersch *et al.*, 1990b).

Les outils sont plus rares et sont représentés essentiellement par des denticulés, quelques burins et des grattoirs (Figure 12). Quelques outils à retouches bifaciales, parmi lesquels un petit nombre de haches assez plates et une pièce foliacée bifaciale sont assez remarquables (Vermeersch *et al.*, 1990a). Les haches bifaciales collectées possèdent des côtés concaves et des tranchants convexes (Vermeersch *et al.*, 1984b & 1990b).

Affinités

L'industrie à lames du site de Nazlet Khater 4 occupe une position isolée au niveau chronologique et technologique dans la vallée du Nil, ce qui limite toute tentative de corrélation ou de comparaison (Van Peer, 1998).

Il s'agit en effet du seul site du début du Paléolithique supérieur dans la vallée du Nil. Aucun ensemble similaire n'est connu, ni en Nubie, ni au Soudan, ni dans le désert arabique et libyen. Les seuls assemblages connus de cette époque sont ceux de Cyrénaïque et du Sinaï (Van Peer & Vermeersch, 1990). Le Dabbien ancien de la grotte de Haua Fteah (McBurney, 1967) se situe dans la même période chronologique que Nazlet Khater 4 (Vermeersch *et al.*, 1990a). Du point de vue de la technologie, les deux ensembles sont comparables étant donné que tous deux sont clairement orientés vers la production laminaire et que la technique Levallois y est absente (Van Peer & Vermeersch, 1990). Cependant, le Dabbien ancien se caractérise par un pourcentage élevé de lamelles à dos (50 %), de lames à chanfrein, de burins et de grattoirs. Un tel ensemble typologique semble bien différent de celui de Nazlet Khater 4 (Van Peer et Vermeersch, 1990 ; Vermeersch *et al.*, 1990a ; 2002).

Au niveau technologique, l'assemblage de Nazlet Khater 4 est un phénomène isolé puisque des outils bifaciaux sont en association avec un système de production de lames. En outre, l'aspect spécifique de l'activité menée à NK 4 ajoute encore à la difficulté de comparaison. Il

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

semble en effet difficile de pouvoir comparer un assemblage issu d'un site d'extraction avec ceux venant de sites d'habitat, même si ces assemblages sont l'oeuvre d'une même population (Van Peer & Vermeersch, 1990 ; Vermeersch *et al.*, 1990a ; Van Peer, 1998 ; Vermeersch *et al.*, 2002). Selon Van Peer (1998), l'industrie de Nazlet Khater 4 pourrait représenter une incursion dans la Vallée du Nil d'un Complexe Nubien transformé. L'assemblage laminaire évoque certains traits présents dans l'industrie de Taramsa et l'utilisation de haches bifaciales comme outils d'extraction serait aussi une réminiscence des assemblages taramsiens (Van Peer, 2004b).

I.2.4.2 Le Paléolithique final

Au Paléolithique final (à partir de 21 Ka), la vallée du Nil fournit une multitude d'industries à lames et lamelles qui ont conduit à proposer une grande variété de faciès typologiques, de faible dispersion géographique (Vermeersch *et al.*, 1990a ; Aumassip, 2004). Les connaissances sur le Paléolithique supérieur ancien étant très limitées, il semble difficile de déterminer l'origine de ces industries du Paléolithique final (Vermeersch *et al.*, 1990a). Selon Aumassip (2004), certaines similarités avec l'Ibéromaurusien conduisent à envisager une origine commune. L'évolution du climat a pu être étudiée en détail à Wadi kubbaniya pour cette période (Wendorf & Schild, 1980). Les données indiquent un climat hyperaride durant tout le Paléolithique final. Ces résultats sont en corrélation avec la séquence climatique du Sahara occidental (Petit-Maire & Dutour, 1987).

Les restes humains associés au site minier de NK 4 sont les seules traces anthropologiques dans la vallée du Nil durant le stade isotopique 3. Au Paléolithique final, les principaux vestiges humains proviennent de 5 sites :

– Le squelette de **Wadi Kubbaniya** daté d'un peu plus de 20 Ka (Wendorf & Schild, 1986).

– Les deux squelettes de **Esna** qui pourraient datés d'environ 18 Ka (Butler, 1974).

– Les restes de **Jebel Sahaba** (59 individus) datés d'environ 14 à 12 Ka (Wendorf, 1968b)

– Le frontal de **Kom Ombo** daté entre 13,5 et 13 Ka (Reed, 1965).

– La série de **Wadi Halfa** (39 individus) datée entre 12 et 6,4 Ka (Greene & Armelagos, 1972).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

CHAPITRE II

LES TOMBES

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

II.1 DÉCOUVERTE ET DESCRIPTION DES DEUX TOMBES

Deux sépultures, associées au site minier du Paléolithique supérieur de Nazlet Khater 4 (NK 4), ont été découvertes en 1980 par le *BMEPP*. Elles étaient situées sur une colline qui culmine à 67,1 m de la plaine alluviale, à quelques centaines de mètres du site NK 4. Cette élévation, baptisée *Boulder Hill* en raison des gros blocs de calcaire silicifié qui recouvraient sa surface, correspond également à un site d'extraction de matières premières (NK 2) datant du Paléolithique moyen (Figure 13 ; Vermeersch 2002c).

Cette colline se compose au sommet d'une fine couche de dépôts de pente contenant de nombreux artéfacts du Paléolithique moyen, suivie d'un dépôt de 50 cm de limons consolidés résultant d'une ancienne terrasse du Nil. Ces limons se caractérisent par la présence de nombreuses fentes de dessiccation. C'est au sein de ces fentes que les deux squelettes ont été retrouvés (Vermeersch *ibidem*).

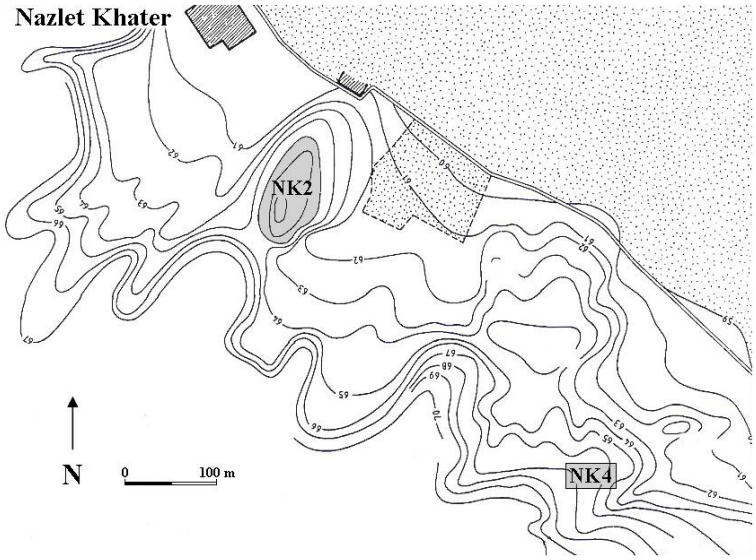


Figure 13 : *localisation du site minier de Nazlet Khater 2 (NK 2) sur le Boulder Hill par rapport à celui de Nazlet Khater 4 (NK 4) (d'après Vermeersch, 2002c).*

La première tombe a été recoupée par une tranchée de fouille durant la campagne de 1980. La deuxième est apparue la même année dans un puits creusé en 1978, lors de la première campagne de fouille, puits qui avait été élargi par érosion de pente (Vermeersch, 2002c). La Figure 14 montre la position des deux tombes sur la colline par rapport aux tranchées de fouilles du *BMEPP*.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

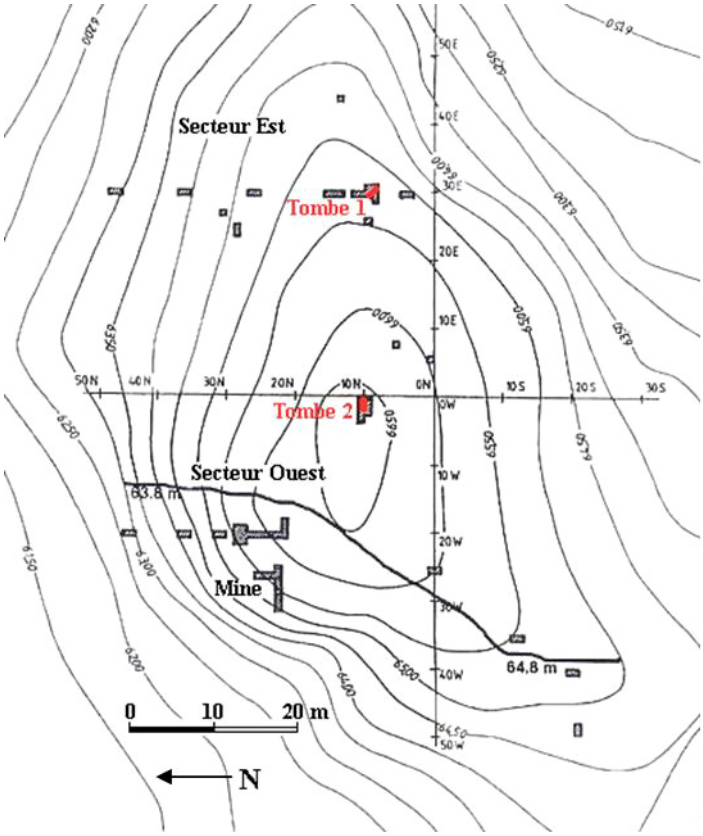


Figure 14 : *topographie du Boulder Hill avec la position des deux tombes, de la mine de Nazlet Khater 2 et des tranchées de fouilles du BMEPP. La ligne noire marque la limite est d'affleurement des dépôts de graviers nilotiques (d'après Vermeersch, 2002c).*

II.1.1 LA TOMBE N°1

Le squelette de la première tombe (NK 1) se trouvait à 37 cm sous la surface dans une fente de dessiccation élargie pour former une fosse. Cette dernière était comblée par du sable éolien.

Les restes humains étaient orientés nord-ouest sud-est. Le squelette gisait sur le dos, en position contractée avec les jambes fléchies et en position haute (Figure 15, Vermeersch, 2002c). Les parties conservées des membres supérieurs indiquent qu'ils étaient repliés vers la tête (Vermeersch, *ibidem*). Son état de préservation était très mauvais (Vermeersch *et al.*, 1984b). La zone recouvrant les fragments du crâne et la cage thoracique était recouverte de grosses pierres allant jusqu'à 30 cm de diamètre (Vermeersch, 2002c). Des fragments de coquilles d'œufs d'autruche, du charbon de bois et de la terre brûlée étaient présents dans la tombe de même que les restes très fragmentaires d'un fœtus (Figure 16). Celui-ci est représenté par deux corps vertébraux, cinq processus transverses de vertèbres et trois fragments de côtes.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

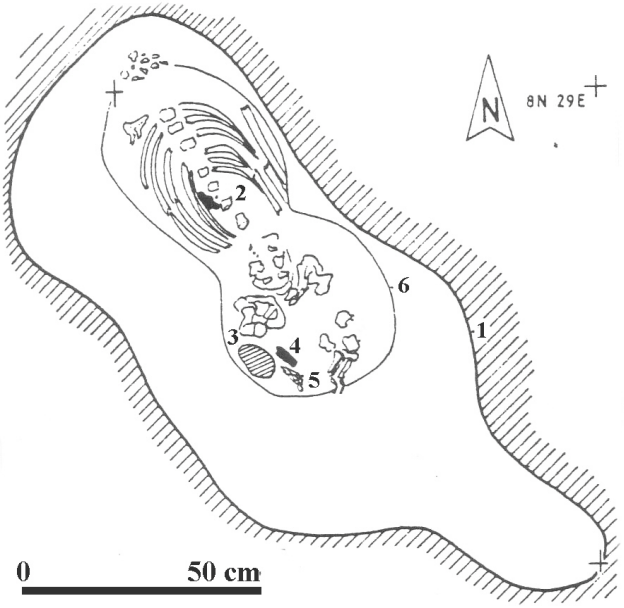


Figure 15 : *relevé partiel des restes de la première tombe. 1 = limite supérieure de la fosse ; 2 = terre brûlée ; 3 = ossements de fœtus ; 4 = charbon de bois ; 5 = tests d'œufs d'autruche ; 6 = limite inférieure de la fosse (d'après Vermeersch* et al.*, 1984b).*

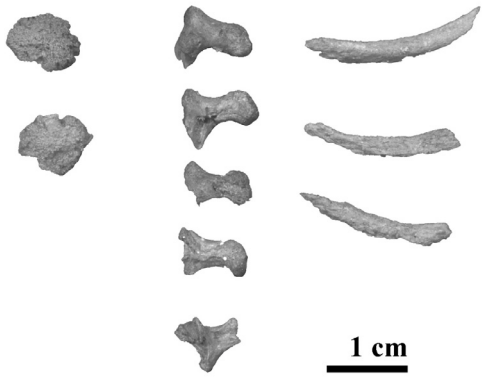


Figure 16 : *ossements de fœtus retrouvés dans la première tombe. De gauche à droite : deux corps vertébraux, cinq processus transverses vertébraux et 3 fragments de côtes.*

Lors de la fouille, les restes humains de cette tombe n'ont pas été considérés comme anciens par Vermeersch et son équipe. Le squelette a donc été directement envoyé en Belgique pour une description brève avant d'être détruit pour une tentative de datation absolue par la méthode du ^{14}C (Vermeersch, 2002c). Cette dernière ne donna malheureusement aucun résultat.

Plus récemment, les restes de charbon de bois présent dans cette tombe ont pu être analysés par la méthode *AMS*. La date obtenue est de 37 570 + 350 – 310 BP (GrA-20145, Vermeersch, *ibidem*).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

II.1.2 LA TOMBE N°2

Le squelette de la deuxième tombe (NK 2) a également été trouvé dans une fente de dessiccation des limons consolidés, à 60 cm de profondeur. Cette fente dont la largeur ne dépassait pas 40 cm était orientée est-ouest (Figure 17 ; Vermeersch *et al.*, 1984c). La découverte de ces restes est liée à l'érosion d'un sondage réalisé par le *BMEPP* en 1978 lors de la fouille du site minier du Paléolithique moyen de Nazlet Khater 2 (Vermeersch, 2002c). En revisitant le site, Vermeersch et son équipe ont aperçu les restes d'un crâne visible sur le bord du trou (Figure 18). Le jour suivant, alors que la décision de dégager les restes humains avait été prise, le large rocher placé au dessus du crâne ainsi que ce dernier étaient tombés dans le fond du puits laissant apparaître la mandibule (Vermeersch, *ibidem*).

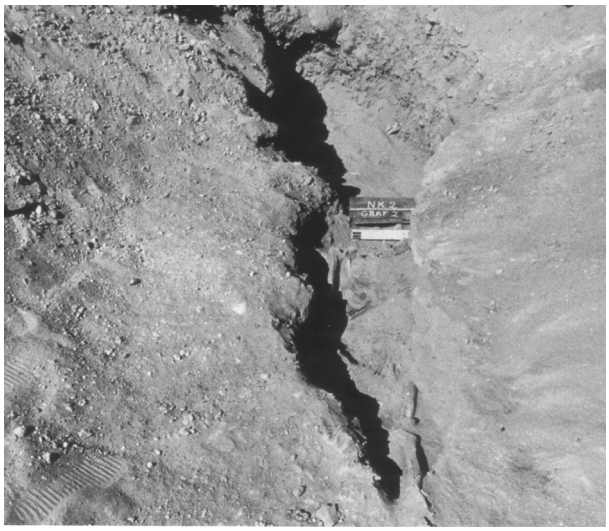


Figure 17 : *photographie de la fente de dessiccation dans laquelle le deuxième squelette (NK 2) était enterré (photo P. Vermeersch).*

Figure 18 : *photographie du bord de la tranchée érodée. Le contour du crâne de NK 2 y est affleurant.*

Selon la description de Vermeersch *et al.* (1984b & 1984c), le squelette reposait en décubitus dorsal, la tête tournée vers la gauche (vers le nord), les jambes en extension qui remontaient vers le haut en suivant l'orientation du fond de la fosse (Figure 19). Le bras droit était étiré le long du corps, tandis que le gauche était replié pour que la main puisse reposer sur la partie inférieure du bassin. La fente de dessiccation aurait été remodelée au niveau du coude gauche pour permettre cette flexion. Les pieds et les parties distales des tibias et fibulas n'étaient plus en position anatomique. Ils étaient situés à seulement 10 cm de la surface et ont été érodés (Vermeersch, 2002c).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les restes humains étaient recouverts de gros blocs ronds allant jusqu'à 40 cm de diamètre. Les interstices entre ces blocs étaient comblés par du sable éolien (Vermeersch, 2002c).

Une hache bifaciale en silex était posée sur le fond de la tombe à la droite du crâne. Selon Vermeersch (2002c), sa contemporanéité avec le dépôt ne fait aucun doute puisqu'elle reposait clairement au contact entre le limon et le sable éolien (Figure 19).

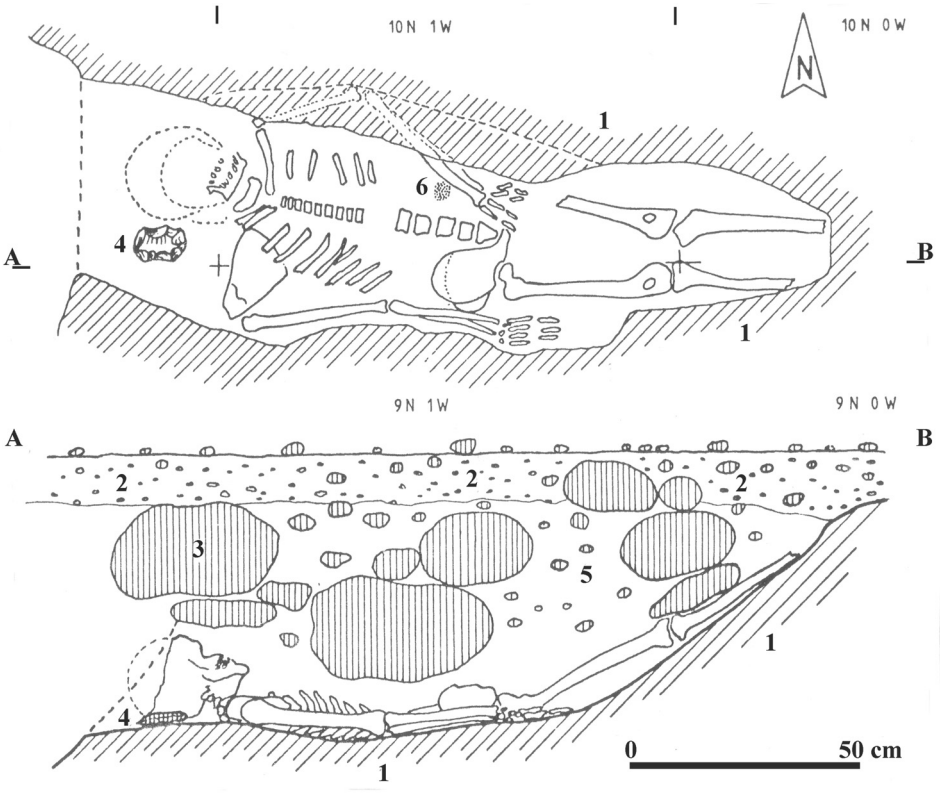


Figure 19 : *relevé synthétique de la deuxième tombe. A-B = coupe ; 1 = silts consolidés ; 2 = dépôts d'érosion de pente ; 3 = blocs couvrant le squelette ; 4 = hache bifaciale ; 5 = sable éolien ; 6 = charbon de bois (d'après Vermeersch, 2002c).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

II.1.3 ARGUMENTS DE CONTEMPORANEITE AVEC LE SITE NK 4

La découverte du site minier du Paléolithique supérieur de Nazlet Khater 4, lors de la campagne de fouille suivante, a apporté les premiers arguments de datation des tombes. En effet, selon Vermeersch *et al.* (1984b & 1984c), plusieurs observations vont dans le sens d'une contemporanéité entre les tombes et le site minier de NK 4.

Tout d'abord, il existe une forte similarité typologique entre la hache bifaciale de la deuxième tombe et celles retrouvées au sein de l'industrie de Nazlet Khater 4 (Vermeersch *et al.*, 1984c). L'utilisation des haches bifaciales est attestée dans le site minier de NK 4 pour les activités d'extraction (Figure 20 ; Vermeersch & Paulissen, 1993). Ensuite, la similitude sédimentologique entre le sable éolien qui a rempli les interstices entre les blocs de pierres recouvrant les deux tombes et celui qui a comblé les tranchées et les puits d'extraction durant la dernière phase d'exploitation de NK 4 a été notée par Vermeersch *et al.* (1984c). En outre, la datation *AMS* de la première tombe est tout à fait cohérente avec la période d'exploitation minière de NK 4 qui se serait étalée, selon Vermeersch (2002b), entre 40 et 35 Ka. Enfin, une tentative de datation directe du squelette de la deuxième tombe a pu être réalisée par *ESR* sur des fragments d'émail dentaire (molaires inférieures). Le résultat associé à une erreur standard maximisée en raison de l'absence de certaines données isotopiques contextuelles serait de 38 ± 6 Ka (Grün, comm. pers).

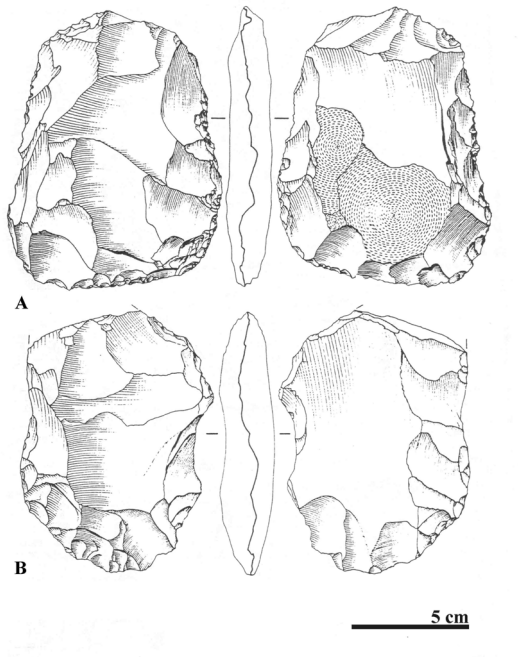


Figure 20 : *hache du site minier de Nazlet Khater 4 (A) et de la tombe de NK 2 (B) (d'après Vermeersch et al. 1984c).*

Les deux tombes seraient donc bien contemporaines de la période d'extraction minière de Nazlet Khater 4. Les restes de la première tombe ayant été détruits, ces datations font du squelette de Nazlet Khater 2 les plus anciens restes humains complets du stade isotopique 3, au nord de l'Afrique.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

II.1.4 POSITION SEPULCRALE DE NAZLET KHATER 1 ET 2

En plus des relevés partiels et synthétiques de Vermeersch (2002c), il nous semble possible d'apporter quelques précisions supplémentaires sur les gestes funéraires à partir des photographies de terrain ci-dessous (Vermeersch, comm. pers). Bien qu'il soit difficile de restituer des informations *a posteriori* lorsqu'elles n'ont pas été notées sur le terrain (Duday, 2005), les clichés mis à notre disposition par P. Vermeersch nous renseignent un peu plus sur la nature des dépôts.

Duday *et al.* (1990) ont défini un dépôt primaire comme « *l'apport d'un cadavre à l'état « frais » - donc peu de temps après sa mort – dans son lieu de dépôt définitif, où va s'opérer la décomposition du corps* ». L'argument le plus pertinent pour l'attester est le maintien des connexions dites labiles (os des mains, parties distales des pieds, etc. ; Duday *et al., ibidem*). Dans le cas de NK 2, on observe clairement la persistance de la jonction entre les métacarpiens II et III gauches et leurs phalanges proximales respectives, au-dessus de l'os coxal gauche (Figure 21). Le schéma de la Figure 19 confirme cette observation de contiguïté anatomique pour les os de la main droite, plus difficilement identifiables sur le cliché. Ces indications témoignent donc d'une sépulture primaire pour Nazlet Khater 2.

Figure 21 : *photographie du squelette de Nazlet Khater 2 en place dans la fente de dessiccation (photo P. Vermeersch).*

En ce qui concerne la première tombe, la caractérisation du dépôt est moins évident. Les os des mains sont absents et la partie distale des os des pieds n'est pas visible sur les clichés dont nous disposons (Figure 22 et Figure 23). Nous nous référons donc au relevé partiel de la Figure

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

15 montrant une connexion anatomique entre deux métatarsiens, leurs phalanges proximales et deux phalanges médiales pour déterminer le caractère primaire de ce dépôt.

Rappelons cependant qu'en milieu désertique, où la momification naturelle est chose courante, un phénomène de « dislocation paradoxal » peut avoir lieu (Maureille & Sellier, 1996). Les connexions dites persistantes peuvent dans ce cas se rompre en premier lieu alors que les connexions labiles sont maintenues. En ce qui concerne les deux sépultures retrouvées à Nazlet Khater, les articulations persistantes (talo-crurale pour NK 1 ; sacro-iliaque pour NK 2) sont également en connexions anatomiques, ce qui atteste donc bien un dépôt primaire.

Ensuite il est possible de discuter du type d'espace dans lequel la décomposition a eu lieu. Les relevés synthétiques et les photographies des tombes dévoilent qu'aucun os n'est situé en dehors du volume initial des corps. En ce qui concerne Nazlet Khater 1, nous avons vu que des restes de fœtus avaient été découverts dans la tombe. Zilhão (2005), en se basant sur la description et le schéma fait par Vermeersch (2002c), avance l'hypothèse que l'individu de la première tombe ait été une jeune femme enceinte qui serait décédée des suites de complication de grossesse. Cependant, les relevés partiels dont nous disposons montrent que les restes du fœtus étaient situés en dehors du volume du bassin de NK 1. Ils étaient placés à environ 5 centimètres latéro-inférieurement de l'extrémité proximale du fémur droit (Figure 15). Bien que l'expulsion post-mortem d'un fœtus ne puisse être écartée, il nous paraît plus prudent de nuancer cette hypothèse. En effet, ces restes immatures pourraient tout aussi bien appartenir à un enfant nouveau né ou mort-né, déposé à côté du corps adulte.

Outre l'absence de déplacement des os en dehors du volume initial des corps, on n'observe pratiquement aucun mouvement des ossements lié à l'espace créé par la disparition des parties molles (comme la mise à plat de la cage thoracique ou le basculement des coxaux vers l'arrière et l'extérieur suite à la destruction des masses fessières ; Duday, 2005). Dans le

Figure 22 : *photographie du squelette de Nazlet Khater 1 en place dans la fente de dessiccation après démontage des jambes et des bras (photo P. Vermeersch).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

cas de NK 2, l'articulation sacro-iliaque droite est bien visible sur la Figure 21 et elle ne témoigne pas d'un basculement de l'os coxal. De plus, il semble que les deux surfaces symphysaires pubiennes soient en vis-à-vis. Le volume du bassin et de la cage thoracique sont donc conservés. Enfin, la scapula droite de NK 2 est en position de déséquilibre, elle n'a pas subi de mise à plat et est toujours en contact avec la tête humérale au niveau de la cavité glénoïde (Figure 21). Ce côté du corps ne repose pourtant pas contre la paroi de la fosse.

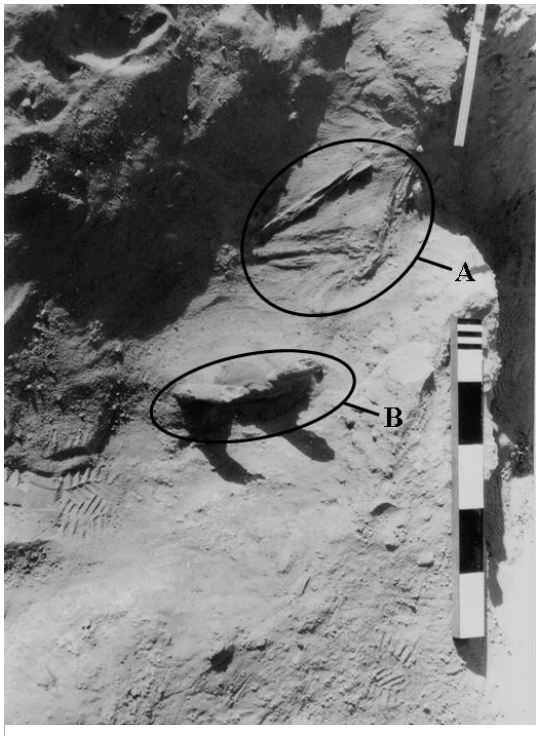


Figure 23 : *photographie du squelette de NK 1 après le premier décapage (photo P. Vermeersch). A = membre supérieur ; B = membre inférieur fléchi vers le haut.*

En outre, en ce qui concerne la première tombe, en plus du volume conservé de la cage thoracique (Figure 22), le membre inférieur était fléchi vers le haut (**B** ; Figure 23).

Toutes ces observations témoignent d'une décomposition des corps en espace colmaté avec un comblement progressif des volumes intérieurs des deux squelettes par des sédiments fins environnants, en l'occurrence ici, du sable éolien.

Dès lors, l'orientation vers le nord du crâne de NK 2 (Figure 18), traduit probablement une position intentionnelle. En effet, la mandibule était orientée de la même manière quand elle est apparue dans la coupe après que le crâne ait chu (Vermeersch, 2002c). Sur le cliché de la Figure 21, la mandibule, comme la cinquième vertèbre cervicale, ont été replacées pour la photographie et ne témoignent plus de leur position anatomique originelle dans les dépôts. Si l'orientation de la tête de NK 2 est sujette à caution, divers arguments viennent renforcer l'hypothèse de gestes funéraires planifiés. Tout d'abord, la fente de dessiccation dans les limons de Nazlet Khater 2 a été légèrement adaptée pour permettre au corps d'y reposer, notamment au niveau du coude gauche (Vermeersch, 2002c). Ensuite, les deux corps ont été inhumés dans le sable et recouverts de blocs de pierres volumineux. De plus, des morceaux de charbon de bois ont été découverts dans les deux dépôts. Enfin, des matériaux particuliers ont été déposés dans les deux tombes : un/des œufs d'autruche dans la première et une hache bifaciale dans la seconde.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Si le mode d'ensevelissement de ces deux individus reflète des gestes funéraires voisins, la position sépulcrale des deux individus est différente. Ils reposent tous les deux sur le dos, mais NK 1 est en position contractée avec les bras repliés vers la tête (**A** ; Figure 23) tandis que les membres inférieurs et supérieurs de NK 2 sont allongés dans l'axe du corps. L'absence d'autres découvertes ne nous permet pas d'interpréter ces différences comme la conséquence de pratiques funéraires distinctes.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

II.2 COMPARAISON DES GESTES FUNÉRAIRES

La comparaison des gestes funéraires concernant Nazlet Khater 1 et 2 se heurte à un problème majeur : l'absence de sépultures contemporaines dans la vallée du Nil et plus généralement au nord de l'Afrique et au Proche-Orient.

Au Paléolithique moyen, les seuls vestiges humains répertoriés dans la vallée du Nil sont ceux de l'enfant de Taramsa (*cf. supra* ; Vermeersch *et al.*, 1998). Sa position assise diffère totalement de celles de NK 1 et 2. Au nord de l'Afrique, les restes les plus anciens retrouvés dans des sites atériens se limitent à quelques fragments crâniens ou mandibulaires qui ne permettent pas d'interprétation des pratiques funéraires (Aumassip, 2004). La situation est tout autre au Proche-Orient avec les sites de Skhul et Qafzeh (McCown & Keith, 1939 ; Vandermeersch, 1966 & 1969). Au total, c'est une dixaine de sépultures primaires en pleine terre qui ont été mises au jour. Nous ne reviendrons pas sur leur description.

Leurs positions chronologique (~ 100 Ka) et géographique restent cependant trop éloignées des individus de Nazlet Khater pour tenter de comparer les observations taphonomiques les concernant.

Il faut attendre la deuxième moitié du Paléolithique supérieur en Afrique et au Proche-Orient ainsi que le Gravettien en Europe pour trouver de nombreuses inhumations. Les deux squelettes les plus proches chronologiquement et géographiquement de NK 1 et 2 sont Wadi Kubbaniya (Egypte) et Ohalo II (Israël). Ils sont tous deux datés par association aux alentours de 20 Ka (Wendorf & Schild, 1986 ; Hershkovitz *et al.*, 1995). Les restes de Wadi Kubbaniya reposaient en position ventrale, la tête tournée vers l'est et les bras le long du corps. La position du membre inférieur n'est pas connue, mais la partie proximale du fémur droit suggèrerait que la cuisse était en extension (Angel & Kelley, 1986). Il semble que cet individu ait été l'objet de violences étant donné la présence de lamelles en silex dans sa cavité abdominale et d'une blessure récente sur l'humérus gauche (Angel & Kelley, *ibidem*). Cette position inhabituelle sur le ventre pourrait être en relation avec sa mort brutale. Le squelette de Ohalo II était inhumé dans un puits recouvert d'une large pierre. Il était en position accroupie, les bras croisés sur la poitrine et les membres inférieurs fléchis du côté gauche avec les talons touchant le bassin

(Nadel & Hershkovitz, 1991 ; Hershkovitz *et al.*, 1995). Aucun objet particulier n'était associé à ces deux dépôts.

L'inhumation dans un puits est assez rare dans la vallée du Nil. Elle est répertoriée dans un seul site, le cimetière néolithique de Jebel Ramlah (site E-01-2) localisé dans le sud-ouest du désert égyptien (Kobusiewicz *et al.*, 2004). La plupart des tombes contenaient des dépôts primaires individuels, mais des dépôts secondaires multiples ou individuels étaient également présents. Les individus avaient les mains positionnées devant la face et ils étaient tous orientés vers l'ouest avec la tête au sud (Kobusiewicz *et al., ibidem*).

A la même période que les sépultures de Wadi Kubbaniya et Ohalo II, on retrouve au nord-ouest de l'Afrique la série ibéromaurusienne de Taforalt (Ferembach *et al.*, 1962). Malheureusement peu d'indications demeurent concernant près de 200 individus retirés du site. Le seul squelette pour lequel on dispose d'informations était en position contractée sur le côté droit avec la tête tournée vers l'ouest (Roche, 1963 ; Aumassip, 2004).

Il faut ensuite attendre le Paléolithique final et l'Epipaléolithique (entre 15 et 8 Ka) pour trouver un nombre plus élevé de sépultures dans la vallée du Nil. La plupart des sites corrélés à cette période comme Jebel Sahaba, Wadi Halfa ou encore Tushka témoignent d'une certaine homogénéité des pratiques funéraires et de la position sépulcrale. Il s'agit majoritairement de sépultures primaires individuelles en pleine terre bien que certains dépôts multiples ou secondaires aient également été mis au jour (Wendorf, 1968a & b). Les squelettes sont en position contractée sur le côté gauche, la tête vers l'est, le regard au sud et les mains près de la face (Hewes *et al.*, 1964 ; Wendorf, 1968a ; Wendorf & Schild, 2004). Le cas de Jebel Sahaba est un peu particulier puisque la plupart des individus seraient morts de façon violente (41,4 % , sexe et âge confondus ; Wendorf & Schild, 2004). De nombreux artéfacts qadiens ont été retrouvés en contacts directs avec les ossements de ces individus et des traces de découpes ainsi que des fractures récentes ont également été identifiées (Wendorf & Schild, *ibidem*). Un seul squelette (JS 29) avait une position différente de l'ensemble de la série. Elle était très proche de celle de Wadi Kubbaniya puisque cet individu reposait sur le ventre. Son membre inférieur droit était semi fléchi tandis que le gauche était désarticulé (Wendorf, 1968b).

Un peu plus au sud de ces sites nubiens épipaléolithiques, le site de El-Barga a livré une dizaine d'individus datant de 9,5 – 9 Ka (Honegger, 2004b). Il s'agit de sépultures primaires individuelles où les squelettes reposent en position fœtale sur le côté droit, sur le côté gauche ou sur le dos. Le crâne est orienté préférentiellement vers le nord-est (Honegger, 2004a). La

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

position contractée forcée observée pour les membres inférieurs fléchis laisse supposer l'utilisation de sacs ou de lanières (Honegger, *ibidem*).

Ce rappel court, et forcément superficiel, des dépôts funéraires dans la vallée du Nil durant le Paléolithique final et l'Epipaléolithique montre une homogénéité forte des positions sépulcrales en Égypte et au Soudan. Ces dernières diffèrent complètement de ce qui est observé à Nazlet Khater.

La position sur le dos observée à Nazlet Khater n'est cependant pas unique au Paléolithique supérieur, mais il faut attendre la deuxième moitié de cette période en Europe ou en Russie pour voir apparaître un nombre important de sépultures en extension, comme à Grimaldi, Dolní Věstonice ou encore Sunghir (*e.g.* Binant, 1991 ; Henry-Gambier, 2001).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

CHAPITRE III

ETUDE DESCRIPTIVE DES RESTES HUMAINS DE NAZLET KHATER

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.1. ECHANTILLON DE COMPARAISON ET MÉTHODOLOGIE

III.1.1 GROUPES DE COMPARAISON

Le choix des populations de références pour caractériser la morphologie de NK 2 se heurte à un problème majeur : l'absence totale de spécimens modernes complets en Afrique du nord, et plus généralement dans le monde entier, associés au stade isotopique 3. Les restes humains de NK 2 sont isolés chronologiquement et géographiquement de l'ensemble de l'enregistrement fossile au même titre que l'industrie du site minier de Nazlet Khater 4. En outre, la variabilité des hommes modernes de la fin du Paléolithique moyen et du début du Paléolithique supérieur est très mal connue. Enfin, les vestiges humains fragmentaires associés à cette période concernent principalement le crâne et la mandibule. La connaissance de la variabilité morphologique du squelette infra-crânien est, par conséquent, encore plus ténue pour les spécimens pénécontemporains de Nazlet Khater 2.

La sélection des individus et groupes de comparaison a donc été réalisée suivant plusieurs critères afin de caractériser au mieux la variabilité morphologique de NK 2 (Tableau 1). Les groupes préconçus couvrent un intervalle chronologique large et proviennent de zones géographiques étendues.

Tout d'abord le groupe des *Homo species* (**Hsp**) est utilisé dans le seul but de témoigner de la morphologie archaïque de certains ossements infra-crâniens, peu ou pas représentés dans l'échantillon des *Homo sapiens* archaïques (**Hsa**). Les individus composant ce dernier groupe correspondent dans les grandes lignes à la classification « *Late archaic* Homo sapiens » de Braüer *et al.* (1997). Cet échantillon comprend tous les spécimens africains entre ~ 130 Ka et 300 Ka dont l'attribution phylogénétique est sujette à controverse. Certains de ces fossiles (Kabwe1, Eyasi) peuvent être considérés comme membres d'une espèce distincte (*Homo rhodesiensis / hedelbergensis*), marquant la transition entre *Homo erectus* et *Homo sapiens* (Rightmire, 1998 ; Stringer, 2002), d'autres (comme Jebel Irhoud, Herto, …) possèdent une mosaïque de traits archaïques et dérivés qui les placeraient juste à la frontière des « hommes anatomiquement modernes » (Hublin, 1991 ; White *et al.*, 2003). Rappelons que l'homme

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

anatomiquement moderne est défini sur des critères crâniens et mandibulaires à partir de la variabilité actuelle et des référentiels du Paléolithique supérieur européen (Tillier, 2006). En outre, la définition morphométrique proposée par Day & Stringer (1982) suite à la découverte de Omo I, a montré ses limites, notamment sur des populations actuelles (Wolpoff, 1986). Si cette distinction entre certains *Homo sapiens* archaïques et les hommes modernes paraît difficile à fixer, il nous semble encore plus complexe de déterminer une limite « spécifique » entre les différents spécimens fossiles de la fin du Pléistocène moyen en Afrique. La classification utilisée dans ce travail nous semble la plus ouverte possible et repose plutôt sur une subdivision chronologique que taxinomique. Nous n'excluons en outre pas la possibilité que certains spécimens de ce groupe soient affiliés aux hommes anatomiquement modernes si l'on se réfère au travail de Lieberman *et al.* (2002 ; *cf.* Chapitre IV).

Ce groupe « Hsa » est divisé en deux sous-ensembles géographiques pour certaines analyses comparatives. Il s'agit des « **HsaAn** » pour les individus du nord de l'Afrique et des « **HsaAs** » pour les restes sub-sahariens.

Les groupes d'hommes modernes – c'est-à-dire des spécimens attribués aux hommes anatomiquement modernes selon un consensus général, même si celui-ci est parfois remis en question, comme pour Klasies River Mouth (Frayer *et al.*, 1993 ; Trinkaus, 2005) – ont été définis en fonction de périodes chronologiques et de zones géographiques larges permettant de créer des échantillons les plus statistiquement significatifs possible.

Le groupe des hommes modernes du Paléolithique moyen (**HsPm**) se compose des individus de Qafzeh et Skhul. Cette série constitue la référence la plus complète, en terme de parties squelettiques, d'hommes modernes anciens dont la variabilité diffère partiellement de celle observée actuellement (McCown & Keith, 1939 ; Vandermeersch, 1981). Le pendant africain de ce dernier groupe est celui des hommes modernes du *Middle Stone Age (MSA ;* **HsMsa**). Ces restes sont malheureusement beaucoup plus fragmentaires et l'association de certains spécimens (Springbok Flats et Loyangalani) avec cette période chronologique est sujette à caution (Tableau 1). Cependant la robustesse de ces deux pièces supposerait un âge avancé (Hughes, 1990 ; Twiesselman, 1991). Vient ensuite le groupe des hommes modernes de l'Atérien (**HsAter**). Il contient seulement trois individus fragmentaires, mais ces derniers pourraient être les plus proches chronologiquement et géographiquement de Nazlet Khater 2. Ils présentent une mosaïque de traits dérivés et archaïques assez inhabituelle en Afrique puisque la mandibule de Témara 1 n'a pas de menton et que le crâne de Dar-es-Soltan 5 possède un torus supra-orbitaire

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

net (Trinkaus, 2005). Ils sont néanmoins généralement définis comme des hommes modernes (Ferembach, 1986 ; Dutour, 1995a).

Entre ces restes humains du Pléistocène supérieur et les premiers fossiles épipaléolithiques, il existe un hiatus de près de 20 Ka au nord de l'Afrique. Les fossiles humains les plus proches chronologiquement de NK 2 sont alors les hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe (**HsPsEu**). Le choix des individus s'est principalement focalisé sur la période gravettienne, riche en squelettes complets. L'équivalent africain de ce groupe est celui des hommes modernes du « Paléolithique supérieur » d'Afrique sub-saharienne (**HsPsAs**). Nous avons préféré cette attribution chronologique à celle du *Late Stone Age* (*LSA*) étant donné la composition de cet échantillon. Il comprend, outre des spécimens *LSA* bien datés, des individus dont l'appartenance au *MSA* a été remise en question par plusieurs auteurs (Klein, 1970 ; Rightmire, 1978).

Au Paléolithique final et à l'Epipaléolithique, les restes humains d'Afrique du nord et du Proche-Orient sont beaucoup plus nombreux. Nous les avons regroupés en deux échantillons distincts : les hommes modernes de l'Epipaléolithique du nord de l'Afrique (**EpipalAn**) et du Proche-Orient (**EpipalPo**).

Contrairement aux groupes précédents, ceux-ci sont composés principalement de populations et de quelques individus isolés. Sous le groupe « EpipalAn », nous avons rassemblé tous les échantillons datés entre 20 et 5 Ka en Afrique du nord. Cette association comprend des groupes assez divers qui ont été classés par différents auteurs (Briggs, 1955 ; Camps, 1969 ; Chamla, 1968a & 1975) selon des critères typologiques ou culturels. Si la série de Columnata semble se différencier légèrement du reste par sa gracilité (Camps, 1974 ; Chamla, 1970), la similitude morphologique des individus associés à l'Ibéromaurusien (hommes de Mechta-Afalou) et au Capsien (Protoméditerranéens) a conduit certains auteurs à proposer le terme de « Mechtoïde » pour désigner ces populations robustes d'hommes modernes du nord de l'Afrique (Anderson, 1968 ; Thoma, 1978). En outre, selon Shepard & Lubell (1990), il existerait une continuité culturelle entre l'Ibéromaurusien et le Capsien de sorte que les distinctions entre les différents types humains ne seraient en fait que le résultat de la variabilité morphologique au sein d'un même groupe (Dutour, 1995a ; Devriendt & Dutour, 2005). En outre, les affinités morphologiques entre les populations épipaléolithiques de la vallée du Nil et les ibéromaurusiens ont été mises en évidence par plusieurs travaux (Anderson, 1968 ; Greene & Armelagos, 1972 ; Angel & Kelley, 1986). Enfin, la population de Hassi el-Abiod, bien que plus récente, présente également de fortes ressemblances avec les séries ibéromaurusiennes et plus particulièrement celle de Taforalt (Dutour, 1989). Tous ces travaux justifient, selon nous, le

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

regroupement de ces populations au sein d'un même groupe. Cependant, l'homogénéité de ce dernier a été systématiquement testée lors des analyses statistiques comparatives (Paragraphe III.1.2). Lorsque les sous-ensembles du groupe des « EpipalAn » montraient des différences significatives, nous les avons traités séparément. Les deux principaux sous-ensembles sont celui des Epipaléolithiques nubiens (**EpipalNub**), comprenant tous les fossiles de la vallée du Nil, et celui des individus Epipaléolithiques d'Afrique du nord-ouest (**EpipalAno**). Dans d'autres cas encore, chaque population est identifiée (**Afalou**, Columnata (**Column**), Hassi el-Abiod (**HassiAb**), Jebel Sahaba (**JS**), **Medjez**, **Taforalt** et Wadi Halfa (**WH**)).

Les populations de Jebel Sahaba et Wadi Halfa constituent le référentiel le plus proche géographiquement et chronologiquement de Nazlet Khater 2. Nous avons donc étudié les originaux de ces deux séries en utilisant les mêmes critères métriques et morphologiques que pour NK 2.

Les groupes des Epipaléolithiques du Proche-Orient se composent également de populations associées, ici, au Natoufien (Bocquentin, 2003) et de certains spécimens plus anciens rapportés au Kébarien, comme par exemple Ohalo II et Ein Gev 1.

Le groupe suivant (**MesoAs**) comprend des fossiles Africains sub-sahariens datés du Mésolithique. Rightmire (1975) a montré la proximité morphométrique de ces individus avec les populations actuelles de la vallée du Nil.

Enfin, le groupe des membres de la lignée Néandertalienne (**Neand**) a été introduit en tant qu'extra-groupe pour relativiser les différences ou ressemblances observées entre NK 2 et ces différents échantillons d'hommes modernes du Pléistocène moyen et supérieur. Il nous paraissait en effet intéressant de disposer d'un référentiel non moderne riche en restes crâniens et infra-crâniens pour caractériser la variabilité morphométrique de NK 2. La plupart des autapomorphies néandertaliennes se situent au niveau du crâne et de la mandibule. Cependant, comme l'a souligné Trinkaus (2006c), les autapomorphies des hommes modernes sont plus nombreuses et notamment au niveau du squelette infra-crânien. L'identification de possibles traits plésiomorphiques sur les restes infra-crâniens de NK 2, ne peut donc se faire sans l'introduction de ce groupe fossile, dont les ossements post-céphaliques sont beaucoup plus nombreux que ceux des *Homo sapiens* archaïques.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Groupe	Localisation (nom site, pays)	Période (époque / date)	Restes introduits dans l'analyse comparative						Références (sites et mesures)
			Crâne	Labyr	Osselet	Mandi	Dents	Infra-crânien	
Hsp : *Homo species*									
KNM-BK 66	Baringo, Kenya	Pléistocène moyen						Ulna	Solan & Day, 1992
Berg Aukas	Berg Aukas, Namibie	Pléistocène moyen **?**						Fémur	Grine *et al.*, 1995
Hsa : *Homo sapiens* archaïques									
HsaAn : *Homo sapiens* archaïques d'Afrique du nord									
Jebel Irhoud 1, 2	Jebel Irhoud, Maroc	190 – 130 Ka	X				X		Ennouchi, 1962 & 1968 Hublin, 1991 Grün & Stringer, 1991
Haua Fteah 1, 2	Haua Fteah, Libye	> 90 Ka				X	X		Tobias, 1967 McBrearty & Books, 2000
Sidi Abderrahman	Casablanca, Maroc	Pléistocène moyen					X		Arambourg & Biberson, 1956
Kébibat	Rabat, Maroc	Pléistocène moyen					X		Saban, 1975 & 1977
Mugharet el Aiya	Mugharet el Aiya, Maroc	Pléistocène moyen / début récent					X		Howe *et al.*, 1967 McBrearty & Books, 2000
Singa	Singa, Soudan	190 – 130 Ka	X						Bate, 1951 McDermott *et al.*, 1996 Mesures sur original
HsaAs : *Homo sapiens* archaïques d'Afrique sub-saharienne									
Cave of Hearths	Cave of Hearths, Afrique du Sud	Fin du Pléistocène moyen				X	X	Radius	Tobias, 1971 Pearson & Grine, 1997

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Groupe	Localisation (nom site, pays)	Période (époque / date)	Restes introduits dans l'analyse comparative						Références (sites et mesures)
			Crâne	Labyr	Osselet	Mandi	Dents	Infra-crânien	
Eyasi 1, 3	Eyasi, Tanzanie	> 130 Ka	X				X		Protsch, 1981 Mehlman, 1987
Florisbad	Florisbad, Afrique du Sud	260 Ka	X						Clarke, 1985 Grün *et al.*, 1996
Herto 1	Herto, Ethiopie	160 – 154 Ka	X				X		Clark *et al.*, 2003 White *et al.*, 2003
Kabwe 1	Broken Hill, Zambie	Pléistocène moyen	X				X	Fémur Coxal	Pycraft *et al.*, 1928 Kennedy, 1984 McBrearty & Books, 2000
KNM-ER 999	Ileret, Kenya	300 – 270 Ka						Fémur	Day & Leakey, 1974 Bräuer et al., 1997 Trinkaus, 1993a
KNM-ES 11693	Eliye Springs, Kenya	Pléistocène moyen **?**	X						Bräuer & Leakey, 1986 Bräuer *et al.*, 2003
Ngaloba (L18)	Laetoli, Tanzanie	200 – 490 Ka	X				X		Magori & Day, 1983a & b McBrearty & Books, 2000
Omo II	Kibish, Ethiopie	195 – 150 Ka	X						Day, 1969 McDougall *et al.,* 2005
HsPm : hommes modernes du Paléolithique moyen									
Qafzeh (3, 6-9, 11-13, 15, 21)	Qafzeh, Israël	100 – 90 Ka	X	X	X	X	X	X	Arensburg & Nathan, 1972 Vandermeersch, 1981 McDermott *et al.*, 1993 Mesures sur moulage
Skhul (1-7, 9)	Skhul, Israël	110 – 90 Ka	X	X		X	X	X	McCown & Keith, 1939 Mercier *et al.*, 1993 Mesures sur moulage

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Groupe	Localisation (nom site, pays)	Période (époque / date)	Restes introduits dans l'analyse comparative						Références (sites et mesures)
			Crâne	Labyr	Osselet	Mandi	Dents	Infra-crânien	
HsMsa : hommes modernes du *Middle Stone Age*									
Blombos Cave	Blombos, Afrique du Sud	~ 70 Ka					X		Henshilwood *et al.,* 2001 Grine & Henshilwood, 2002
Border Cave	Border Cave, Afrique du Sud	BC 1, 2 : 79 – 153 Ka BC 5 : 74 ± 5 Ka	X			X		Humérus* Ulna*	de Villiers, 1973 & 1976 Pearson & Grine, 1996 Grün & Beaumont, 2001 Grün *et al.*, 2003
Die Kelders	Die Kelder, Afrique du Sud	70 – 60 Ka					X		Avery *et al.*, 1997 Grine, 2000 Feathers & Bush, 2000
Diré-Dawa	Diré-Dawa, Ethiopie	> 60 – 77 Ka				X	X		Vallois, 1951 Clark *et al.*, 1984
Equus Cave	Equus Cave, Afrique du Sud	94 – 32,7 Ka					X		Grine & Klein, 1985
Klasies River Mouth	Klasies Rive Mouth, Afrique du Sud	115 – 50 Ka				X	X	Clavicule Ulna Radius	Singer & Wymer, 1982 Rightmire & Deacon, 1991 Churchill *et al.*, 1996 Feathers, 2002
Loyangalani	Loyangalani, Kenya	Pléistocène récent **?**				X	X		Twiesselmann, 1991
Mumba	Mumba, Tanzanie	130 – 110 Ka				X	X		Bräuer & Mehlman, 1988
Omo I	Kibish, Ethiopie	195 – 150 Ka	X					X	Day, 1969 Day *et al.*, 1991 McDougall *et al.,* 2005
Springbok Flats	Tuinplaas, Afrique du Sud	*Middle Stone Age* **?**	X			X		Ulna	Schepers, 1939 Hughes, 1990

* Provenance stratigraphique incertaine (Grün & Beaumont, 2001)

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Groupe	Localisation (nom site, pays)	Période (époque / date)	Restes introduits dans l'analyse comparative						Références (sites et mesures)
			Crâne	Labyr	Osselet	Mandi	Dents	Infra-crânien	
HsAter : hommes modernes de l'Atérien									
Dar-es-Soltan 5	Dar-Es-Soltane, Maroc	130 – 40 Ka *	X			X	X		Ferembach, 1976b Ménard, 2002
Témara 1	Témara, Maroc	130 – 40 Ka *	X			X	X		Valois & Roche, 1958 Ferembach, 1976a & 1998
Zouhrah	El-Harhoura, Maroc	130 – 40 Ka *					X		Ménard, 2002 * Debénath, 1994
HsPsEu : hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe									
Abri-Pataud 1, 3	Eyzies, France	21 940 ± 250 BP	X	X		X	X	X	Movius, 1975
Barma Grande 1-2, 5	Grimaldi, Italie	24 800 ± 800 BP	X			X		X	Verneau, 1906 Formicola *et al.*, 2004
Brno 1, 2	Brno, Tchéquie	Gravettien Brno 2 : 23 680 ± 200 BP	X			X			Matiegka, 1929 Jelínek *et al.*, 1959 Pettitt & Trinkaus, 2000
Cap Blanc	Eyzies, France	Magdalénien	X			X	X	X	Von Bonin, 1935
Chancelade	Chancelade, France	Magdalénien	X			X		X	Testut, 1889 ; Billy, 1969
Combe Capelle	Combe Capelle, France	Paléolithique supérieur **?**	X					Membre Inf	Hermann, 1972 ; Hoffmann & Wegner, 2002 ; Henry-Gambier & White, 2003
Cro-Magnon 1-3	Eyzies, France	27 680 ± 270 BP	X	X		X	X	X	Vallois & Billy, 1965 Henry-Gambier 2002
Dolní Věstonice (3, 13-16)	Pavlov, Tchéquie	22 640 – 27 700 BP	X		X	X	X	X	Svoboda *et al.*, 1996 Sládek *et al.*, 2000 Lisoněk & Trinkaus, 2006
Eel Point	Eel Point, UK	24 470 ± 110 BP						Humérus	Schulting *et al.*, 2005

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Groupe	Localisation (nom site, pays)	Période (époque / date)	Restes introduits dans l'analyse comparative						Références (sites et mesures)
			Crâne	Labyr	Osselet	Mandi	Dents	Infra-crânien	
Lagar Velho 1	Lagar Velho, Portugal	25 060 – 23 720 BP		X	X				Zilhão & Trinkaus, 2000
Mladec 1, 5-6, 27	Mladec, Tchèquie	31 920 – 30 300 BP	X				X	Fémur	Wild *et al.*, 2005
Oase 1, 2	Peştera cu Oase, Roumanie	34 290 ± 970, -870 BP	X			X	X		Trinkaus *et al.,* 2003a & b
Oberkassel 1, 2	Oberkassel, Allemagne	Magdalénien	X					X	Verworn *et al.*, 1919
Paviland 1	Paviland UK	26 350 ± 550 BP						X	Sollas, 1913 ; Trinkaus, 2000a Pettitt, 2000
Pavlov 1	Pavlov, Tchéquie	22 640 – 27 700 BP	X			X	X	X	Svoboda *et al.*, 1996 Sládek *et al.*, 2000
Předmostí 3-4, 9-10, 14	Předmostí, Tchéquie	27 – 26 Ka				X	X	X	Matiegka, 1938 Svoboda *et al.*, 1996
Roc del Migdia	Roc del Migdia, Espagne	11 520 ± 220 BP	X			X			Turbón, 1989
Sunghir 1	Sunghir, Russie	22 730 – 24 340 BP	X			X	X	X	Alekseeva & Bader, 2000 Pettitt & Bader, 2000
Willendorf 1, 2	Willendorf, Autriche	I : 24 250 ± 180 BP II : 24 – 23,9 Ka				X		Fémur	Teschler-Nicola & Trinkaus, 2001
HsPsAs : hommes modernes du Pléistocène supérieur d'Afrique sub-saharienne									
Cape Flats	Cape Flats, Afrique du Sud	*MSA* / Holocène **?**				X	X		Coon, 1962 Mesure sur moulage
Fish Hoek	Fish Hoek, Afrique du Sud	*MSA / LSA* **?**	X			X	X		Anthony, 1967 Deacon & Wilson, 1992 Mesures sur moulage
Fingira 1	Fingira, Malawi	*Late Stone Age*	X						Howells, 1996

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Groupe	Localisation (nom site, pays)	Période (époque / date)	Restes introduits dans l'analyse comparative						Références (sites et mesures)
			Crâne	Labyr	Osselet	Mandi	Dents	Infra-crânien	
Kalomo	Kalomo, Zambie	*MSA / LSA* **?**				X			Galloway 1959
Ishango	Ishango, Congo	24 045 – 19 630 BP				X	X	X	Twiesselmann, 1958 Brooks *et al.*, 1987
OH 1	Olduvai, Tanzanie	16 920 ± 920 BP				X			Leakey & Leakey, 1971 Protsch, 1974 Mesures sur moulage
EpipalAn : hommes modernes de l'Epipaléolithique d'Afrique du nord									
Afalou bou-Rhummel (**Afalou**)	Beni Segoual, Algérie	12,5 – 10,5 Ka : Ibéromaurusien	X					X	Arambourg, 1934 Vallois, 1952
Ain Dokkara	Ain Dokkara, Algérie	8 580 ± 100 BP	X			X	X	X	Chamla, 1973
Asselar	Asselar, Mali	6 390 BP	X			X	X	X	Boule & Vallois, 1932 Dutour, 1992a
Beriche 1	Bériche, Algérie	Capsien	X			X			Chamla, 1973
Columnata (**Column**)	Columnata, Algérie	8,3 – 7,3 Ka : Ibéromaurusien	X			X		X	Chamla, 1970
Esna	Esna, Egypt	18 Ka : Fakhurien	X			X		X	Butler, 1974 Mesure sur original
Gambetta	Gambetta, Algérie	Capsien	X			X		X	Balout & Briggs, 1942
Hassi el-Abiod (**HassiAb**)	Hassi el-Abiod, Mali	6 970 ± 130 BP	X			X		X	Dutour, 1989
Jebel Sahaba (**JS**)	Jebel Sahaba, Soudan	14 – 12 ka : Qadan	X			X	X	X	Wendorf, 1968b Mesure sur originaux

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Groupe	Localisation (nom site, pays)	Période (époque / date)	Restes introduits dans l'analyse comparative						Références (sites et mesures)
			Crâne	Labyr	Osselet	Mandi	Dents	Infra-crânien	
Kom Ombo	Kom Ombo, Egypte	13 680 – 12 910 BP	X						Reed, 1965
Mechta el-Arbi (1-3, 5)	Mechta Arbi, Algérie	Capsien	X			X	X	X	Lagotala, 1924 Balout & Briggs, 1951 Dutour, 1995b
Medjez (1-4)	Medjez, Algérie	8,8 – 6,5 Ka : Capsien	X			X		X	Chabeuf, 1975
Taforalt	Taforalt, Maroc	21 – 10 Ka : Ibéromaurusien	X			X		X	Ferembach *et al.*, 1962 & Ferembach, 1965
Wadi Halfa (**WH**)	Wadi Halfa, Soudan	12 – 6,4 Ka : Qadan	X			X	X	X	Greene & Armelagos, 1972 Mesure sur originaux
Wadi Kubbaniya	Wadi Kubbaniya, Egypte	20 Ka	X			X		X	Angel & Kelley, 1986 Wendorf & Schild, 1986
EpipalPo : hommes modernes de l'Epipaléolithique du Proche-Orient									
Ein Gev 1	Ein Gev, Israël	Kébarien : 13 750 BC	X			X			Arensburg & Bar-Yosef, 1973
El Wad	El Wad, Israël	13 750 – 10 420 calBP	X			X		X	Bocquentin, 2003 & comm. pers.
Erq El-Ahmar	Erq El-Ahmar, Israël	Natoufien ancien : 13 000 – 11 300 BP	X			X			Bocquentin, 2003 & comm. pers.
Eynan Mallaha	Mallaha, Israël	12 310 – 10 430 BP	X			X	X	X	Bocquentin, 2003 & comm. pers.
Hayonim	Hayonim, Israël	12 520 – 11 830 BP	X			X		X	Bocquentin, 2003 & comm. pers.
Kebara	Kebara, Israël	12 470 ± 180 BP	X			X		X	Bocquentin, 2003 & comm. pers.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Groupe	Localisation (nom site, pays)	Période (époque / date)	Restes introduits dans l'analyse comparative						Références (sites et mesures)
			Crâne	Labyr	Osselet	Mandi	Dents	Infra-crânien	
Nahal Ein Gev	Nahal Ein Gev, Israël	Kébarien / Natoufien	X			X			Arensburg, 1977
Nahal Oren	Nahal Oren, Israël	Natoufien final : 11 500 – 11 200 BP Natoufien récent : 10 046 ± 318 BP	X			X	X	X	Bocquentin, 2003 & comm. pers.
Ohalo II	Ohalo, Israël	Kébarien : 20 540 – 18 130 BP	X			X	X	X	Hershkovitz *et al.*, 1993 & 1995 Mesures suppl. sur moulage
Rakefet	Rakefet, Israël	11 240 – 10 440 BP	X			X		X	Bocquentin, 2003 & comm. pers.
Shukbah	Shukbah, Israël	Natoufien récent : 11 300 – 10 500 BP	X			X			Bocquentin, 2003 & comm. pers.
F-81	Wadi Mataha, Jordanie	Kébarien : 17 579 – 16 457 calBP	X				X	X	Stock *et al.*, 2005
MesoAs : hommes modernes du Mésolithique d'Afrique sub-saharienne									
Gamble's Cave	Elmenteita, Kenya	8210 ± 260 BP	X			X	X	X	Leakey, 1970 Protsch, 1978
Bromhead	Elmenteita, Kenya	7 410 ± 160 BP	X			X		X	Leakey, 1970 Protsch, 1978
Iwo Eleru	Iwo Eleru, Nigeria	9 250 ± 200 BC	X					X	Brothwell & Shaw, 1971
Makalia	Makalia, Kenya	Gumban A	X			X		X	Leakey, 1970
Matjes River Rock Shelter	Matjes River, Afrique du Sud	7 500 – 3 300 BP	X						Howells, 1996 Clayton *et al.*, 2006

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Groupe	Localisation (nom site, pays)	Période (époque / date)	Restes introduits dans l'analyse comparative						Références (sites et mesures)
			Crâne	Labyr	Osselet	Mandi	Dents	Infra-crânien	
Nakuru IX	Nakuru, Kenya	Gumban B	X			X		X	Leakey, 1970
Willey's Kopje	Willey's Kopje, Kenya	Gumban A	X			X		X	Leakey, 1970
Neand : membres de la lignée néandertalienne									
Amud 1, 7	Amud, Israël	70 – 44 Ka	X	X		X	X	X	Suzuki & Takai, 1970 Valladas *et al.*, 1999 Mesures suppl. sur moulage
Arcy-sur-Cure	Arcy-sur-Cure, France	33 820 ± 0,72 BP		X		X	X		Hublin *et al.*, 1996 Trinkaus, comm. pers.
Banyoles	Banyoles, Espagne	45 ± 4 Ka				X	X		Maroto, 1993
Biache Saint-Vaast 1	Biache Saint-Vaast, France	Fin OIS 7			X				Rougier, 2003
Combe-Grenal	Combe-Grenal, France	75 – 65 Ka					X	Humérus	Garralda & Vandermeersch, 2000 Guadelli & Laville, 1990
Font-de-Forêt	Font-de-Forêt, Belgique	Paléolithique moyen						Fémur	Twiesselmann, 1961
Forbe's quarry 1, 2	Gibraltar, Espagne	-	X	X			X		Keith, 1911
Guattari 2, 3	Monte Circeo, Italie	60 – 50 BP	X			X	X		Piperno & Scichilone, 1991 Grün & Stringer, 1991
Kébara 1, 2	Kébara, Israël	70 – 54 Ka		X		X	X	X	Bar-Yosef & Vandermeersch, 1991 ; Schwarcz *et al.*, 1989 Mesures suppl. sur moulage
Kiik-Koba 1	Kiik-Koba, Ukraine	Paléolithique moyen						X	Bonc-Osmolovskij, 1941 Stepanchuk, 1994

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Groupe	Localisation (nom site, pays)	Période (époque / date)	Restes introduits dans l'analyse comparative						Références (sites et mesures)
			Crâne	Labyr	Osselet	Mandi	Dents	Infra-crânien	
Krapina	Krapina, Croatie	130 ± 10 Ka	X			X		X	Rink *et al.*, 1995 Mesures sur les originaux
La Chapelle-aux-Saints	La Chapelle-aux-Saints, France	60 – 44 Ka	X	X		X		X	Boule, 1911 Raynal, 1990
La Ferrassie 1-3	La Ferrassie, France	Paléolithique moyen	X	X	X	X	X	X	Heim, 1976 & 1982a Mesures suppl. sur moulage
La Naulette	La Naulette, Belgique	Pléistocène				X			Leguèbe & Toussaint, 1988 Mesures sur original
La Quina 5, 9, 27	La Quina, France	OIS 4 – 3	X	X		X	X	X	Henry-Martin, 1923 Mercier, 1992 Mesures suppl. sur moulage
Le Moustier 1	Le Moustier, France	40,3 ± 2,6 Ka	X	X		X	X		Mellars & Grün, 1991 Ullrich, 2005
Marillac-le-Franc	Les Pradelles, France	OIS 3		X			X		Fizet *et al.*, 1995 Maureille *et al.* (sous presse) Bouchneb, comm. pers. Maureille, comm. pers.
Neanderthal	Feldhofer, Allemagne	40 394 ± 512 calBP	X					X	Schaaffhausen, 1858 Schmitz *et al.*, 2002 Mesures sur moulage
Regourdou 1	Regourdou, France	OIS 4				X	X	X	Vandermeersch & Trinkaus, 1995 Mesures suppl. sur moulage
Saccopastore 1	Saccopastore, Italie	OIS 5e ?	X						Condemi, 1992

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Groupe	Localisation (nom site, pays)	Période (époque / date)	Restes introduits dans l'analyse comparative						Références (sites et mesures)
			Crâne	Labyr	Osselet	Mandi	Dents	Infra-crânien	
Saint-Césaire	Saint-Césaire, France	36 300 ± 2 700 BP				X	X	X	Levêque & Vandermeersch, 1980 ; Mercier *et al.*, 1991 Mesures sur moulages & originaux
Shanidar 1-2, 4-6	Shanidar, Irak	OIS 3	X			X	X	X	Trinkaus, 1983 Mesures suppl. sur moulage
Spy 1, 2	Spy, Belgique	OIS 3 (*)	X	X		X	X	X	Fraipont & Lohest, 1887 (*) Semal, comm. pers. Mesures sur originaux
Steinheim	Steinheim, Allemagne	> OIS 5 ?	X	X					Berckhemer, 1933 Brunnacker, 1975 Mesures dans Howells, 1996
Subalyuk	Subalyuk, Hongrie	OIS 5 – 3				X	X	X	Vleck, 1991 Pap *et al.*, 1996
Tabun C1	Mugharet el-Tabun, Israël	Couche B : 122 ± 16 Ka	X	X		X	X	X	McCown & Keith, 1939 Grün & Stringer, 2000 Mesures suppl. sur moulage
Tabun C2	Mugharet el-Tabun, Israël	Couche C : 188 – 119 Ka				X		X	McCown & Keith, 1939 Mercier *et al.,* 1995 Grün & Stringer, 2000 Stefan & Trinkaus, 1998
Vindjia	Vindija, Croatie	32 400 ± 1 800 BP				X	X		Wolpoff *et al.*, 1981 Higham *et al.*, 2006
Zafarraya	Boquete de Zafarraya, Espagne	OIS 3				X	X		Barroso Ruiz, 2003

Tableau 1 : *détails du contenu des différents groupes de comparaison utilisés dans l'analyse descriptive univariée et multivariée de NK 2.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

En ce qui concerne les données métriques fossiles, certaines valeurs proviennent de travaux plus spécifiques à une région du crâne ou du squelette. Les mesures propres à l'os temporal sont issues de la thèse de Elyaqtine (1995) ; les dimensions des os des mains ont été complétées par les données de Villemeur (1991) et les mesures de Trinkaus (comm. pers). Certaines valeurs complémentaires sur les crânes d'*Homo sapiens* archaïques et de Néandertaliens sont tirées des travaux de Magori & Day (1983a), Bräuer & Leakey (1986), Hublin (1991), Kidder *et al.* (1992) et Howells (1996). Les données mandibulaires et dentaires des spécimens atériens proviennent de Ménard (1998 ; 2002). En ce qui concerne les crânes des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe, des mesures supplémentaires proviennent de Riquet (1970) et Vandermeersch (1981). Les données comparatives des crânes et des mandibules protohistoriques (**ProtoH**) viennent du site de Wadi Tanezzuft (Di Lernia & Manzi, 2002) et du travail de Chamla (1968b). Les mensurations des crânes modernes égyptiens sont, elles, issues de la base de données sur internet de Howells (1996).

Les dimensions de l'oreille interne nous ont été amicalement fournies par Linda Bouchneb (doctorante au LAPP, doctorat en cours). Elles comprennent, outre les individus précités, les Néandertaliens de l'Abri Suard, Dederiyeh (Spoor *et al.*, 2002b), Devil's Tower, Engis 2, Pech de l'Azé et Petit Puymoyen et les hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe de Lauregie-Basse 1, Mallaurie et Rochereil. Les données actuelles (n = 134) proviennent du travail personnel de L. Bouchneb et de la base de données modernes de Spoor (1993), qu'elle nous a également transmise. Notre collaboration avec L. Bouchneb s'est faite dans le cadre de la préparation d'un article sur le labyrinthe osseux de NK 2 et d'une communication à la 1831^{e} réunion annuelle de la Société d'Anthropologie de Paris (Crevecoeur & Bouchneb, 2005).

Les données d'hommes actuels composant notre échantillon de comparaison pour les osselets de l'oreille moyenne sont issues des travaux de Heron (1923), Masali (1964), Arensburg *et al.* (1981), Lisoněk *et al.* (1986) et Mutaw (1986). Comme l'ont pratiqué Masali *et al.* (1991) et Spoor (2002), des mesures complémentaires ont été réalisées sur les malleus fossiles à partir des photographies à l'échelle publiées lorsque ces dernières offraient une bonne reproductibilité entre les valeurs des auteurs et nos résultats.

Les propriétés géométriques des sections diaphysaires des Néandertaliens et des hommes modernes du Paléolithique moyen proviennent des travaux de Trinkaus *et al.* (1994), Trinkaus & Churchill (1999) et Trinkaus & Ruff (1999). Les données des hommes modernes du Paléolithique supérieur sont tirées de Sládek *et al.* (2000) et de la thèse de Laura Shackelford (2005). Les valeurs des populations de Taforalt, Afalou, Jebel Sahaba et Wadi Halfa sont également issues de ce dernier travail (Shackelford, *ibidem*).

Enfin, notre base de données comparatives de mesures dentaires a pu être enrichie par la base de données de Bruno Maureille (Maureille, 2001 ; Monge *et al.*, 2005), mise à notre disposition.

Les populations actuelles (**Actuel**) intégrées à notre analyse proviennent de sources diverses en fonction des ossements investigués. Les diverses références utilisées sont reprises dans le tableau ci-dessous (Tableau 2).

Parties anatomiques	**Références**
Crâne	Population égyptienne de Howells (1973 & 1996)
Os temporal	Elyaqtine (1995)
Dents	Kieser (1990)
Hyoïde	Arensburg *et al*. (1990)
Scapula	Trinkaus (1977)
Sternum	Vallois (1965)
Vertèbres	Echantillons Gravettien et actuel de Holliday (2006b)
Membre supérieur	Hambucken (1993)
Radius	Propriétés géométriques, Pearson & Grine (1997)
Ossements de la main	Nécropole du gallo-romaine de Jacques Brel (Crevecoeur, 2002) Néolithiques mosans, mesures pers.
Bassin	Série de Coimbra, Bruzek (Comm. pers.)

Tableau 2 : *références des populations actuelles incorporées à l'analyse en fonction des ossements considérés.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.1.2 METHODES STATISTIQUES

III.1.2.1 Traitements statistiques uni- et bivariés

La description des mesures effectuées sur les ossements de NK 2, et les valeurs obtenues pour cet individu, sont données en Annexe I (Table I à XI). Le choix de ces mesures repose à la fois sur l'état de conservation des restes de NK 2 et sur les données comparatives disponibles dans la littérature. Il s'agit principalement des mesures de Martin (1914 & Braüer, 1988), complétées par celles d'autres auteurs en fonction des ossements concernés (Annexe I).

Préalablement au traitement statistique, nous avons calculé la position probabiliste (**ppx** ; Houët *in* Maureille *et al.*, 2001) de chaque individu par rapport à l'ensemble de l'échantillon pour chacune des mesures effectuées. Cette démarche, qui utilise la loi de Student, permet de détecter au sein du référent les erreurs de mesures importantes ou encore les cas de marginalité excessive liés par exemple à une pathologie. Nous avons décidé de fixer la limite à ppx < 0,0001 pour exclure une mesure de la base de données. La présence d'*Homo sapiens* archaïques et des Néandertaliens dans notre échantillon de comparaison justifie l'utilisation d'une limite basse afin de considérer la variation la plus vaste possible des hommes fossiles.

La méthode des écarts réduits ajustés a ensuite été utilisée pour comparer chacune des mesures de NK 2 à la moyenne et à l'écart-type des différents groupes prédéfinis (*cf. supra*). Cette méthode basée sur le t de Student prend en compte la taille de l'échantillon de comparaison et maximise la variabilité de ceux de petite taille (Houët, *ibidem*). La limite à 95 % de la variation d'un groupe de comparaison s'inscrit dans l'intervalle -1 et +1 avec le 0 représentant la moyenne (Figure 24). Dans le Paragraphe III.2.3 sur la comparaison morphométrique de NK 2 par rapport à l'échantillon de référence, seules les variables permettant de mettre en évidence les particularités morphologiques de NK 2 ont été détaillées. Nous avons utilisé la moyenne des mesures bilatérales de NK 2, à l'exception de celles ayant une grande asymétrie.

Dans le cas du malleus, les données individuelles des différents échantillons modernes de comparaison n'étaient pas disponibles. Nous avons donc fusionné mathématiquement toutes les moyennes et les écart-types des sous-ensembles selon la méthode de Cleuvenot & Houët (1993).

Cette technique a permis d'inclure le maximum de la variabilité de chaque population moderne pour le calcul des écarts réduits ajustés.

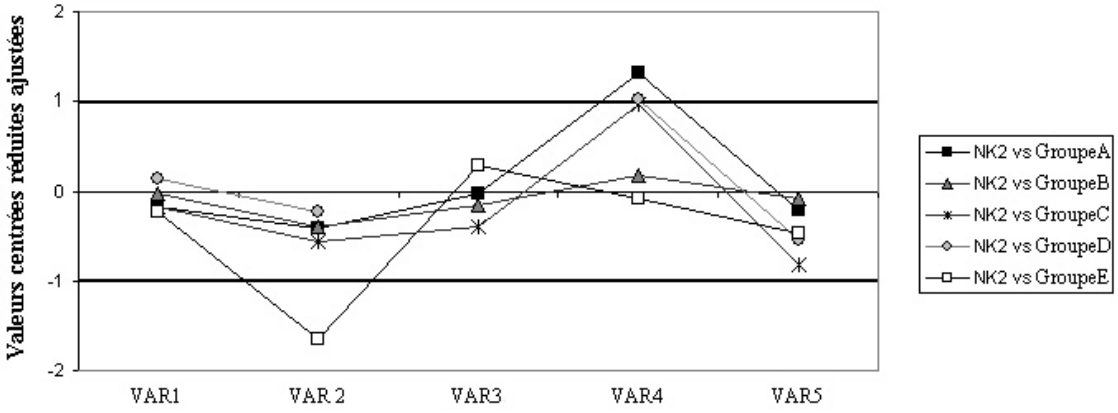


Figure 24 : *Représentation graphique des valeurs centrées réduites ajustées de NK 2 en fonction des différents groupes et ce pour chaque variable.*

Les boîtes à moustaches, utilisées pour l'illustration d'une variable particulière, donnent la médiane et les centiles pour chaque groupe. Cette représentation nous a paru plus adaptée à la taille de certains groupes de comparaison, que celle de la moyenne et l'écart-type. La boîte à moustaches représente 25 et 75 centiles et les extrêmes 5 et 95 centiles (Figure 25). Lorsque NK 2 est comparé à l'ensemble de l'échantillon, tous groupes confondus, la boîte à moustaches représente alors la moyenne et l'écart-type.

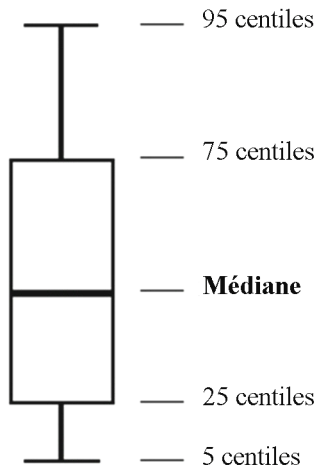


Figure 25 : *représentation graphique des boîtes à moustaches avec médiane et centiles.*

Parmi les groupes de comparaison, celui des Epipaléolithiques d'Afrique du nord (*EpipalAn*) est le plus volumineux et comprend plusieurs populations distinctes. Nous avons donc réalisé des tests de similitude de variances (F de Snedecor) et de moyennes (t de Student) pour vérifier

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

son homogénéité en fonction des différentes mesures. Lorsque l'hypothèse nulle était rejetée (H_0 = homogénéité de l'échantillon pour la variable testée), nous avons traité les différents sous-groupes de cet ensemble séparément.

En ce qui concerne les variations anatomiques non-métriques, nous avons utilisé le test non paramétrique exact de Fisher pour tester les différences significatives ou non de fréquence entre les Epipaléolithiques nubiens et les Natoufiens (*cf.* Paragraphe III.2.3.10).

Les données individuelles de certaines dimensions ont été représentées dans des diagrammes de dispersion (analyse bivariée) afin de mettre en évidence une différenciation entre les groupes ou les relations entre deux variables.

III.1.2.2 Traitements statistiques multivariés

Les analyses uni- et bivariées des dimensions de NK 2 ont été suivies, pour les ossements les plus caractéristiques, d'analyses multivariées. Deux méthodes ont été utilisées dans ce cas : les analyses en composantes principales (ACP) et l'analyse discriminante (AD). La première est réalisée sans *a priori* sur l'ensemble des individus de l'échantillon de comparaison, tandis que la deuxième se base sur des groupes prédéfinis.

Analyses en composantes principales

Les analyses en composantes principales ont été réalisées à partir des données standardisées selon la technique de Darroch & Mosimann (1985). Selon Jungers *et al.* (1995), ce rapport est le meilleur moyen de s'affranchir des différences de taille au sein d'un échantillon pour ne traiter que les différences de forme.

La technique de l'ACP se base sur le calcul de nouvelles variables indépendantes (les composantes principales) – qui sont des combinaisons linéaires des variables originales – et la projection dans un nouvel espace de représentations arbitraires pour exprimer au mieux la variabilité du nuage de points (Jambu, 1999). Le premier axe ainsi recalculé possède la variance maximale. Cette technique permet à la fois d'étudier les relations entre les individus d'un nuage

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

de points de « n » dimensions dans un espace de dimensions plus réduites (analyse en mode Q), mais aussi d'étudier les relations entre les variables de départ (analyse en mode R ; Middleton, 2000). Nous avons fixé la limite minimale de 75 % de variance pour une interprétation de la position des différents points par rapport aux composantes principales. Les individus sont donc projetés sur les deux premiers axes, ainsi que le premier et le troisième si les deux premières composantes principales représentent moins de 75 % de la variance totale du nuage de points. La projection des variables par rapport au cercle de corrélation est superposée dans chaque cas à la projection du nuage de points afin de visualiser la contribution de chacune d'elles aux nouveaux axes de l'ACP.

Les analyses en composantes principales ont été réalisées au moyen du logiciel STAT*lab* (1991).

Analyses discriminantes et probabilités *a posteriori*

Les fonctions discriminantes ont fréquemment été utilisées en anthropologie, notamment dans le cadre de la diagnose sexuelle pour différencier des groupes prédéfinis (Novotny, 1975 ; Schulter-Ellis *et al.*, 1983 & 1985 ; Bruzek, 1991), ou dans un but taxinomique pour un individu particulier (Stefan & Trinkaus, 1998).

Nous avons donc couplé certaines analyses en composantes principales sur les restes de NK 2 avec une analyse discriminante (AD). Cette méthode permet de calculer une fonction qui différencie au mieux les groupes prédéfinis. Elle donne ensuite la probabilité associée à la distance de Malahanobis pour évaluer la probabilité *a posteriori* de NK 2 d'appartenir à chacun de ces groupes de l'échantillon de comparaison. L'AD est calculée par le logiciel Statistica v.6 (Statsoft France, 2002) selon la méthode pas-à-pas pour déterminer les variables qui discriminent le mieux les différents groupes. L'homogénéité des groupes préconçus est ensuite testée au moyen des validations croisées dans le logiciel SPSS Inc. (2003). Par cette technique, chaque individu d'un groupe est retiré de l'analyse et classé suivant la fonction discriminante issue de tous les autres individus de ce groupe. Au final, plus le pourcentage de classification correcte est proche de celui du modèle de départ, plus les groupes prédéfinis sont homogènes, et les variables utilisées discriminantes.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2. LES RESTES HUMAINS DE NAZLET KHATER TOMBE 2

III.2.1 INVENTAIRE ET ETAT DE CONSERVATION

La Figure 26 représente l'état de conservation du squelette de Nazlet Khater 2 dans son ensemble. La description de l'état de conservation des restes est détaillée ci-dessous pour toutes les parties squelettiques.

III.2.1.1 Le squelette crânien

Lors de la découverte des restes (Chapitre II), le crâne était décalotté et affleurait dans la coupe d'un puits creusé durant la campagne de 1978 du *BMEPP*. Le lendemain de la découverte, il était tombé de la coupe, laissant apparaître la mandibule in situ. La calotte crânienne a été retrouvée dans le fond du puits (Van Peer, comm. pers). A la fin de la mission, les ossements de NK 2 ont été emportés en Belgique et conservés au laboratoire de Préhistoire de la *KULeuven*. Hilde Marichal a pris soin de consolider les os en utilisant « Archeoderm » (Vermeersch, 2002c). Les restes ont ensuite été confiés pour étude à Christine Charlier. Suite à leur rencontre au sein de l'équipe scientifique de la mission archéologique de l'île de Saï (Soudan), Philip Van Peer et Bruno Maureille ont convenu en 2002 que ce matériel exceptionnel devait faire l'objet d'une étude descriptive dans le cadre d'une thèse en cotutelle.

Le squelette m'a donc été confié par ces derniers en septembre 2002 pour étude. Le crâne a subi plusieurs altérations depuis sa description par Thoma (1984). Un petit fragment de frontal droit a disparu et la face a été cassée au niveau du processus frontal du maxillaire droit. Les collages du processus frontal du maxillaire gauche ainsi que celui de la suture fronto-zygomatique ont bougé. L'ouverture nasale s'en trouve déformée et le processus alvéolaire occupe une position plus orthognathe que celle décrite par Thoma (1984). La mandibule et le maxillaire ne sont dès lors plus en occlusion correcte (Figure 27). Il n'est cependant pas envisageable de rectifier et reconstruire correctement la face, en dehors d'une reconstruction virtuelle future, vu l'état des différentes pièces osseuses qui sont très fragiles et fragmentaires.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

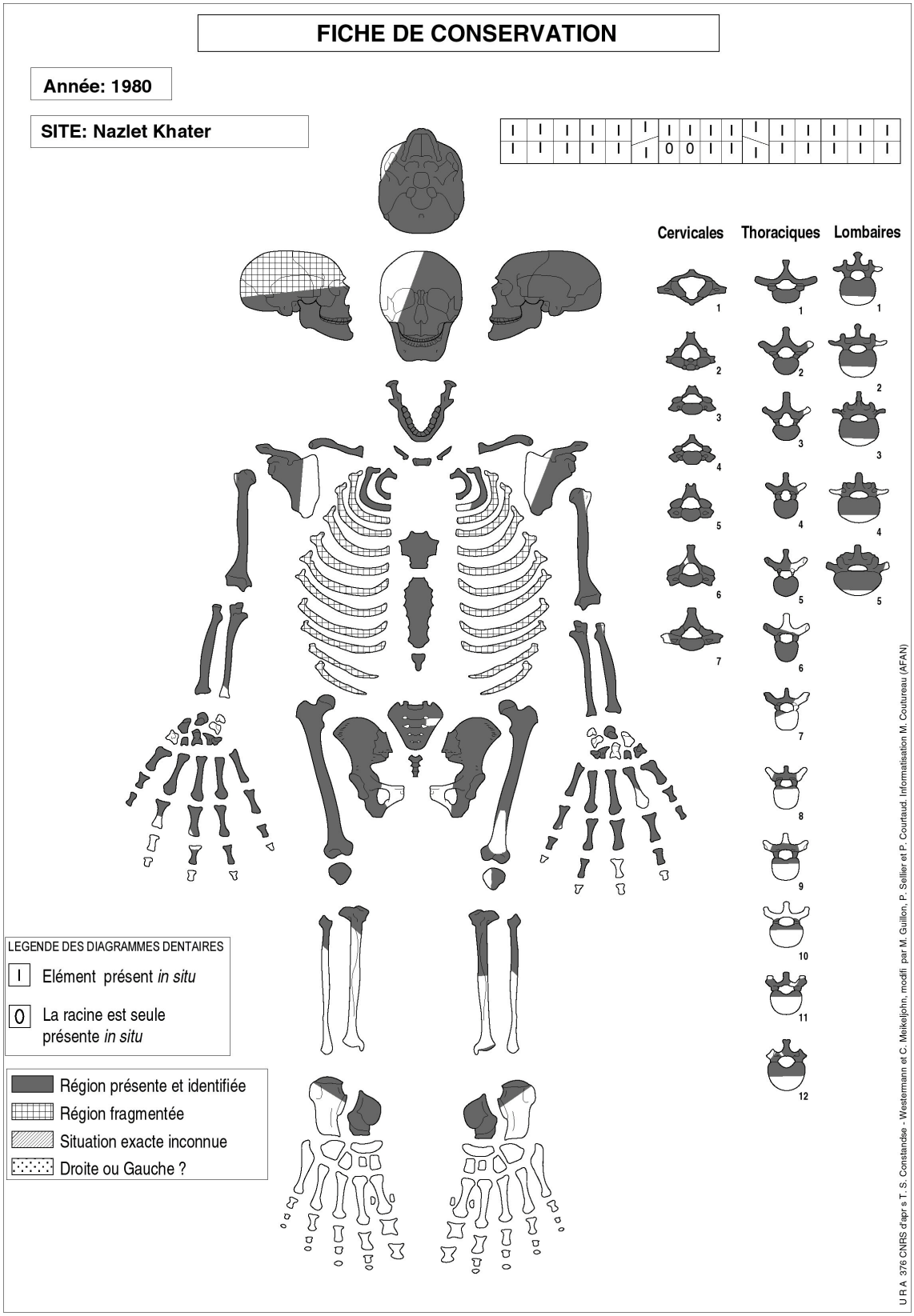


Figure 26 : *fiche de conservation des ossements du squelette de Nazlet Khater 2.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

La calotte crânienne retrouvée dans le fond du puits possède une couleur et un aspect différents du reste du crâne. L'os est blanchi et les tables internes et externes ont été partiellement érodées. Cet état de conservation s'explique par un phénomène de météorisation (Boulestin, 1998) suite à son exposition prolongée à l'air libre.

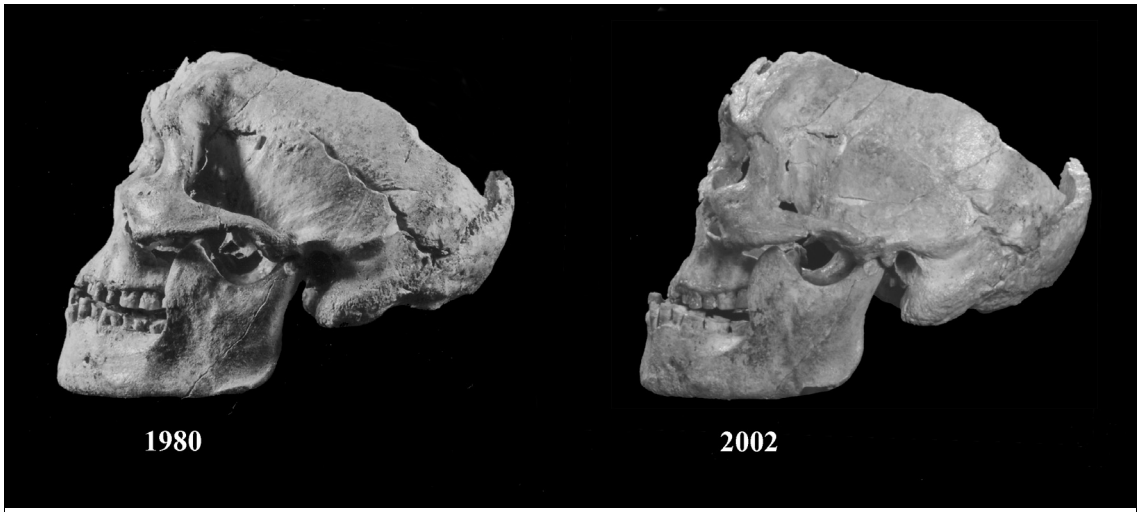


Figure 27 : *photographie de la face latérale gauche du crâne de NK 2 en 1980 et en 2002 illustrant le problème de reconstruction du maxillaire suite aux altérations subies par la face (photographie « 1980 », P. Vermeersch).*

La description morphologique des différents os du neurocrâne et de la face est abordée dans le Paragraphe III.2.3.1 de ce chapitre. Nous n'allons donc pas détailler l'état de conservation de tous ces ossements à l'exception des deux plus fragmentaires, le frontal et le pariétal. Les planches photographiques de chaque face du crâne sont données en Annexe II (Planches 1 à 6).

Seule la moitié gauche du frontal est partiellement préservée. L'écaille gauche est conservée à deux endroits, au niveau du bregma avec une partie de la suture coronale gauche et au niveau du ptérion. Les bosses frontales ne sont pas visibles. La région sus-orbitaire droite est absente, tandis que la gauche est altérée. La surface osseuse est érodée et fortement fracturée au niveau du bord supra-orbital, ce qui ne permet pas de caractériser les structures de cette région. La glabelle est également abîmée. Enfin la paroi de l'orbite gauche est cassée.

Le pariétal droit est représenté par deux fragments : un fragment carré de 68 mm sur 63,5 mm situé sur les 2/3 postérieurs de la suture sagittale, et un fragment rectangulaire au niveau de l'astérion. Le pariétal gauche est beaucoup plus complet. Il est composé de deux grands fragments. Le premier est visible sur la Figure 27 et se compose de la moitié inférieure de l'os depuis la suture coronale jusqu'à la suture lambdoïde. Le deuxième forme la majeure partie de

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

la calotte retrouvée séparément du crâne. Ce fragment triangulaire remonte sur le premier au niveau de la suture coronale sur 3 cm et se prolonge sagittalement du bregma jusqu'au lambda. La partie postéro-inférieure de ce fragment est cassée.

L'os **hyoïde** de NK 2 est en bon état de conservation. La moitié distale de sa grande corne droite est absente de même que la petite corne gauche depuis sa base (Annexe II ; Planche 11).

La **mandibule** est en très bon état de conservation et presque complète (Annexe II ; Planches 7 à 9). Elle est composée de plusieurs fragments importants qui ont été recollés sans qu'aucune déformation ne soit engendrée. Les deux condyles s'articulent parfaitement avec les cavités glénoïdes des temporaux. Les seules parties manquantes sont la face antéro-latérale du processus coronoïde droit et un petit fragment de 12 mm sur 4,5 mm du bord inférieur gauche du corps, juste avant le gonion. Le bord alvéolaire des incisives et des canines est légèrement endommagé. Les racines des incisives droites et des deux canines sont visibles sur une grande partie du corps. Le rebord alvéolaire entourant les deuxième et troisième molaires droites est recouvert de plastiline. C'est à cet endroit que les deux fragments d'émail ont été prélevés pour une tentative de datation par *ESR* réalisée par R. Grün (Vermeersch, comm. pers).

III.2.1.2 Le squelette infra-crânien

La ceinture scapulaire

Les deux **clavicules** sont conservées (Annexe II, Planches 12 et 14). La surface articulaire de l'extrémité sternale droite est partiellement érodée sauf dans sa partie supéro-antérieure où la surface surélevée est de texture plus lisse. La surface articulaire sternale gauche est mieux préservée. Elle est régulièrement concave et il ne lui manque qu'un petit fragment antéro-postérieur de 8 mm sur 4 mm.

En ce qui concerne les diaphyses, la droite est plus fragmentaire que la gauche. Une large portion antérieure est manquante sur près de toute la longueur de la diaphyse droite (9 cm).

L'extrémité acromiale est complète sur la clavicule droite. En revanche, sur la clavicule gauche, la moitié postérieure de l'extrémité acromiale est cassée. En vue inférieure, la fracture

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

débute sur la face postérieure du tubercule conoïde et se prolonge jusqu'au milieu de la surface articulaire acromiale, postérieurement à la ligne trapézoïde.

La **scapula** droite est la mieux conservée des deux. Les bords médial et supérieur, la fosse supra-épineuse et le processus coracoïde manquent chez les deux ossements (Annexe II ; Planches 13 et 15). L'épine de la scapula est préservée depuis sa racine jusqu'à l'acromion sur la scapula droite, tandis qu'à gauche elle est conservée depuis le bord latéral de la tubérosité de la scapula jusqu'à l'acromion.

La fosse infra-épineuse et subscapulaire est également plus complète à droite. En revanche, l'angle inférieur n'est conservé que sur la scapula gauche.

La surface osseuse de la scapula droite est en très bon état. Seule une partie inféro-postérieure de la cavité glénoïde est recouverte de sédiments. Au niveau de l'épine, le bord postérieur de la tubérosité de la scapula est cassé, de même que l'extrémité postéro-latérale de l'acromion. La surface articulaire avec la clavicule n'est pas préservée.

La surface osseuse de la scapula gauche est beaucoup plus détériorée. La cavité glénoïde est composée de multiples fragments qui ont été consolidés de façon anarchique. Il en va de même pour la partie supérieure cassée de l'acromion. En outre, une grande partie du bord latéral, de la fosse subscapulaire et du bord postérieur de l'acromion sont couverts de sédiments consolidés. La surface articulaire acromiale n'est pas non plus préservée.

Le membre supérieur

L'**humérus** droit est le plus complet (Annexe II ; Planches 16 et 17). Il ne lui manque que la partie antéro-latérale de l'extrémité proximale. Les tubercules majeur et mineur sont représentés par leurs faces supérieures et le sillon intertuberculaire n'est visible qu'à partir du col. Un fragment rectangulaire de 15 mm sur 7,5 mm est manquant juste en dessous du col anatomique au niveau médial. La diaphyse de l'humérus droit est constituée de plusieurs grands morceaux qui ont été recollés et consolidés avec un encroûtement sableux à certains endroits. Ces dépôts de sables et de sédiments recouvrent également une grande partie de l'extrémité distale. Cette dernière est parfaitement conservée en vue antérieure, mais les surfaces osseuses de la trochlée et du *capitulum* ne sont pas visibles directement à cause de cet encroûtement. En vue postérieure, l'os compact est partiellement abrasé au niveau des deux épicondyles et laisse

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

apparaître l'os spongieux distalement. La surface de l'os présente des taches noires sur la face médiale de la palette humérale jusqu'à l'épicondyle médial.

L'humérus gauche est plus abîmé. Son bord latéral est cassé depuis la tête humérale jusqu'au tiers proximal de la diaphyse (sur 12 cm). La fracture est en forme de « V » si bien qu'une partie de l'insertion du grand pectoral et de la tubérosité deltoïde sont encore visibles. Les tubercules majeur et mineur ont été retrouvés séparément, seule leur surface supérieure est conservée. Ils ont pu être recollés au reste de l'humérus en deux points. Sa diaphyse est plus fragmentée que celle de l'humérus droit. Les morceaux recollés et consolidés sont de plus petite taille. Un fragment de 4 cm de long et 1,6 cm de large est manquant sur la face postérieure à mi-diaphyse. L'extrémité distale est intacte à l'exception d'une petite perforation olécrânienne sans doute post-mortem de 5 mm sur 2,5 mm.

L'**ulna** gauche est entièrement conservé (Annexe II ; Planches 16 et 17). L'extrémité proximale est en parfait état. Elle est recouverte de sédiments sur une fine bande qui longe le bord postérieur de la crête supinatrice. La diaphyse a été reconstituée à partir d'une dizaine de fragments dont la taille varie du centimètre au décimètre. Seuls quatre petits fragments d'os compact manquent sur toute la diaphyse. L'extrémité distale est aussi fragmentée. Le bord latéral de la surface articulaire est endommagé de même qu'une partie du processus styloïde.

L'ulna droit n'est pas complet. Il est cassé juste en avant de la surface articulaire distale sur la face médiale et cette cassure remonte proximalement en biseau sur 1,5 cm jusqu'à la face latérale. L'extrémité proximale est plus endommagée que sur l'ulna gauche. Une partie du bord postérieur de l'olécrâne est érodée jusqu'à l'os spongieux au niveau de la surface sous-cutanée. Une grande partie du processus coronoïde, de l'incisure radiale et de la face latérale de cette extrémité est couverte de sédiments concrétionnés qui ne permettent pas une observation directe de la surface osseuse et de son état de conservation. La diaphyse est également en mauvais état. Elle est complète sur tout le tiers proximal de l'os. Ensuite, un fragment de 5 cm de long manque sur la face postérieure. La surface externe de l'os est fracturée en de nombreux petits fragments. Cette délitation osseuse semble avoir été enrayée par l'apposition de consolidant.

Le **radius** droit est entier, mais abîmé à différents endroits (Annexe II ; Planches 16 et 17). Au niveau proximal, le bord de la surface articulaire est érodé sur tout le pourtour postéro-latéral et un fragment du col manque en dessous de la partie la plus altérée de la circonférence articulaire. La tubérosité radiale est également abîmée. Elle est cassée en son milieu et sa moitié antérieure est manquante. La diaphyse est constituée de 5 grands fragments. Sa face antérieure

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

est en très bon état, tandis que la partie postérieure est beaucoup plus détériorée. Comme sur l'ulna droit, la surface externe de l'os compact s'est délitée et son intégrité a été fortement endommagée tout le long de la face postérieure. Un morceau de 2 cm de long est absent de la face postérieure à mi-diaphyse. Le bord interosseux est interrompu par une fracture de près de 5 cm depuis la moitié de la diaphyse jusqu'à son tiers distal. Au niveau distal, un grand fragment manque depuis le bord antérieur de l'incisure ulnaire jusqu'à la gouttière du long extenseur radial du carpe. Seul un petit fragment médial manque sur le contour de la surface articulaire distale.

Le radius gauche est sub-complet malgré certaines lacunes osseuses. L'extrémité proximale n'est conservée que dans sa moitié médiale et ce jusqu'au bord inférieur de la tubérosité radiale. Cependant, contrairement au radius droit, l'état de la surface osseuse est très bon. La diaphyse est fracturée en une dizaine de morceaux. Un fragment triangulaire de 2 cm de large sur 1,5 cm de long manque sur la face postérieure au tiers distal de la diaphyse. En ce qui concerne l'extrémité distale, cette face est moins abîmée qu'à droite. L'incisure ulnaire est conservée à partir de son bord postérieur jusqu'à la gouttière du long extenseur radial du carpe. La surface postérieure de l'extrémité distale est cassée et tronque une partie de la surface articulaire avec le carpe.

La liste des ossements de **main** conservés est reprise dans le tableau ci-dessous (Tableau 3). En général, les restes de la main gauche sont mieux conservés. Leur surface osseuse ne présente pas de délitement contrairement aux ossements de la main droite (Annexe II ; Planches 18 et 19).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

	Ossements	Main droite	Main gauche
Os du carpe	Scaphoïde	Face proximale cassée	
	Lunatum	Face médiale abîmée	Complet
	Trapèze		Complet
	Trapézoïde	Complet	Complet
	Capitatum	Face postérieure abîmée	
	Hamatum	Face postérieure cassée	Complet
Métacarpiens	MTC 1	Parties médiales des extrémités proximale et distale abîmées	Partie postéro-médiale de l'extrémité distale cassée
	MTC 2	Partie postérieure de l'extrémité distale abîmée	Moitié proximale conservée
	MTC 3	complet	complet
	MTC 4	Diaphyse déformée avec une forte courbure antérieure	Extrémité proximale abîmée postérieurement
	MTC 5	Partie postérieure de l'extrémité distale abîmée	Diaphyse déformée
Phalanges proximales	PP 1	Partie médiale de l'extrémité proximale cassée	Partie postéro-médiale de l'extrémité distale abîmée.
	PP 2	Moitié proximale recollée et très abîmée	Complète
	PP 3	Parties latérale et dorsale de l'extrémité distale cassées	Complète
	PP 4	Fragment postéro-médial de l'extrémité distale cassé	Complète
	PP 5	Partie latérale de l'extrémité proximale tronquée	Partie postéro-latérale de l'extrémité proximale tronquée
Phalanges médiales	PM 2		Complète
	PM 3	Extrémité proximale cassée	
	PM 4	Partie latérale de l'extrémité proximale tronquée	Complète
	PM 5	partie latérale de l'extrémité proximale tronquée	Partie latérale de l'extrémité proximale abîmée
Phalanges distales	PD 1	Extrémité distale manquante	Partie postéro-médiale de l'extrémité proximale abîmée

Tableau 3 : *état de conservation des os des mains de NK 2.*

Le tronc

Le **sternum** est complet (Annexe II ; Planche 20). Le manubrium est très bien conservé. Il ne manque qu'un petit fragment de 10 mm sur 8,4 mm sur la face antérieure dans le coin inférieur gauche, juste au-dessus du bord inférieur. Le corps du sternum est en très bon état au niveau de sa face antérieure. En vue postérieure, plusieurs fragments manquent à la surface de l'os, ce qui laisse apparaître l'os spongieux. La moitié droite de la première sternèbre supérieure est cassée, le quart inférieur gauche de la deuxième sternèbre a subi le même dommage. Enfin un fragment manque au niveau du bord latéral gauche de la quatrième sternèbre. Il s'agit de la partie intercostale séparant l'insertion de la quatrième et de la cinquième côte ainsi qu'un fragment de la face postérieure. La partie inférieure gauche du processus xiphoïde est cassée.

Les **côtes** sont très fragmentaires (Annexe II, Planches 20 à 22). Leur état ne permet pas de détermination précise en dehors des premières et deuxièmes côtes. Parmi les parties conservées, on dénombre 9 côtes gauches, 9 droites et 15 fragments non latéralisables.

Les **vertèbres** sont toutes présentes à des degrés de préservation divers (Annexe II ; Planche 23). Les vertèbres cervicales sont les plus complètes, seul le processus latéral droit de la C7 est cassé. Les vertèbres thoraciques sont beaucoup plus fragmentaires. Les six premières sont représentées par leur corps vertébral et au minimum un des processus transverses ou épineux. Les suivantes ne possèdent plus qu'une partie du corps vertébral et du pédicule auquel se rattache dans certains cas un fragment de processus transverse ou épineux. Les vertèbres lombaires sont mieux conservées. Quelques processus transverses manquent et les corps vertébraux sont tous tronqués aux deux tiers antérieurs.

Le **sacrum** est pratiquement complet (Annexe II ; Planches 24 et 25). La partie antérieure du corps vertébral de la S1 est tronquée comme dans le cas des vertèbres lombaires. Les deux ailes ne sont que partiellement conservées. A gauche, elle est représentée par sa face supérieure et par la partie proximale de la surface auriculaire (sur 1 cm). Ensuite toute la partie latérale du sacrum est cassée jusqu'au troisième foramen sacré antérieur. Du côté droit, la surface auriculaire est conservée, mais n'est plus en contact direct avec le bord médial de l'aile. La cassure descend jusqu'au bord inférieur du premier foramen sacré antérieur. Un petit fragment du bord supérieur gauche du corps vertébral de la S2 est également manquant.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

La ceinture pelvienne

Les deux **coxaux** de NK 2 sont cassés au niveau de la base de la branche supérieure du pubis jusqu'au milieu de la branche inférieure (Annexe II ; Planches 24 et 25).

Le coxal droit est le plus complet des deux. Son aile iliaque est presque totalement conservée. Il ne manque que son bord antérieur. Les épines antéro-supérieure et antéro-inférieure sont cassées, mais l'échancrure entre les deux est visible. Un fragment triangulaire de 2 cm sur 1 cm manque à la base de la fosse iliaque. Le bord antérieur de l'acétabulum est tronqué sur toute la longueur de la base du pubis.

Le coxal gauche est plus fragmentaire. L'aile est cassée antérieurement depuis le tubercule iliaque jusqu'à l'acétabulum. La crête iliaque et la face latérale s'arrêtent au niveau du bord postérieur du tubercule, mais la face latérale s'étend un peu plus antérieurement (sur 1 à 2 cm). Cette dernière est cassée à deux endroits : au niveau de la surface de l'insertion du muscle grand fessier et de la crête glutéale postérieure, et à l'aplomb du bord postérieur du tubercule iliaque où un fragment rectangulaire de 4 cm sur 1 cm est manquant. En plus du bord antérieur tronqué, le bord supérieur de l'acétabulum gauche est également cassé.

Les deux surfaces auriculaires sont partiellement recouvertes d'agglomérats de sable qui rendent leur observation difficile. De tels dépôts sont aussi présents sur toute la moitié supéro-postérieure de la fosse iliaque gauche.

Le membre inférieur

Le **fémur** droit est le mieux conservé des deux (Annexe II ; Planche 26). Au niveau de l'extrémité proximale, il manque un fragment de la tête articulaire de 3 cm de large et 2 cm de haut sur la face antéro-distale. Malgré cette partie manquante, le diamètre transverse ainsi que le périmètre de la tête peuvent être correctement estimés. En vue postérieure, la surface osseuse du tubercule carré est cassée et le petit trochanter est coupé transversalement jusqu'à sa base dans son tiers distal. La face antérieure de l'os est couverte à certains endroits de sédiments sableux agglomérés. La diaphyse est fracturée dans son tiers distal postérieurement et composée de plusieurs grands fragments antérieurement. L'extrémité distale est cassée antérieurement et médialement. Le condyle médial est cassé obliquement depuis son sommet antéro-latéral jusqu'à mi-hauteur de son bord médial.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

L'extrémité proximale du fémur gauche est en très bon état. Seule la surface osseuse du tubercule carré est cassée sur 8,5 mm de long et 5,7 mm de large. La surface antéro-inférieure du grand trochanter, la face antérieure du petit trochanter ainsi qu'une partie du col sont recouvertes de sédiments sableux. La diaphyse est beaucoup moins bien conservée. Seule la face postérieure est complète. Cette dernière est composée de 3 grands fragments. En vue antérieure, les parties conservées de la corticale sont fragmentées en de nombreuses esquilles recollées. Le tiers proximal de la diaphyse est le mieux conservé. Un fragment de 9 cm de long manque au niveau antéro-médial. Ensuite, seule la partie postérieure est préservée sur 2 cm. Au-delà, un morceau de cortical fragmentaire, long d'environ 8 cm, est présent à mi-diaphyse au niveau antéro-médial et un autre de 6 cm au niveau antéro-latéral. Ils sont en contact antérieurement sur 1 cm de long. Puis dans le tiers proximal, seule la face postérieure de la diaphyse est conservée jusqu'aux condyles. La partie antérieure de l'extrémité distale est complètement absente à l'exception de la partie inférieure de la surface articulaire pour la patella. Le condyle médial n'est conservé que dans sa moitié latérale, l'épicondyle est totalement cassé. Le condyle latéral est complet, mais composé de plusieurs fragments recollés. Son bord latéral est cassé, de même que la face latérale de l'épicondyle.

La **patella** droite est la plus complète (Annexe II ; Planche 29). La surface osseuse postérieure de l'apex est cassée juste sous les facettes articulaires. Le sommet inférieur est cependant préservé en vue antérieure. La patella gauche est cassée médialement. Sa surface articulaire médiale est conservée à moitié. Sur la face antérieure, l'os spongieux est apparent sur une bonne partie de la zone conservée. Seule la partie spongieuse du sommet inférieur est présente en vue antérieure et postérieure.

Le **tibia** droit n'est représenté que par son extrémité proximale (Annexe II ; Planche 27). La partie conservée de la diaphyse s'étend jusqu'à mi-hauteur de la ligne du soléaire sur la face postérieure et juste en dessous de la tubérosité tibiale en vue antérieure. La partie antérieure de l'extrémité proximale, entre l'aire inter-condylaire antérieure et le bord proximal de la tubérosité tibiale, est érodée. Cette zone poreuse est creusée de sillons larges et l'os spongieux est visible à plusieurs endroits. Le bord latéral du condyle latéral est également un peu érodé, surtout au niveau de la surface articulaire de la fibula.

Le tibia gauche est plus complet. La diaphyse est partiellement conservée jusqu'à mi-diaphyse postérieurement et s'arrête 4 cm avant cette limite en vue antérieure. Un fragment rectangulaire de 2 cm sur 1 cm manque sur la face latérale au tiers proximal, de même qu'une

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

partie du bord antérieur (2 cm sur 2 cm) dans le prolongement distal de la tubérosité tibiale. La surface osseuse de la diaphyse est en mauvais état, l'os cortical est érodé à plusieurs endroits. En ce qui concerne l'extrémité proximale, le condyle médial est cassé sagittalement depuis l'aire intercondylaire postérieure jusqu'à son bord antérieur. Un petit fragment postérieur de ce condyle est manquant au niveau de cette fracture. Son contour antéro-médial est également un peu érodé. Cette altération se prolonge antérieurement jusqu'au bord proximo-médial de la tubérosité tibiale. L'os spongieux est visible dans toute cette partie. Le condyle latéral est mieux préservé. Une petite partie de son bord postéro-médial est cassé au niveau de la surface articulaire de la fibula. Les 2/3 médiaux de face inférieure de la surface articulaire de l'extrémité distale sont présents. La malléole médiale est cassée.

Les deux **fibulas** de NK 2 ne sont conservées que dans leur tiers proximal (Annexe II ; Planche 28). La diaphyse de la fibula droite se termine en biseau sur les 2,5 derniers centimètres, tandis qu'à gauche, le bord médial est cassé sur les 6,5 derniers centimètres distaux conservés. La partie préservée de la fibula gauche est plus longue de 2,3 cm que la droite. L'extrémité proximale est très abîmée. Sur la fibula droite, un trou de près de 1 cm de diamètre traverse la face postérieure jusqu'à la face antérieure. La surface articulaire est conservée dans sa moitié proximale tandis que sa partie inférieure, comme celle du col sont érodées et laissent apparaître l'os spongieux. L'apex de la tête est cassé. Sur la fibula gauche, l'apex est un peu mieux préservé, mais toute sa face postérieure est cassée. La surface articulaire est également conservée dans sa moitié supérieure et le reste de cette face médiale est tronquée jusqu'au col. La surface osseuse de l'extrémité proximale en vue antérieure est cassée et trouée jusqu'au centre de l'os spongieux.

Les seuls restes de **pied** de Nazlet Khater 2 sont le talus et le calcanéus des deux côtés (Annexe II ; Planche 30). Leur surface osseuse est très érodée et recouverte par une couche de sable aggloméré au niveau de toutes les parties spongieuses affleurantes. Leur état est beaucoup plus dégradé que celui des autres ossements de NK 2. La tête des deux talus est cassée. En vue inférieure, seules les surfaces articulaires médiale et antérieure pour le calcanéus sont conservées. Le tubercule latéral médial des deux talus est cassé.

Les calcanéus ne sont représentés que par un fragment supéro-distal. Les surfaces talaires et le sillon calcanéen sont partiellement conservés sur les deux os. Le calcanéus droit présente un fragment de la surface articulaire avec le cuboïde. C'est aussi à droite que les surfaces articulaires talaires antérieure et médiale sont les mieux préservées.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2.2 IDENTIFICATION BIOLOGIQUE DE NAZLET KHATER 2

III.2.2.1 Détermination du sexe

La première étape de l'identification biologique du squelette humain passe par la détermination du sexe puisque les méthodes d'estimation de l'âge au décès ou de la stature sont dépendantes de ce dernier (Scheuer, 2002).

Le dimorphisme sexuel s'exprime sous deux formes. La première est liée à la robustesse du squelette. Les individus masculins possèdent en général des ossements plus robustes et plus grands que ceux des femmes (Ferembach *et al.*, 1979 ; Scheuer, 2002). Cependant, le recouvrement des intervalles de variation de robustesse dépend du degré de dimorphisme de la population étudiée, ce qui limite souvent l'interprétation inter-populationnelle (Bruzek, 1991 ; Mays & Cox, 2000).

La deuxième concerne une différence plus universelle liée à la parturition. Le bassin masculin est principalement adapté aux contraintes de la locomotion tandis que celui des femmes possède une forme et une taille différentes qui reflètent le compromis entre deux contraintes opposées : une locomotion efficace et une adaptation des dimensions pelviennes nécessaire au passage de la tête du fœtus à terme (Mays & Cox, 2000 ; Scheuer, 2002, Bruzek *et al.*, 2005). En général, le bassin masculin est haut et étroit tandis que celui des femmes est plus large et bas (Bruzek, 1991 ; Scheuer, 2002). Ces différences se reflètent, entre autres, sur la forme de la grande incisure ischiatique, l'angle du pubis, la surface préauriculaire et la proportion relative du corps et des ailes du sacrum (Bruzek, 1991 & 2002 ; Scheuer, *ibidem*).

C'est pourquoi, le meilleur indicateur du dimorphisme sexuel est le bassin osseux (Ferembach *et al.*, 1979 ; Scheuer, 2002 ; Bruzek, 1991 ; Bruzek *et al.*, 2005). En effet, sa variabilité morphologique au sein de l'espèce *Homo sapiens sapiens* n'est pas spécifique à une population, mais liée au dimorphisme sexuel commun à l'ensemble du taxon depuis au moins 100 ka (Bruzek, 2002 ; Murail *et al.*, 2005 ; Bruzek *et al.*, 2005 & 2006).

Heureusement, l'état de conservation des ossements du bassin de Nazlet Khater 2 est suffisant pour nous permettre de réaliser la diagnose sexuelle de cet individu à partir de ses restes.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

L'os coxal

L'os coxal est considéré comme l'élément le plus pertinent pour une diagnose sexuelle fiable car il exprime à lui seul la quasi-totalité du dimorphisme sexuel pelvien (Bruzek *et al.*, 2005). Deux approches diagnostiques sont possibles selon qu'on utilise des critères morphologiques ou métriques. Nous avons choisi de coupler les deux techniques pour déterminer le sexe de Nazlet Khater 2.

Approche morphologique

Nous avons appliqué la méthode morphologique de Bruzek (2002) aux coxaux de NK 2 pour plusieurs raisons. Tout d'abord, elle réduit la subjectivité de la cotation. Elle se base en effet sur le principe d'exclusion et repose sur l'observation de cinq caractères répartis sur les trois segments morpho-foncionnels : la surface préauriculaire, la grande incisure ischiatique et la partie inférieure du coxal. Pour chacun d'eux, une forme féminine, masculine ou intermédiaire est attribuée. Le sexe de l'individu est ensuite déterminé selon la forme sexuelle majoritaire (Bruzek *et al.*, 2005). En outre, cette technique peut être appliquée à des coxaux endommagés ou incomplets (Bruzek, 2002). Enfin, elle a été testée sur des populations d'origines géographiques diverses et sa fiabilité est au minimum de 95 % (Bruzek *et al.*, 2005).

Certains traits sont cependant assortis d'un certain taux d'erreur comme le sillon préauriculaire ou paraglénoïdal. Le premier est présent uniquement chez les femmes et peut être considéré comme une cicatrice de parturition (Scheuer, 2002 ; Bruzek *et al.*, 2005). Le second est plus fréquent chez les individus robustes. Il serait lié à l'action des ligaments sacro-iliaques (Bruzek *et al. ibidem*).

Les branches du pubis de NK 2 sont fragmentées sur les deux coxaux. La méthode de Bruzek (2002) ne sera donc appliquée que sur 3 caractères, parmi les 5 préconisés, répartis sur les segments de la surface préauriculaire et de la grande incisure ischiatique.

- <u>La surface préauriculaire</u>

Le premier critère correspond au développement d'un relief négatif sur la surface préauriculaire. Chez NK 2, cette surface est lisse et régulière sur les deux coxaux. Il est donc coté « **M** », pour masculin. Le deuxième caractère se base sur l'aspect des sillons ou des dépressions. Chez Nazlet Khater 2, un léger sillon qui s'ouvre latéralement est observable (=>

M). Il est plus marqué sur le coxal gauche. Enfin, le troisième trait est le développement d'un relief positif sur la surface. Les coxaux de NK 2 exhibent tous deux un tubercule proéminent dans la partie la plus médiale de la surface préauriculaire (=> **M**).

Les différents caractères associés à cette zone de l'os coxal sont tous masculins chez Nazlet Khater 2 quel que soit le coxal considéré.

- La grande incisure ischiatique

Les différents segments de cordes qui servent à la caractérisation de cette zone sont représentés dans la Figure 28 pour le coxal droit de NK 2. La ligne A-B représentant la largeur de l'échancrure débute à la base de l'épine ischiatique et va jusqu'au sommet du tubercule piriforme (Bruzek, 2002).

La corde AC est plus courte que CB (=> **M**) et le contour général de l'échancrure est asymétrique par rapport au maximum de profondeur (=> **M**). Enfin, le contour postérieur de l'échancrure coupe la ligne perpendiculaire AP (=> **M**). Ces trois traits sont également présents sur le coxal gauche de NK 2 et témoignent d'une incisure masculine.

Figure 28 : *représentation des segments de cordes de la grande incisure ischiatique sur le coxal droit de NK 2.*

- L'arc composé

Le contour de la grande incisure ischiatique et le bord vertical postérieur de la surface auriculaire ne forment qu'une seule courbe sur les deux coxaux de NK 2 (Figure 28). Cette configuration est masculine (=> **M**).

Les trois zones conservées sur les os coxaux de NK 2 présentent toutes des caractères masculins. Selon Bruzek (2002), la détermination du sexe basée sur ces trois parties de la région sacro-iliaque offre une fiabilité de 91,8% à 95,5% pour les individus masculins en fonction de l'échantillon de référence utilisé.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Approche probabiliste

Cette approche morphologique peut être couplée à une prise en compte des variables métriques de l'os coxal qui sont traitées grâce aux analyses statistiques multivariées (Bruzek *et al.*, 2005).

Récemment, la diagnose sexuelle probabiliste (DSP) a permis de calculer la probabilité *a posteriori* d'un individu d'appartenir à un groupe de référence féminin ou masculin (Murail *et al.*, 2005). Cette méthode est basée sur la variabilité actuelle la plus large possible des dimensions de l'os coxal, recueillie sur des séries d'origines géographiques variées (Murail *et al.*, 2000 & 2005 ; Bruzek *et al.*, 2005). Parmi les 17 variables métriques préconisées par Bruzek (1992) pour les fonctions discriminantes, 10 ont été sélectionnées pour effectuer la diagnose sexuelle probabiliste (Murail *et al.*, 2005). L'avantage de cette méthode tient à son application sur des coxaux fragmentaires puisque selon Murail *et al.* (2005), l'utilisation de 4 variables au minimum parmi les dix proposées suffit à calculer une probabilité *a posteriori* d'être un homme ou une femme. Le pourcentage de détermination du sexe oscille entre 40,23 % et 90,76 % avec une fiabilité proche de 100 % selon les combinaisons de variables les moins discriminantes ou l'ensemble des 8 variables préconisées (Murail *et al., ibidem*).

Dans le cas de NK 2, seules 3 variables, sur les 8 conseillées, sont mesurables sur le coxal gauche. Il en va de même du coxal droit, bien que 5 mesures supplémentaires puissent être estimées en tenant compte de l'élargissement à 10 variables proposé dans les cas de coxaux mal préservés. Cependant, seule une d'entre elles (SCOX) n'appartient pas au groupe des variables les moins discriminantes. L'analyse a été réalisée sur les données du coxal droit pour calculer la probabilité *a posteriori* de NK 2 d'être un homme ou une femme grâce au programme élaboré par Murail *et al.* (2005) qui se base sur un très large échantillon de référence (n= 2040). Il apparaît que sa probabilité d'appartenance à l'un ou l'autre groupe est inférieure au seuil de 0,95. L'erreur associée à la probabilité observée pour NK 2 dépasse donc la limite communément admise de 0,05 (Murail *et al., ibidem*) et ne permet pas de trancher entre un individu masculin ou féminin.

Afin d'aller plus loin dans l'analyse et de comprendre la raison de cette incertitude, nous avons utilisé la base de données mise au point par P. Murail, J. Bruzek et F. Houët à Bordeaux 1 qui est composée d'un échantillon de sexe connu provenant du monde entier (n = 1765 ; Houët *et al.*, 1999) et contient les 17 variables préconisées par Bruzek (1992). Sur ces 17 variables définies, nous avons pu en sélectionner 12 sur le coxal droit et 10 sur le gauche sans avoir recours aux mesures estimées. Les probabilités *a posteriori* d'appartenance de NK 2 à chacun des groupes sont données dans le Tableau 4. Les résultats de NK 2 ne contredisent pas les données morphologiques. La probabilité d'appartenir au groupe des individus masculins est plus élevée que pour le groupe des femmes, mais les valeurs sont entachées d'un taux d'erreur de 20 à près de 30% bien supérieur au seuil acceptable de 5%.

NK 2	n (variables)	p F	p M	Remarques
Coxal D	12	0,266	0,734	
	11 (sans ISMM)	0,100	0,900	Indice M
Coxal G	10	0,203	0,797	
	9 (sans ISMM)	0,040	**0,960**	Probabilité M

Tableau 4 : *résultats de la diagnose sexuelle probabiliste à partir de toutes les variables mesurables sur les coxaux de NK 2 ainsi que les résultats suite au retrait de la variable ISMM. p = probabilité* a posteriori.

En analysant les résultats des distances probabilistes (**Dp**) pour chaque mesure de NK 2 par rapport aux deux groupes (F & M), on s'aperçoit que la hauteur de l'ischium (ISMM) possède une valeur inférieure à 0,05 d'appartenir au groupe masculin (Tableau 5). La faible hauteur de l'ischium s'inscrit cependant bien dans la variabilité de l'échantillon féminin.

	ISMM	
	Dp F	Dp M
NK 2 D	0,707	**0,047**
NK 2 G	0,501	**0,026**

Tableau 5 : *distance probabiliste (Dp) des valeurs de hauteur de l'ischium (ISMM) de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison masculin et féminin.*

En revanche, la distance AC (Figure 28) possède une probabilité inférieure à 0,05 d'appartenir au groupe des femmes. A part ces deux mesures, les coxaux de NK 2 s'inscrivent dans la variabilité des deux groupes de référence quelle que soit la variable métrique considérée.

Par conséquent, nous avons retiré la variable ISMM de l'analyse pour voir dans quelle mesure elle influençait le calcul des probabilités. La différence entre les deux résultats est assez frappante (Tableau 4). Lorsque ISMM est retiré des calculs, le coxal droit de NK 2 montre un

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

indice de masculinité (p = 0,9) tandis que le coxal gauche franchit la limite méthodologique de 0,95 et apparaît clairement masculin.

Selon Marchal (2003), le dimorphisme sexuel touchant la région de l'*ischium* serait principalement un dimorphisme de taille, les valeurs masculines étant en moyenne plus élevées que les féminines. Les variables de conformations de cette zone ne montrent en revanche pas de différences significatives entre les hommes et les femmes (Marchal, *ibidem*).

Les os coxaux de NK 2 sont de petite taille et la hauteur de l'ischium est particulièrement faible. Or cette variable (ISMM) possède un poids important dans la discrimination des groupes féminin et masculin. Rappelons que le même problème a été mis en évidence pour la détermination du sexe de Dolní Věstonice 15, DV 15 (Bruzek *et al.*, 2006). En effet, ce dernier présente une morphologie générale masculine, mais la taille de ses coxaux est très petite. Ces faibles dimensions le font apparaître comme féminin pour plusieurs mesures et notamment celle de la hauteur de l'ischium. La distance probabiliste de cette dernière, par rapport à l'échantillon masculin, est de 0,06. Dans le cas de DV 15, ces caractéristiques sont sans doute liées à une dysplasie de l'individu (Bruzek *et al.*, 2006). A ce stade, nous ne pouvons pas dire si NK 2 était atteint d'une anomalie du développement qui expliquerait cette petite taille de l'ischium, mais nous reviendrons par la suite sur ce problème.

Le bassin

Suite aux différences mises en évidence par la diagnose sexuelle probabiliste, nous avons décidé d'analyser également les dimensions générales du bassin de Nazlet Khater 2 et de les comparer à un échantillon de sexe connu (individus provenant de la collection de Coimbra (n = 92 ; Bruzek, comm. pers.)

En effet, le bassin osseux constitué du sacrum et des deux os coxaux est considéré comme l'outil de diagnose sexuelle le plus informatif. Son utilisation pour la diagnose sexuelle est moins courante car le sacrum est un os fragile, souvent mal conservé, ce qui empêche la reconstitution du bassin entier (Bruzek *et al.*, 2005).

Dans le cas de Nazlet Khater 2, la quasi totalité du sacrum est conservée, mais sa fragilité nous a poussé à réaliser un moulage en silicone de ce dernier afin de reconstituer le bassin entier et d'en mesurer les principales dimensions (*cf.* Annexe I.5 ; Table X).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Le sacrum de NK 2 possède une morphologie masculine. Il est étroit, haut et la largeur des ailes est deux fois plus petite que celle du corps (Scheuer, 2002). L'indice de la largeur de l'aile sur celle du corps vaut 51,02. Cette valeur basse s'inscrit dans la variabilité des populations masculines étudiées par Kimura (1982), et sort de la limite à 95 % de celles de tous les groupes féminins.

En plus de la largeur et de la hauteur du sacrum, nous avons pu mesurer 9 autres variables caractérisant les dimensions du bassin (*cf.* Annexe I.5 ; Table X). Pour éviter les problèmes liés à la taille, nous avons appliqué la transformation de Darroch & Mosimann (1985) aux mesures brutes (*cf.* Paragraphe III.1.2.2). Nous avons ensuite réalisé une analyse en composantes principales sur ces 11 variables du bassin (Annexe III.1 ; Table XIV).

Le diagramme de la Figure 29 reprend la projection du nuage de points selon les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales. Cette représentation exprime 68,6 % de la variabilité totale du nuage de points. NK 2 se positionne clairement parmi les individus masculins de la collection de Coimbra en ce qui concerne ses dimensions du bassin.

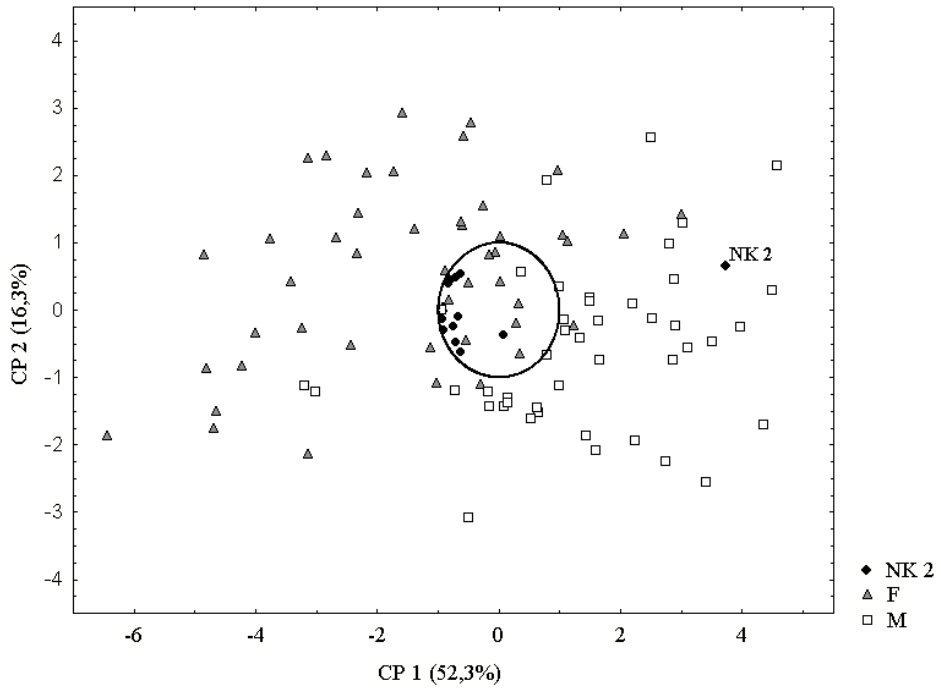


Figure 29 : *diagramme bivarié des deux premiers axes de l'analyse en composantes principales sur les mesures du bassin de NK 2 et de l'échantillon de sexe connu de Coimbra. Les cercles pleins représentent la position des variables utilisées par rapport au cercle de corrélation.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Nous avons couplé cette analyse avec une analyse discriminante pour estimer la probabilité *a posteriori* de NK 2 d'appartenir à l'un des deux groupes (Annexe III.2 ; Table XXV). Les résultats sont repris dans le Tableau 6. Le bassin de Nazlet Khater 2 possède une probabilité *a posteriori* de 0,999 d'appartenir au groupe des individus masculins pour une fiabilité de classification de 92,3 % des groupes originaux et de 89 % selon la méthode des validations croisées.

Coimbra	**Classification correcte**			**Probabilité *a posteriori* de NK 2**
	n	Modèle	Validés croisés	
Feminin	47	89,4 %	89,4 %	0,001
Masculin	44	95,5 %	88,6 %	**0,999**
Total	**92**	**92,3 %**	**89,0 %**	

Tableau 6 : *résultats de l'analyse discriminante sur les mensurations du bassin. Probabilité* a posteriori *de NK 2 d'appartenir à l'un des groupes sexés de Coimbra.*

Les résultats de l'analyse morphologique des coxaux et biométrique du bassin de NK 2, le placent parmi les individus masculins. La diagnose probabiliste basée sur les mensurations des coxaux ne contredit pas ce résultat, mais n'attribue pas une probabilité suffisante (c'est-à-dire supérieure ou égale à 0,95) pour déterminer le sexe de NK 2. Il semble que ce résultat soit principalement dû à la petitesse des coxaux de NK 2 et la faible hauteur de son ischium. Au vue de l'ensemble des tests effectués, nous considérons que l'attribution du sexe masculin à NK 2 est fiable.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2.2.2 Estimation de l'âge au décès

La maturation dentaire de Nazlet Khater 2 étant achevée – l'apex des deuxièmes et troisièmes molaires est fermé – nous nous baserons sur la maturation osseuse et le degré de modification de la surface sacro-pelvienne iliaque pour estimer son âge au décès. Ces méthodes sont cependant sujettes à caution pour plusieurs raisons.

Premièrement, l'âge au décès estimé est un âge biologique (issu du degré de maturation ou de sénescence squelettique) et en aucun cas l'âge chronologique de l'individu (Aykroyd *et al.*, 1999). Le décalage entre ces deux âges est d'autant plus grand que l'individu est un adulte jeune ou un adulte vieux (Aykroyd *et al.*, *ibidem*). Il existe en effet une forte variabilité individuelle dans le mode de sénescence qui dépend de l'hérédité et de l'environnement (Ferembach *et al.*, 1979 ; Schmitt, 2002). De plus, chaque partie du squelette d'un individu ne reflète pas toujours le même âge chronologique (Aykroyd *et al.*, *ibidem*). Par conséquent, c'est un intervalle chronologique qui sera privilégié pour estimer l'âge au décès de Nazlet Khater 2

Deuxièmement, bien que les méthodes basées sur la maturation osseuse présentent des avantages indéniables pour estimer l'âge au décès des adultes jeunes, elles sont soumises à plusieurs limites. En effet, le processus de maturation du squelette est conditionné par de nombreux facteurs comme l'alimentation, l'activité physique, le patrimoine génétique ou les maladies (Black & Scheuer, 1996). La plupart des standards utilisés en anthropologie pour estimer l'âge au décès sur les restes osseux (entre autres : Brothwell, 1981 ; Ferembach *et al.*, 1979 ; Birkner, 1977) se basent sur des populations actuelles d'Europe ou d'Amérique du nord. Ils ne représentent dès lors qu'une petite partie de la variabilité actuelle décrite dans les atlas anatomiques (Williams *et al.*, 1995 ; Scheuer & Black, 2000). En outre, l'application de ces standards aux populations et individus fossiles suppose que la maturation n'a subi aucune variation dans le temps. Or des différences ethniques et diachroniques dans le développement ontogénétique ont été relevées au cours de l'évolution humaine ainsi qu'au sein des populations actuelles (Vallois, 1937 ; Eveleth & Tanner, 1976 ; Tillier, 2005).

Troisièmement, nous évoquerons les limites de l'utilisation de la surface sacro-iliaque pelvienne. L'intérêt de cette surface pour évaluer l'âge au décès des adultes matures a été soulevé en premier par Lovejoy *et al.* (1985). Selon Schmitt *et al.* (2002), cette surface semble être l'indicateur le plus fiable pour estimer l'âge au décès des adultes. Son utilisation ne nécessite pas de couplage avec d'autres indicateurs et ses changements morphologiques

permettent une classification correcte à 80% des individus en 3 classes (20-29 ; 30-59 et ≥ 60) pour les populations européennes (Schmitt *et al., ibidem*). Cependant, l'application de cette méthode sur d'autres populations non européennes donne des résultats moins probants, l'inexactitude augmentant avec l'âge de l'individu (Schmitt *et al.*, 2002 ; Schmitt, 2004). Nous utiliserons le système de cotation mis en place par Schmitt & Broqua (2000) et Schmitt (2001) pour caractériser la surface sacro-pelvienne iliaque de NK 2. La probabilité *a posteriori* de NK 2 d'appartenir à l'une des classes sera évaluée grâce aux tables de références de Schmitt (2005) et ce résultat sera comparé avec celui de la maturation osseuse.

La dernière remarque concerne les problèmes méthodologiques liés à l'élaboration de standards (Schmitt, 2001). La population de référence doit avoir une distribution par âge le plus neutre possible. Elle doit être constituée d'un grand nombre d'individus d'âge et de sexe connus. Ces derniers doivent couvrir des zones géographiques larges. Ensuite, les stades de cotations de la sénescence doivent être reproductibles par n'importe quel anthropologue et applicable aux ossements secs fossiles. Enfin, la méthode doit être testée sur un échantillon indépendant avant d'être validée. Malheureusement, toutes ces conditions sont rarement remplies par les méthodes d'estimation de l'âge au décès des adultes (Schmitt, *ibidem*).

Dès lors, c'est en gardant à l'esprit toutes ces limites, et en couplant les résultats des données de la maturation osseuse et des modifications de la surface sacro-pelvienne iliaque, que nous proposerons un intervalle chronologique pour l'âge au décès de Nazlet Khater 2.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

La maturation osseuse

Par convention, on distingue les individus non-adultes (0 – 20 ans) des individus adultes (> 20 ans) sur base de la maturation osseuse. La dernière classe d'âge démographique de l'intervalle 0-20 ans correspond à celle des adolescents (15 – 19 ans). Sa limite inférieure est marquée par la fermeture des racines des deuxièmes molaires ou le début de fusion des épiphyses aux diaphyses. Sa limite supérieure correspond à la fusion complète de la synchondrose sphéno-occipitale et des épiphyses aux diaphyses à l'exception de la crête iliaque et de l'extrémité sternale de la clavicule (Ferembach *et al.*, 1979 ; Murail, 1996 ; Bocquentin, 2003).

Après fusion, des vestiges de la soudure de la diaphyse avec l'épiphyse demeurent encore pendant deux ou trois ans sous forme de lignes épiphysaires plus claires au niveau macroscopique (Ferembach *et al.*, 1979). Ces « cicatrices épiphysaires » sont visibles radiologiquement après la fusion des épiphyses (Birkner, 1977).

Chez Nazlet Khater 2, toutes les extrémités sont fusionnées. Cependant, il existe des lignes épiphysaires sur certains ossements détaillés ci-dessous. Les données radiologiques et scanners seront utilisées pour attester la persistance interne de ces lignes épiphysaires.

La synchondrose sphéno-occipitale

La plupart des standards ont longtemps surestimé l'âge de fermeture (18 – 25 ans) de la synchondrose sphéno-occipitale (Cox, 2000 ; Scheuer & Black, 2000). Des études plus précises ont montré que la fusion de cette suture avait lieu durant l'adolescence plutôt que chez les jeunes adultes. Leurs résultats sont repris dans le tableau ci-dessous (Tableau 7). La fermeture de cette synchondrose débute sur la face interne de la partie basilaire (Melsen, 1972). La fusion partielle progresse ensuite jusqu'à la face externe (Powell & Brodie, 1963). Les résultats de ces différents travaux sont assez cohérents quand à la limite de la fusion partielle (*cf.* Tableau 7). La fusion totale est observée le plus tôt vers 13 ans chez les individus masculins. A 20 ans, elle est complète pour 100 % des échantillons observés.

Nazlet Khater 2 possède une synchondrose sphéno-occipitale totalement soudée. Cependant, une ligne de suture est encore visible sur la face exocrânienne de la partie basilaire, alors que la face endocrânienne ne présence aucune trace.

	Synchondrose sphéno-occipitale (intervalles de fusion complète)		
	♂	n	méthodes
Powell & Brodie, 1963	13 – 17	205	Radiographie
Ingervall & Thilander, 1972	< 20	32	Histologie
Melsen, 1972	13 – 18	56	Histologie
Sahni *et al.*, 1998	15 – 1 9	96	Scanner et radiographie
Veschi & Facchini, 2002	16 – 19	60	Os sec

Tableau 7 : *intervalles durant lesquels la fusion complète de la synchondrose sphéno-occipitale est observée chez les individus masculins.*

En radiographie, on observe chez NK 2 une zone de plus forte densité au niveau de la synchondrose (Figure 30). Or, selon les résultats radiographiques de Sahni *et al.* (1998), la densité de la partie basilaire est uniforme après que la synchondrose ait totalement fusionné. Par conséquent, la ligne visible macroscopiquement traduit bien un vestige récent de la fusion de la synchondrose sphéno-occipitale de NK 2.

Figure 30 : *radiographie de la partie basilaire du crâne de NK 2, au niveau de la synchondrose sphéno-occipitale.*

Le fémur

Les épiphyses proximale et distale du fémur sont complètement fusionnées chez les hommes, au plus tard, respectivement à 21 et 22 ans d'après les standards actuels (Tableau 8).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Tableau 8 : *intervalles d'âge durant lesquels la fusion complète des épiphyses proximale et distale du fémur se réalise.*

	Fémur (intervalles de fusion complète, ♂)	
	épiphyse distale	épiphyse proximale
Birkner, 1977	17 – 22 (♀; ♂)	17 – 19 (♀; ♂)
Ferembach *et al.*, 1979	17 – 20	18 – 21
Williams *et al.*, 1995	18	17
Platzer, 1999	19 – 20	17 – 19
Scheuer & Black, 2000	18 – 22	16 – 20

Chez NK 2, les lignes épiphysaires de la tête fémorale sont visibles macroscopiquement des deux côtés (Figure 31). Au niveau de l'extrémité distale, les lignes épiphysaires ne sont pas observables sur la face externe. Cependant, selon McKern & Stewart (1957), le dernier site de fusion de l'épiphyse distale se situe du côté postéro-médiale de l'épiphyse, au-dessus du condyle médial. Ce schéma de progression de la fusion a été confirmé par les travaux de Scheuer & Black (2000). Nous avons donc observé cette zone des fémurs de Nazlet Khater 2 au moyen de coupes scanners. Il en ressort que la partie postéro-médiale du condyle médian possède encore une ligne de densité forte traduisant la fusion de l'épiphyse avec la diaphyse (coupe sagittale ; Figure 32).

Figure 31 : *extrémité proximale du fémur droit de NK 2 avec la ligne de fusion épiphysaire.*

Figure 32 : *coupe scanner sagittale de l'extrémité distale du fémur droit de NK 2 montrant une partie de la ligne épiphysaire conservée au niveau postéro-médial du condyle médial.*

L'os coxal

La fusion de la crête iliaque débute antéro-latéralement et se termine postéro-médialement (Scoles *et al.*, 1988). Selon Owings-Webb & Myers-Suchey (1985), l'union complète de la crête n'est observée qu'à partir de 17 ans chez les individus masculins et 100 % des individus d'au moins 23 ans présentent une fusion complète (Tableau 9).

	Crête iliaque (fusion complète)			
	♂	♂ ♀	n	méthodes
Birkner, 1977	-	21 – 25	-	Radiologie
Ferembach *et al.*, 1979	21 – 24	21 – 24	-	-
Owings-Webb & Myers-Suchey, 1985	17 – 23	17 – 23	605 ♂	Histologie
Platzer, 1999	-	13 – 15	-	-
Scheuer & Black, 2000	-	15 – 22	-	-

Tableau 9 : *intervalles d'âge durant lesquels la fusion complète de la crête iliaque se réalise.*

A nouveau, NK 2 possède des lignes épiphysaires visibles au niveau de la crête iliaque, bien qu'elles ne soient pas continues. Sur le coxal gauche, une ligne est visible sur la face médiale au-dessus de la tubérosité iliaque sur 3 cm. Le coxal gauche possède une ligne plus longue, visible sur 5 cm, allant du milieu de la fosse iliaque jusqu'au début de la tubérosité iliaque.

Les intervalles de fusion complète, observés pour la tubérosité ischiatique, sont très proches de ceux de la crête iliaque. La fusion commence vers 16 ans et entre 19 – 20 ans, elle est généralement complète sur tous les bords et possède donc l'apparence d'une pièce mature (Scheuer & Black, 2000). La partie antérieure de la tubérosité, qui se prolonge jusqu'à la branche du pubis apparaît vers 20 – 21 ans. Elle est complètement fusionnée à 23 ans (Scheuer & Black, *ibidem*). Les lignes épiphysaires à cet endroit peuvent rester visibles plusieurs années après que la fusion soit complète (Scheuer & Black, *ibidem*). Chez NK2, une ligne est visible au niveau de l'extrémité antérieure de la tubérosité ischiatique, sur la face latérale de la branche ischio-pubis.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

La clavicule

Selon Owings-Webb & Myers-Suchey (1985), qui ont étudié un grand nombre de clavicules, l'union complète de la surface articulaire sternale à la diaphyse est réalisée à 21 ans chez les hommes et se termine pour 100% des cas à 31 ans. Les autres études rapportent des intervalles de fusion complète pour lesquels le sexe n'est pas précisé (Tableau 10). Selon Black et Scheuer (1996), aucun stade 5 de fusion, correspondant à la fusion totale avec la disparition des lignes épiphysaires, n'est visible avant 25 ans dans les populations étudiées.

Nazlet Khater 2 présente des extrémités sternales de la clavicule soudées et aucune ligne épiphysaire n'est observable macroscopiquement ou sur radiographie.

	Clavicule, extrémité sternale (période de fusion complète)			
	♂	♂♀	n	méthodes
Birkner, 1977	-	23 – 25	-	Radiologie
Ferembach *et al.*, 1979	22 – 24	21 – 24	-	-
Szilvássy, 1980	-	26 – 30	140	Histologie
Owings-Webb & Myers-Suchey, 1985	21 – 30	21 – 33	605 ♂	Histologie
Platzer, 1999	-	21 – 24	-	-
Scheuer & Black, 2000	-	22 – 30	-	-
Kreitner *et al.*, 1998	-	22 – 27	380	Scanner

Tableau 10 : *intervalles d'âges durant lesquels la fusion complète de l'extrémité sternale de la clavicule se réalise.*

Le sacrum

Les corps vertébraux sacrés se soudent entre eux dans le sens caudo-cranial (Platzer, 1999). Selon Platzer (*ibidem*) cette fusion est complète à partir de 25 ans, mais peut aussi apparaître plus tard. Pour Scheuer (2002), la fusion des corps vertébraux ne débute pas avant 20 ans et s'il persiste un espace entre la première et la deuxième vertèbre sacrée (S1 et S2), l'individu a probablement moins de 27 ans.

Le sacrum de NK 2 montre l'absence de fusion entre les corps de ses deux premières vertèbres sacrées (Figure 33). On observe également la sacralisation de la première vertèbre coccygienne.

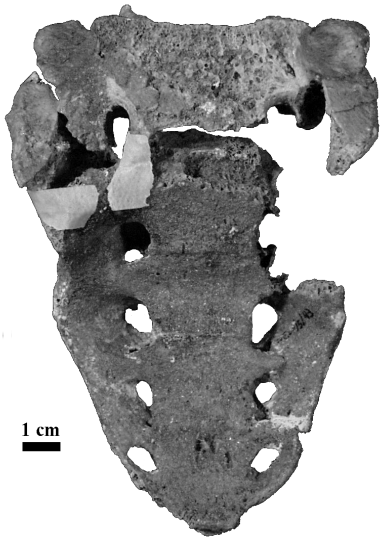


Figure 33 : *vue antérieure du sacrum de NK 2 montrant l'espace présent entre les corps de vertèbres sacrées S1 et S2.*

Récapitulatif

Nous avons réalisé ci-dessous, et à titre purement indicatif, une figure reprenant les intervalles les plus larges durant lesquels la fusion complète des épiphyses discutées ci-dessus est observée chez les sujets masculins (Figure 34). Chaque limite supérieure des intervalles est prolongée en pointillé pour symboliser la période durant laquelle les lignes épiphysaires peuvent perdurées si la fusion a eu lieu à la fin de l'intervalle (Ferembach *et al.*, 1979 ; Scheuer & Black, 2000).

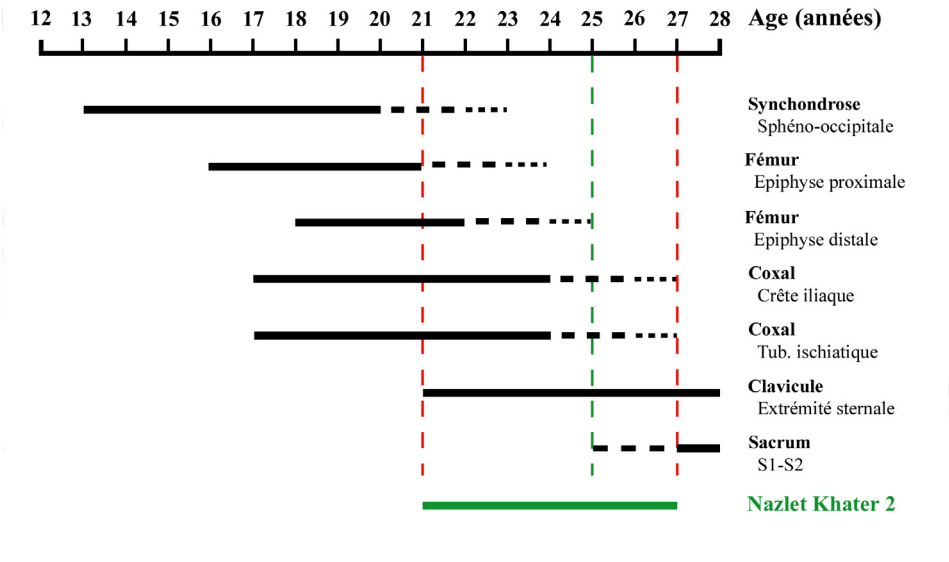


Figure 34 : *récapitulatif des intervalles d'âge de fusion des différents points d'ossification tardifs du squelette humain (d'après les données de la littérature ;* cf. supra*).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les différentes observations que nous avons effectuées sur l'ensemble du squelette de NK 2, nous permettent de proposer un intervalle approximatif, d'après les standards actuels, entre 21 et 27 ans pour l'âge au décès de NK 2. Sur base de la maturation osseuse, Nazlet Khater 2 appartiendrait donc à la classe d'âge au décès des adultes jeunes.

La surface sacro-pelvienne iliaque

Les deux surfaces sacro-pelviennes iliaques de Nazlet Khater 2 sont parfaitement conservées, bien que recouvertes en partie de grains de sable agglomérés avec du consolidant (Figure 35). Les parties préservées permettent d'appliquer la méthode de cotation de la variabilité de la surface décrite par Schmitt & Broqua (2000). Nous marquerons en gras et entre parenthèse les stades de Schmitt & Broqua (*ibidem*) pour chaque zone observée de la surface sacro-pelvienne iliaque de NK 2.

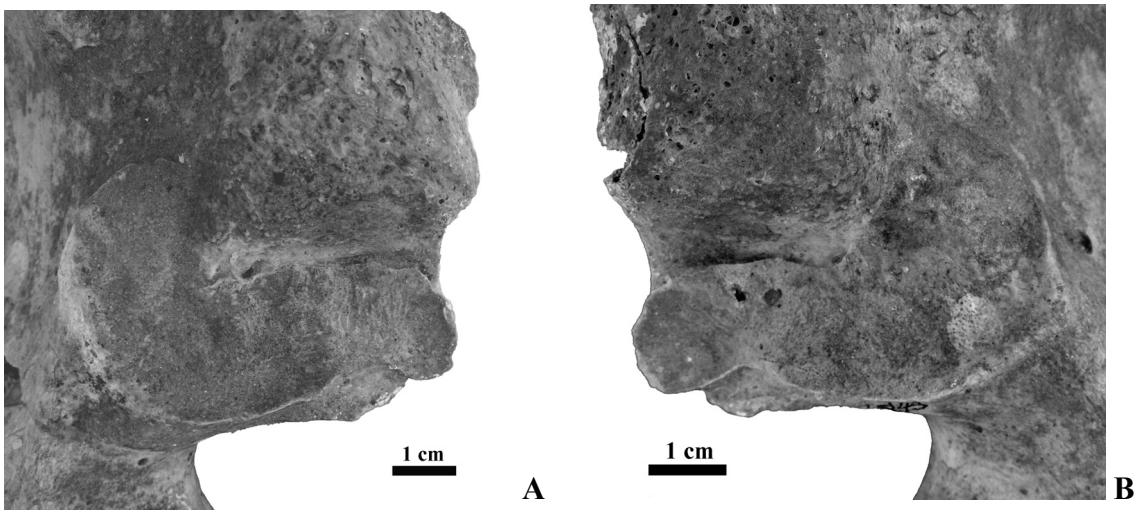


Figure 35 : *photographie des deux surfaces sacro-pelviennes iliaques de NK 2. A = coxal droit ; B = coxal gauche.*

- Des stries et ondulations sont visibles sur certaines parties de la surface. Elles sont organisées perpendiculairement par rapport à l'axe de segment vertical et horizontal de la surface articulaire. Elles sont plus marquées sur le coxal droit (=> **SSPIA-1**).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

- La texture de la surface auriculaire se modifie au cours de la vie avec l'apparition progressive de granulation et de porosité plus ou moins prononcées (Scmitt, 2005). Ces deux derniers traits sont absents des surfaces sacro-iliaques de NK 2 (=> **SSPIB-1**).
- Le troisième caractère est basé sur les modifications de l'apex. Ce dernier se situe à la jonction des deux segments de la surface auriculaire (Schmitt & Broqua, 2000). Chez NK 2, à gauche, comme à droite, le bord antérieur du segment vertical est régulier de même que le bord de l'apex sur le coxal droit. Il est légèrement surélevé et forme une fine crête. En ce qui concerne le coxal gauche, l'apex présente un bord plus émoussé et plus épaissi. C'est autour de la surface auriculaire que l'insertion de la capsule articulaire se réalise. Les changements morphologiques de l'apex correspondent à des modifications de type enthésopathique (Schmitt & Broqua, *ibidem*). Selon l'os coxal observé, NK 2 ne présente pas le même grade de modification apicale (=> **SSPIC-1**, d ; **SSPIC-2**, g).
- Le dernier caractère tient compte de la modification de la tubérosité iliaque. Aucun signe de remaniement osseux n'est visible sur les tubérosités iliaques de NK 2 (=> **SSIPD-1**).

La probabilité *a posteriori* de NK 2 d'appartenir à la tranche 20 – 29 ans en fonction des caractéristiques de sa surface sacro-pelvienne iliaque varie entre 0,81 et 0,89 selon que l'on utilise le caractère « SSPIC-2 » de la surface de l'os coxal gauche ou « SSPIC-1 » pour le droit. L'asymétrie de certains caractères chez un même individu a déjà été mise en évidence par Debono *et al.* (2004). Selon Schmitt (2005), si les deux côtés sont « sains », mais présentent des estimations incompatibles, il faut coupler les intervalles chronologiques. Dans notre cas, les différences observées chez NK 2 sont compatibles avec l'intervalle 20 – 29 ans pour une probabilité supérieure à 0,8.

Les résultats de l'estimation de l'âge au décès de NK 2 en fonction de la surface sacro-pelvienne iliaque et de la maturation osseuse sont tout à fait cohérents. Ces deux méthodes placent Nazlet Khater 2 dans un intervalle chronologique caractérisant un adulte jeune.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2.2.3 Estimation de la stature et de la masse corporelle

Estimation de la stature

La technique la plus efficace pour estimer la stature d'un individu à partir de ses restes osseux est celle de la somme de hauteurs selon la formule de Fully (1956). Elle n'est malheureusement pas applicable dans le cas de NK 2 puisque les tibias et les calcanéus ne sont que partiellement conservés. Par conséquent, nous avons utilisé les os longs les mieux conservés (fémur et humérus) pour estimer la stature de NK 2.

Le Tableau 11 reprend les résultats des estimations en fonction de différentes méthodes. Selon Formicola (1993), les équations de Olivier *et al.*, (1978) sont bien adaptées à l'estimation de la stature des individus masculins à l'exception des très petits et des très grands (c'est-à-dire moins de 154 cm ou plus de 179 cm). Dans ces cas extrêmes, c'est la technique de régression du grand axe de l'ellipse qui permet la meilleure estimation (Formicola & Franceschi, 1996).

	Estimation stature (Homme)				**Moyenne**
	Humérus (d, g)		Fémur (d, g)		
	cm	s	cm	s	
Trotter & Gleser, 1958 Régression linéaire (*Negro males*)	166,3	± 4,23	158,2	± 3,91	162,25
Olivier *et al.*, 1978 Régression	164,5	± 4,05	156,8	± 3,52	160,7
Cleuvenot & Houët, 1993 Moindre rectangle	163,7	± 4,83	153,4	± 4,25	158,55
Formicola & Franceschi, 1996 Grand axe de l'ellipse	165,5		156,5		**161**

Tableau 11 : *résultats des estimations de stature de NK 2 en fonction des différentes équations de la littérature basées sur la longueur des humérus et des fémurs. s = erreur standard.*

Il existe une différence de 10,3 à 7,7 cm entre les statures estimées à partir de la longueur des humérus et celles basées sur la longueur des fémurs. Cet écart dépasse la somme des erreurs standards dans deux cas. Notons que les estimations de statures à partir de longueurs des os de l'avant-bras donnent des résultats similaires à ceux des humérus.

Afin d'évaluer l'importance de cette différence entre les estimations de NK 2, nous avons appliqué la méthode de Cleuvenot et Houët (1993) aux individus de notre échantillon de comparaison. L'avantage de cette dernière est qu'elle propose des équations adaptées aux individus de sexe indéterminé. Elle est donc applicable à tout notre échantillon de comparaison. Ce sont les équations de Cleuvenot & Houët (i*bidem*) basées sur les données des « Noirs » de Trotter & Gleser (1952 & 1958) qui ont été utilisées dans le calcul. Outre le fait que ces données semblent plus appropriées pour estimer la stature des individus de l'Epipaléolithique du nord de l'Afrique et du Mésolithique sub-saharien, Formicola (2003) a montré qu'elles étaient aussi plus adaptées aux individus du Paléolithique supérieur et du Mésolithique d'Europe.

Nous avons également appliqué cette formule aux individus néandertaliens. Comme la plupart des méthodes d'estimation de la stature se basent sur des séries modernes actuelles, les écarts observés chez NK 2 pourraient être le reflet de proportions anatomiques différentes chez les hommes modernes du début du Paléolithique supérieur. Il nous apparaissait donc intéressant d'appliquer ces estimations aux Néandertaliens pour tester cette hypothèse.

Le graphique de la Figure 36 représente l'estimation de la stature à partir du fémur en fonction de celle basée sur l'humérus. Les limites en pointillés représentent la somme des erreurs standards pour les deux estimations.

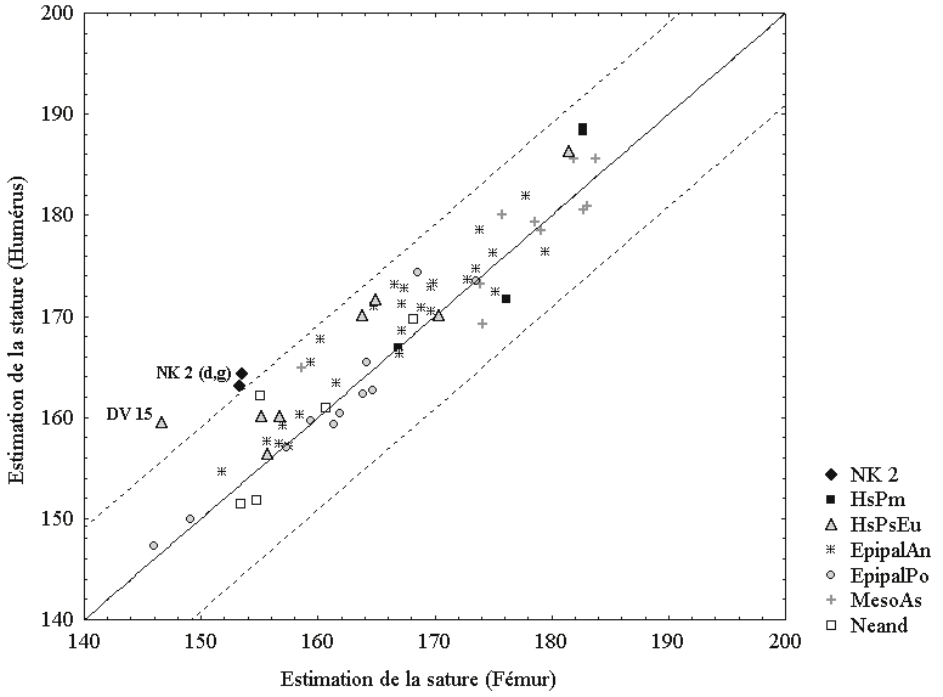


Figure 36 : *graphique de l'estimation de la stature sur la base de la longueur du fémur en fonction de celle de l'humérus d'après la formule de Cleuvenot & Houët (1993) basée sur l'échantillon « Noirs » de Trotter & Gleser (1952 & 1958).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Nous voyons que seuls NK 2 et DV 15 se situent en dehors de la limite d'erreur standard. Tous les autres individus de comparaison, toutes périodes et zones géographiques confondues, montrent une corrélation entre l'estimation de la stature à partir de l'humérus et du fémur qui s'inscrit dans l'intervalle d'erreurs.

Cette asymétrie s'exprime également à travers l'indice huméro-fémoral (Figure 37). La valeur de NK 2 est très élevée et se situe au-delà de la limite à 95 % de l'échantillon de comparaison (71,7 ± 2,3 ; n = 68). Cette caractéristique est à nouveau partagée par Dolní Věstonice 15.

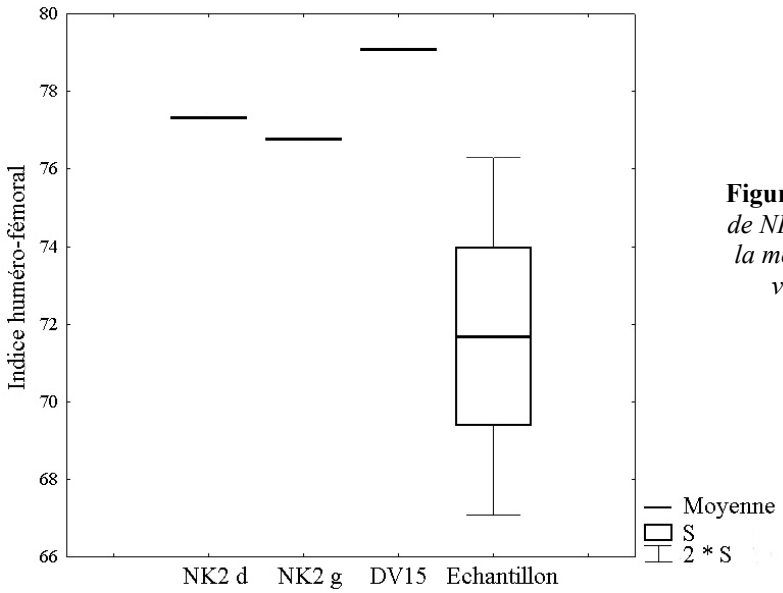


Figure 37 : *indice huméro-fémoral de NK 2 (d, g) et DV 15 comparé à la moyenne et l'écart-type (S) des valeurs de l'échantillon de comparaison.*

Dans le cas de NK 2, comme dans celui de DV 15, ces résultats sont liés à la longueur des fémurs qui est proportionnellement trop courte par rapport au tronc et à la longueur du membre supérieur.

Nous avons pu tester cette hypothèse concernant la disproportion de la longueur des fémurs grâce au calcul de la hauteur du tronc (HT ; Annexe I.1). Le très bon état de conservation de la colonne vertébrale de Nazlet Khater 2 nous a permis d'estimer directement la hauteur du tronc sans avoir recours à d'autres équations de régression lorsque des corps vertébraux manquent (HT = 494,62 mm). Nous avons ensuite pu apprécier, à partir des équations de régression de Franciscus & Holliday (1992), la longueur théorique des fémurs (Annexe I.1). Cette dernière (436,1 mm) est supérieure de près de 3 cm à celle observée chez NK 2. Cela témoigne de la longueur «anormalement» faible de ses fémurs par rapport au tronc et au membre supérieur.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Ce résultat nous amène à utiliser la moyenne des estimations de statures sur le fémur et l'humérus dans le cas de NK 2 (161 cm). En effet, alors que la plupart des auteurs privilégient le calcul de la stature à partir de la longueur du fémur ou du tibia à celui basé sur l'humérus, la hauteur du tronc de NK 2 nous indique qu'un tel choix biaiserait notre résultat.

Dolní Věstonice 15 souffre d'une dysplasie congénitale qui a entraîné des différences de proportion au niveau de l'ischium – comme nous l'avons vu dans le Paragraphe III.2.2.1 – et au niveau des fémurs, par rapport au reste du corps (Holliday, 2006a ; Trinkaus, 2006). Le squelette de DV 15 montre également une série de lésions et de déformations. Cependant, la plupart des ces dernières pourraient être accidentelles ou secondaires au trouble du développement lui-même (Trinkaus *et al.*, 2006a). Selon ces auteurs, les seules anomalies traduisant directement une dysplasie sont :

- La petite stature de l'individu.
- L'étroitesse du bassin, bien que ses proportions générales soient normales.
- Des fémurs très courts
- Une longueur un peu trop faible des tibias et des fibulas
- Une courbure antérieure anormale et une torsion de l'extrémité proximale du fémur droit.

Exceptées la déformation de l'extrémité fémorale et la faible longueur des tibias et fibulas – ces os de la jambes ne sont pas entièrement conservés – Nazlet Khater 2 présente les mêmes anomalies que DV 15. Compte tenu de ces similarités au niveau des longueurs de l'ischium et des fémurs, il nous a paru intéressant de comparer les proportions corporelles de NK 2 avec celles de DV 15 par rapport aux données de Holliday (2006a). Le Tableau 12 reprend les longueurs du fémur, de l'humérus et du radius par rapport à la hauteur du tronc ainsi que l'indice de largeur de la tête fémorale (ITLF) et l'indice brachial (IBRA). En ce qui concerne le rapport de la longueur du fémur sur la hauteur du tronc, NK 2 et DV 15 possèdent des valeurs qui sortent de la variabilité (limite à 95 %) des Sub-Sahariens actuels et des individus Gravettiens.

Ce qui frappe le plus dans le Tableau 12, c'est la forte similitude entre les proportions corporelles de NK 2 et DV 15, à l'exception de l'indice de largeur de la tête fémorale, et leur rapprochement du modèle des Européens actuels. Selon Holliday (2006a), la similitude des proportions corporelles de DV 15 avec les Européens actuels et, par conséquent, son éloignement par rapport au modèle gravettien seraient uniquement liés à sa pathologie.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Bien que NK 2 ne montre pas de déformation des membres, il semblerait, au vu de ces résultats, qu'il ait été atteint d'un trouble du développement assez similaire à celui de DV 15.

			Population de comparaison (Holliday, 2006a)		
	NK 2	**DV 15**	Européen (n = 123)	Sub-Sahariens (n = 75)	Gravettiens (n = 7)
LFem/HT	**82,3**	**81,6**	88,6 ± 4,4	97,7 ± 6,8	95,2 ± 5,1
LHum/HT	63,8	64,3	63,6 ± 3,4	69,1 ± 4,1	69,5 ± 3,6
LRad/HT	48,6	49,7	47,9 ± 2,8	54,6 ± 4	54,2 ± 3,1
ITLF	9,9	**12,4**	10,4 ± 0,6 (n = 233)	9,5 ± 0,6 (n = 131)	10,3 ± 0,6 (n = 19)
IBRA	76,2	77,3	75 ± 2,5 (n = 391)	78,6 ± 2,8 (n = 152)	77,7 ± 2 (n = 20)

Tableau 12 : *proportions corporelles de NK 2 et DV 15 par rapport aux données de Holliday (2006a). En gras : probabilité <0,05 d'appartenir à un ou plusieurs groupes. LFem, LHum et LRad = longueurs physiologiques du fémur, de l'humérus et du radius.*

Estimation de la masse corporelle

Il existe deux approches pour estimer la masse corporelle d'un individu. La première est biomécanique et suppose que les surfaces articulaires des membres porteurs sont corrélées au poids supporté durant la croissance (Ruff *et al.*, 1997). La plupart des équations de régressions dans ce domaine font intervenir le diamètre antéro-postérieur de la tête fémorale (Grine *et al.*, 1995 ; McHenry, 1992 ; Ruff *et al.*, 1991 & 1993). La corrélation entre les résultats des estimations de ces différentes équations est proche de 0,97. Ruff *et al.* (1997) préconisent donc une utilisation couplée de trois formules pour estimer la masse corporelle des fossiles.

La deuxième approche est géométrique et assimile le corps humain à un cylindre dont les dimensions clefs sont la largeur et la hauteur (Ruff *et al.*, 1997). Les mesures privilégiées sont dans ce cas celles de la largeur bi-iliaque et de la stature. Pour cette deuxième méthode, nous avons utilisé les nouvelles équations de Ruff *et al.* (2005), qui sont basées sur un plus grand échantillon de référence.

Bien que ces deux méthodes se basent sur des dimensions et des raisonnements différents, Ruff *et al.* (1997) ont montré que, lorsqu'elles sont appliquées au même échantillon d'hommes du Pléistocène (n = 75), leurs résultats étaient convergents (r = 0,73), ce qui accrédite leur fiabilité.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les détails des calculs d'estimation de la masse corporelle de NK 2 sont explicités en Annexe I.1 et les résultats en fonction des deux approches sont repris dans le Tableau 13. Les deux estimations de la masse corporelle sont tout à fait cohérentes entre elles. Notons que celle basée sur le diamètre de la tête fémorale est légèrement plus faible. Nous avons vu que l'indice de la tête fémorale de NK 2 était inscrit dans la norme des échantillons de comparaison (Tableau 12). Cette différence de valeur s'expliquerait donc par la taille plus faible du diamètre de la tête en corrélation avec la courte longueur du fémur.

	Masse corporelle (kg)	
	méthode géométrique	méthode biomécanique
NK 2	55,3 ± 3,7	53,4
DV 15	52,7 ± 3,7	(67,2)
HsPsEu	66,5 ± 7,4 (n = 23)	67,6 ± 8 (n = 25)

Tableau 13 : *estimation de la masse corporelle de NK 2, DV 15 et comparaison avec les données de Trinkaus (2006a) pour les hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2.3 DESCRIPTION MORPHOMÉTRIQUE DU SQUELETTE

III.2.3.1 Le crâne

Caractéristiques générales

Capacité crânienne

L'état de la partie droite du crâne ne permet pas une mesure directe par cubage. L'évaluation de la capacité crânienne a été réalisée selon les formules de Olivier *et al.* (1978). Pour l'ensemble de l'échantillon fossile, c'est la formule faisant intervenir la hauteur basion-bregma qui a été utilisée. Un autre calcul est possible à partir de la hauteur auriculo-bregmatique. Les résultats pour Nazlet Khater 2 sont repris dans le tableau ci-dessous (Tableau 14). Les équations de Olivier *et al.* (1978) ne tiennent pas compte du sexe contrairement à celles de Lee et Pearson (1901) dont les résultats sont donnés à titre comparatif. Elles constituent donc un avantage dans l'estimation de la capacité crânienne des fossiles dont la diagnose sexuelle est sujet à caution.

Les valeurs de Nazlet Khater 2 sont proches de la capacité crânienne moyenne calculée à partir de la hauteur basion bregma (1415,32 ± 148,41 cm^3, n = 257) de notre échantillon moderne de comparaison, tous sexes confondus.

	CC ♂ BBH	CC ♀ BBH	CC ♂ ABH	CC ♀ ABH
Lee & Pearson (1901)	1417,5	1336	1411	1377
Olivier *et al*. (1978)	1400		1396	

Tableau 14 : *comparaison des estimations de capacité crânienne (cm^3) de NK 2 en fonction des mesures et des formules utilisées. BBH = hauteur basion bregma; ABH = hauteur porion bregma.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Epaisseur

Les épaisseurs des parois crâniennes ont été mesurées d'après la méthode de Twiesselmann (1941). Les valeurs de Nazlet Khater sont supérieures aux moyennes calculées par Twiesselmann (*ibidem*) pour des individus africains actuels (n = 64 ; Tableau 15).

Tableau 15 : *épaisseurs (mm) des parois de NK 2 comparé aux moyennes (m) de Twiesselmann (1941). (*)=mesure minimale.*

	NK 2	m	Mesures
EBR	12,50	6,71	Epaisseur au bregma
EBP d	11,00	7,60	Epaisseur à la bosse pariétale droite
EBP g	9,00 *(*)*	7,70	Epaisseur à la bosse pariétale gauche
EOB	12,00	8,00	Epaisseur à l'obélion
EFCA d	6,00	6,60	Epaisseur à la fosse cérébrale droite
EFCA g	6,00	6,69	Epaisseur à la fosse cérébrale gauche
EFCE d	6,00	3,07	Epaisseur à la fosse cérébelleuse droite
EFCE	6,00	3,18	Epaisseur à la fosse cérébelleuse droite
EAS d	10,00	6,85	Epaisseur à l'astérion droit
EAS g	9,00	7,21	Epaisseur à l'astérion gauche

Les moyennes des épaisseurs au bregma, aux bosses pariétales et à l'obélion ont été calculées pour l'échantillon de comparaison et sont reprises dans le Tableau 16. Les valeurs de Nazlet Khater 2 sortent de la limite à 95 % de la variabilité de l'échantillon de comparaison pour chacune de ces mesures.

	NK 2	Echantillon moderne de comparaison			
		m	s	Limite sup à 95 %	n
EBR	12,5	7,26	1,53	10,29	101
EBP	11,0	7,19	1,48	10,11	124
EBO	12,0	8,29	1,79	11,84	98

.

Tableau 16 : *épaisseurs de NK 2 comparées aux moyennes (m), écart-types (s) et effectifs (n) de l'échantillon moderne de comparaison.*

Deux hypothèses sont possibles pour expliquer cette forte épaisseur des parois crâniennes de Nazlet Khater 2. La première est celle de la variabilité des groupes fossiles. Elle n'est pratiquement pas connue pour les individus du début du Paléolithique supérieur au nord de l'Afrique. En outre, les fossiles plus anciens (*Homo sapiens* archaïques et hommes modernes du

Paléolithique moyen) montrent en général des épaisseurs plus importantes que les moyennes actuelles (Tableau 17). C'est également vrai pour les séries épipaléolithiques de Taforalt et Afalou (moyenne EBR = 9,1 mm, n = 12 ; Balzeau, 2005). Cependant, la diminution de l'épaisseur crânienne au cours de l'évolution humaine n'est pas statistiquement significative (Balzeau, *ibidem*). Et bien qu'il puisse y avoir certaines composantes génétiques dans la variation de cette structure, Lieberman (1996) a montré que des facteurs épigénétiques comme la mastication ou la locomotion semblent jouer un rôle important au cours du développement dans la variation de l'épaisseur crânienne.

	EBR	n	EBP	n	EOB	n
NK 2	12,5		11,0		12,0	
Hsa	10,7	3	10,10	5		
HsPm			8,17	3	9,50	3

Tableau 17 : *épaisseurs de NK 2 comparées aux moyennes des* Homo sapiens *archaïques et des hommes modernes du Paléolithique moyen de notre échantillon de comparaison.*

La seconde hypothèse est une origine pathologique de cet épaississement crânien. Selon Angel (1966), l'hyperostose porotique s'accompagne de lésions caractéristiques qui apparaissent sur la paroi de l'orbite et la voûte crânienne. Ces lésions impliquent une porosité de la table externe et un épaississement du diploé. L'origine de l'hyperostose porotique, est une anémie acquise ou héréditaire (Stuart-Macadam, 1987; Dutour, 1989; Aufderheide & Rodriguez-Martin, 1997). Par ailleurs, ce type d'altération a déjà été mis en évidence chez plusieurs individus fossiles comme WLH 50 (*Willandra Lakes*), Singa ou encore Eliye Springs (Webb, 1990 ; Spoor *et al.*, 1998 & Bräuer *et al.*, 2003). Cependant, la forte épaisseur de la *calvaria* n'est pas un critère suffisant pour témoigner de ce type d'affection (Stuart-Macadam, 1987).

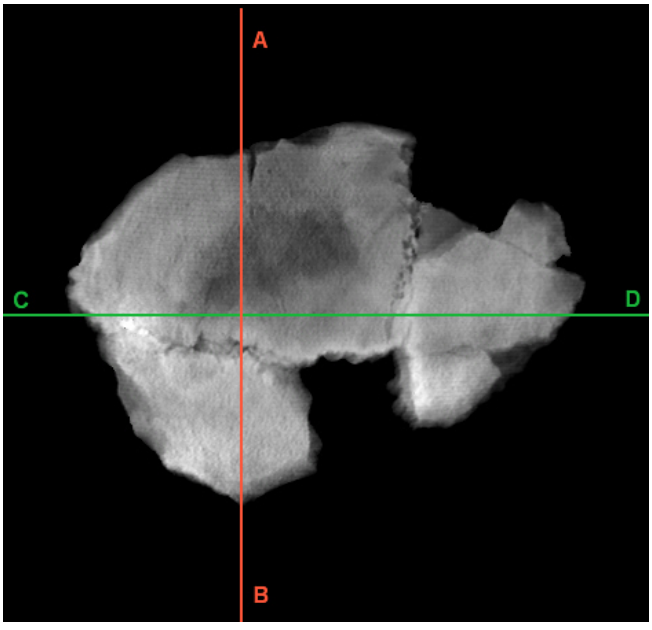


Figure 38 : *radiographie de la calotte de Nazlet Khater 2. Tracé des coupes scanners des figures ci-dessous.*

En ce qui concerne Nazlet Khater 2, seules quelques porosités sont visibles sur la table externe des

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

pariétaux au niveau macroscopique. La radiographie de la calotte et les coupes scanners sagittale et coronale de cette dernière montrent une légère prédominance du diploé sur les deux tables, de part et d'autre de la suture sagittale (Figure 38 et Figure 39).

En vue sagittale, la table externe est épaisse au niveau du bregma où elle montre des proportions identiques à celle du diploé (Figure 40). Malgré l'érosion de la table interne à plusieurs endroits, l'épaisseur des parois crâniennes de NK 2 ainsi que la proportion entre table osseuse et diploé semble normale.

Figure 39 : *coupe scanner coronale (A-B) de la calotte.*

Figure 40 : *coupe scanner sagittale (C-D) de la calotte.*

En outre, aucune lésion orbitaire n'est observable. Il n'y a pas de traces de *cribla orbitalia* (bien que la valeur diagnostique de ce caractère ait été remise en question ; Wapler, 1998), ni d'épaississement de la cavité orbitaire ou encore de remodelage du bord de l'orbite (Stuart-Macadam, 1987). De plus, la radiographie de la calotte montre qu'il n'existe pas de structure en poils de brosse ni d'anomalie d'orientation des travées diploïques. La zone plus sombre visible au centre du pariétal droit (Figure 38) est la conséquence de l'altération post-mortem de la table interne à cet endroit. Enfin, les modifications présentes au niveau des sinus frontaux chez des individus anémiques (Caffey, 1978) ne sont pas identifiables à cause de la forte fragmentation de cette région chez NK 2 (Bruner & Manzi, 2002).

Comme la porosité de la surface externe des pariétaux peut être le résultat d'une vascularisation importante de cette région (Hublin, 1978) et, qu'en dehors de l'épaisseur forte de cette dernière, aucune autre lésion anémique n'est observable, l'épaississement de la voûte

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

crânienne de NK 2 nous semble plus liée à une variation anatomique qu'à un trouble hématologique. Ce résultat montre l'importance de documenter la variation de l'épaisseur crânienne chez les hommes modernes du Paléolithique (comme NK 2) pour discuter de la variabilité de ce caractère utilisé fréquemment en paléoanthropologie à des fins taxinomiques (Weidenreich, 1943 ; Le Gros Clark, 1964 ; Hublin, 1978 ; Wood, 1984).

Sutures crâniennes

Les sutures coronale et sagittale sont imparfaitement conservées. La complexité des indentations de chaque suture est reprise dans le tableau ci-dessous (Tableau 18) d'après les grades de Broca (1875). La suture coronale est visible de part et d'autre du Bregma (sur 50 mm vers la gauche et 29 mm à droite). La suture sagittale est visible en coupe à partir du Bregma sur 30 mm ensuite en plan jusqu'au lambda. Elles suivent des trajectoires plutôt rectilignes.

Seule la suture squameuse gauche est présente. L'écaille du temporal est peu convexe de sorte que son tracé apparaît plutôt rectiligne.

La suture lambdoïde est principalement visible sur l'occipital. Elle est observable sur les pariétaux au niveau du lambda et des astérions. Le tracé de la suture sur le pariétal gauche au niveau du lambda suggère la présence d'un os suturaire lambdoïde sur 4 cm au maximum. Les sutures occipitomastoïdes sont visibles des deux côtés et possèdent un tracé simple. Une fine ligne au niveau de la suture sphéno-occipitale est encore perceptible en vue exocrânienne.

Sutures	**Parties conservées**	**Degré de complication** (Broca, 1875)
Coronale		3
Sagittale	(2/3 postérieurs)	4
Lambdoïde	Zone sagittale	4
	Zone temporale	5
Occipito-mastoïdienne		2
Palatine		2-3

Tableau 18 : *degré de complication des principales sutures crâniennes selon Broca (1875).*

En ce qui concerne la face, la suture naso-frontale n'est pas clairement visible. Elle se trouve dans une zone de fracture de l'os, mais elle semble avoir un tracé rectiligne simple. Il n'y a pas de suture métopique visible sur la partie conservée du frontal.

La suture zygomatico-maxillaire est visible postérieurement à gauche. Elle est fine et complexe. Les sutures temporo-zygomatique et fronto-zygomatique gauches sont bien visibles.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

La suture palatine transverse a une indentation moyenne et suit un tracé parabolique. Elle part au milieu de la droite reliant les deux M2 pour arriver sur le bord alvéolaire au niveau des M3. La jonction entre les deux moitiés au niveau sagittal est asymétrique. La suture gauche est plus antérieure que la droite. Cette forme est la plus fréquente dans les populations actuelles (Maureille, 1994). La suture palatine médiane est rectiligne.

Dimensions et indices généraux

- Longueur et largeur crâniennes

Le crâne de Nazlet Khater est allongé (GOL = 187 mm). Sa largeur maximale (XCB = 136 mm) se positionne assez bas, en avant des crêtes sus-mastoïdiennes au niveau de l'incisure de l'écaille du temporal. L'indice céphalique (ICR) est de 72,73 ce qui place Nazlet Khater 2 parmi les individus dolichocrânes. Nazlet Khater 2 est proche des moyennes (tous sexes confondus) de Wadi Halfa, des Mésolithiques d'Afrique du sub-saharienne et des Epipaléolithiques du Proche-Orient (Figure 41).

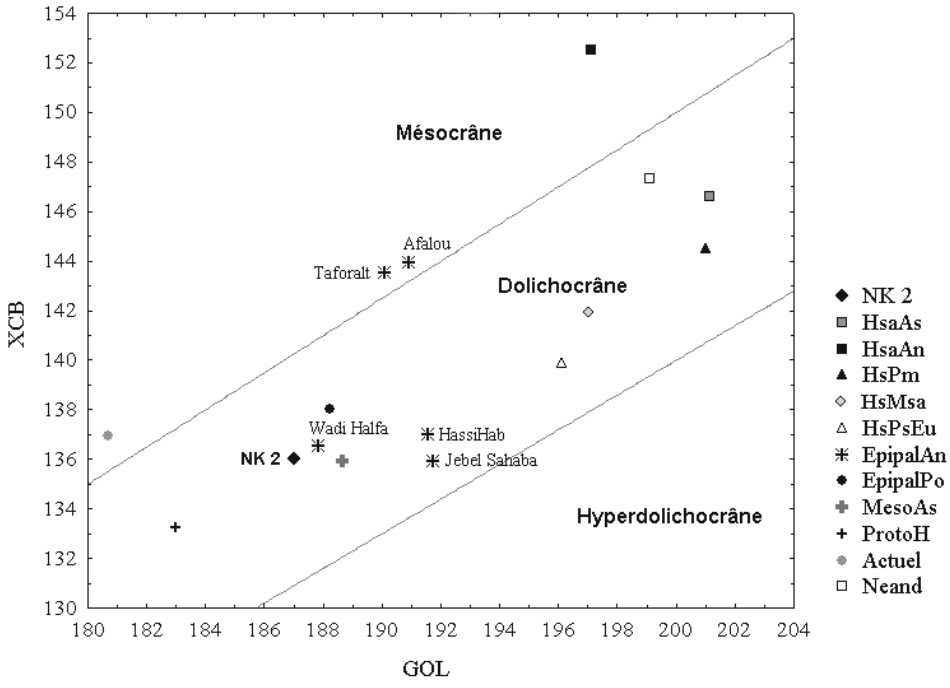


Figure 41 : *diagramme bivarié des moyennes de longueur maximale (GOL) et de largeur maximale (XCB) du crâne pour chaque groupe de comparaison.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

- Hauteurs crâniennes

Les indices de hauteur/longueur et hauteur/largeur s'inscrivent dans la moyenne (Figure 42 et Figure 43).

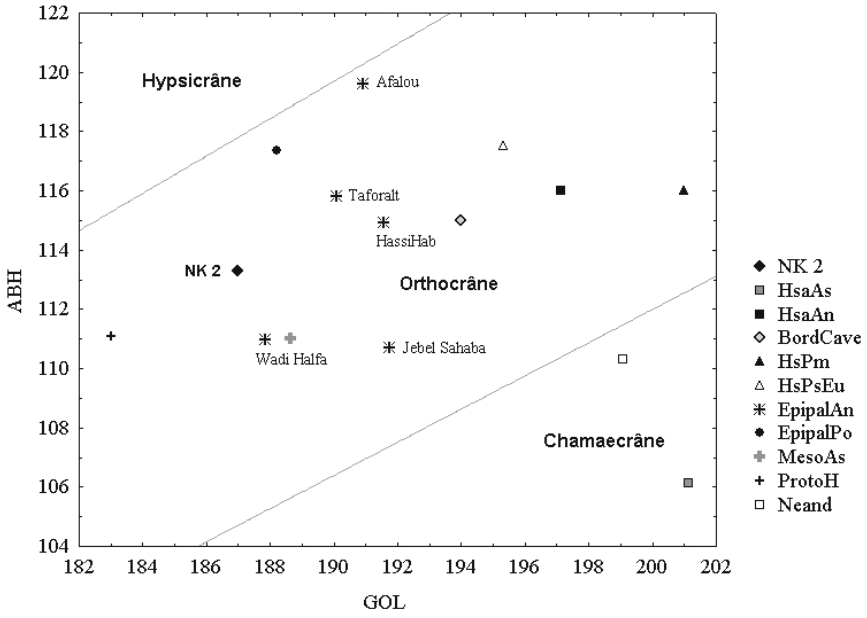


Figure 42 : *diagramme bivarié des moyennes de longueur maximale (GOL) et de la hauteur au porion (ABH) du crâne pour chaque groupe de comparaison.*

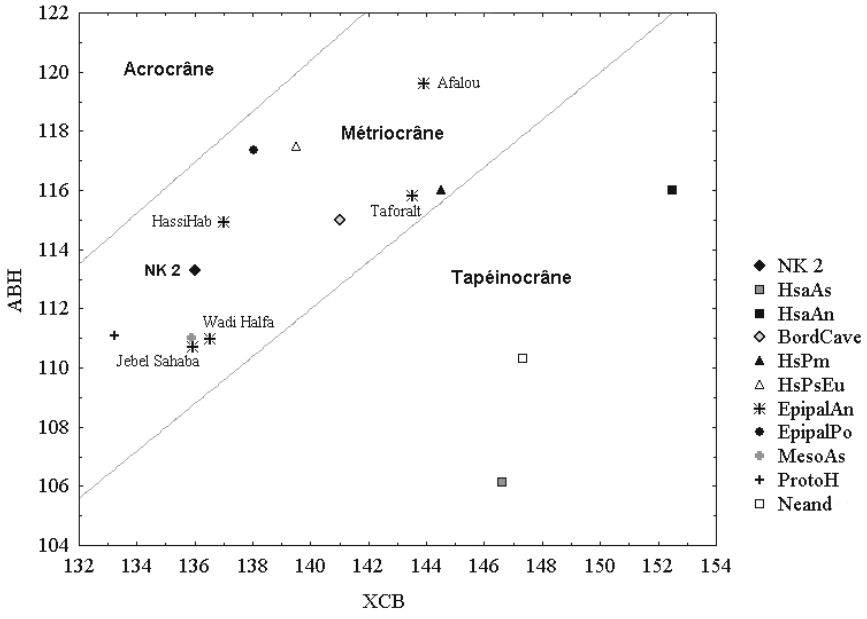


Figure 43 : *diagramme bivarié des moyennes de largeur maximale (XCB) et la hauteur au porion (ABH) du crâne pour chaque groupe de comparaison.*

Ces résultats diffèrent de ceux de Thoma (1984). Ce dernier avait défini le crâne de Nazlet Khater 2 comme un crâne haut (hypsicrâne). Il s'était basé pour cela sur la hauteur Porion – Bregma (ABH = 118 mm) mesurée du côté gauche du crâne. Or il existe une asymétrie entre le côté gauche (ABHg = 133 mm) et droit (ABHd = 124 mm) de sorte que la hauteur, calculée par la formule de Pythagore généralisée, est en réalité de 113,31 mm. Les valeurs des indices de hauteur de Nazlet Khater 2 sont homogènes et reprises dans le Tableau 19.

	Indice hauteur/largeur			Indice hauteur/Longueur			Indice mixte	
Basion	**I.2**	70,59	Orthocrâne	**I.3**	97,06	Métriocrâne	81,73	Crâne moyen
Porion	**I.4**	60,59	Orthocrâne	**I.5**	83,32	Métriocrâne	70,16	Crâne moyen

Tableau 19 : *valeurs des indices de hauteur du crâne de NK 2.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Etude des *Normae*

Norma verticalis

En *norma verticalis*, deux parties se distinguent au niveau de la coloration. La majorité de la calotte est de couleur blanche et présente une zone légèrement poreuse sur les pariétaux et le frontal. Elle recolle sur le crâne en trois points : au niveau du frontal gauche, du pariétal gauche et au lambda. Le reste du crâne est de couleur brun jaune clair.

- Forme générale du contour

En vue supérieure, le crâne de Nazlet Khater est allongé comme l'indique l'indice céphalique. La calotte est de forme rhomboïde selon Sergi (*in* Olivier, 1960) comme la plupart des crânes de Jebel Sahaba et Wadi Halfa (90 %, n = 39). Le contour du crâne semble symétrique sur base de l'observation des parties conservées.

L'arcade zygomatique gauche se différencie fortement du contour du crâne en vue verticale tout comme la crête temporale. L'indice cranio-facial transverse (ICT) de Nazlet Khater sort de la limite supérieure à 95 % de la variabilité de l'ensemble de l'échantillon moderne de comparaison (94,05 ± 5,89 ; n = 278) avec une valeur de 108,82 ce qui témoigne d'une phénozygie très marquée (Figure 44).

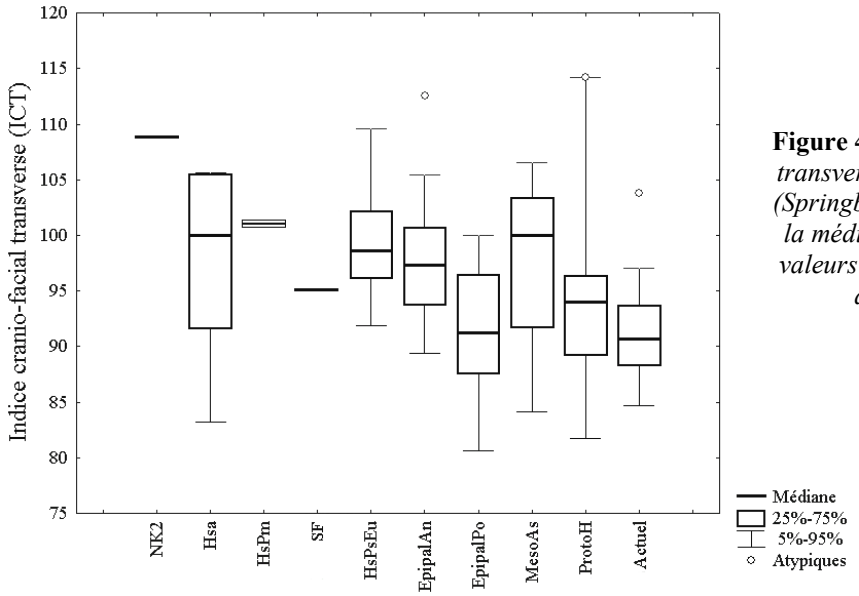


Figure 44 : *indice cranio-facial transverse (ICT) de NK 2 et SF (Springbok Flats) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

L'arcade alvéolaire ne dépasse pas du contour tandis que la région sus-orbitaire est très abîmée au niveau de l'orbite gauche et absente au dessus de la droite, ce qui ne permet pas d'identifier la présence d'un relief sus-orbitaire quelconque. La glabelle est abîmée, mais sa position peut être déterminée dans le prolongement de l'arcade sourcilière gauche et d'une droite sagittale passant par le nasion. A l'arrière, seul le bord supérieur de l'écaille occipitale est visible.

Norma lateralis

- Profil du crâne cérébral

Le côté gauche est mieux conservé et permet de se faire une idée assez juste du contour général du crâne. Vue de profil, le crâne est long et moyennement haut.

➔ Segment frontal :

La zone supraorbitaire est abîmée ce qui ne permet pas de caractériser le degré de saillie des arcades sourcilières et de la glabelle. Cependant, la partie conservée de l'arcade gauche ne témoigne pas d'un développement fort des reliefs sus-orbitaires (Dutour, 1995a). Le frontal s'élève verticalement sur 53 mm jusqu'à son point de hauteur maximale pour ensuite s'incurver régulièrement jusqu'au bregma. L'angle bregmatique de Schwalbe (1901) de Nazlet Khater vaut 54° ce qui indique une forte obliquité du front par rapport au plan coronal. L'échantillon moderne mesuré par Schwalbe (1901) possède des angles qui vont de 53° à 66°. A titre comparatif, la valeur de cet angle est de 56,9° pour Singa et 57° pour Abri-Pataud 1. Le degré de courbure du frontal est mesuré par l'indice frontal sagittal (ICF = 89,16) (Tableau 20). Il est assez élevé chez NK 2 ce qui caractérise un frontal de faible courbure à la limite supérieure des orthométopes selon Martin (*in* Bräuer, 1988).

➔ Segment pariétal :

Le profil continue à s'élever sur encore 20,50 mm le long de la suture sagittale pour atteindre le vertex. Il s'incurve ensuite légèrement jusqu'au niveau du foramen pariétal. Ensuite, le contour s'aplatit et se verticalise dans la région obélique jusqu'au lambda et forme un léger méplat. L'indice de courbure pariétale sagittale (ICP) de Nazlet Khater 2 vaut 90,57. Cette valeur s'inscrit dans la moyenne des hommes modernes (Tableau 20).

➔ Segment occipital :

La région occipitale est arrondie et ne présente pas de torus. La protubérance occipitale externe n'est pas très marquée. L'opisthocranion et l'inion se situent au-dessus du plan de Francfort. La convexité de l'occipital est donnée par l'indice de courbure de l'occipital (ICO)

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

dont la valeur pour Nazlet Kather 2 est de 80,65. Elle est inférieure à la moyenne de l'échantillon moderne (83,23 ; n = 162) ce qui indique un occipital assez courbe (Tableau 20).

Tableau 20 : *moyennes des indices de courbure (du frontal, du pariétal et de l'occipital) pour les groupes de comparaison. En gras = les moyennes extrêmes.*

	ICF	n	**ICP**	n	**ICO**	n
NK 2	89,16		90,67		80,65	
Hsa	**86,60**	7	**93,41**	10	76,90	6
HsPm	88,22	5	91,24	4	**76,84**	5
HsPsEu	87,10	24	91,23	22	81,40	19
EpipalAn	87,73	117	90,34	78	83,78	81
EpipalPo	86,68	53	**89,42**	52	82,80	31
MesoAs	88,06	8	91,50	8	81,94	12
ProtoH	87,94	23	92,75	3	**85,20**	21
Neand	**89,22**	14	93,18	14	77,67	9

L'arc sagittal médian de Nazlet Khater vaut 363,70 mm (Nasion – Opisthion). Cette valeur est inférieure à la moyenne de l'échantillon de comparaison (378,92 ± 14,58 mm, n = 176). L'arc pariétal de NK 2 est assez court (115,80 mm) par rapport à la moyenne de l'échantillon de comparaison (130,87 ± 8,08 mm ; n = 245). La contribution de chacun des arcs frontal (FAR), pariétal (PAR) et occipital (OAR) dans le calcul de l'arc sagittal médian de NK 2 est le suivant :

FAR (35,77 %) > OAR (32,39 %) > PAR (31,84 %)

Cette configuration avec dominance du frontal est peu courante au sein de l'échantillon de comparaison. Sa particularité est accentuée par la valeur de l'arc occipital qui se place en deuxième position pour la contribution totale. La configuration (PAR < OAR) n'est présente qu'à 15,57 % dans l'échantillon moderne de comparaison (n = 194). Le pourcentage suivant les différents groupes d'*Homo sapiens* est repris dans le Tableau 21. Ceci confirme la rareté d'une telle relation entre les arcs sagittaux crâniens.

	PAR < OAR	**Pourcent**	**n**
HsPm	**1**	25 %	4
HsPsEu	**5**	23,80 %	21
EpipalAn	**14**	12,84 %	109
EpipalPo	**3**	10,34 %	29
MesoAs	**5**	38,46 %	13
ProtoH	**3**	13,04 %	23

Tableau 21 : *pourcentage de cas pour lesquels l'arc pariétal (PAR) est plus court que l'arc occipital (OAR) dans chaque groupe de comparaison.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

En ce qui concerne la contribution de chaque arc, il est intéressant de comparer les valeurs de NK2 avec les différents groupes archaïques et modernes (Tableau 22). Les *Homo sapiens archaïques*, les Néandertaliens, les hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe et les Mésolithiques sub-sahariens possèdent des moyennes qui les placent dans le groupe des « frontal dominant », tandis que tous les autres sont de type « pariétal dominant ». Cependant, seuls deux premiers groupes (et NK 2) combinent le type « frontal dominant » et PAR < OAR.

	Frontal	Pariétal	Occipital	n
NK 2	*35,77*	31,84	32,39	1
Hsa	*36,74*	31,13	32,13	4
Neand	*34,63*	32,27	33,09	7
HsPm	33,22	*34,51*	32,28	4
HsPsEu	*34,37*	33,83	31,76	12
EpipalAn	33,92	*34,49*	31,59	107
EpipalPo	33,64	*34,82*	31,33	23
MesoAs	*34,67*	32,72	32,62	12
ProtoH	33,72	*34,98*	31,29	30

Tableau 22 : *contribution (en %) de chaque arc à l'arc sagittal médian pour NK 2 et les différents groupes de comparaison.*

- Forme du Ptérion

Le ptérion a une forme en H du côté gauche. La suture sphéno-pariétale n'est pas visible directement car cette zone est cassée et recollée. Cependant, on distingue en vue endocrânienne que la suture coronale passe environ 15 mm en avant de la suture temporale dans la zone du ptérion.

- Profil du crâne facial

Le prognathisme facial supérieur est évalué pour Nazlet Khater à l'aide de plusieurs valeurs (angles et indice) reprises dans le Tableau 23.

	Valeurs	Catégories	Valeurs*	Catégories*
Angle de Weisbach (PRA)	72,7°	Mésognathe	66,9°	Prognathe
Angle du Profil total (AGPT)	81,0°	Mésognathe	75,0°	Prognathe
Indice gnathique de Flower (IGF)	96,28	Orthognathe	104,66	Prognathe

Tableau 23 : *angles et indice de NK 2 quantifiant le prognathisme facial supérieur. (*) Valeurs corrigées.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Ces angles et l'indice gnathique se basent sur des mesures incluant le prosthion. Cependant, la position de ce dernier a été modifiée suite aux dommages subis par la face. En effet, le maxillaire et la mandibule ne sont plus en occlusion correcte. Nous considérons qu'il est possible de donner une estimation du déplacement effectué par ce point par rapport à la position actuelle de l'infradentale. Le prosthion a subi une rotation postéro-latérale de 1,68° vers la droite par rapport au plan sagittal passant par l'infradentale. Le déplacement est de 3 mm latéralement, et de 9 mm postérieurement. Si on applique cette correction pour le calcul des angles et de l'indice de Flower (Tableau 23), les catégories changent complètement et témoignent tous d'un prognathisme facial clair.

L'angle caractérisant le prognathisme alvéolaire (AGPA) est de 71° chez Nazlet Khater 2. Cette valeur caractérise un rebord alvéolaire saillant et s'accorde avec la description de Thoma (1984) d'un fort prognathisme alvéolaire.

Norma occipitalis

Le contour du crâne présente une forme pentagonale dite « en maison ». Les bords pariétaux se rejoignent sagittalement en formant une légère carène (stade *SK 2* de Lahr, 96). Cette configuration (*SK 2*) est présente à 56 % (n = 43) dans les séries de Wadi Halfa et Jebel Sahaba.

Sous les bosses pariétales, les parois latérales sont parallèles jusqu'aux mastoïdes. Le contour latéral est cependant marqué par la présence des crêtes sus-mastoïdiennes très saillantes. Les processus mastoïdes sont eux aussi saillants et massifs. Ils se projettent parallèlement au plan sagittal.

Nous avons vu que la largeur maximale occupe une position basse. Cette particularité est considérée comme un caractère archaïque (Dean *et al.*, 1998). Il est cependant assez fréquent au sein des deux populations nubiennes épipaléolithiques observées de Wadi Halfa et Jebel Sahaba (39 %, n = 28).

Norma basilaris

- Crâne cérébral

Le trou occipital est de forme légèrement ovale (I.33 = 90,58). Les deux condyles occipitaux sont très arqués et saillants. Ils forment deux ellipses allongées. Le condyle gauche montre un léger rétrécissement médian de sa surface à mi-longueur.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les deux processus mastoïdes sont bombés et épais. La rainure digastrique est aussi large que profonde (5 mm). Les cavités glénoïdes sont allongées et profondes. Le tubercule post-glénoïde est très développé de même que le tubercule articulaire.

Les différentes largeurs de la base du crâne de NK 2 s'inscrivent dans la variabilité des échantillons de comparaison. Ses largeurs bi-porion (BPB) et bi-auriculaire (BIA & AUB) sont plus élevées que la moyenne des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe et des Epipaléolithiques du nord de l'Afrique (Figure 45).

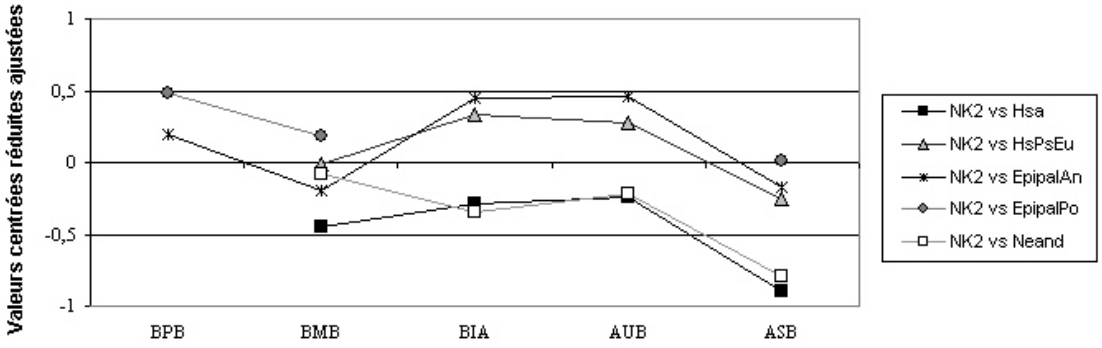


Figure 45 : *valeurs centrées réduites ajustées des largeurs crâniennes en* norma basiliaris *de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison. BPB = Largeur bi-porions ; BMB = largeur bi-mastoïde ; BIA = largeur bi-auriculaire (M.11) ; AUB = largeur bi-auriculaire (M.11b) ; ASB = largeur bi-astérion.*

- Crâne facial

L'arcade alvéolaire du maxillaire est de forme upsiloïde. Les extrémités sont parallèles. La voûte palatine est large et son indice de largeur sur longueur (IPLM = 87,86) la situe parmi les brachystaphylins. L'indice maxillo-alvéolaire (IMA = 111,86) place le maxillaire de Nazlet Khater 2 dans la catégorie des mésuraniques. Il n'y a pas de torus palatin.

La forme générale de la fosse zygomatique gauche est commune à celle observée dans les populations actuelles. La fosse est réniforme, oblique vers l'arrière et l'extérieur (Maureille, 1994). La crête faciale est orientée obliquement vers l'avant depuis le zygomaxillaire antérieur jusqu'à l'arcade alvéolaire sur laquelle elle s'enracine au niveau de la M^1. Cette position de la crête faciale par rapport à l'arcade alvéolaire est très antérieure et présente seulement à 23,5 % (n = 159) au sein des populations actuelles (elle est plus fréquente chez les Esquimaux et se trouve chez 53 % des sujets, n = 32 ; Maureille, 1994).

La face inférieure de l'arcade zygomatique gauche est régulièrement convexe.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Comme pour le prognathisme facial supérieur, la longueur de la face (BPL) est biaisée par le déplacement subi par le prosthion. La longueur actuelle (102,5 mm) est en réalité sous-estimée. Si on accepte la correction réalisée dans le calcul du prognathisme facial supérieur, la longueur de la face vaut alors 111,46 mm ce qui place NK 2 dans la partie supérieure de la variabilité de l'échantillon moderne de comparaison.

Norma facialis

- Crâne cérébral

Le frontal de NK 2 est large (IFP = 69,85 ; eurymétope). Cette valeur s'inscrit dans la moyenne de l'ensemble de l'échantillon de comparaison (70,03 ± 4,41 ; n = 248). Il présente cependant un rétrécissement sus-orbitaire prononcé par rapport à la largeur frontale maximale qui se traduit par un indice fronto-transverse bas (IFT = 77,87 ; Figure 46). Cette valeur se situe dans la gamme inférieure de la variabilité des différents groupes et se rapproche le plus de la moyenne des individus de Taforalt. Cet indice témoigne de l'aspect divergent des crêtes temporales de NK 2. La largeur bi-orbitaire externe est proportionnée par rapport à la largeur bi-ectoconchion (IIO = 20,84).

Le processus zygomatique gauche du frontal est projeté latéralement. Il forme une courbe concave marquée d'où part la crête du frontal. Cette dernière est très robuste et possède un tubercule à mi-longueur.

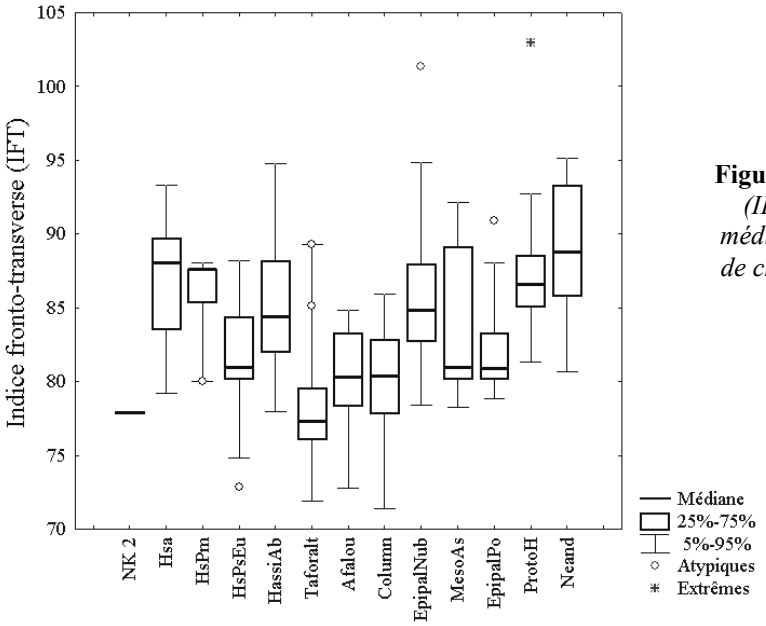


Figure 46 : *indice fronto-transverse (IFT) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chaque groupe de comparaison.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

- Crâne facial

Les proportions relatives de hauteur et de largeur de la face sont exprimées par les indices facial total (ITF = 83,51) et facial supérieur (IFS = 48,75). Les deux indices placent Nazlet Khater dans la catégorie des faces larges, ou basses (Euryprosope et Euryène). En combinant les principales mesures de largeur de la face, on observe que Nazlet Khater 2 est caractérisé par des valeurs élevées de largeur par rapport à la variabilité de l'échantillon de comparaison (Figure 47). L'association présente chez NK 2 entre un indice facial supérieur bas, caractérisant une face large, et un indice crânien bas, traduisant l'allongement du crâne, indique une dysharmonie cranio-faciale (Olivier, 1960). Ce caractère est assez fréquent chez les Epipaléolithiques du nord de l'Afrique et les hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe (Billy, 1975 ; Dutour, 1989) (Figure 48).

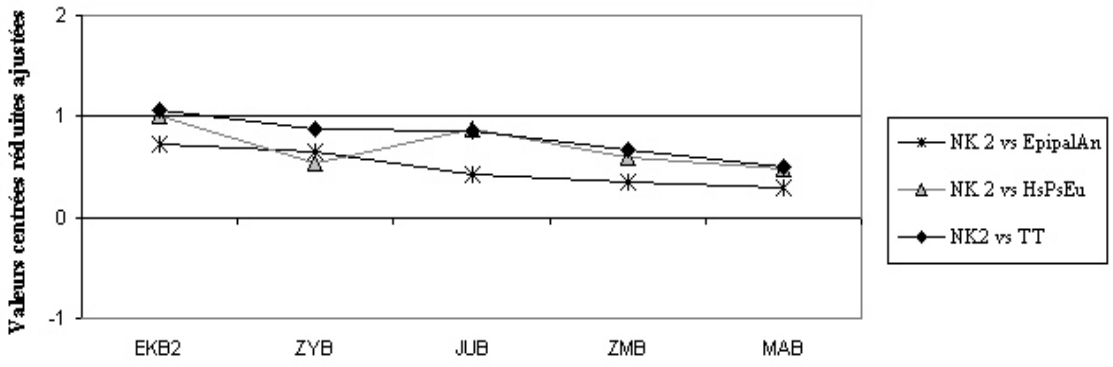


Figure 47 : *valeurs centrées réduites ajustées des largeurs de la face de NK 2 comparées aux deux groupes les mieux représentés ainsi qu'à l'ensemble de l'échantillon de comparaison. EKB2 = largeur bi-ectoconchion ; ZYB = largeur bi-zygomatique ; JUB = largeur bi-jugale ; ZMB = largeur bi-zygomaxillaire ; MAB = largeur maxillo-alvéolaire.*

➔ Région orbitaire

Seule l'orbite gauche est préservée. Son bord nasal est déformé. Une partie du remontage du processus frontal gauche du maxillaire a bougé. Il est néanmoins possible de mesurer la largeur et la hauteur de l'orbite puisque les points de référence pour ces deux mesures n'ont pas subi de déplacement les uns par rapport aux autres. L'indice orbitaire traduit une orbite moyenne plutôt haute (I.42 = 82,5 ; mésoconque). Elle est de forme rectangulaire et s'inscrit dans la catégorie *OS 11 (II/II/I)* d'après les critères de Lahr (1996 ; figure 3.10), comme Qafzeh 9 et la plupart des individus de Taforalt. Il existe cependant une grande gamme de variations intra-groupes dans la forme des orbites des populations actuelles ainsi que parmi les spécimens fossiles (Lahr,

1996). Le bord inférieur de l'orbite est mousse. Il occupe une position plus élevée que le reste de la cavité orbitaire (grade *OR 2* selon Lahr, 1996).

La région sous-orbitaire est cassée et le foramen infra-orbitaire n'est plus visible.

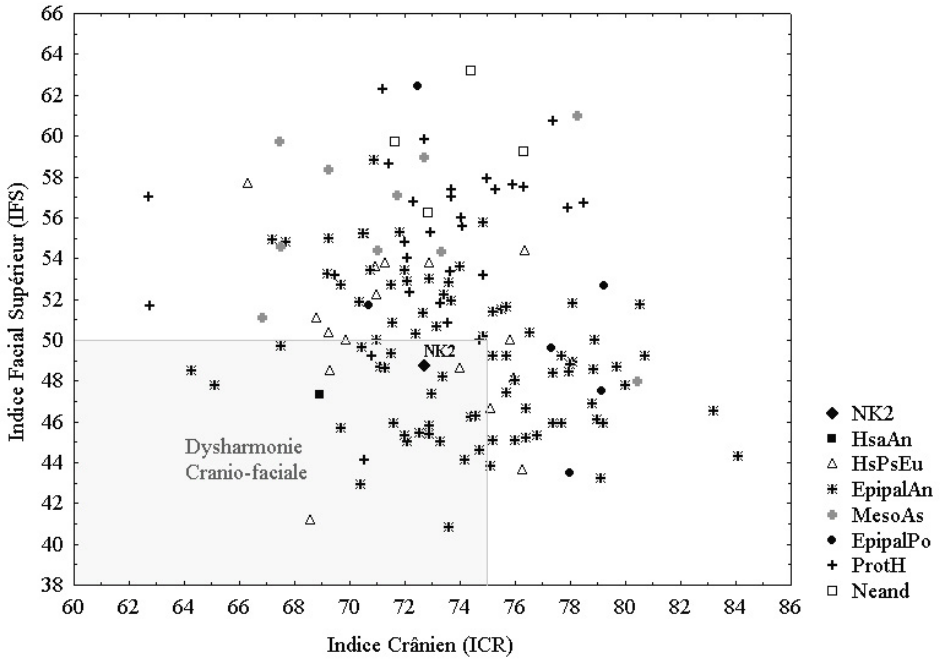


Figure 48 : *diagramme bivarié de la dysharmonie crânio-faciale représentant l'indice crânien (ICR) en fonction de l'indice facial supérieur (IFS).*

➔ Région nasale

Comme l'orbite, le nez a subi une déformation marquée des parois latérales qui limite la description morphologique de ce dernier. Il semble cependant plus piriforme que cordiforme si on tient compte de la paroi latérale gauche. L'indice nasal le place parmi les nez de taille moyenne (I.48 = 47,93 ; mésorrhinien).

Le bord inférieur du nez est formé de deux fosses nasales qui s'estompent antérieurement sur le rebord alvéolaire. Elles sont limitées postérieurement par la zone d'ouverture du canal incisif et ne se prolongent pas plus loin que la crête incisive. Bien que cette zone soit abîmée, le type de marge nasale semble correspondre à la catégorie *N 8* décrite par Lahr (1996). Cette morphologie est la plus fréquemment observée dans les populations australiennes et sub-sahariennes (Lahr, 1996).

Le bord inférieur de l'ouverture nasale est caractérisé par une crête nasale postérieure qui rejoint la crête incisive et une crête nasale antérieure qui délimite l'extension maximale des

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

fosses nasales. Dans le cas de Nazlet Khater 2, la séparation entre les fosses nasales et les fosses prénasales du maxillaire est mal définie par cette crête antérieure de sorte qu'on observe deux grandes fosses qui se prolongent antérieurement. L'épine nasale antérieure est absente ou cassée. A son emplacement, on observe une gouttière située au niveau de la suture intermaxillaire et séparant les fosses nasales et prénasales gauche et droite.

Les dessins du crâne de Nazlet Khater 2 selon chaque face sont repris dans les figures ci-dessous (Figure 49 à Figure 54). Ils ont été réalisés par B. Larmignat (2006).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Figure 49 : *dessin du crâne en vue verticale (dessin B. Larmignat).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

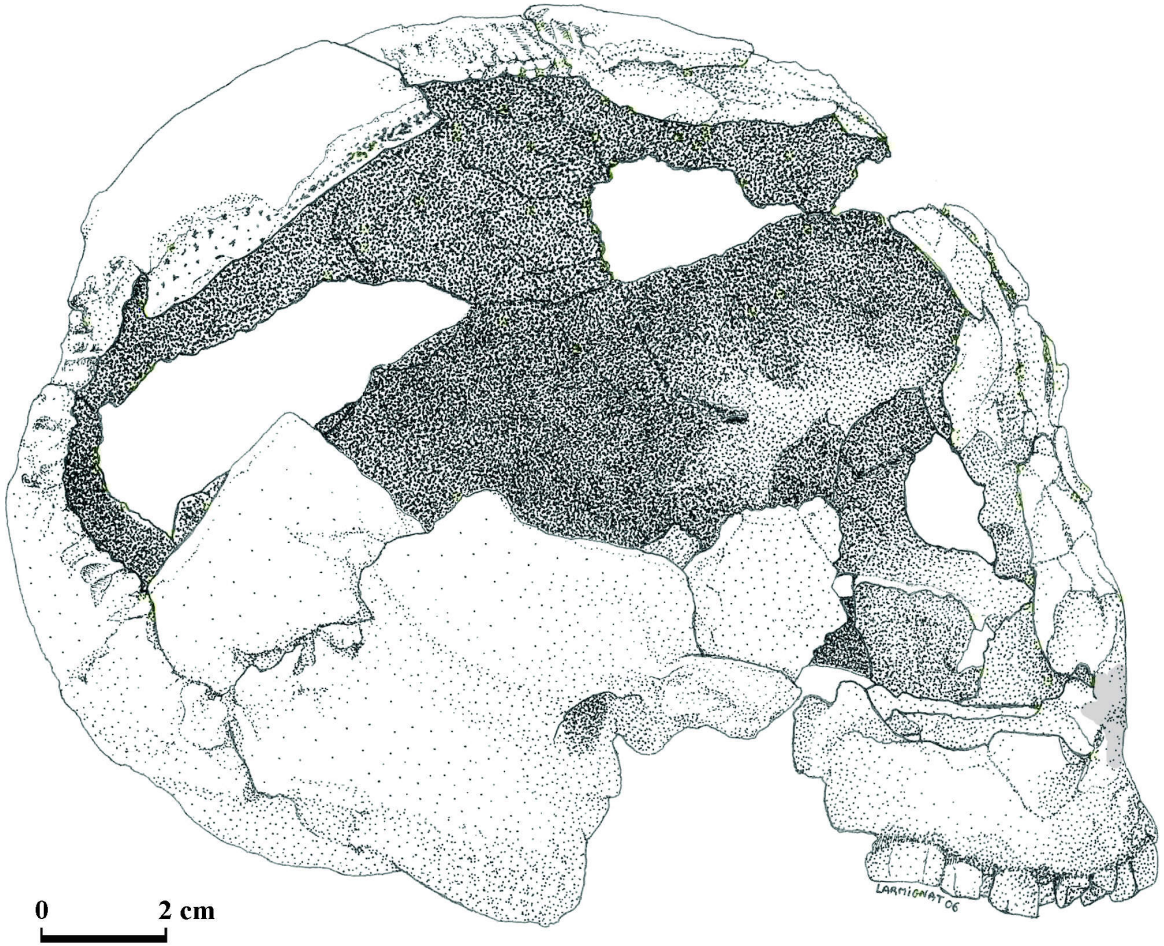


Figure 50 : *dessin du crâne en vue latérale droite (dessin B. Larmignat).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

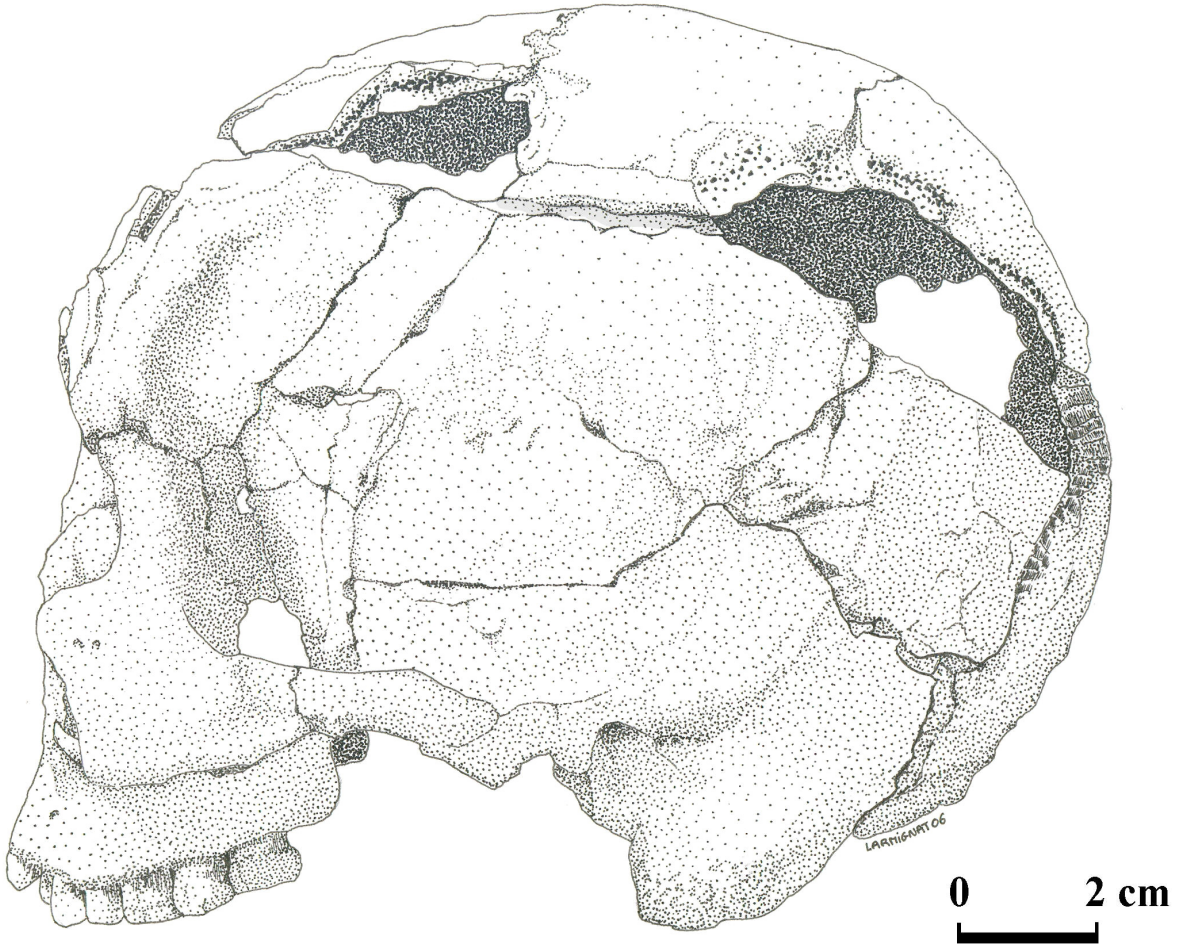


Figure 51 : *dessin du crâne en vue latérale gauche (dessin B. Larmignat).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

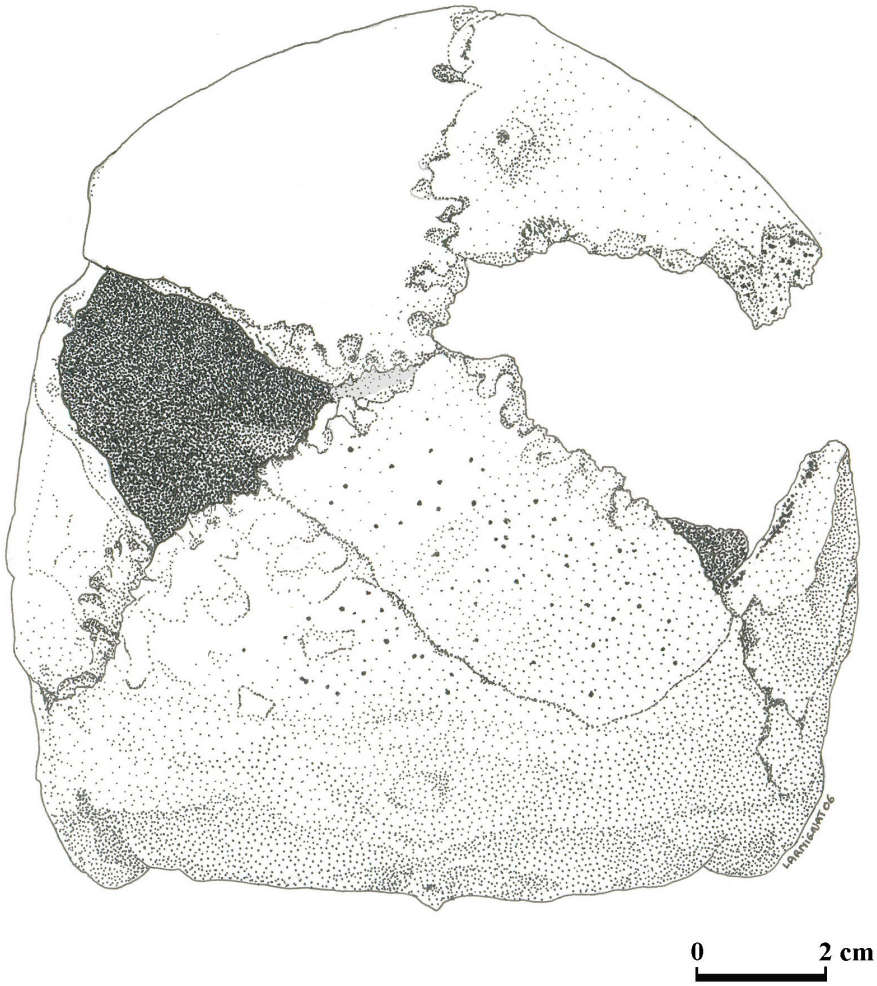


Figure 52 : *dessin du crâne en vue occipitale (dessin B. Larmignat).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

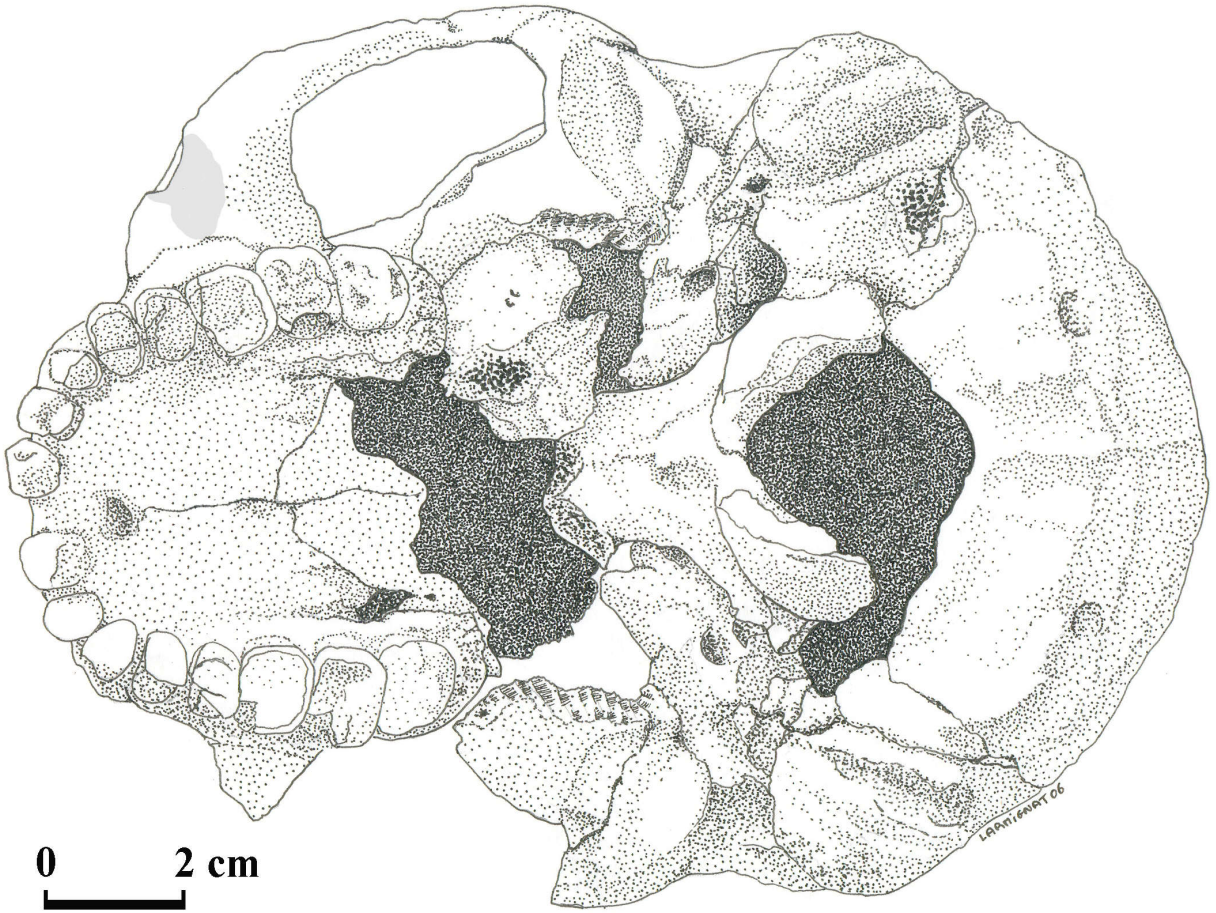


Figure 53 : *dessin du crâne en vue basale (dessin B. Larmignat).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Figure 54 : *dessin du crâne en vue faciale (dessin B. Larmignat).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Description des principaux ossements du crâne

Le frontal

La partie postérieure de l'écaille, de part et d'autre du bregma, montre une forte porosité, sans doute liée à une forte vascularisation de cette zone du crâne (Hublin, 1978). Le processus zygomatique gauche est la partie du frontal la mieux préservée. Il est massif, fortement projeté latéralement. La glabelle est abîmée, mais nous considérons qu'il est possible d'extrapoler le relief glabellaire à partir des régions conservées. L'incurvation entre les points de la glabelle et du nasion est légère ce qui place NK2 parmi les profils infraglabéllaires de type 2 selon Broca (1875) et de grade *IN 2* d'après la classification de Lahr (1996). Ce dernier grade (*IN 2*) est le plus couramment observé chez les Epipaléolithiques nubiens (48 %, n = 31). Seul le plafond orbital gauche est conservé dans sa partie la plus antérieure.

Le sinus droit n'est pas préservé. Le sinus gauche est extrêmement fracturé et les différents petits fragments ont été agglomérés ensemble par le consolidant appliqué au crâne. En vue externe, il semble que certains fragments recollés n'occupent pas une position anatomique adéquate et oblitère une partie du sinus.

La valeur de l'angle du frontal de NK 2 est élevée (FRA = 131,44°), ce qui témoigne d'une convexité faible de cet os (Figure 55). Il est proche de la moyenne des hommes modernes du Paléolithique moyen et de certains *Homo sapiens* archaïques comme Jebel Irhoud 2 (FRA = 131°).

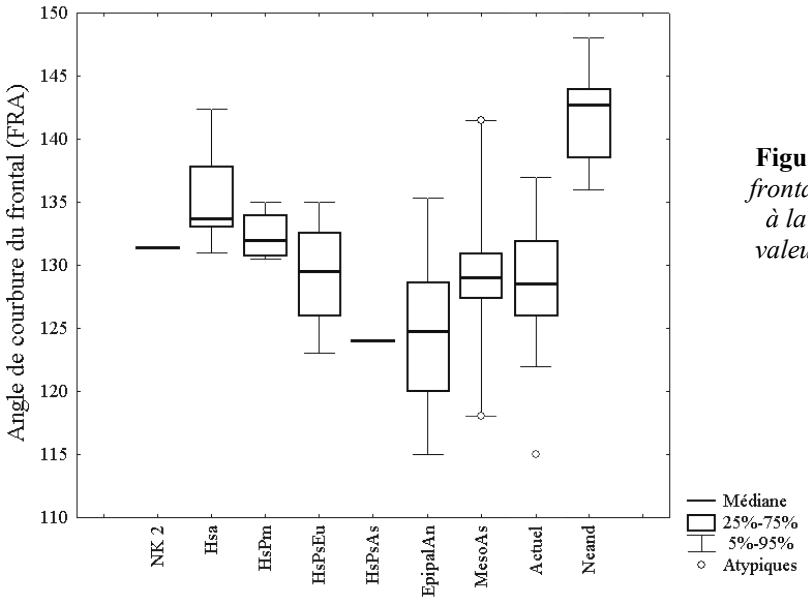


Figure 55 : *angle de courbure du frontal (FRA) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les pariétaux

Les lignes temporales gauches sont fortement marquées. Elles sont visibles depuis la suture coronale jusqu'à la zone de fracture de l'os, sur une longueur de 49,4 mm. Leurs trajectoires les feraient passer sur le sommet de la bosse pariétale gauche si cette dernière était conservée. Au-dessus de ces lignes et antérieurement, la table externe du pariétal gauche est caractérisée par une forte porosité.

Un seul foramen pariétal est visible. Il se situe sur le côté droit et mesure 3 mm de diamètre. Il est entouré d'un bourrelet osseux. La même particularité a été observée sur un crâne de Wadi Halfa (WH 24) pour le foramen pariétal gauche. En coupe scanner, on observe que le canal du foramen pariétal gauche de NK 2 est également présent sans toutefois percer complètement la table externe (Figure 56).

Figure 56 : *coupe scanner au niveau du foramen pariétal gauche.*

Au niveau postérieur des sutures squameuses gauche et droite, une crête marquée est observable dans la continuité de la crête mastoïdienne du temporal.

L'angle de courbure du pariétal de NK 2 (PAA = 132,14°) se situe dans la gamme de variation des groupes modernes du Paléolithique supérieur à l'époque actuelle (Figure 57).

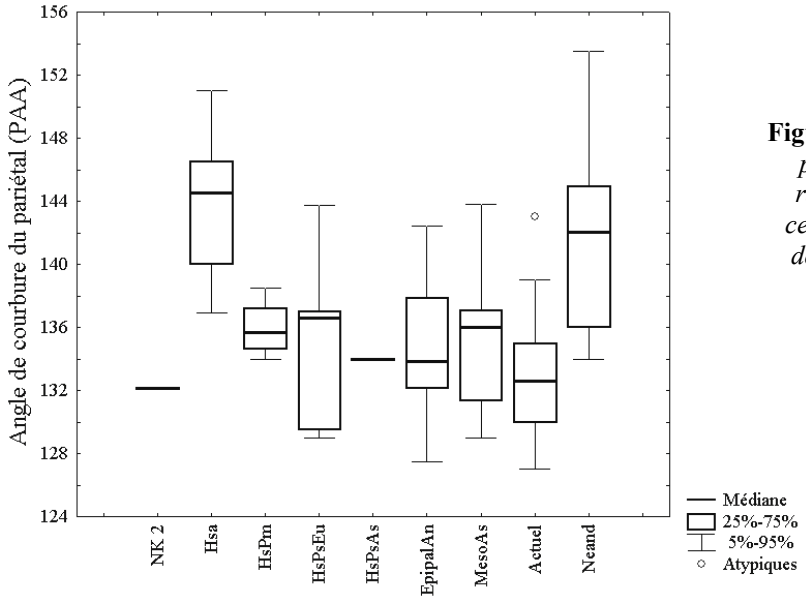


Figure 57 : *angle de courbure du pariétal (PAA) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

L'occipital

- Plan occipital

L'écaille occipitale est bien conservée. Au-dessus des lignes occipitales suprêmes, la surface de l'os est marquée par une forte porosité. Ce phénomène résulte d'une vascularisation plus dense de l'os dans cette région (Hublin, 1978). La suture de l'écaille occipitale montre à ces deux endroits une trajectoire plus convexe.

Les lignes nuchales suprêmes sont visibles et séparées médialement des lignes nuchales supérieures (grade *OT 3* du torus occipital selon Lahr, 1996). Cette morphologie est présente à 35 % (n = 40) dans les deux séries épipaléolithiques nubiennes de Wadi Halfa et Jebel Sahaba. La protubérance occipitale externe, située à la jonction des lignes courbes occipitales suprêmes (Hublin, 1978), est peu marquée. Elle se caractérise par un bourrelet osseux légèrement saillant, situé entre les lignes suprêmes et supérieures, au centre duquel se trouve une dépression circulaire importante (8,7 mm de diamètre) dont la surface est poreuse et rugueuse. Elle est séparée du *tuberculum linearum* localisé à la réunion des lignes courbes supérieures.

- Plan nuchal

Les lignes occipitales supérieures sont bien marquées. Leur trajet depuis le plan médial se poursuit latéralement jusqu'à rejoindre les crêtes mastoïdes. Elles constituent la limite supérieure des insertions des muscles nuchaux, au niveau des insertions du trapèze et du sterno-cléïdo-mastoïdien (*m. trapezius* et *m. sternocleidomastoideus*). L'empreinte de différents muscles sous-iniaques est prononcée.

Au point de rencontre de la ligne nuchale supérieure gauche et de la branche secondaire postéro-supérieure de la ligne nuchale inférieure gauche, se trouve un tubercule. Il est unilatéral, bien développé et correspond au processus rétromastoïde de Waldeyer (1909). Selon cet auteur, sa présence est généralement associée à des insertions musculaires fortement marquées.

Contrairement aux lignes occipitales supérieures, les lignes inférieures ne correspondent pas à des limites d'insertions musculaires. Il s'agit plutôt d'une saillie osseuse composée de plusieurs branches entre les dépressions où s'insèrent les muscles nuchaux (Hublin, 1978). Chez NK2, le segment principal, entre le grand complexe et les muscles droits postérieurs (*m. semispinalis capitis* et *m. rectus capitis posterior*), est marqué par deux dépressions symétriques. Elles se situent à 18,5 mm de part et d'autre de la crête occipitale externe sur la ligne nuchale inférieure juste avant la séparation de cette dernière en deux branches secondaires (postéro-supérieure et postéro-inférieure). Ces dépressions pourraient être liées aux fibres

supérieures des muscles petit et grand droits (*m. rectus capitis posterior major* et *m. rectus capitis posterior minor*) qui s'insèrent parfois sur la ligne occipitale inférieure elle-même (Caspari, 1991). La branche postéro-supérieure de la ligne occipitale inférieure est large et possède un relief assez complexe. Elle semble rejoindre la ligne oblique latéralement. La branche postéro-inférieure est observable dans son entièreté à droite. Elle est très marquée et forme une véritable crête orientée sagittalement.

La ligne oblique, qui délimite l'insertion du muscle oblique supérieur (*m. obliquus capitis superior*), débute à droite au niveau de la ligne occipitale supérieure, tandis qu'à gauche, elle part du bord inférieur de la surface d'insertion du grand complexe (*m. semispinalis capitis*). Elles forment deux crêtes nettes qui s'estompent à proximité de la suture occipito-mastoïdienne.

La crête occipitale externe est un relief relatif à la profondeur des insertions des muscles grands complexes et petits droits (*m. semispinalis capitis* et *m. rectus capitis posterior minor*). Elle est très marquée chez NK 2 jusqu'aux lignes nuchales inférieures et reste ensuite bien visible jusqu'aux lignes nuchales supérieures (grade *OCR 2* de Lahr (1996) observé sur 32 % (n = 37) des individus de Wadi Halfa et Jebel Sahaba). On note la présence d'un foramen occipital large (diamètre = 1,4 mm) au croisement de la ligne nuchale inférieure et de la crête occipitale externe. La fréquence de ce caractère est faible dans les populations épipaléolithiques nubiennes observées (5 %, n = 42).

Les parties latérales de part et d'autres des deux condyles sont fortement endommagées. Une légère asymétrie des condyles est visible. Le condyle gauche présente un faible rétrécissement de la surface articulaire en son centre qui pourrait évoquer une ébauche de dédoublement des facettes. Les canaux hypoglosses sont bien conservés. Le gauche présente un spicule osseux sur le bord interne du canal. Il débute depuis la partie supérieure du bord et se prolonge sur 2,5 mm vers le bord antérieur de l'ouverture interne du canal condylaire. Une légère excroissance osseuse est présente dans le prolongement de cette épine sur ce bord interne antérieur.

La partie basilaire de l'occipital se caractérise par la présence d'un tubercule pharyngien.

- Courbure

L'angle de courbure de l'occipital (OCA = 117,54°) de NK 2 est légèrement inférieure à la moyenne de l'ensemble des groupes modernes de comparaison (120° ± 4,86° ; n = 190), mais témoigne d'un occipital convexe (Figure 58).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

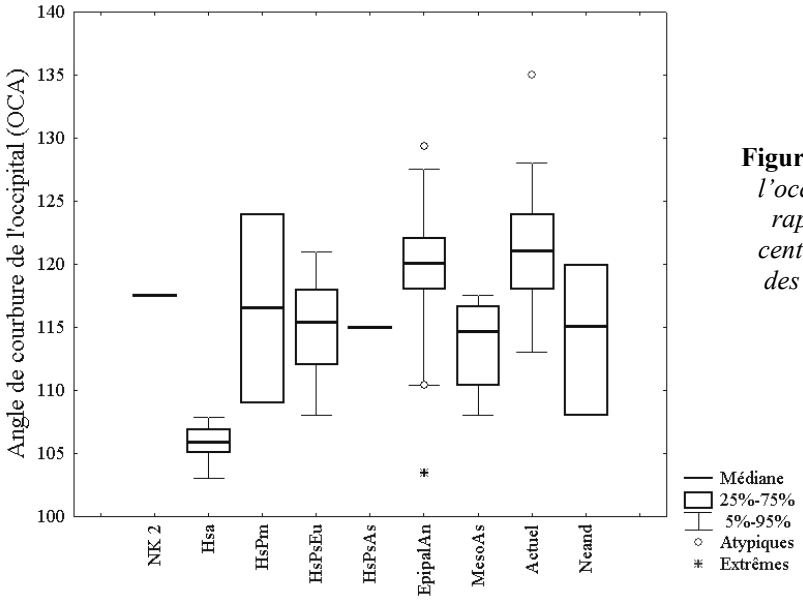


Figure 58 : *angle de courbure de l'occipital (OCA) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

Les temporaux

Le temporal gauche est entièrement préservé tandis que le droit est représenté par sa partie pétreuse et mastoïde. Une petite partie de la base de l'écaille avec le début du processus zygomatique est visible.

- Partie squameuse

➔ L'écaille

L'écaille (gauche) de NK2 possède un bord sphénoïdal légèrement curviligne, orienté vers l'arrière et un bord pariétal plutôt rectiligne dont l'inclinaison est constante jusqu'à l'incisure pariétale. La convexité maximale du contour est située dans la partie antérieure du bord pariétal. Cette forme triangulaire du bord de l'écaille rappelle une morphologie plus archaïque observable chez *Homo erectus* ou certains *Homo sapiens* archaïques comme Jebel Irhoud (Elyaqtine, 1995). L'écaille de NK2 se rapproche de la forme 1 décrite par Elyaqtine (*ibidem*) pour les hommes modernes. Cette morphologie est présente en majorité chez les Esquimaux (85,2 %) et est assez rare dans les autres populations actuelles. Nous avons pu l'observer sur le crâne de Singa et chez certains Epipaléolithiques nubiens (16 %, n = 32).

Au niveau antéro-inférieur de chacune des écailles, à environ 6mm de la suture sphéno-squameuse, se trouve une crête de 8 mm de longueur. Cette dernière est orientée parallèlement aux sutures. La crête du temporal droit forme presque un crochet antérieurement.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

En ce qui concerne ses dimensions, l'écaille de NK2 s'inscrit dans la variabilité actuelle avec une longueur relativement forte par rapport à sa hauteur (LE = 74,12 mm et HE = 45,8 mm).

➔ Crêtes supra-mastoïdiennes

Les crêtes supra-mastoïdiennes gauche et droite sont visibles et très marquées. Elles débutent depuis la partie postérieure du bord supérieur du trou auditif externe et se prolongent jusqu'à la suture squameuse et le pariétal. La rencontre entre la suture et la crête semble se faire légèrement en avant de l'incisure pariétale à droite (cette zone est abîmée à gauche). Cette crête est souvent absente chez l'homme actuel et son prolongement sur le pariétal au-delà de l'incisure relève du caractère archaïque (Dutour, 1989 ; Elyaqtine, 1995).

Une crête supra-mastoïdienne est présente chez Singa et chez 62 % (n = 16) des individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa. Sa continuité sur le pariétal n'a été observée que dans un seul cas.

➔ Processus zygomatique

La position du processus zygomatique par rapport au plan de Francfort est identique à celle observée chez les hommes actuels. Le plan passe par la partie moyenne du processus.

Les reliefs de la branche zygomatique du temporal sont assez forts. Le tubercule antérieur et le tubercule post-glénoïde sont très saillants. Leur projection peut être estimée par les mesures de hauteurs définies par Elyaqtine (1995). Les valeurs de NK2 sont comparées aux moyennes actuelles et aux groupes des *Homo sapiens* archaïques et des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe dans le graphique des écarts réduits ajustés de la Figure 59.

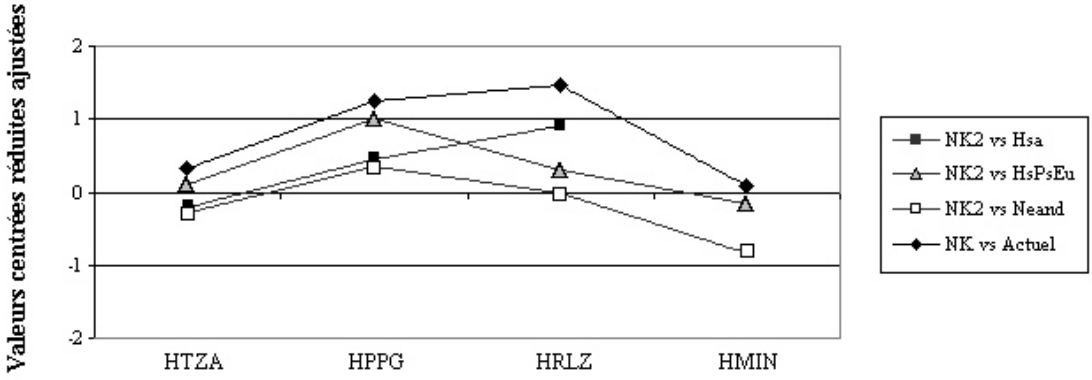


Figure 59 : *valeurs centrées réduites ajustées des hauteurs du processus zygomatique du temporal de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison. HTZA = hauteur du tubercule antérieur ; HPPG = hauteur du tubercule post-glénoïde ; HRLZ = hauteur de la racine longitudinale ; HMIN = hauteur minimale du processus.*

Les hauteurs du processus post-glénoïde (HPPG) et de la racine longitudinale (HRLZ) sortent de la limite supérieure à 95 % de la variabilité actuelle (n = 119 à 135 en fonction des

mesures). Le régression significative du tubercule post-glénoïde au cours de l'évolution (illustrée ici par la différence entre les moyennes de hauteurs (HPPG) des *Homo sapiens* archaïques et des Néandertaliens par rapport aux hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe et aux hommes actuels) a été signalée par Buyle-Bodin (1982) et Elyaqtine (1995). Les dimensions de NK2 traduiraient donc une configuration plus archaïque.

Le processus zygomatique joue également un rôle important dans la résistance aux transmissions des forces masticatrices puisque ses tubercules et sa racine longitudinale servent d'insertion aux ligaments externes qui renforcent la capsule articulaire temporo-mandibulaire (Williams *et al.*, 1995). Le tubercule antérieur est aussi le lieu d'insertion du faisceau de fibres profondes du muscle masséter (*m. masseter*). Le tubercule post-glénoïde, très proéminent chez certains mammifères, descend sous le condyle mandibulaire et en prévient tout déplacement vers l'arrière (Williams *et al.*, 1995). L'importance du développement de ces structures chez NK 2 est sans doute une réponse à un système masticateur puissant.

➔ Cavité glénoïde

Le tubercule articulaire qui limite antérieurement la cavité glénoïde possède une morphologie assez rare chez Nazlet Khater 2. Il se caractérise par une convexité antéro-postérieure sans concavité transverse ce qui lui donne une forme cylindrique (forme C de Elyaqtine, 1995). Cette morphologie est considérée par ce dernier comme dérivée. Elle n'apparaît dans la ligne humaine qu'à partir des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe. Elle est assez rare chez les hommes actuels (5 – 10 %) pour lesquels ce tubercule présente le plus souvent une concavité médio-latérale (Elyaqtine, 1995). Il n'est pas possible d'estimer le degré de participation du tubercule articulaire à la formation du processus ento-glénoïdien vu l'absence de l'épine du sphénoïde de part et d'autre du crâne.

Le processus post-glénoïde est très fortement développé comme on l'a vu plus haut. En vue inférieure, il a une forme arrondie et symétrique. Il existe une certaine asymétrie entre les deux cavités glénoïdes. La droite est un peu plus longue et large que la gauche (L (d) = 23,43 mm ; L (g) = 22 mm). La profondeur des cavités (7 mm) s'inscrit dans la variabilité actuelle (7,41 ± 1,22 mm; n = 133 ; Elyaqtine, 1995).

- Partie pétreuse

➔ Processus mastoïde

Les deux processus mastoïdes de Nazlet Kather 2 sont parfaitement conservés. Ils sont très volumineux. Leur surface latérale est fortement bombée et la crête mastoïdienne y est clairement identifiable. Cette crête remonte parallèlement au grand axe du processus jusqu'au

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

niveau du pore acoustique externe, pour ensuite bifurquer postérieurement et rejoindre la ligne occipitale supérieure. En vue latérale, le grand axe des deux processus pointe vers le bas et vers l'avant.

Au niveau métrique, les processus mastoïdes de NK 2 se distinguent des moyennes actuelles. La largeur et la hauteur des processus se placent près de la limite supérieure à 95 % de la variabilité actuelle (n = 128). Pour ces deux mesures, NK 2 possède des dimensions proches de la moyenne du groupe des Epipaléolithiques du nord de l'Afrique (n = 65), comme l'illustre la Figure 60 pour la hauteur du processus mastoïde.

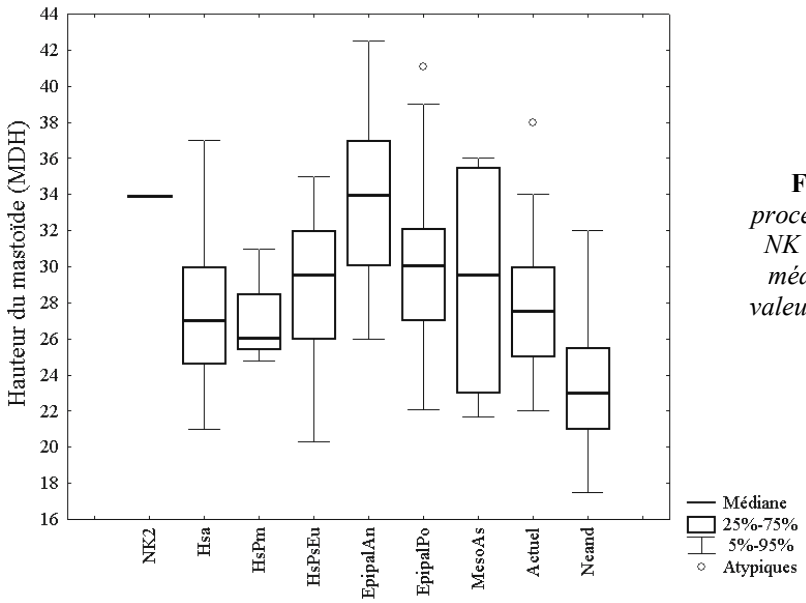


Figure 60 : *hauteur du processus mastoïde (MDH) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

Entre les crêtes mastoïdienne et supra-mastoïdienne, se trouve le sillon sus-mastoïdien. Dans le cas de NK 2, il est très bien marqué. Il se caractérise par une surface large, plane et lisse qui débute au niveau du bord postérieur du méat acoustique externe. Plus en arrière, à mi-distance entre le pore acoustique externe et la suture pariéto-mastoïdienne, la surface entre les deux crêtes devient bombée et forme un léger relief qui s'estompe juste avant la suture. Elyaqtine (1995) a défini 5 catégories pour caractériser la relation entre les deux crêtes et par conséquent la forme du sillon sus-mastoïde. Nazlet Khater présente une conformation de type 5 pour laquelle les deux crêtes aboutissent de part et d'autre de l'incisure pariétale et délimite un large sillon. Cette configuration est présente dans toute la lignée humaine et peut être considérée comme un caractère plésiomorphe (Rougier, 2003)

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

➔ Rainure digastrique

La rainure digastrique de Nazlet Khater 2 est large (6,5 mm à son extrémité postérieure) et profonde (5 mm). Elle débute au niveau de la suture pétro-occipitale et longe la face médiale du processus mastoïde jusqu'à son extrémité antérieure. L'incisure droite est fermée antérieurement par un petit pont osseux reliant la face interne du processus mastoïde avec le bord inférieur du rocher tandis qu'à gauche, elle est continue jusqu'au foramen stylo-mastoïdien. Cette élévation du côté droit chez NK 2 n'a jamais été identifiée sur des hommes actuels, des hommes modernes du Paléolithique supérieur ou moyen (Elyaqtine, 1995). L'existence d'un pont osseux est avérée dans toute la lignée néandertalienne, mais également chez certains *Homo sapiens* archaïques (Laetoli 18) ce qui amène Elyaqtine (1995) à la considérer comme un caractère archaïque. Ce dernier a été décrit comme un trait dérivé néandertalien (Vallois, 1969 ; Vandermeerch, 1981), mais son statut est difficilement interprétable vu sa présence chez certains *Homo erectus* asiatiques (Weidenreich, 1943).

➔ Région occipito-mastoïdienne

L'éminence juxta-mastoïdienne sépare la rainure digastrique du sillon de l'artère occipitale et de la suture pétro-occipitale (Hublin, 1978). Elle est bien individualisée et exclusivement temporale chez Nazlet Khater 2. La suture occipito-mastoïdienne est visible seulement du côté droit (la zone est cassée et colmatée à gauche) et occupe bien une position médiale par rapport à cette éminence. Le processus mastoïde est très élevé par rapport à ce relief juxta-mastoïdien. Le sillon de l'artère est observable du côté droit. Il est peu marqué et passe à proximité de la suture.

Il n'existe pas de foramen mastoïdien extra-sutural sur les deux temporaux. Leur présence au niveau de la suture pétro-occipitale est difficile à identifier. La zone est cassée et recollée à gauche comme à droite.

- Processus styloïde

Le processus styloïde appartient à l'appareil hyoïdien (Williams *et al.*, 1995). Il s'ossifie à partir du cartilage du deuxième arc branchial qui se segmente en deux éléments unis par le ligament stylo-hyoïdien. La partie supérieure fusionne avec la région pétro-mastoïdienne au cours de la première année de vie, tandis que la portion inférieure se soude à la supérieure à l'âge adulte (Scheuer & Black, 2000). Selon Braga (1993), la réduction du processus styloïde à un nodule osseux situé dans la fossette styloïdienne peut donc correspondre à un état d'ossification incomplet de cette structure.

Dans le cas de Nazlet Khater 2, on distingue bien la base du processus droit. Ce dernier est cassé au niveau de la crête vaginale et occupe une position médiale par rapport à l'axe formé par

l'incisure mastoïdienne et le foramen stylo-mastoïdien. Cette position est très rare chez les hommes actuels (2 %, n = 140) et n'a jamais été observée par Elyaqtine (1995) sur les hommes modernes du Paléolithique supérieur. Elle est en revanche commune parmi les *Homo sapiens* archaïques, les membres de la lignée néandertalienne et les hommes modernes du Paléolithique moyen. L'épaisseur du processus à la base est de 2,5 mm chez NK 2, ce qui le place dans la partie inférieure de la variabilité actuelle comme la plupart des hommes fossiles (Elyaqtine, 1995). Le foramen stylo-mastoïdien droit est peu visible. La zone de ce dernier est recouverte d'une couche de consolidant.

Du côté gauche, il n'est pas possible d'identifier clairement la base du processus styloïde. Il semble qu'on soit en présence d'un nodule osseux témoignant d'une ossification incomplète du processus (Braga, *ibidem*).

- Partie tympanique

Le trou auditif se situe en dessous du prolongement postérieur du processus zygomatique. La forme générale du bord latéral du tympanal, délimitant le méat auditif externe, est elliptique à grand axe vers l'avant et sans incisure tympano-mastoïdienne, comme la majorité des hommes actuels. On observe une légère asymétrie dans la taille des deux méats. Le trou auditif gauche est plus long et large que le droit (les longueurs sont prises par rapport au grand axe de l'ellipse : L (g) = 13,7 mm ; L (d) = 11,8 mm). Postéro-supérieurement au bord latéral du méat acoustique gauche, se trouve une crête supra-méatique de forme légèrement triangulaire qui limite une dépression profonde tapissée de foramens de tailles diverses (Figure 61).

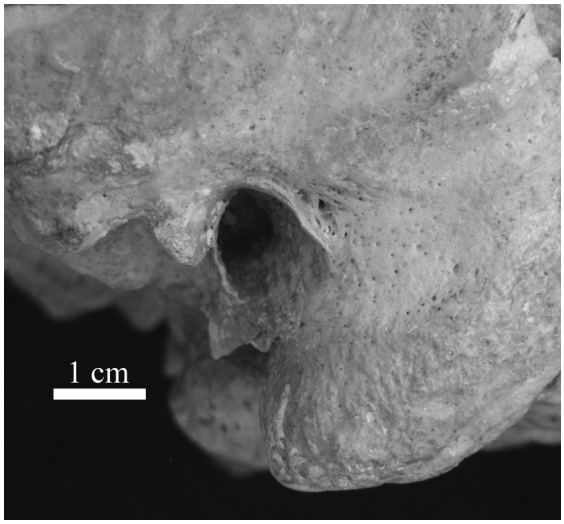


Figure 61 : *photographie du trou auditif gauche montrant la crête et la dépression supra-méatiques.*

L'angle pétro-tympanique mesuré sur le temporal gauche vaut 160°, ce qui place cette région dans la catégorie coudée (154° – 162,9°) définie par Chamla (1956). Cette valeur est proche de la moyenne de 159° (n = 14) des hommes modernes du Paléolithique supérieur (Chamla, 1956).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les os nasaux

Les os nasaux sont tous les deux présents, mais incomplets. La partie conservée de l'os nasal gauche est longue de 12,5 mm et de forme rectangulaire. L'os droit est cassé en biais. Sa longueur maximale est de 15,5 mm et il présente un foramen nasal unique et large (1,5 mm de diamètre). Le profil de la selle et du toit nasal correspond au stade *NS 1* de Lahr (1996) associé à des os nasaux plats. Ils forment une légère crête le long de la suture internasale.

La suture naso-frontale suit un tracé rectiligne net et convexe. La suture avec le processus frontal du maxillaire est droite et bien observable.

La largeur minimale des os nasaux de Nazlet Kather 2 (11,37 mm) se situe dans la partie supérieure de la variabilité des Epipaléolithiques nubiens de Wadi Halfa et Jebel Sahaba (m = 8,76 mm, n = 16) et des populations actuelles (8,4 ± 2,6 mm, n = 159 ; Maureille, 1994).

L'os zygomatique

Seul l'os zygomatique gauche est conservé. Il est complet sauf au niveau de l'extrémité du processus maxillaire. Cette partie du processus est cassée et recouverte d'un consolidant jaune opaque qui recouvre toute la zone. Les dimensions générales de l'os sont très grandes. Dans le cas de la longueur maximale et de la hauteur minimale de la joue, les valeurs de NK 2 sortent de la limite à 95 % de la variabilité actuelle (n = 128). En revanche, ces dernières s'accordent parfaitement à la variabilité des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe et se situent, dans chaque cas, à proximité de la moyenne de ce groupe (Figure 62).

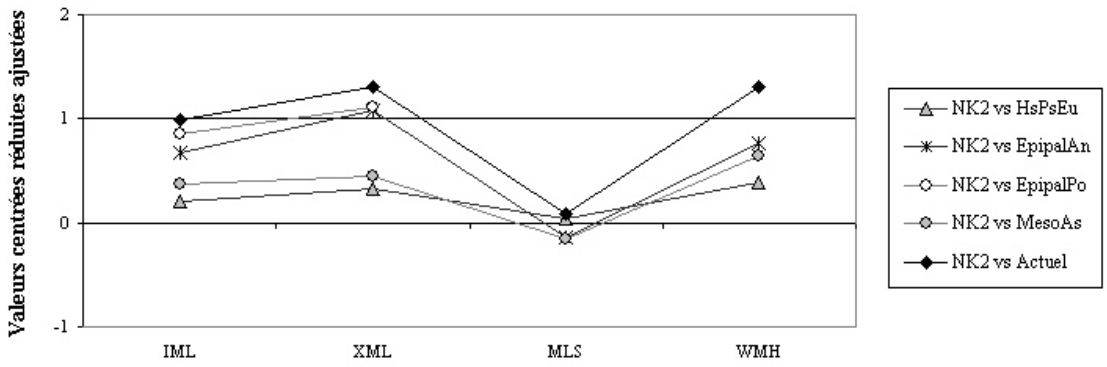


Figure 62 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures de l'os zygomatique gauche par rapport aux groupes de comparaison. IML = longueur inférieure ; XML = longueur maximale ; MLS = la flèche au zygomatique ; WHM = hauteur minimale de la joue.*

La surface de l'os est marquée par un foramen zygomatico-facial dédoublé. Les deux orifices sont alignés et de taille similaire. Le développement de la tubérosité zygomaxillaire correspond au grade *ZT 2* défini par Lahr (1996). Il s'agit d'un tubercule ovale de faible dimension situé près du bord postéro-inférieur. La surface de ce bord postéro-inférieur est rugueuse avec des reliefs marqués pour l'insertion au muscle masséter (*m. masseter*). Les insertions des muscles grand et petit zygomatiques ne sont pas visibles.

Le bord postéro-supérieur ne comporte pas de tubercule marginal saillant. Le processus frontal est large, robuste et orienté antérieurement. Il possède une épaisseur antéro-postérieure de 14 mm. Il est légèrement convexe (grade *TR 1* ; Lahr, 1996). Cette configuration est la plus fréquente au sein des populations de Jebel Sahaba et Wadi Halfa puisque 73 % (n = 37) des individus possèdent un tubercule marginal très léger ou absent. L'angulation de la région jugale forme un angle droit avec un bord courbe et arrondi.

Le bord orbitaire de l'os zygomatique est arrondi et lisse. Le bord infra-orbitaire semble étiré latéro-médialement Il occupe une position élevée par rapport au plancher orbital. Cette forme, qui correspond au grade *RO 2* de Lahr (1996), est la plus commune et est présente sur tous les crânes épipaléolithiques nubiens (n = 34). La face temporale de l'os est lisse antérieurement et marquée par une dépression ovalaire dans sa partie inférieure, entre la suture zygomatico-maxillaire et le début du processus temporal.

Le maxillaire

- Corps du maxillaire

➔ Région sous nasale :

La région sous nasale du maxillaire est délimitée latéralement par les jugums canines et s'étend depuis l'aperture nasale jusqu'au processus alvéolaire (Maureille, 1994). Les fosses prénasales sont unies avec les fosses nasales et marquent de deux dépressions la partie supérieure de cette zone. Les racines de trois des incisives (sauf la I^1 droite) sont visibles sur des longueurs plus ou moins grandes. Il est difficile de dire si les alvéoles sont cassées post-mortem ou irrégulières à ces différents endroits étant donné la couche de consolidant et de vernis qui y a été apposée. La limite entre les fosses prénasales et nasales est mal définie. Les fossettes myrtiformes ne sont pas marquées.

➔ Région orbitaire et infra-orbitaire

Du bord inférieur de la cavité orbitaire gauche, il ne reste que l'extrémité latérale tandis qu'il ne demeure aucun vestige du côté droit. La majeure partie des régions infra-orbitaires de Nazlet

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Khater 2 est cassée. Du côté droit, il n'y a que le départ du processus zygomatique tandis qu'à gauche il ne manque que la partie antéro-latérale du processus zygomatique. Seule la partie médiale du bord du foramen infra-orbitaire est conservée à gauche. La dépression infra-orbitaire gauche est partiellement préservée. Elle est peu marquée. Le départ du processus zygomatique gauche se fait très antérieurement au-dessus d'une petite dépression postérieure à l'éminence canine. La crête faciale est large antéro-postérieurement et mousse.

➔ Sinus maxillaires

La destruction de la majeure partie de l'os au niveau postérieur permet l'observation directe des sinus maxillaires. Il est vaste et s'étend dans les processus frontaux et zygomatiques. Il descend plus bas que le plancher et les fosses nasales au niveau de l'arcade alvéolaire. L'apex des racines de certaines molaires apparaît dans le fond des cavités.

- Processus frontal

Les processus frontaux sont tous deux conservés, mais dans un état très fragmentaire. Il sont cassés et recollés à divers endroits, ce qui rend leur description difficile. Le sillon lacrymal est visible du côté gauche, mais la suture lacrymo-maxillaire sensée diviser ce sillon en son milieu n'est pas observable. Le seul fragment de l'os lacrymal identifiable est la crête lacrymale antérieure qui est préservée uniquement du côté gauche.

- Processus alvéolaire

La largeur maxillo-alvéolaire maximale (MAB) se situe au niveau des M^2 chez Nazlet Khater 2. C'est la position la plus fréquemment observée dans les populations actuelles (60,5 %, n = 157 ; Maureille, 1994). Sa valeur chez NK 2 est assez élevée et se situe dans la gamme supérieure de la variabilité de la plupart des groupes de comparaison (Figure 63), à l'exception de ceux des *Homo sapien*s archaïques, des Néandertaliens et des hommes modernes du Paléolithique moyen. Cette forte largeur de NK 2 est compensée par une longueur maxillo-alvéolaire tout aussi importante de sorte que l'indice de largeur sur longueur (I.54 = 111,86 ; mésuranique) s'inscrit dans la gamme de variabilité de l'échantillon de comparaison (117,66 ± 9,6 ; n = 35).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

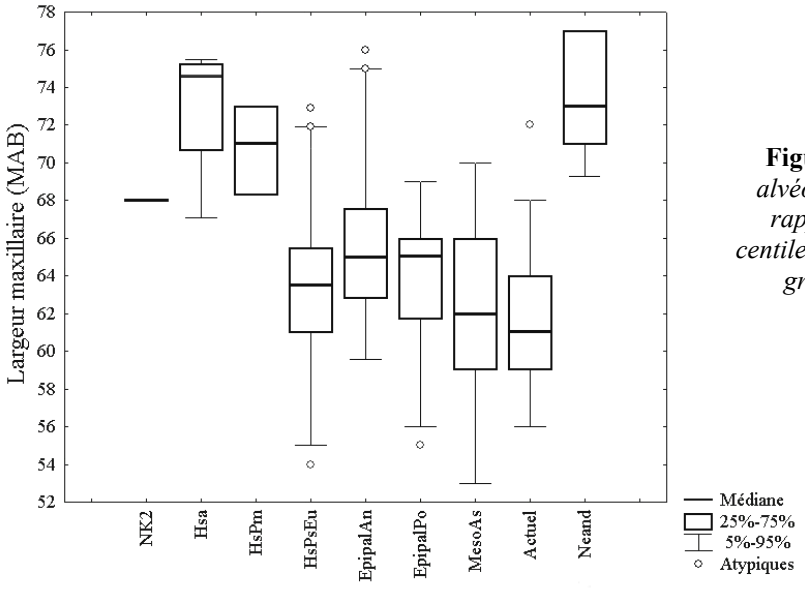


Figure 63 : *largeur maxillo-alvéolaire (MAB) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

La profondeur maximale de la voûte palatine se situe au niveau de la M^1. Elle est de 12 mm. Il n'y a pas de torus palatin ou maxillaire. L'inclinaison des parois alvéolaires au niveau des incisives est légère et constante jusqu'au point le plus élevé de la voûte, près de la suture palatine. Les parois au niveau des prémolaires et des molaires sont beaucoup plus verticales et abruptes. Le canal incisif s'ouvre juste en arrière du bord alvéolaire. Il est large, ovale, orienté antérieurement et légèrement décalé vers la droite par rapport à la suture intermaxillaire. A partir du bord alvéolaire interne des M^1, on observe de part et d'autre de la suture intermaxillaire deux sillons profonds pour les vaisseaux du grand palatin. Ils sont séparés par une crête osseuse. La morphologie de la projection du fragment conservé de la crête gauche suggère la présence d'un pont osseux palatin au dessus du sillon le plus médial qui aurait été cassé post-mortem. Des spicules osseux sont visibles au même endroit du côté droit, mais ne semblent pas avoir été reliés entre eux pour former un pont.

Le toit de la voûte palatine correspond au plancher de la fosse nasale. Les crêtes incisives et nasales sont bien conservées tandis que l'épine nasale antérieure est absente.

Il existe un diastème entre les deux incisives centrales sur le bord alvéolaire. La distance entre les deux alvéoles est de 4,2 mm. De part et d'autre de l'arcade alvéolaire, au-delà des M^3, se trouvent les tubérosités maxillaires. Elles sont très fortement développées sur une longueur de 9 mm en moyenne (8,4 mm à droite 9,8 mm à gauche). Leur surface est striée et rugueuse. Des excroissances osseuses sont visibles sur la face linguale de l'arcade au niveau des M^3 qui semblent faire suite à ces tubérosités maxillaires. La face externe du processus alvéolaire, depuis les M^1 jusqu'à la fin de l'arcade, est le lieu d'insertion du muscle buccal (*m. buccinator*).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

L'insertion de ce muscle est bien marquée à gauche comme à droite par la présence d'un bourrelet osseux irrégulier.

Les os palatins

Les os palatins ne sont que partiellement conservés. Le plus complet se situe du côté gauche.

Les lames horizontales sont grandes. Elles possèdent chacune un bord antérieur convexe qui se rejoint sagittalement au niveau des M^1/M^2. La longueur depuis l'épine nasale postérieure jusqu'au point de rencontre des sutures palatines transverses représente 37 % de la longueur totale du palais.

A proximité du grand canal palatin, les deux lames horizontales sont marquées par la présence d'une excroissance osseuse sans doute vestige d'un pont osseux palatin. L'épine nasale postérieure est carrée et peu saillante.

Les deux processus pyramidaux sont préservés. Ils se situent en arrière des deux canaux grands palatins. Une crête osseuse sépare le canal d'un foramen palatin accessoire visible de chaque côté. Sur le processus gauche, ce foramen est dédoublé.

L'os palatin gauche est encore représenté par sa crête conchale, son processus en crochet, un fragment de la lame perpendiculaire et un fragment du processus sphénoïdal.

Le sphénoïde

Le sphénoïde est très incomplet. Parmi les parties centrales conservées de l'os, le clivus et la selle turcique sont en bon état. Le dos de la selle est légèrement érodé de même que les processus clinoïdes postérieurs. La fosse hypophysaire est conservée jusqu'au niveau des processus clinoïdes moyens. Les sillons carotidiens sont visibles de part et d'autre de la selle.

Au niveau latéral, seuls la grande aile et le processus ptérygoïde gauche sont partiellement représentés.

La grande aile gauche possède une épine prononcée qui forme un pont au dessus du foramen épineux jusqu'au bord postérieur du foramen ovale. L'épine est longue de 6 mm. La partie postérieure de l'épine ne dépasse pas le bord antérieur de la cavité glénoïde de sorte que NK 2 se situe dans la catégorie « B 2 » décrite par Elyaqtine (1995). La projection importante de l'épine du sphénoïde par rapport au mur médial de la cavité articulaire est la configuration la plus commune au sein des populations actuelles.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

La crête infra-temporale qui marque la limite entre les deux versants de la grande aile est très prononcée chez NK 2. Elle est haute de près de 8 mm et sépare l'insertion sur le sphénoïde du muscle temporal (*m. temporalis*) et du muscle ptérygoïdien latéral (*m. pterygoideus lateralis*).

La face orbitaire de la grande aile gauche est fragmentaire. Le foramen rond n'est représenté que par son bord inférieur.

Le processus ptérygoïde gauche n'est conservé que par son extrémité proximale. La fosse scaphoïde est bien visible tandis que la fosse ptérygoïde n'est présente qu'à moitié. Le canal ptérygoïde est complet.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Structure de l'Oreille

L'oreille moyenne, le malleus droit

Le malleus droit de Nazlet Khater 2 a pu être dégagé du méat acoustique. Il était recouvert de grains de sable agglomérés avec de la colle. Après un nettoyage soigné, le malleus est apparu complet à l'exception de son processus antérieur cassé (Annexe II ; Planche 10).

Sa morphologie générale ne présente aucun trait atypique par rapport à la variabilité actuelle (Mutaw, 1986) (Figure 64). Sa longueur maximale est proche de la moyenne des hommes modernes actuels. La tête est ovoïde en vue antérieure. En vue supérieure, elle apparaît plus allongée avec un diamètre antéro-postérieur (2,1 mm) plus petit que la largeur médio-latérale (2,6 mm). Heron (1923) a mesuré ce diamètre antéro-postérieur sur 90 individus actuels et a obtenu une moyenne de 1,9 mm. La surface articulaire avec l'incus est bien conservée et visible en face postérieure et médiale. Cette surface est profonde et délimitée par une fine crête. En vue antérieure, on observe un léger sillon vertical qui longe le bord latéral de la tête. Le manche (*manubrium*) est un peu plus long que la moyenne actuelle. Son extrémité distale est droite et pointue. La flèche de la corde du *manubrium* est petite (0,27 mm) comparée à l'échantillon actuel (0,42 ± 0,14 mm) et témoigne de la faible courbure du bord latéral du manche. Le processus latéral est bien développé avec un contour trapézoïdal en vue antérieure. Son angle de projection par rapport à l'axe tête-col (94°) est proche de la moyenne actuelle (94,7°) calculée pour 43 malleus droits par Heron (1923). L'angle du *manubrium*, pris en vue postérieure selon la méthode de Arensburg *et al.* (1981), exprime l'angulation entre l'axe tête-col et le grand axe du manche. Cet angle est très ouvert chez Nazlet Khater 2 (152°) par rapport à la moyenne des hommes modernes actuels (139,04 ± 8,18°, n =

Figure 64 : *vues antérieure et postérieure du malleus droit de NK 2*

56) et se situe à proximité de la limite à 95 % de la variabilité de notre échantillon de comparaison de malleus actuels.

La position de NK 2 et des six autres malleus fossiles publiés par rapport à la variabilité actuelle (n = de 38 à 636, en fonction des mesures) est donnée avec la Figure 65.

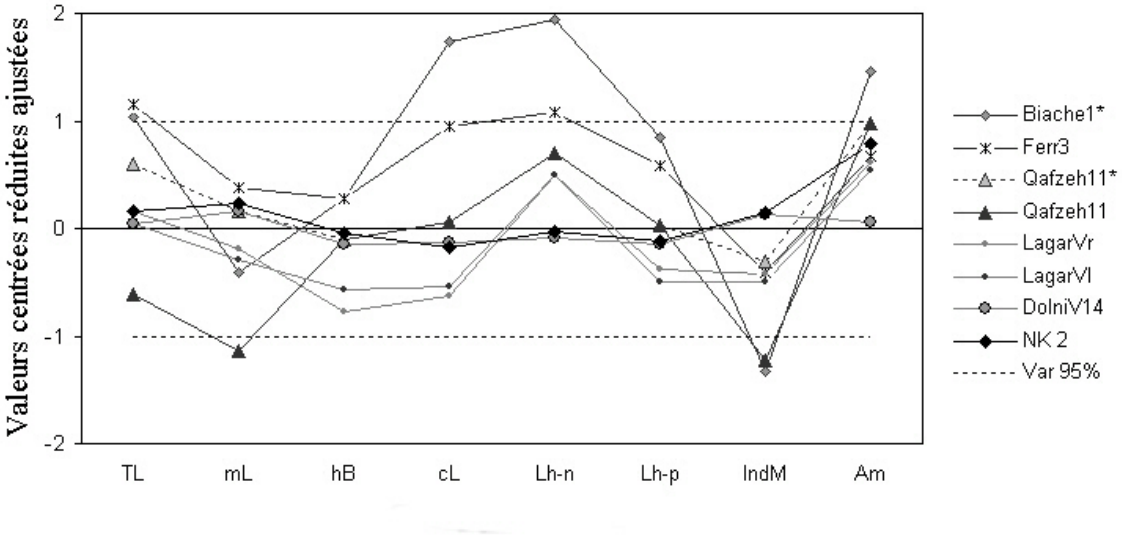


Figure 65 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions des malleus fossiles par rapport à la variabilité actuelle. TL = longueur totale ; ml = longueur du manche ; hB = hauteur de la tête ; cL = longueur du col ; Lh-n = longueur tête-col ; Lh-p = longueur tête-processus latérale ; IndM = indice du* malleus *; Am = angle du manche). (*) malleus avec manche reconstruit.*

Sur ce graphique, Qafzeh 11 possède deux courbes. La première correspond aux dimensions réelles de l'os publiées par Arensburg & Nathan (1972). La deuxième est donnée à titre indicatif d'après les observations de Rougier (2003). En effet, le manche de Qafzeh 11 a été érodé par une *otitis media* plus ou moins à la même hauteur que le manche cassé de Biache-Saint-Vaast (Arensburg & Nathan, 1972 ; Rougier, 2003). Afin d'estimer la taille réelle de ce malleus, Rougier (2003) a réalisé une reconstruction de la partie distale du manche sur base de malleus actuels et a suggéré d'appliquer la même correction au manche de Qafzeh 11. Sur le graphique de la Figure 65, nous avons décidé d'utiliser la courbe des valeurs corrigées de Biache-Saint-Vaast 1 et nous avons ajouté une deuxième courbe pour Qafzeh 11 qui tient compte de la proposition de correction de Rougier (2003). Ces deux lignes sont symbolisées par un astérisque dans la légende.

Les deux malleus de la lignée néandertalienne sortent de la variabilité actuelle pour toutes les longueurs incluant la portion tête-col. Cette partie est proportionnellement plus grande que le manche par rapport à la morphologie des hommes modernes actuels. Les malleus de Qafzeh 11

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

et Lagar Velho 1 semblent suivre cette tendance de façon moins prononcée. Outre la longueur tête-col, l'angle du *manubrium* (Am) sort aussi de la variabilité moderne actuelle pour Biache-Saint-Vaast 1, tandis qu'il se place à proximité de la limite supérieure à 95 % pour La Ferrassie 3. Ces malleus possèdent un angle plus ouvert entre l'axe tête-col et l'axe du manche. Cette caractéristique notée précédemment par Heim (1982b), Spoor (2002) et Rougier (2003) est aussi présente chez Qafzeh 11 et les malleus de Lagar Velho 1 et Nazlet Khater 2. Seul le malleus de Dolní Věstonice 14 s'aligne parfaitement à la moyenne actuelle.

Il est aussi intéressant de noter que pour Nazlet Khater 2, l'orientation plus ouverte du manche n'influence pas la projection du processus latéral par rapport à l'axe tête-col.

Les dimensions du malleus de NK 2 sont identiques aux moyennes actuelles pour toutes les mesures sauf celle de l'angle du manche (Am). La position de NK 2 avec la plupart des hommes fossiles dans la limite supérieure de la variabilité actuelle pour cette mesure est relativement marquante. Ce regroupement pourrait exprimer (comme celle de la longueur tête-col) une différence de variabilité pour cette mesure au sein des populations fossiles et représenter, dans le cas des hommes anatomiquement modernes, la persistance d'un caractère archaïque (Crevecoeur, sous-presse).

L'oreille interne

Le crâne de Nazlet Khater 2 et les labyrinthes osseux ont été scannés dans le plan axial avec une épaisseur de coupe de 0,3 mm et une taille de pixel de 0,1875 mm au moyen d'un scanner médical *General Electric (LightSpeed 16)* à la Clinique St-Augustin de Bordeaux. Les deux labyrinthes ont été mesurés et la moyenne des deux cotés est utilisée pour les analyses comparatives (Annexe I.2 ; Table III).

Les deux os pétreux sont en parfait état de conservation de même que les deux labyrinthes osseux bien qu'ils soient partiellement remplis de matrice. Les volumes ont été segmentés et reconstruits sur Amira 3.1 (Mercury Computer Systems Inc., 2003) par L. Bouchneb, doctorante au LAPP, Université de Bordeaux 1.

- Dimensions absolues

Le labyrinthe gauche de Nazlet Khater 2 est représenté en vue latérale et supérieure dans la figure ci-dessous (Figure 66).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

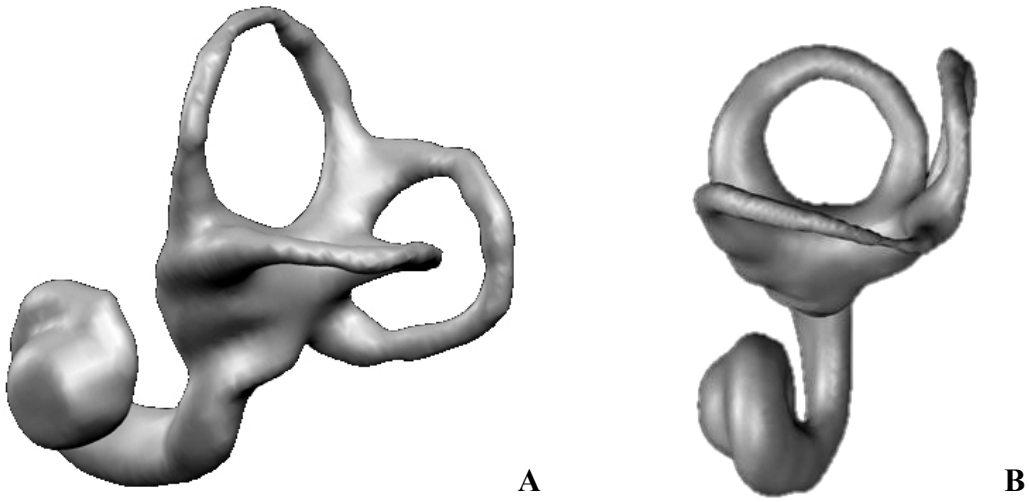


Figure 66 : *reconstruction du labyrinthe gauche de NK 2 en vue latérale (A) et en vue supérieure (B).*

Les valeurs absolues des rayons de courbure des trois canaux semi-circulaires (CSC) et de la cochlée sont reprises dans la Figure 67 et comparées aux moyennes des différents groupes de comparaison.

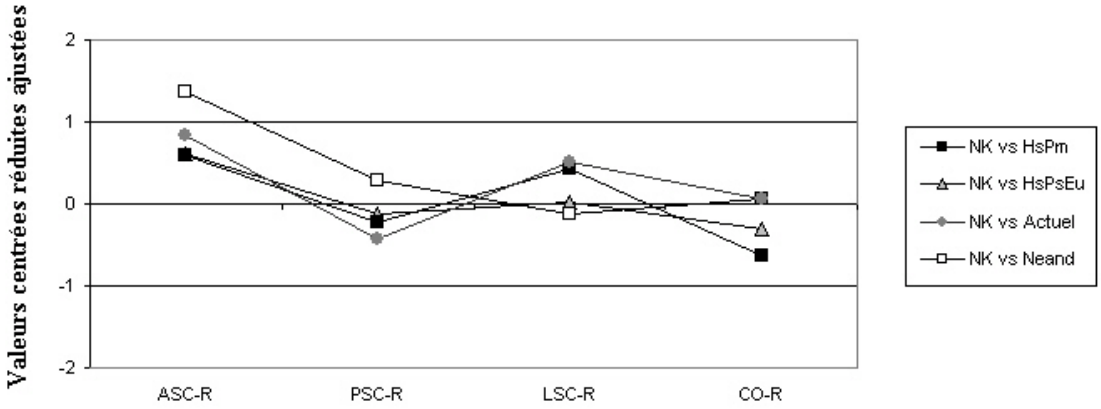


Figure 67 : *valeurs centrées réduites ajustées des rayons de courbure des canaux semi-circulaires (CSC) et de la cochlée de NK2 par rapport aux groupes de comparaison. ASC-R = rayon de courbure du CSC antérieur, PSC-R = rayon de courbure du CSC postérieur ; LSC-R = rayon de courbure du CSC latéral ; CO-R = rayon de courbure de la cochlée.*

Le rayon de courbure du canal semi-circulaire antérieur (ASC-R) de NK 2 n'est pas significativement différent de la moyenne des hommes actuels, bien que sa valeur se place dans la partie supérieure de cette variabilité. La valeur de NK 2 est plus proche de la moyenne des hommes modernes du Paléolithique supérieur et moyen. Elle est significativement différente de

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

la variabilité néandertalienne. Parmi les deux mesures rentrant dans le calcul de ce rayon de courbure, la largeur du CSC antérieur (ASCw) est impressionnante. Elle sort de la variabilité de chacun des groupes de comparaison, à l'exception de celui des hommes modernes du Paléolithique moyen. C'est ce qui explique la position de NK 2, en marge de la variabilité des différents groupes, pour ASC-R dans la Figure 67.

En ce qui concerne les rayons de courbures des canaux semi-circulaires postérieur et latéral (PSC-R et LSC-R), Nazlet Khater 2 s'inscrit totalement dans la variabilité actuelle tout en restant plus proche des moyennes des hommes modernes du Paléolithique supérieur.

Les dimensions de la cochlée de NK 2 sont très proches de la moyenne des hommes actuels.

Il existe une corrélation forte entre la taille du rayon de courbure des canaux semi-circulaires et la masse corporelle pour la plupart des mammifères (Spoor & Zonneveld, 1998). L'estimation de la masse corporelle de NK 2 est de 55,5 kg (cf. paragraphe III.2.2) de sorte que la taille importante du rayon de courbure du CSC antérieur n'est pas directement liée aux proportions corporelles de Nazlet Khater 2.

- Dimensions relatives

Spoor *et al.* (2003) ont mis en évidence une différence entre les proportions relatives des CSC des Néandertaliens et celui des hommes modernes actuels. Les proportions relatives des canaux semi-circulaires de NK 2 (ASC-%R, PSC-%R, LSC-%R) ont été comparées aux schémas moyens actuel et néandertalien (Figure 68).

Le travail que nous avons mené (Crevecoeur & Bouchneb, 2005) sur un échantillon plus large confirme les résultats de cette étude. En effet, chez les hommes actuels on observe des proportions relatives plus importantes des canaux verticaux (antérieur et postérieur) par rapport au canal latéral, tandis que chez les Néandertaliens, la tendance est

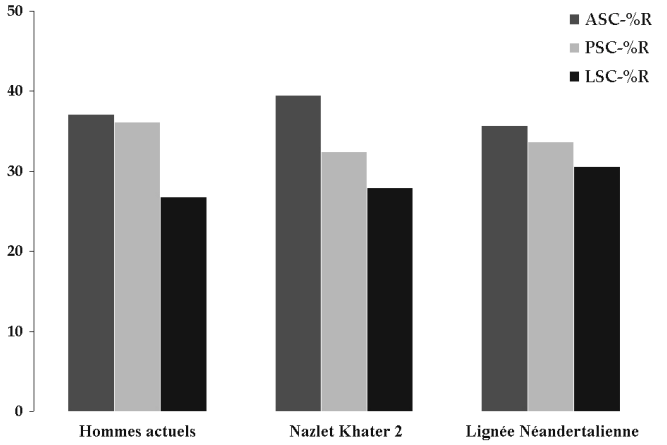


Figure 68 : *représentation graphique des proportions des CSC antérieur, postérieur et latéral de NK 2 par rapport aux schémas actuel et néandertalien.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

inversée avec un canal latéral proportionnellement plus grand par rapport aux canaux verticaux (Figure 68).

Les proportions relatives des CSC de NK 2 se distinguent à la fois du schéma néandertalien avec un canal antérieur très important par rapport aux deux autres, mais également du schéma de proportion actuel avec un canal postérieur relativement plus petit comparé au canal antérieur.

Nazlet Khater 2 montre par rapport aux hommes actuels une tendance à l'élargissement des canaux semi-circulaires antérieur et latéral, et à la diminution du CSC postérieur. Ce modèle, exhibé par NK 2, rejoint celui décrit par Spoor *et al*. (2003) pour les hommes modernes du Paléolithique supérieur.

- Morphologie

Un trait marquant de la morphologie du labyrinthe de Nazlet Khater 2 est la position haute de son canal postérieur par rapport au plan du canal latéral. NK 2 se situe ainsi dans la moitié supérieure de la variabilité actuelle pour son indice SLI (Figure 69). Cet indice est très significativement différent de ce que l'on observe chez les Néandertaliens, pour qui, au contraire, le canal postérieur est positionné inférieurement (Spoor *et al.*, 2003).

Cette position du CSC postérieur de NK 2, en marge de la variabilité actuelle, a déjà été mise en évidence par Spoor *et al.* (*ibidem*) chez les hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe. NK 2 partage donc ce trait particulier avec les individus de ce groupe. Nous tenterons d'aller plus loin dans l'interprétation de ces résultats grâce aux analyses multivariées réalisées dans le Chapitre IV.

Chez les grands singes et les hominidés, la taille et la position du canal semi-circulaire postérieur sont corrélées. Plus le canal postérieur est large, plus sa position est basse (Hublin *et al.*, 1996). Les hommes modernes du Paléolithique moyen et supérieur de notre étude présentent des dimensions quasi similaires pour ce canal. Or, pour ces derniers, le canal postérieur est en position plus haute que ses dimensions ne le laisseraient, théoriquement, supposer par rapport à ce qui est observé chez les hommes modernes du Paléolithique moyen.

L'inclinaison de la ligne ampullaire et de la surface pétreuse postérieure de NK 2 est plus grande que la moyenne actuelle tout en s'inscrivant dans sa variabilité (Figure 69).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

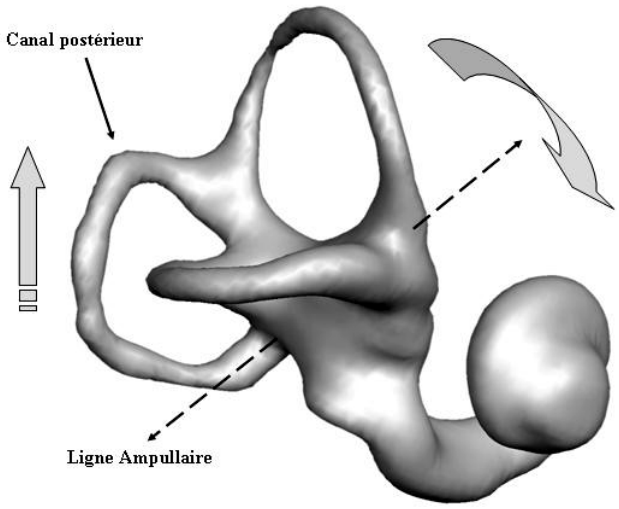


Figure 69 : *labyrinthe droit de NK 2 représentant la position du canal postérieur par rapport au canal latéral et l'inclinaison de la ligne ampullaire.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Face endocrânienne

Le frontal

La crête frontale est conservée et fortement développée. Sa hauteur atteint 5,1 mm ce qui est assez remarquable vu qu'elle dépasse rarement les 3 mm chez les hommes actuels (Heim, 1976). Elle est préservée sur une longueur de 22 mm. Sur les parties adjacentes conservées, on ne distingue pas de fossettes granulaires. La suture coronale est observable seulement dans sa partie latérale à gauche. Le sinus sagittal supérieur n'est pas visible dans les régions sagittale et bregmatique conservées du frontal.

Les pariétaux

La table interne a été érodée à plusieurs endroits et laisse apparaître le diploé. Il est donc très difficile de définir le type de réseau méningé d'après les diverses classifications existantes (Grimaud-Hervé, 1997).

La branche antérieure de l'artère méningée moyenne est représentée par son rameau bregmatique qui suit la suture coronale à gauche. Quelques ramifications sont observables sagittalement.

La branche postérieure est visible dans son tiers inférieur à gauche et à droite, et dans son tiers supérieur uniquement à droite. Un rameau s'élève verticalement depuis la suture squameuse et semble continuer jusqu'à l'obélion (si on se réfère au côté droit), tandis que trois autres rameaux, de taille similaire, se prolongent plutôt parallèlement à la suture lambdoïde. Les branches antérieure et postérieure semblent être de taille similaire, mais leur état fragmentaire ne permet pas de comparer leur degré de développement.

Le sinus sagittal supérieur est clairement visible 30 mm après le Bregma. Deux lacs sanguins sont présents sur le pariétal gauche à proximité du Bregma, le long de la suture sagittale. Ils sont reliés aux rameaux de la branche antérieure de l'artère méningée moyenne. Avec l'âge, ces lacs sont envahis de granulation de Pacchioni (Grimaud-Hervé, 1997). Aucune granulation de ce type n'est présente chez Nazlet Khater 2.

Les sinus latéraux sont marqués de part et d'autre. Ils passent juste au dessus de l'astérion et de la suture pariéto-mastoïdienne et bifurquent inférieurement au niveau de l'incisure pariétale.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les temporaux

La surface endocrânienne de l'écaille gauche est partiellement couverte de grains de sable agglomérés avec de la colle et du consolidant. Les empreintes de la branche antérieure de l'artère méningée moyenne sont cependant bien visibles sur les deux temporaux depuis leur départ au niveau du foramen épineux jusqu'à la suture squameuse. La subdivision de l'artère méningée moyenne pour donner la branche postérieure n'est pas observable sur les parties conservées des écailles. Les dépressions présentes en avant de la pyramide pétreuse correspondent aux circonvolutions du lobe temporal (Williams *et al.*, 1995).

La partie antérieure de l'os pétreux est abîmée. Le toit des deux canaux carotidiens est cassé jusqu'au début de la suture sphéno-squameuse. Sur la face supérieure des rochers, on distingue médialement les impressions trigéminales, et latéralement l'éminence arquée. L'éminence gauche est complète et bien marquée, la droite est partiellement préservée. Elles correspondent à la saillie du canal semi-circulaire antérieur (Williams *et al.*, 1995). La face postérieure du rocher est la mieux préservée. Les méats acoustiques internes sont suivis latéralement par les fosses subarcuata très nettes et profondes. Les ouvertures externes gauche et droite de l'aqueduc du vestibule forment une crête légère. Les orifices sont cachés par une fine couche d'os, ce qui est assez courant (Williams *et al.*, *ibidem*). Le sinus pétreux supérieur est bien visible à gauche comme à droite. La gouttière du sinus limite le bord postérieur du rocher et se prolonge jusqu'aux sinus sigmoïdes.

L'occipital

Les fosses cérébrales sont bien visibles et plus profondes que les fosses cérébelleuses. Le confluent des sinus sagittal supérieur, droit et latéral est symétrique. Au centre, la protubérance occipitale interne est très développée et de forme losangique, l'épaisseur de l'os à cet endroit est de 17,5 mm. La symétrie n'est pas parfaite chez NK 2 puisque le sinus latéral droit est légèrement plus développé, au moins dans sa partie médiane que le gauche. Cette configuration est la plus fréquente, entre 72 % et 79,7% selon les auteurs (Delmas & Chifflet, 1950). Les sinus latéraux se prolongent par les sinus sigmoïdes. Ils sont bien marqués chez Nazlet Khater 2 jusqu'au foramen jugulaire. La crête occipitale interne est large et nette. Elle se subdivise en deux branches de part et d'autre du *foramen magnum* qui délimitent une légère fossette vermienne triangulaire. Les sillons des sinus pétreux inférieurs sont visibles sur les deux bords latéraux du clivus.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2.3.2 La mandibule

Dimensions générales

Dans son ensemble, la mandibule possède de fortes dimensions. Sa morphologie générale donne une impression de massivité et de robustesse importante qui est surtout liée à la taille et la forme des branches, larges et courtes, ainsi qu'à l'épaisseur du corps mandibulaire. Le rebord inférieur est de forme parabolique.

Indice mandibulaire

Il existe deux indices mandibulaires de longueur / largeur (IMD et IMD2) en fonction de la longueur utilisée. Les valeurs de NK 2 sont respectivement de 80,70 et 93,95 ce qui le place au sein des dolichognathes. Cependant, les valeurs centrées réduites ajustées de NK 2 par rapport à certains groupes varient fortement suivant l'indice utilisé (Figure 70).

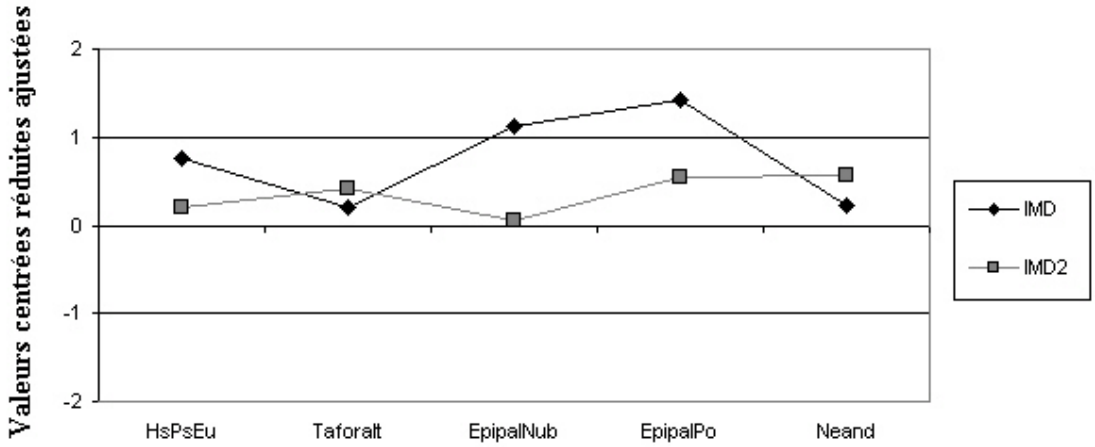


Figure 70 : *valeurs centrées réduites ajustées des indices mandibulaires de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison. IMD = indice mandibulaire avec la longueur du corps (LCM) ; IMD2 = indice mandibulaire avec la longueur totale (LTM).*

Comme il existe, dans ce cas-ci, une différence significative entre la moyenne des individus de Taforalt et celle des Epipaléolithiques nubiens de Jebel Sahaba et Wadi Halfa, nous avons décidé de présenter les résultats de ces sous-groupes plutôt que celui de l'échantillon « EpipalAn » (*cf.* Paragraphe III.1.1).

Dans le cas de IMD, Nazlet Khater 2 se positionne dans la partie supérieure de la variabilité des groupes de comparaison et sort même de l'intervalle à 95 % par rapport aux Epipaléolithiques nubiens et du Proche-Orient. En revanche, l'indice IMD2 de NK 2 s'inscrit parfaitement dans la variabilité des différents groupes. Cette différence entre les indices est liée aux longueurs utilisées dans leur calcul.

Le premier indice (IMD), plus rarement utilisé dans la littérature, tient compte de la longueur du corps mandibulaire (LCM). Cette dimension, très élevée chez NK 2 (100,5 mm), discrimine clairement les groupes de comparaison comme le montre la Figure 71. NK 2 se situe dans la gamme supérieure de la variabilité des groupes de comparaison. Le représentant du groupe des hommes modernes du *Middle Stone Age* (« HsMsa » ; Border Cave 5) possède une longueur du corps beaucoup plus faible que NK 2, tandis que Loyangalani, que nous avons isolé de ce groupe étant donné ses dimensions, se positionne vers les extrêmes supérieures.

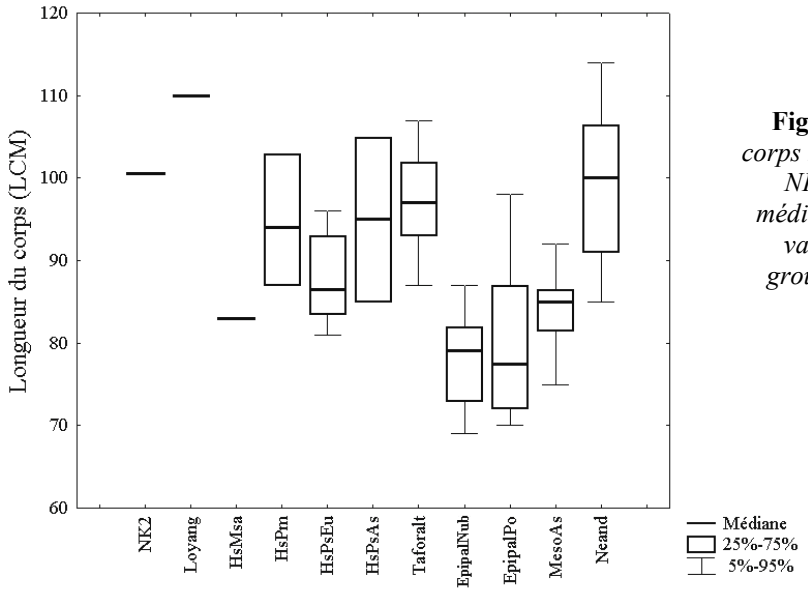


Figure 71 : *longueur du corps mandibulaire (LCM) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

Le deuxième indice mandibulaire (IMD2), plus fréquemment utilisé, fait intervenir la longueur totale de la mandibule (LTM). Cette dernière, contrairement à la longueur du corps, montre une forte dispersion de ses valeurs dans chacun des groupes de comparaison (Figure 72). La longueur totale est fortement corrélée à la valeur de l'angle goniaque qui montre lui aussi une grande variabilité intra-groupe. Par conséquent, le calcul de l'indice mandibulaire (longueur / largeur) à partir de la longueur totale ne présente pas un intérêt comparatif équivalent à celui de IMD. La valeur de NK 2 s'inscrit dans la variabilité des différents groupes de l'échantillon

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

de comparaison, mais reste dans le quadrant supérieur droit du graphique de la Figure 72, ce qui traduit une mandibule très longue.

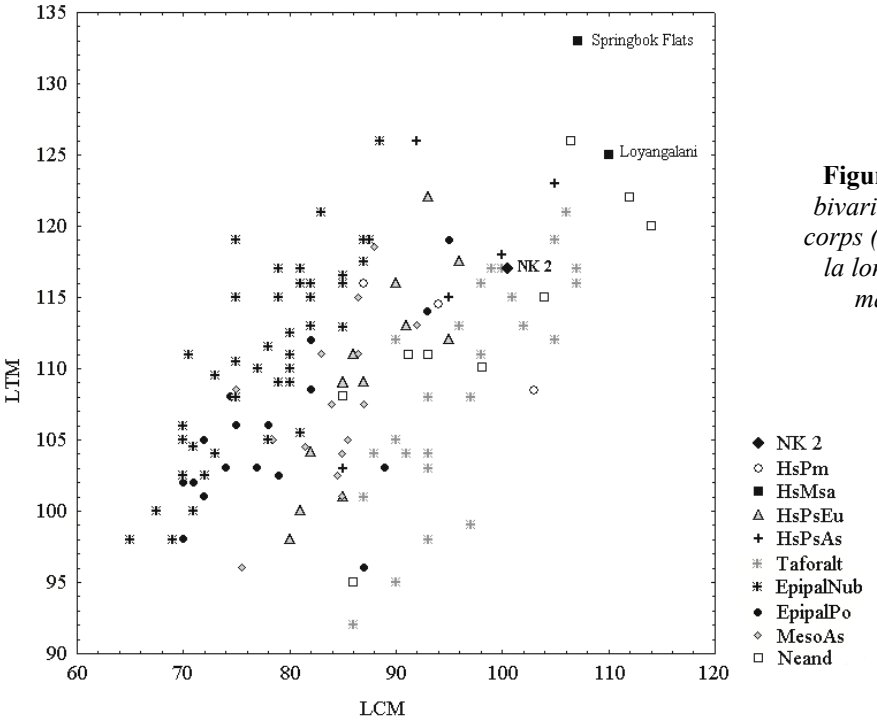


Figure 72 : *diagramme bivarié de la longueur du corps (LCM) par rapport à la longueur totale de la mandibule (LTM)*

Indice de largeur

L'indice de largeur (ICG) traduit la tendance au parallélisme des branches mandibulaires. Le rapport des largeurs bicondylienne et bigoniaque de Nazlet Khater 2 est élevé (84,33) par rapport aux moyennes de la plupart des groupes de comparaison (Tableau 24). Ce résultat témoigne d'une forte verticalité des branches de NK 2 ce qui accentue l'impression de massivité de la mandibule. Seuls les Epipaléolithiques du nord de l'Afrique possèdent une valeur moyenne supérieure à celle de NK 2. Aucune différence significative n'a été observée entre les moyennes des différentes populations incluses dans l'échantillon des « EpipalAn ».

Les largeurs bicondylienne (BCB = 124,53 mm) et bigoniaque (BGB = 105,6 mm) de NK 2 sont élevées, mais restent inscrites dans la variabilité de l'échantillon de comparaison. Elles sont à chaque fois assez proches de la moyenne du groupe des Epipaléolithiques du nord de l'Afrique. La séparation entre les groupes est plus marquée avec la largeur bigoniaque.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

	ICG			BCB			BGB		
	m	s	n	m	s	n	m	s	n
NK 2	**84,33**			**124,53**			**105,6**		
HsPm	82,01	10,16	2	123,27	13,96	2	96,22	7,25	3
HsPsEu	81,22	5,58	10	118,57	10,63	11	96,79	6,01	13
EpipalAn	87,07	6,53	78	120,91	8,34	80	104,62	10,29	94
EpipalPo	80,75	6,39	31	118,61	4,85	31	94,45	8,09	65
ProtoH	81,27	5,46	23	112,56	9,13	24	92,21	7,98	31
Neand	70,49	5,29	8	137,03	10,83	12	95,82	9,31	9

Tableau 24 : *valeurs de l'indice de largeur (ICG) et des largeurs bicondylienne (BCB) et bigoniaque (BGB) de NK 2. Moyennes, écart-types et effectifs de ces mesures pour les groupes de comparaison. Moyennes extrêmes soulignées.*

Région symphysaire

L'angle antérieur de la symphyse (ASY) est vertical. Avec une valeur de 89°, il est proche de la moyenne des hommes modernes du Paléolithique moyen (89,3 ± 0,5°, n = 4 ; Crevecoeur & Trinkaus, 2004). L'angle mentonnier (AMT) de NK 2 est élevé (84°) et se situe dans la moitié supérieure de la variabilité des groupes de comparaison, à l'exception de celui des Néandertaliens pour lequel NK 2 se situe dans la partie inférieure de la variabilité (Figure 73). Cette valeur proche de l'angle droit symbolise une faible saillie mentonnière.

Les individus de Loyangalani et Témara 1 ont été rajoutés à ce graphique comme seuls représentants de leurs groupes (respectivement « HsMsa » et « HsAter »). La mandibule de Loyangalani, affiliée selon Twiesselmann (1991) aux *Homo erectus* en raison de sa robustesse et de ses dimensions, possède un angle mentonnier plus incliné que NK 2 ce qui traduit la présence des reliefs formant le menton. En revanche, la mandibule de Témara 1 présente un angle mentonnier ainsi qu'un angle antérieur de la symphyse proches des moyennes néandertaliennes. La symphyse a une direction oblique vers l'arrière et le bas (Vallois & Roche, 1958). La coupe sagittale passant par la symphyse montre une incurvation mandibulaire et un *tuber symphyseos* peu marqués, mais présents.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

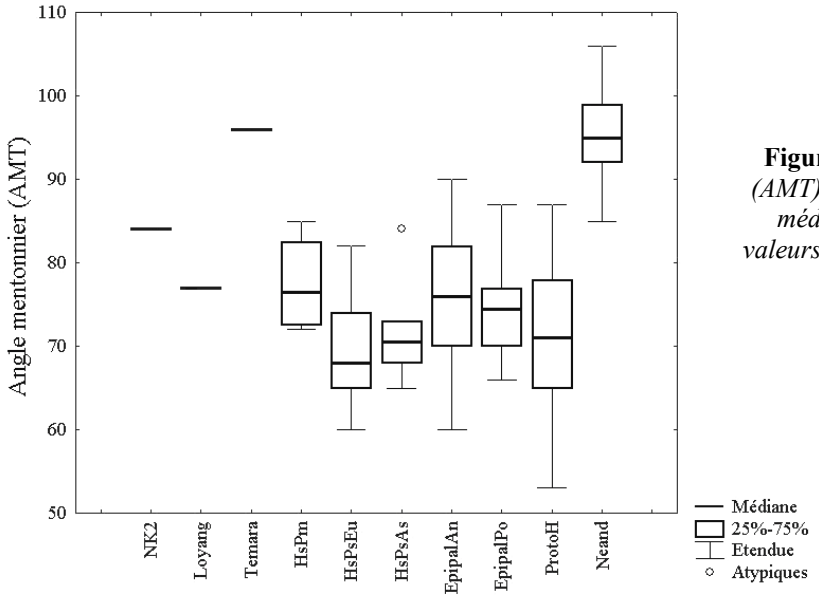


Figure 73 : *angle mentonnier (AMT) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

Face antérieure

Les structures formant le menton sont clairement identifiables sur la mandibule de Nazlet Khater 2. Il se situe dans la catégorie 4 des différents types de symphyses décrites par Dobson & Trinkaus (2002). C'est le rang le plus fréquemment observé parmi les hommes modernes du Paléolithique moyen et du Paléolithique supérieur (Trinkaus, 2002). De profil, l'incurvation mandibulaire liée au retrait du bord alvéolaire par rapport à la partie basilaire est présente, mais peu profonde. Le *tuber symphyseos* et les tubercules latéraux sont bien individualisés, cependant leur saillie n'est pas très accentuée. Les fosses mentales situées entre le *tuber symphyseos* et les jugums des racines des canines sont peu marquées.

Au niveau du bord inférieur, à l'aplomb des jugums canins, on distingue deux tubercules marginaux antérieurs de part et d'autre de la symphyse. Le tubercule droit est plus marqué et individualisé de l'éminence mentonnière que le gauche. L'échancrure sous-mentale est faiblement marquée.

Face postérieure

La région postérieure de la symphyse offre un aspect archaïque (Figure 74). A partir du bord supérieur, la face interne plonge verticalement sur 12 mm jusqu'à un torus transverse supérieur. Cette zone surmontant le torus ne forme pas un réel *planum* alvéolaire tel qu'il est décrit chez

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

les *Homo erectus* ou les Néandertaliens et qui prolonge en arrière le bord alvéolaire (Boule, 1911 ; Weidenreich, 1936). Chez NK 2, ce rebord est vertical comme chez la plupart des hommes actuels (Heim, 1976). En revanche, son prolongement vers le bas et l'arrière rappelle la morphologie observée chez les *Homo erectus* et les Néandertaliens avec la présence d'un torus transverse supérieur bien marqué suivi d'une fosse génioglosse (Weidenreich, 1936 ; Heim, 1976). La fréquence de ces caractères au sein des populations actuelles avoisine les 10% (n = 473). Cependant, les populations esquimaudes et océaniques possèdent des fréquences beaucoup plus élevées, proches de 40% (n = 29 et 58), en fonction du caractère observé (Ali, 2005). La fosse génienne est vaste avec une largeur maximale de 10,3 mm, mais peu profonde. En son centre, on distingue les apophyses géni peu développées où s'insèrent les muscles génioglosses (*m. genioglosse*) et géniohyoïdiens (*m. geniohyoidei*). Elles sont représentées par deux crêtes verticales supérieure et inférieure soudées bout à bout. Leur morphologie correspond au Type II-1 décrit par Heim (1963) et dont la fréquence ne dépasse pas 10 % chez les hommes actuels (n = 3642). Ces apophyses descendent en partie sur le torus transverse inférieur qui délimite vers le bas le bord de la fosse génioglosse. Ce torus transverse inférieur a une fréquence très faible dans les populations actuelles (1 %, n = 473 ; Ali, 2005). Aucun foramen n'est visible sur cette face.

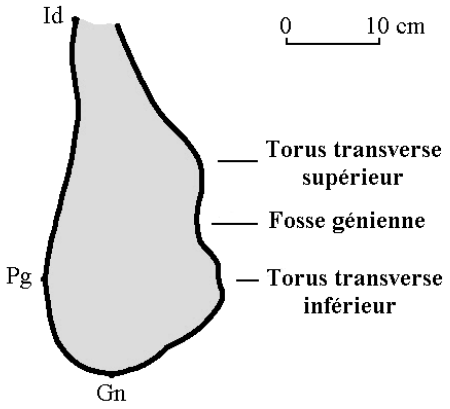


Figure 74 : *profil symphysaire de la mandibule de NK 2.Id = Infradental ; Pg = Pogonion ; Gn = Gnathion.*

Cette morphologie archaïque de la symphyse de NK 2 est également présente sur les mandibules modernes de Skhul V, Témara 1, Qafzeh 9 et Diré-Dawa (McCown & Keith, 1939 ; Vallois & Roche, 1958 ; Vallois, 1951 ; Vandermeerch, 1981). Nous avons observé la présence d'une fosse génienne sur quatre individus de Wadi Halfa (n = 21). Elle était accompagnée d'un léger torus transverse inférieur pour trois d'entre eux. Aucune mandibule de Jebel Sahaba ne possède les caractéristiques décrites chez NK 2.

Sur le bord inférieur se trouvent les empreintes digastriques. Elles sont vastes (longueur = 23,1 mm, largeur = 9,1 mm) et orientées vers le bas et l'arrière. L'orientation de ses empreintes a varié au cours de l'évolution en passant d'une position inférieure à une position plus postérieure chez les hommes actuels (Weidenreich, 1936). Chez NK 2, ces empreintes ont une disposition intermédiaire sans doute liée à la présence du torus transverse inférieur.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Robustesse du corps mandibulaire et de la symphyse

Les dimensions du corps de la mandibule de NK 2 sont élevées. Les hauteurs à la symphyse, au foramen mentonnier et entre $M_1 - M_2$ se placent dans la partie supérieure de la variabilité des groupes de comparaison. Les valeurs décroissent régulièrement de l'avant vers l'arrière selon le modèle moderne de Piquet (1956). L'indice de hauteur du corps (IHC) montre un grand chevauchement entre les étendues des différents groupes de comparaison. L'indice de NK 2 (IHC = 88,34) se situe dans la moyenne de l'échantillon moderne de comparaison (86,18 ± 9,38 ; n = 258).

Les épaisseurs du corps ont été prises aux trois mêmes niveaux que les hauteurs. Elles sont aussi élevées. Les indices de robustesse s'inscrivent par conséquent dans la variabilité des différents groupes de comparaison (Figure 75). L'épaisseur à la symphyse de NK 2 est particulièrement élevée (SYB = 19,10 mm). Elle sort de la limite supérieure à 95 % de la variabilité de la plupart des groupes de comparaison ou se place à proximité de cette limite lorsqu'elle est comparée aux Néandertaliens et aux hommes modernes du Paléolithique moyen (Figure 75). La valeur de NK 2 s'explique en partie par la présence des torus transverses. La hauteur à la symphyse étant également grande, l'indice de robustesse à cet endroit ne sort pas de la variabilité à 95 % des groupes, mais se place au sein des valeurs élevées.

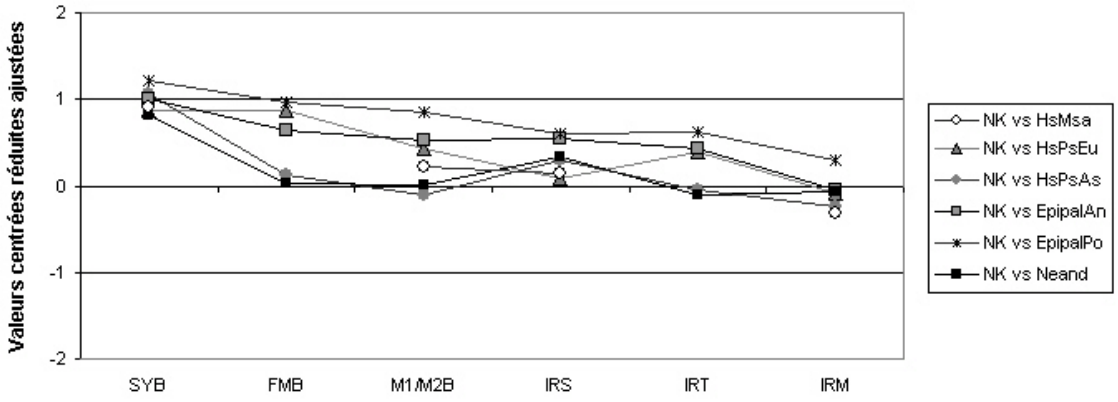


Figure 75 : *valeurs centrées réduites ajustées des épaisseurs et indices de robustesse de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison. SYB, FMB & M1/M2B = épaisseur à la symphyse, au foramen mentonnier et entre M_1/M_2. IRS, IRT & IRM = indices de robustesse calculés aux mêmes endroits.*

En ce qui concerne l'épaisseur au foramen mentonnier et entre $M_1 - M_2$, on observe une différence entre les courbes de NK 2 rapportées à la variabilité des « HsPsAs » et des

Néandertaliens par rapport à celles des autres groupes (Figure 75). NK 2 est très proche des moyennes de ces deux derniers, tandis qu'il se place dans la partie supérieure de la variabilité des autres groupes de comparaison. Le diagramme bivarié de la largeur au foramen mentonnier en fonction de la largeur à la symphyse montre que NK 2 se positionne en marge de la variabilité de l'échantillon de comparaison pour ces mesures, alors que la mandibule de Loyangalani (Twiesselmann, 1991) qui est très puissante ainsi que celle de Kébara 2 (Tillier, 1991) se positionnent hors de cette variabilité (Figure 76).

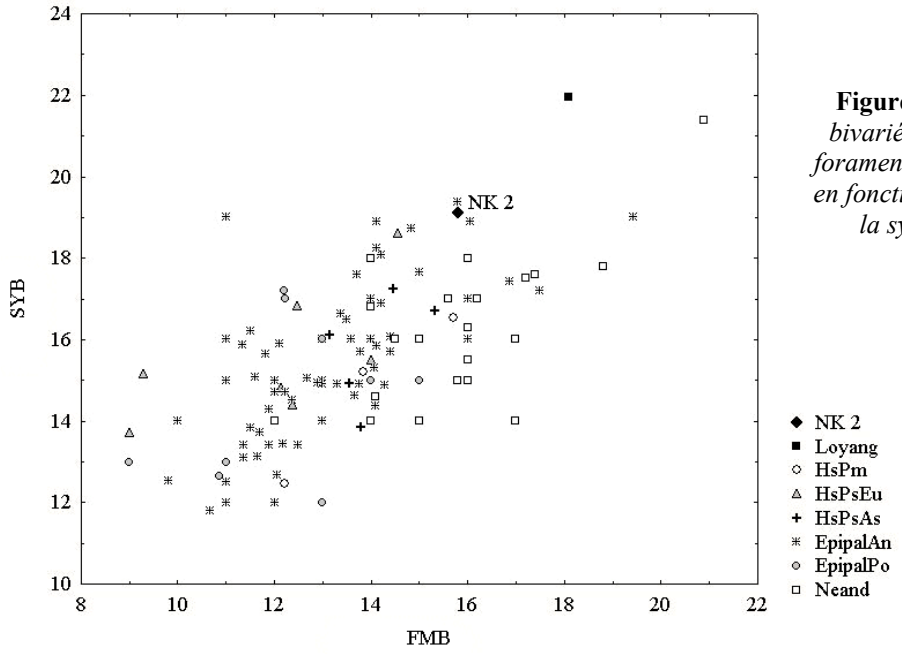


Figure 76 : *diagramme bivarié de l'épaisseur au foramen mentonnier (FMB) en fonction de l'épaisseur à la symphyse (SYB).*

En ce qui concerne la morphologie générale du corps mandibulaire, l'arcade alvéolaire possède des extrémités divergentes qui lui confèrent une forme parabolique. Le bord inférieur est rectiligne en vue latérale comme chez 33 % des Epipaléolithiques nubiens (n = 48). Les mêmes proportions de bord inférieur rectiligne ont été observées par Dutour (1989) chez les individus de Hassi-el-Abiod (38 %, n = 21).

En vue latérale, les foramens mentonniers gauche et droit de Nazlet Khater 2 sont visibles (diamètre de 2,8 mm). Ils sont uniques et situés sous la deuxième prémolaire à mi-hauteur entre le bord inférieur et l'arcade alvéolaire. La disposition sous la P_4 du foramen mentonnier est la plus fréquente dans les populations de Jebel Sahaba et Wadi Halfa (53 %, n = 53) de même que

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

chez les hommes modernes du Paléolithique moyen et du Paléolithique supérieur (respectivement 66,7 %, n = 6 & 80,8 %, n = 26 ; Crevecoeur & Trinkaus, 2004).

On observe un relief volumineux à l'union de la branche montante et du corps chez NK 2. Il s'agit de la proéminence latérale. Elle donne naissance au torus latéral supérieur qui s'atténue rapidement et disparaît avant le foramen mentonnier ainsi qu'au torus marginal visible à la base du corps. Ce dernier est bien visible sur les deux faces latérales de la mandibule de NK 2. Entre ces deux torus, se trouve une légère dépression (*sulcus intertoralis*) plus marquée à droite qu'à gauche.

Les faces médiales de la mandibule de NK 2 n'offrent pas de caractéristiques particulières. Les fosses sub-linguales et sub-mandibulaires sont peu creusées. La ligne mylo-hyoïdienne forme une légère crête dans sa partie postérieure. Antérieurement, elle forme un bourrelet mousse qui marque un passage progressif entre le bord alvéolaire et le bord inférieur.

Branche mandibulaire

La branche mandibulaire est exceptionnellement large (RAB = 51,60 mm). Sa largeur minimale (RMB = 51 mm) est également hors de la variabilité de tous les groupes de comparaison. Les hauteurs de la branche (maximale et minimale) s'inscrivent dans la partie supérieure de la variabilité de l'échantillon de comparaison. Par conséquent, l'indice du *ramus* mandibulaire de NK 2 (IBM = 80) se situe juste à la limite supérieure à 95 % de la variabilité de cet échantillon (63,50 ± 8,81, n = 185). Seul l'indice de Loyangalani (84,94), supérieur à la valeur de Nazlet Khater 2 en raison d'un *ramus* moins haut, sort de l'intervalle à 95 %. Lorsque nous projetons la largeur du *ramus* en fonction de sa hauteur, on voit clairement que NK 2 et Loyangalani s'individualisent du reste de l'échantillon de comparaison en ce qui concerne la largeur de leur branche montante (Figure 77).

Selon Bastir *et al.* (2004), la largeur absolue et relative du *ramus* mandibulaire n'est pas significativement allométrique, contrairement à la longueur de la mandibule, à l'angle goniaque et à la hauteur du processus coronoïde. Leurs résultats suggèrent qu'il existe une corrélation forte entre la largeur de la branche et l'orientation de la région sphéno-occipitale ainsi que de la partie pétreuse latérale des fosses cérébrales moyennes. Ces observations témoignent d'une unité de la région pétro-mandibulaire lors du développement, ce qui impliquerait, selon Bastir *et al.* (2004), que la largeur du *ramus* soit partiellement conditionnée par des facteurs génétiques.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

La largeur de la branche mandibulaire ayant décru au cours de l'évolution humaine (Rosas & Bermúdez de Castro, 1998), la taille du *ramus* de NK 2 peut être considérée comme un trait archaïque.

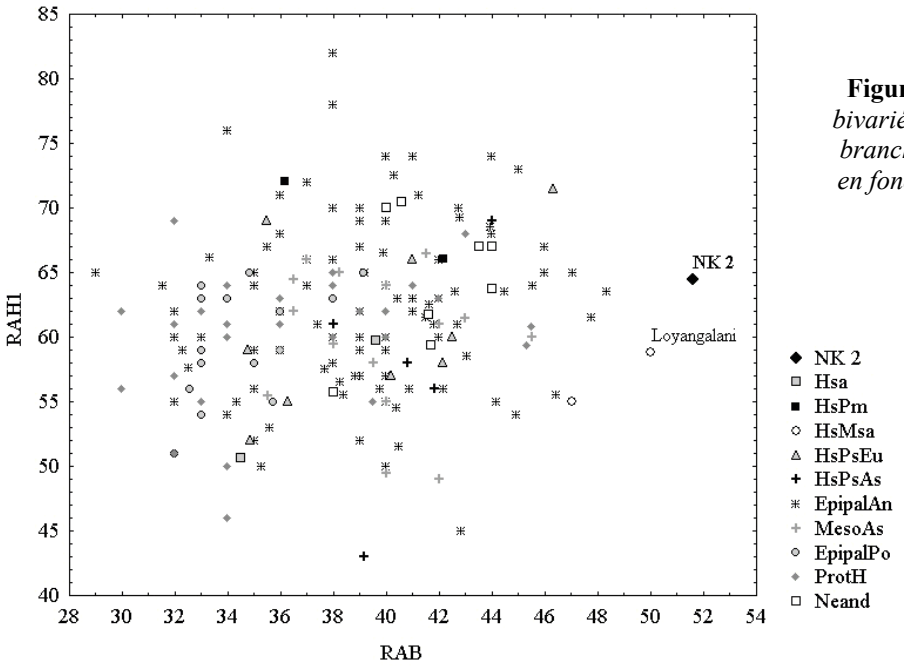


Figure 77 : *diagramme bivarié de la largeur de la branche montante (RAB) en fonction de sa hauteur (RAH1)*

Face latérale

Les gonions de Nazlet Khater 2 sont peu saillants. Le bord postérieur de la branche montante est de forme sigmoïde. La face latérale est marquée par les zones d'insertions des faisceaux du muscle masséter (*m. masseter*). Ces rugosités sont plus fortes sur le *ramus* droit. A environ 14 mm du point le plus inférieur de l'incisure mandibulaire, se trouve un renflement qui correspond à l'*eminentia lateralis rami* (Weidenreich, 1936).

Les processus coronoïdes sont larges et bien développés. Le rebord antérieur est courbé vers l'arrière et le postérieur montre une encoche à mi-hauteur. Cette dernière est beaucoup plus exprimée du côté droit où elle forme une véritable épine (Figure 78).

L'incisure mandibulaire est symétrique comme chez 61 % (n = 48) des Epipaléolithiques nubiens et 88,2 % (n = 17) des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe (Crevecoeur & Trinkaus, 2004). Sa profondeur est élevée chez Nazlet Khater 2 (PECH = 15 mm) par rapport aux moyennes des populations de Jebel Sahaba et Wadi Halfa (12,27 ± 1,84 mm ; n = 36). C'est la moyenne des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

(14,45 ± 2,58 mm ; n = 10) qui se rapproche le plus de la valeur de NK 2. En revanche, la longueur de l'incisure mandibulaire de NK 2 s'inscrit dans la moyenne de l'échantillon de comparaison.

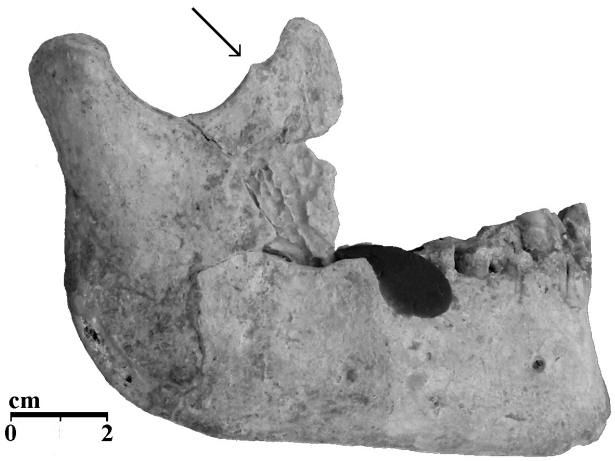


Figure 78 : *photographie en vue latérale droite de la mandibule de NK 2 montrant l'encoche du bord postérieur du processus coronoïde.*

Les condyles mandibulaires de Nazlet Khater 2 sont symétriques et de forme elliptique. Ils occupent une position médiale par rapport au plan défini par le prolongement de l'incisure mandibulaire comme chez 100 % des hommes modernes du Paléolithique moyen et supérieur ainsi que tous les Epipaléolithiques nubiens. La fosse d'insertion du muscle ptérygoïde latéral (*m. ptegyroideus lateralis*), sur la face antérieure du processus condylaire, est marquée à gauche et entourée d'un bourrelet osseux. Du côté droit, elle est à peine prononcée. Les dimensions (largeur et longueur) des condyles de NK 2 sont proches des moyennes des différents groupes de comparaison. Lorsque la mandibule repose sur sa base, la hauteur des processus coronoïdes dépassent celle des condyles.

Face médiale

La crête temporale débute sur la face interne du processus coronoïde à mi-hauteur de ce dernier. Elle est très volumineuse, surtout du côté gauche, et se prolonge inférieurement jusqu'à un torus *triangularis* très prononcé. L'épaisseur de la branche mandibulaire atteint à ce niveau près de 14 mm.

Le foramen mandibulaire est ovalaire avec un diamètre moyen de 6 mm selon le grand axe. Son ouverture est orientée vers l'arrière et vers le haut. L'épine de Spix est cassée des deux côtés. Sur la branche gauche, il existe un foramen mandibulaire accessoire 5 mm en arrière du foramen principal. Il se situe juste dans le prolongement supérieur du sillon mylo-hyoïdien. Ce dernier débute en dessous des foramens mandibulaires principaux, dans le prolongement de la crête ptérygoïde. Cette crête est très nette chez Nazlet Khater 2. Le sillon mylo-hyoïdien de NK 2 est large et long. Il est visible vers le bas et vers l'avant sur plus de 24 mm et sa largeur

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

maximale atteint 2,5 mm. Aucun pont mylo-hyoïdien n'est observable comme pour 80 % des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe et des individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa.

Dans la partie postéro-inférieure de la branche, au niveau de l'angle mandibulaire, les tubérosités ptérygoïdiennes de NK 2 sont très marquées. Ces rugosités correspondent à l'insertion des muscles ptérygoïdiens médiaux.

La morphologique du bord antérieur de la branche mandibulaire est en partie liée aux variations des reliefs qui trouvent leur origine sur la face interne de la branche montante. Chez Nazlet Khater 2, le torus *angularis* va donner naissance antérieurement à deux crêtes. La première, très nette, rejoint le bord médial de l'alvéole de la M_3 et se poursuit par la ligne mylo-hyoidienne. La deuxième est beaucoup moins prononcée et rejoint le bord latéral de l'alvéole de la M_3. Elle correspond à la crête du muscle buccinateur (*m. buccinator*). Ces deux crêtes ne délimitent pas de fossette sus-rétro-alvéolaire chez NK 2, mais une surface plane. Entre le processus coronoïde et le bord alvéolaire postérieur de la M_3, Nazlet Khater 2 exhibe une gouttière vaste correspondant au trigone rétro-molaire.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2.3.3 Les dents

Les dents de NK 2 sont en très mauvais état. La plupart sont fragmentaires et de nombreux morceaux d'émail sont absents laissant apparaître des moignons de dentine fracturée.

Seule l'usure des dents présentant certaines zones d'émail préservées a été étudié (les autres dents sont marquées d'un tiret dans le Tableau 25, ce qui signifie soit que la dent est cassée jusqu'au collet ou jusqu'à l'alvéole, soit que l'émail entourant la dentine a sauté ; voir aussi Figure 79). C'est la technique de Smith (1984) qui est utilisée ci-dessous pour définir les stades d'usures des dents de NK 2.

		Etat d'usure des dents de NK 2 (méthode de Smith, 1984)							
		I1	I2	C	P1	P2	M1	M2	M3
Maxillaire	D	-	-	-	-	**6**	7	6	3
	G	-	-	-	**6**	6	7	6	4
Mandibule	D	5	5	-	**6**	6	**7**	**7**	6
	G	-	-	-	**6**	**6**	**7**	**7**	6

Tableau 25 : *stades d'usure des dents de NK 2 d'après Smith (1984). Les tirets caractérisent les dents cassées dont le stade d'usure ne peut être déterminé avec fiabilité. Les stades en gras correspondent à des dents pour lesquelles seule une partie de l'émail est conservée.*

Les dents mandibulaires sont plus fragmentées que celles des maxillaires. Le stade d'usure est plus avancé en ce qui concerne les deuxièmes et troisièmes molaires. Dans le cas des troisièmes molaires supérieures, cette différence implique probablement une éruption plus tardive par rapport aux M_3 mandibulaires. Bien que la position occlusale originelle ne soit plus visualisable suite aux problèmes de recollage du maxillaire (*cf.* Paragraphe III.2.1), l'occlusion semble avoir été normale. Les molaires inférieures sont plus usées du côté buccal tandis que les supérieures ont une surface occlusale orientée lingualement, à l'exception des M^3 dont la surface est plane. L'inclinaison des surfaces occlusales de M_1 du côté buccal n'est pas très forte. Elle ne dépasse pas 10° et s'inscrit dans la gamme des surfaces d'usure planes caractérisant, selon Smith (1984), les populations de chasseurs-cueilleurs.

Les causes d'une usure dentaire aussi forte chez un adulte jeune sont multiples et difficiles à déterminer précisément. L'environnement, le type de nourriture, les activités spécifiques ou encore l'état de santé de l'individu sont autant de facteurs qui influencent l'abrasion dentaire

(Brothwell, 1963 ; Molnar, 1972 ; Smith, 1984). L'usure des dents de NK 2 ne paraît cependant pas liée à une activité spécifique. Elle résulterait sans doute plus du mode alimentaire et de la présence de particules abrasives au sein de cette alimentation, comme cela a déjà été observé chez certaines populations épipaléolithiques en milieu désertique (Ferembach *et al.*, 1962 ; Greene *et al.*, 1967) ou chez les populations historiques de Nubie (Geus *et al.*, 1996).

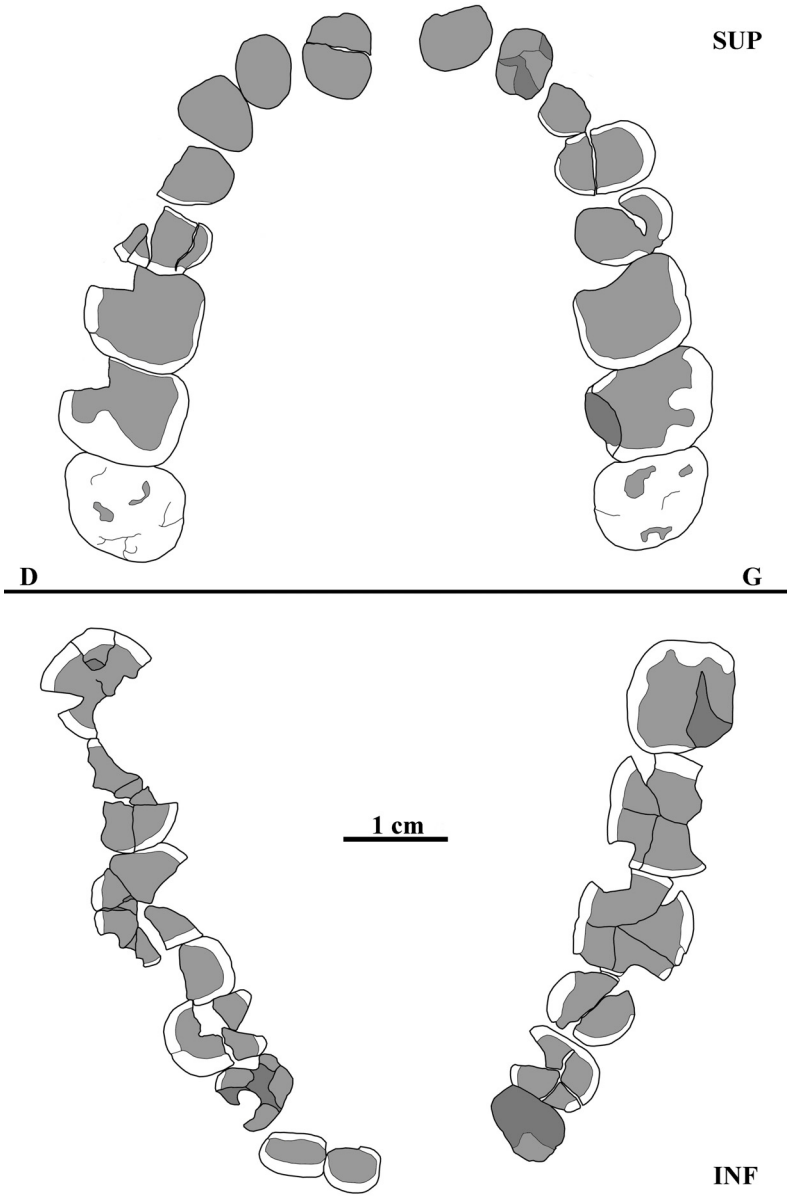


Figure 79 : *arcades dentaires maxillaire et mandibulaire de NK 2 montrant l'état d'usure des dents. Blanc = émail ; gris clair = dentine exposée ; gris foncé = zone conservée au niveau du collet.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les caractères morphologiques des dents de NK 2 ne sont pas observables étant donné l'état d'attrition des surfaces occlusales et les nombreuses fractures post-mortem. Pour les mêmes raisons, seules les dimensions des molaires ont été comparées à celles de notre échantillon de comparaison (*cf. infra*).

Les deux incisives inférieures droites de NK 2 ne présentent aucune caractéristique particulière. Leurs dimensions s'inscrivent dans la variabilité des hommes actuels, à proximité des moyennes des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe.

A titre indicatif, nous avons comparé la longueur bucco-linguale de la première prémolaire supérieure gauche avec les moyennes et écart-types des différents groupes de comparaison. Cette prémolaire est très usée chez NK 2, son diamètre mésio-distal est trop altéré pour rendre compte de la taille réelle de la dent. En revanche, son diamètre bucco-lingual nous paraît plus informatif. Sa valeur est forte (10,33 mm) et constitue en outre une mesure minimale pour ce diamètre. NK 2 se situe dans la gamme supérieure de la variabilité des hommes actuels et au dessus des moyennes des autres groupes de comparaison. Il se rapproche le plus des moyennes des hommes modernes du Paléolithique moyen (BL = 10,3 ± 0,58 mm, n = 12) et des Néandertaliens (BL = 10,33 ± 0,73 mm, n = 34 ; Monge *et al.*, 2005). Les *Homo sapiens* archaïques présentent des dimensions coronaires encore plus élevées que celles de ces deux groupes. Cela témoignerait de l'héritage ancestral de cette caractéristique chez les spécimens de Qafzeh et Skhul (Vandermeersch, 1981 ; Monge *et al.*, 2005). Nous pouvons supposer qu'il en est de même avec NK 2 et que ses dents de grandes dimensions représentent un trait archaïque.

Les dimensions des molaires inférieures avaient déjà été confrontées à celles des Néandertaliens ainsi que des hommes modernes du Paléolithique moyen et du Paléolithique supérieur d'Europe dans le cadre de la comparaison des mandibules de NK 2 et Oase 1 (Crevecoeur & Trinkaus, 2004). Nous avons ici étendu la comparaison aux fossiles africains archaïques ainsi qu'aux spécimens modernes allant du *Middle Stone Age* à l'époque actuelle (Figure 80). L'échantillon d'hommes actuels provient de la compilation des données de près de 200 populations récentes réalisée par Kieser (1990). La variabilité métrique des molaires est grande et il existe peu de différences entre les moyennes de chacun des échantillons de comparaison.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

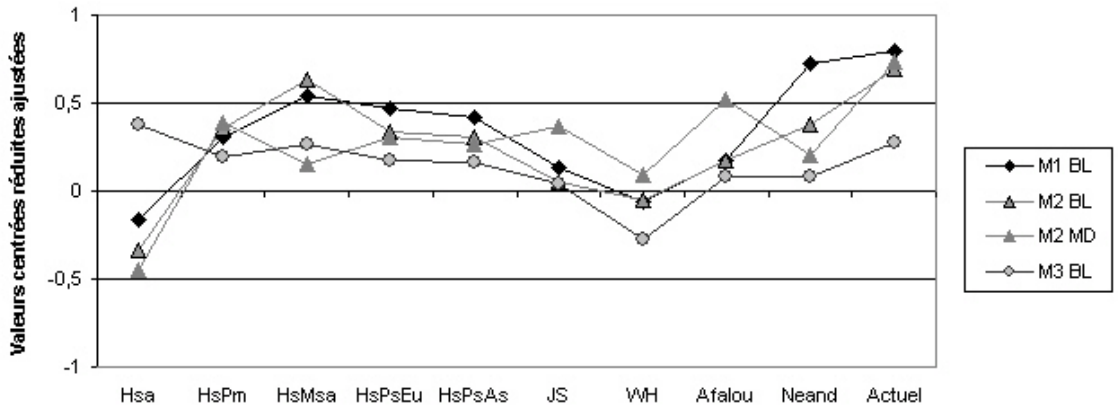


Figure 80 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions bucco-linguale (BL) et mésio-distale (MD) des molaires inférieures de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison.*

Les dimensions de NK 2 s'inscrivent dans la variabilité de tous les groupes de comparaison. Elles se situent cependant dans la partie supérieure de la variabilité par rapport aux populations actuelles, à l'exception de la troisième molaire dont la variabilité actuelle (et fossile) est beaucoup plus importante. Les diamètres des dents de NK 2 se rapprochent le plus des moyennes des individus Epipaléolithiques du nord de l'Afrique, considérés comme des populations macrodontes (Greene *et al.*, 1967 ; Dutour, 1989). Cette tendance à posséder de grandes dents a également été observée par Frayer (1978), pour les individus du début du Paléolithique supérieur par rapport aux spécimens plus récents. Seuls les *Homo sapiens* archaïques présentent des valeurs en moyenne plus fortes que celles de NK 2 pour les deux premières molaires mandibulaires. Les deux représentants du groupe des hommes modernes atériens que sont Témara 1 et Dar-es-Soltan 5, possèdent des diamètres plus élevés que NK 2, mais qui s'inscrivent toujours dans la variabilité des différents groupes de comparaison.

Les dimensions des molaires supérieures suivent le même schéma que celui des inférieures. Ce sont les valeurs des dents droites de NK 2 qui sont comparées dans ce cas-ci (Figure 81). Nazlet Khater 2 se situe dans la partie supérieure de la variabilité des hommes actuels pour le diamètre bucco-lingual de sa deuxième et troisième molaire. Les diamètres de la première molaire et le diamètre mésio-distal de la deuxième molaire se situent en-dessous des moyennes des différents groupes de comparaison. Ce résultat est sans doute la conséquence d'une sous-estimation des dimensions de la couronne dentaire en raison de l'usure forte de ces dents au niveau mésial.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

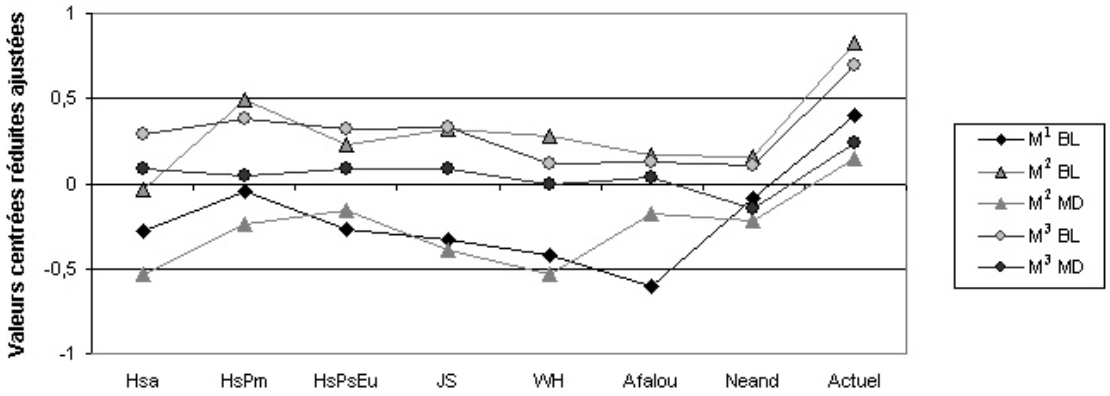


Figure 81 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions bucco-linguale (BL) et mésio-distal (MD) des molaires supérieures de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison.*

Il n'existe pas assez de molaires supérieures du *Middle Stone Age* pour inclure ce groupe dans la Figure 81. Les valeurs de ce groupe sont données à titre comparatif dans le Tableau 26 avec celles de NK 2. Ce dernier présente des diamètres plus élevés à l'exception du diamètre mésio-distal de la M^2. La diminution de taille entre la M^2 et la M^3 est peu marquée chez NK 2 surtout au niveau du diamètre bucco-lingual.

		M^2		**M^3**	
		BL	MD	BL	MD
NK 2	d	12,87	10,13	12,45	9,38
	m	12,4	11	10,67	9,3
HsMsa	s	0,57	0,71	0,58	0,46
	n	2	2	3	3

Tableau 26 : *diamètres bucco-lingual et mésio-distal des deuxièmes et troisièmes molaires supérieures de NK 2 et des hommes modernes du Middle Stone Age.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2.3.4 L'os hyoïde

Les dimensions de l'os hyoïde de NK 2 s'inscrivent dans la variabilité actuelle d'après les données de Arensburg *et al.* (1989 ; Figure 82). Il possède une longueur plus importante que sa largeur liée à sa forme en « U », contrairement à la tendance actuelle. Nous voyons d'ailleurs que la largeur de l'os est la seule mesure à se placer sous la moyenne actuelle. Le corps est long et large et la profondeur de la face postérieure se situe dans la partie supérieure de la variabilité actuelle. Rappelons toutefois que selon Arensburg (1991) la variabilité métrique des os hyoïdes est très grande.

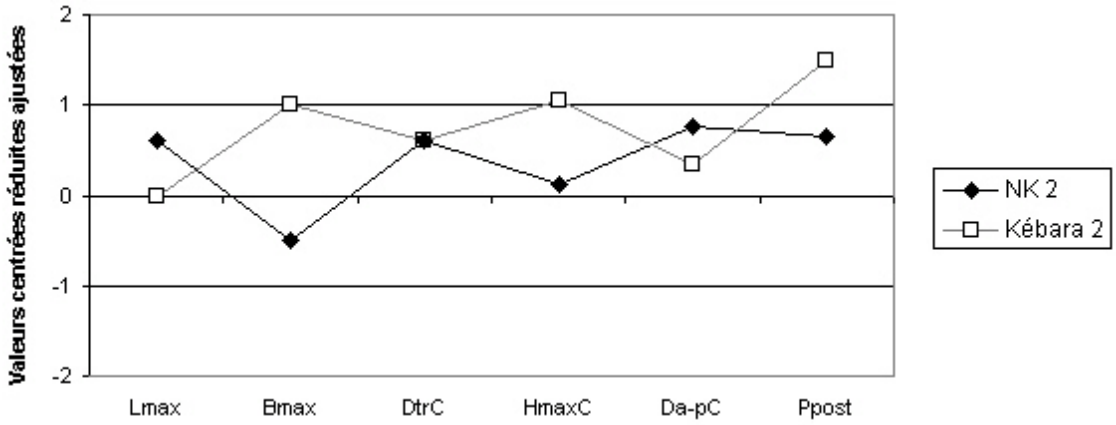


Figure 82 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures de l'os hyoïde de NK 2 et Kébara 2 par rapport à un échantillon actuel (données tirées de Arensburg* et al., *1989). Lmax = longueur maximale ; Bmax = largeur maximale ; Da-pC & Dtrc = diamètres antéro-postérieur et transverse du corps ; HmaxC = hauteur du corps ; Ppost = Profondeur de la face postérieure du corps.*

Le corps, les deux grandes cornes et les deux petites cornes sont fusionnés ensemble (Figure 83). La face antéro-supérieure est convexe et divisée en deux transversalement par une crête mousse. La partie supérieure est plane, en forme de croissant, et séparée en deux par une crête sagittale saillante. Cette dernière est bordée de part et d'autre par deux dépressions ovales de 2,5 mm de large à gauche et 1,5 mm à droite. Le creux gauche est plus important et excavé que le droit. La partie antérieure est convexe et marquée par deux grandes dépressions circulaires latérales pour l'insertion du muscle omo-hyoïdien (*m. omo-hyoideus*). La face postérieure est concave et profonde (2,8 mm). Elle est orientée postéro-inférieurement. Sa surface est lisse et

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

poreuse dans le fond de la dépression. Cette dernière est le siège de l'insertion des muscles sterno-hyoïdien et thyro-hyoïdien (*mm. sternohyoideus* et *thyrohyoideus*).

La grande corne gauche est longue. Elle est aplatie transversalement dans sa moitié antérieure où elle possède sa largeur maximale. Ensuite, elle s'amincit et s'arrondit jusqu'au tubercule terminal. La partie conservée de la corne droite permet de concevoir la forme générale en « U » de l'os hyoïde de NK 2, les deux cornes étant dirigées parallèlement.

La petite corne droite est soudée dans sa partie antérieure au corps et à la grande aile au niveau de leur articulation. Elle est cylindrique et orientée postéro-latéralement.

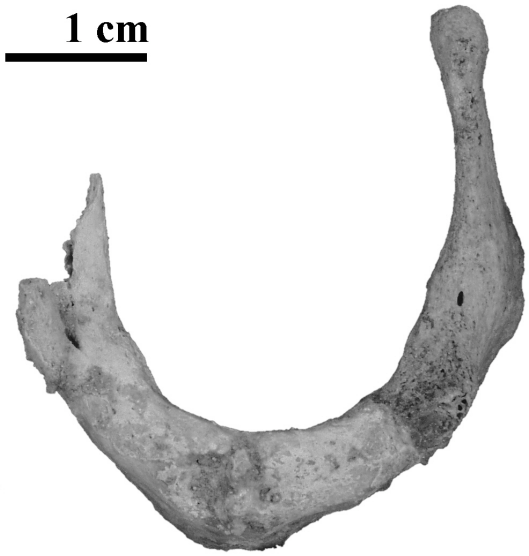


Figure 83 : *photographie de l'os hyoïde de NK 2 en vue craniale.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2.3.5 La ceinture scapulaire

Les clavicules

Caractères généraux

Les deux clavicules de NK 2 possèdent des dimensions générales proches. Leurs longueurs maximales (Lmax (d) = 145,25 mm ; Lmax (g) = 145,8 mm) se situent dans la partie inférieure de la variabilité de l'échantillon moderne de comparaison (151,5 ± 12,3 mm ; n = 139). Cette valeur faible est liée à la petite taille de NK 2 car l'indice clavico-huméral témoigne d'une clavicule de taille moyenne par rapport à la longueur des humérus (IndCH = 46,13).

L'indice de robustesse est élevé (IndR = 26,22). Il se situe au-delà de la limite à 95% de la variabilité des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe, et se rapproche des valeurs fortes présentes chez les individus de Qafzeh et Skhul (Figure 84). Au sein du groupe des « EpipalAn », ce sont les populations de Hassi-el-Abiod et Wadi Halfa qui montrent les valeurs les plus fortes de l'indice de robustesse. Leurs moyennes (respectivement de 27,3 et 26,6) sont très proches de la valeur de l'indice de NK 2.

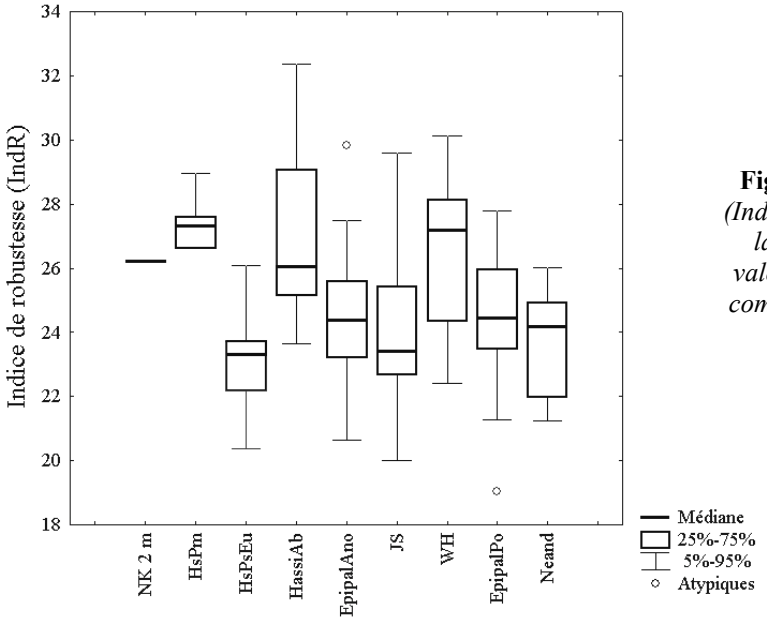


Figure 84 : *indice de robustesse (IndR) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison. (NK 2 m = moyenne gauche et droite)*

Les courbures horizontales externe et interne des deux clavicules sont symétriques. L'écart entre les valeurs gauches et droites ne dépasse pas 4°. La courbure horizontale interne des

clavicules de NK 2 (Aint (d, g) = 150°) est équivalente à la moyenne de l'échantillon moderne de comparaison (149,4 ± 5,7° ; n = 67). La courbure externe (Aext (d, g) = 129,5°) est plus marquée et se place dans les valeurs inférieures de la variabilité de l'échantillon moderne de comparaison (139,6 ± 8,1° ; n = 65).

En vue postérieure, la déflexion claviculaire de Matiegka (1928) est pratiquement nulle. Les clavicules de NK 2 montrent une morphologie de type I (Olivier, 1951). Cette dernière est la plus fréquente (84,8 %) chez les hommes modernes (Voisin, 2001). La courbure supérieure est absente et le contour inférieur est marqué par une courbure faiblement prononcée et par la projection du tubercule conoïde.

Extrémité sternale

Les extrémités sternales des clavicules de NK 2 montrent une certaine asymétrie morphologique. Du côté gauche, la surface articulaire s'inscrit dans un triangle isocèle tandis qu'à droite elle est de forme ovoïde. La différence entre les valeurs de hauteur et de largeur de cette extrémité est d'autant plus marquée à droite qu'à gauche (Figure 85). Leurs dimensions s'inscrivent dans la moyenne de l'échantillon de comparaison.

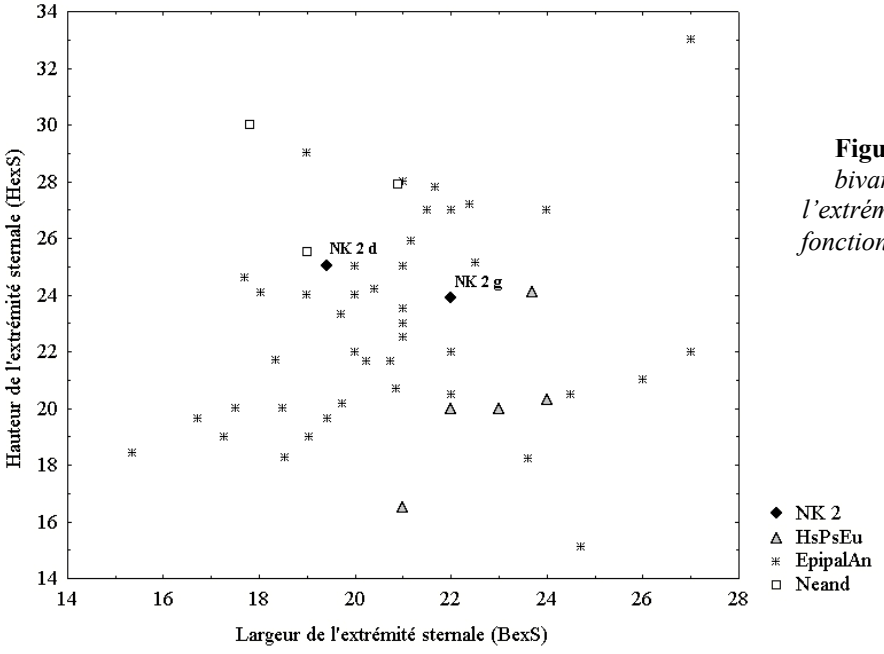


Figure 85 : *diagramme bivarié de la largeur de l'extrémité sternale (BexS) en fonction de sa hauteur (HexS)*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

La zone d'insertion du ligament costo-claviculaire n'est observable que sur la clavicule gauche. Elle est rugueuse, bien marquée et forme une crête sur le bord postéro-inférieur de la diaphyse.

Diaphyse

L'indice diaphysaire des clavicules est assez faible (IndD (d, g) = 72,86) par rapport à la moyenne des groupes modernes de comparaison (88,6 ± 15,7 ; n=127). Il sort de la limite à 95 % (n = 18) de la variabilité des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe (Figure 86). Ceux-ci possèdent des diaphyses de forme quadrangulaire ou circulaire caractérisées par un indice diaphysaire moyen proche de 100.

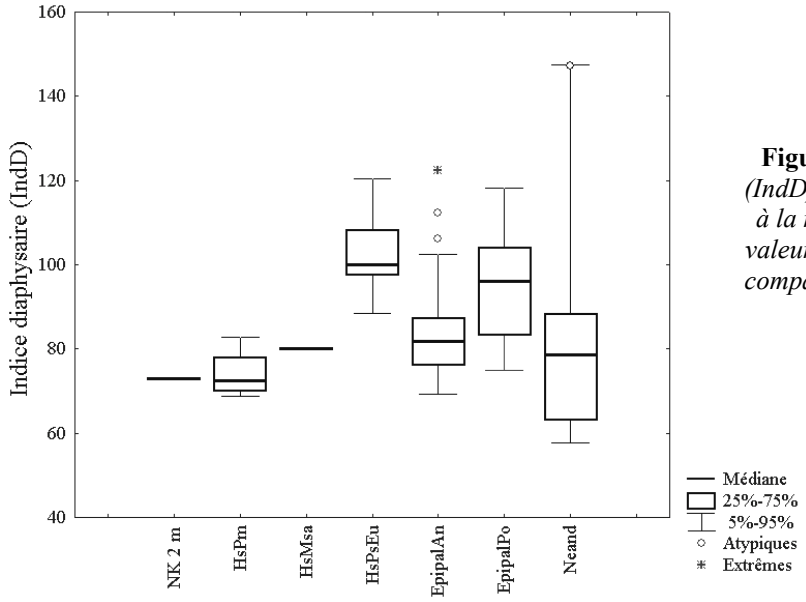


Figure 86 : *indice diaphysaire (IndD) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.(NK 2 m = moyenne gauche et droite)*

Cet indice témoigne pour NK 2 d'un aplatissement cranio-caudal de la diaphyse au niveau médian. Il est de plus en plus marqué vers l'extrémité acromiale. La gouttière du muscle subclavier est très creusée. Le fort développement de son bord postérieur est surtout visible sur la clavicule droite où il est le mieux conservé, comme le montre la coupe scanner des deux diaphyses à 1 cm du tubercule conoïde (Figure 87). La présence et le degré d'expression du sillon du muscle subclavier (*m. subclavius*) varient beaucoup au sein des populations actuelles (Olivier, 1951 ; 1960). Cependant, sa manifestation semble aller de pair avec le développement du tubercule conoïde (Olivier, *ibidem*).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

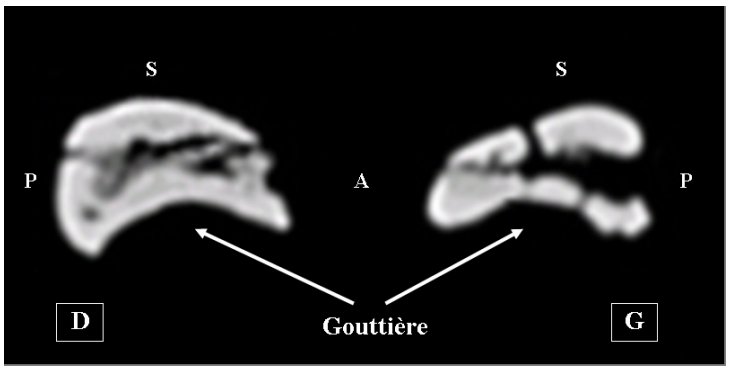


Figure 87 : *coupe scanner de la diaphyse des clavicules de NK 2 à 1 cm du tubercule conoïde montrant le sillon du muscle subclavier. D = droite ; G = gauche ; P = postérieur ; S = supérieur ; A = antérieur.*

Extrémité acromiale

Seule l'extrémité distale droite est entièrement conservée. Sa hauteur et sa largeur sont très élevées et sortent de la variabilité (95 %) de notre échantillon moderne de comparaison. La surface articulaire acromiale droite est déformée, mais la moitié conservée de l'extrémité gauche, qui elle est saine, s'accorde avec les dimensions de la clavicule gauche. Il semble que la déformation observée à droite ne soit pas la cause des valeurs hors normes de l'extrémité acromiale de la clavicule de NK 2. Nous avons calculé l'indice de largeur acromiale (en rapport avec la longueur de la clavicule). Sa valeur est extrêmement forte, comme le montre la Figure 88 et se situe au-delà de la variabilité de notre échantillon moderne de comparaison (n = 39).

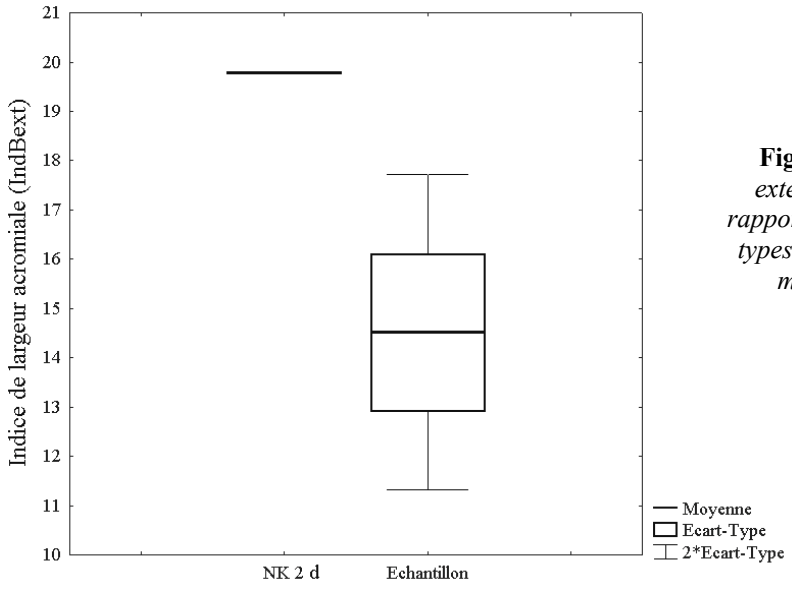


Figure 88 : *indice de largeur externe (IndBext) de NK 2 par rapport à la moyenne et aux écart-types des valeurs de l'échantillon moderne de comparaison.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les insertions musculaires et ligamentaires de l'extrémité acromiale des deux clavicules sont très marquées. Le tubercule conoïde est très développé. Il est large à sa base et son extrémité pointue se détache clairement du bord postérieur à gauche. Il se prolonge distalement par une surface large et rugueuse correspondant à l'insertion du ligament trapézoïde. Cette dernière, plus marquée à gauche qu'à droite, se poursuit jusqu'au niveau antéro-inférieur de la surface articulaire. Le tubercule deltoïdien est bien marqué sur le bord antérieur de la clavicule gauche. A droite, il n'est préservé qu'à moitié, mais il est tout aussi bien net.

Comme nous l'avons souligné plus haut, l'extrémité acromiale de la clavicule droite est déformée. La surface articulaire forme un « V » inversé orienté inférieurement. On observe sur la face inférieure de la clavicule, la présence d'un sillon au centre de ce « V » qui se prolonge proximalement. Comme nous ne disposons pas de la surface articulaire acromiale de la scapula droite, il est difficile de comprendre l'étiologie de cette anomalie. La surface articulaire ne semble pas avoir subi de remodelage osseux.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les scapulas

Cavité glénoïdale

La cavité glénoïde droite est piriforme. Elle possède une orientation cranio-dorsale dont témoigne son angle axillo-glénoïdien (Agl (d, g) = 132,2°). Cet angle se situe dans la moyenne des populations actuelles étudiées par Vallois (1932). Sa profondeur à droite vaut 4 mm et les bords de la cavité sont arrondis.

En ce qui concerne ses dimensions générales de longueur et de largeur, NK 2 se situe dans la moyenne de notre échantillon de comparaison (Figure 89). Cette figure illustre une certaine partition entre les groupes en fonction de la largeur de la cavité. Les individus de Taforalt possèdent une cavité proportionnellement plus large que les autres groupes tandis que les Néandertaliens montrent la tendance inverse, comme l'ont décrit Churchill & Trinkaus (1990).

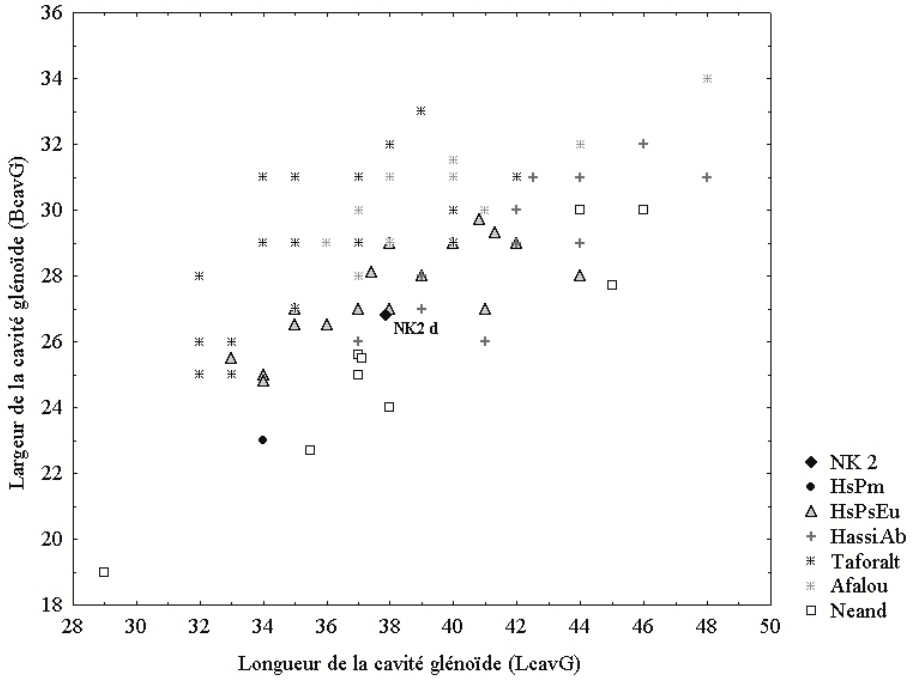


Figure 89 : *diagramme bivarié de la longueur de la cavité glénoïde (LcavG) en fonction de sa largeur (BcavG).*

NK 2 se situe entre ces deux groupes, mais se rapproche le plus des proportions des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe comme le montre son indice glénoïdien (Figure 90).

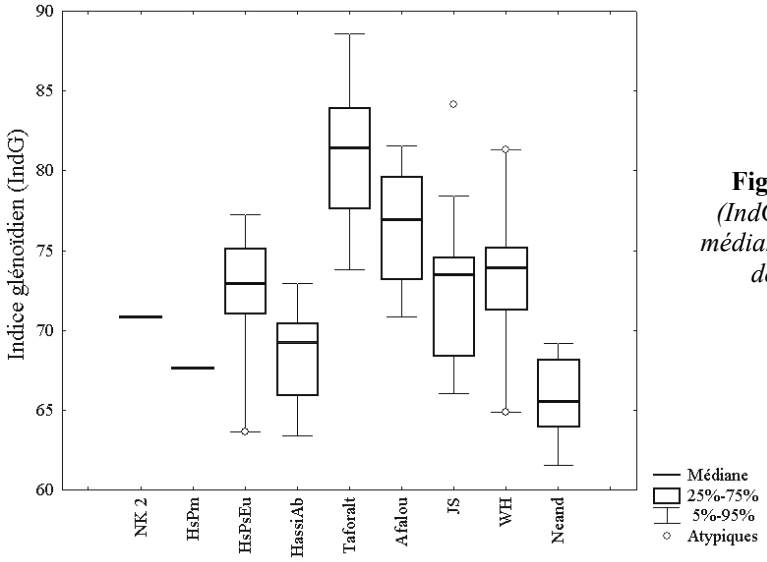


Figure 90 : *indice glénoïdien (IndG) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

Bord latéral

En vue latérale, le bord axillaire des deux scapulas de NK 2 est concave. Il est assez long (Laxi (g) = 138,68 mm) par rapport aux moyennes des populations actuelles publiées par Vallois (1932), mais il s'inscrit totalement dans leur variabilité. Son épaisseur à mi-hauteur vaut 12,5 mm et se situe légèrement en dessous de la moyenne des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe (13,59 ± 1,75 mm ; n = 9).

La morphologie du bord latéral de la scapula a fait l'objet de nombreux travaux en raison de son aspect particulier chez la plupart des Néandertaliens. Trois types ont été décrits par Vallois (1932) sur base de l'agencement des différentes crêtes et surfaces présentes sur le bord latéral. Les deux scapulas de NK 2 possèdent une morphologie très similaire du bord axillaire. Le contour à mi-hauteur de la scapula gauche est schématisé sur la Figure 91. Nazlet Khater 2 appartient au Type II de Vallois (1932) caractérisé par deux gouttières, ou sillons, de part et d'autre de la crête médiale (*crista medioaxillaris ; c.m.a*). Ces deux surfaces latérales, l'une antérieure et l'autre postérieure, sont séparées respectivement de la fosse sous-scapulaire par une crête antérieure (*crista ventroaxillaris ; c.v.a.*) et de la fosse infra-épineuse par une crête postérieure (*crista dorsoaxillaris ; c.d.a*). La crête postérieure est très nette et bien développée ce qui accentue la concavité de la surface postéro-latérale. Elle débute au niveau du tiers proximal du bord latéral sur la crête médiale et se termine au sommet de l'insertion du grand rond (*m. teres major*) sur la face postérieure de l'os. La crête antérieure est en revanche

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

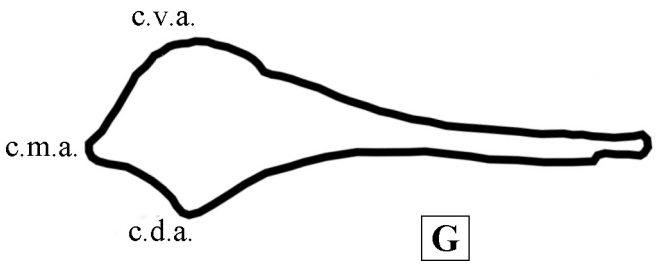


Figure 91 : *contour du bord latéral de la scapula gauche de NK 2 à mi-hauteur.* c.v.a = crista ventroaxillaris ; c.m.a.= crista medioaxillaris ; c.d..a. = crista dorsoaxillaris.

beaucoup plus large et mousse. Elle débute sur la face antérieure au niveau du bord inférieur de la cavité glénoïde (où elle est très large), pour ensuite venir rejoindre la crête médiale au niveau de l'insertion du grand rond.

Cette morphologie qui a été mise en évidence pour la première fois par Testut (1889), est la plus commune au sein des hommes modernes du Paléolithique moyen et supérieur (Vandermeersch, 1981 ; Trinkaus, 2006b). Elle est rare chez les populations actuelles à l'exception des Australiens et des Mélanésiens (Vallois, 1932). Dans la forme la plus répandue actuellement (Type I), la surface postéro-latérale, au lieu de former une gouttière, est aplatie et occupe une position nettement postérieure. La surface antéro-latérale forme, elle, un sillon net. Chez les Néandertaliens, c'est le Type III qui prédomine. Ce dernier se caractérise par une surface postéro-latérale très excavée et un sillon antéro-latéral pratiquement absent (Vallois, *ibidem*).

La proportion des trois types en fonction de la population de comparaison est reprise dans le Tableau 27. En ce qui concerne les Epipaléolithiques du nord de l'Afrique, nous ne disposons que de la description de Ferembach *et al.* (1962) sur les scapulas de Taforalt. Il semble que le Type I soit le plus répandu, bien que certains individus présentent une double gouttière (Ferembach, *ibidem*).

	n	**Type I** (gouttière ventrale)	**Type II** (deux gouttières)	**Type III** (gouttière dorsale)
NK 2 (d & g)			**X**	
HsPm	5	20 %	80 %	-
HsPsEu	21	13,1 %	72,6 %	14,3 %
Neand	27	3,7 %	29,6 %	66 %
Actuels (Trinkaus, 1977)				
Amérindiens	119	86,6 %	13,4 %	-
Européens	120	75,8 %	23,8 %	0,4 %

Tableau 27 : *pourcentages des différents types morphologiques du bord latéral de la scapula pour NK 2 et les groupes de comparaison. (d'après Vandermeersch, 1981 ; Nara, 1994 & Trinkaus, 2006b).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les sillons postéro-latéral et antéro-latéral de la morphologie de type II correspondent respectivement aux zones d'insertions des muscles petit rond et grand rond (*m. teres minor* et *m. teres major*) pour la surface postéro-latérale et à l'insertion du muscle subscapulaire (*m. subscapularis*) pour la surface antéro-latérale. Selon Vallois (1932), la position plus latérale des insertions de ces muscles dans le Type II augmenterait la force de ces derniers comme abducteurs. Par conséquent, cette morphologie correspondrait à des mouvements d'élévation du bras plus puissant que pour le Type I (Vallois, *ibidem*).

Le bord latéral est caractérisé au niveau proximal par la présence d'un tubercule infraglénoïde bien visible sur la scapula droite. Il s'agit d'une surface rugueuse triangulaire pour l'insertion du long chef du triceps brachial (*m. triceps brachialis*). Elle est interrompue distalement par un sillon vasculaire correspondant à l'empreinte de l'artère circonflexe (Finnegan & Faust, 1974). Cette dernière se situe assez haut, à 27 mm du bord inférieur de la cavité glénoïde. Ce sillon entaille la crête médiane du bord latéral et remonte jusqu'à l'épine (Figure 92). Il n'est pas visible sur la scapula gauche (*cf.* Paragraphe III.2.3.10).

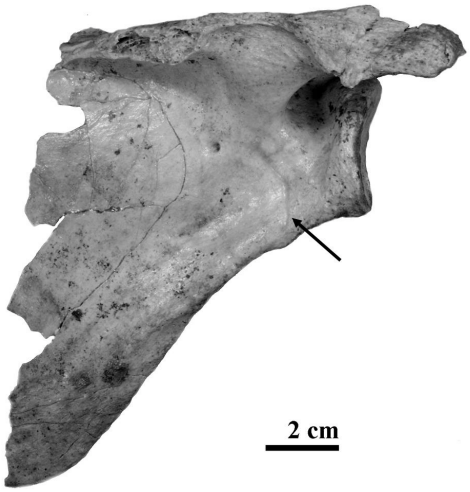


Figure 92 : *photographie en vue dorsale de la scapula droite de NK 2 montrant le sillon de l'artère circonflexe.*

La partie distale du bord latéral est marquée par l'insertion du muscle grand rond. Elle est plus marquée sur la scapula gauche avec la présence d'un petit tubercule qui vient interrompre le bord latéral de l'os. La surface postérieure est rugueuse et sa limite supérieure avec la fosse infra-épineuse est marquée par une crête saillante bien visible à droite.

L'épine de la scapula et l'acromion

Les épines des scapulas de NK 2 sont trop abîmées pour définir précisément leur morphologie. La face inférieure de la tubérosité de l'épine droite est cassée, mais son départ très incurvé semble indiquer un relief bien développé. La face supérieure de l'épine est légèrement concave. Le bord postérieur de l'épine est très rugueux pour l'insertion du trapèze et du deltoïde

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

(*m. trapezius* et *m. deltoideus*). Au-delà de la tubérosité, il se rétrécit nettement sur 21 mm avant de s'élargir pour former l'acromion.

L'acromion est de forme quadrangulaire. Ses dimensions de longueur et de largeur se situent dans la partie inférieure de la variabilité des hommes actuels d'après les données de Vallois (1932). Son indice peu élevé (IndAcr (d) = 58,63) témoigne d'une longueur acromiale assez faible par rapport à sa largeur.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2.3.6 Le Membre Supérieur

Les humérus

Caractères généraux

Les longueurs maximale et physiologique (Lmax (d, g) = 315,5 mm ; Lphys (d, g) = 310,5 mm) des humérus de NK 2 se situent légèrement en dessous des moyennes de l'échantillon moderne de comparaison. En revanche, le périmètre minimal (Pmin (d, g) = 65,7 mm) est supérieur à la moyenne des différents groupes (61,74 ± 7,07 mm ; n = 237). Il en résulte un indice de robustesse fort pour les deux humérus de NK 2 (IndR (d, g) = 20,83), proche de la moyenne des Néandertaliens (Figure 93). Les périmètres de NK 2 sont maximaux aux 5/12^{e} de la diaphyse et décroissent distalement.

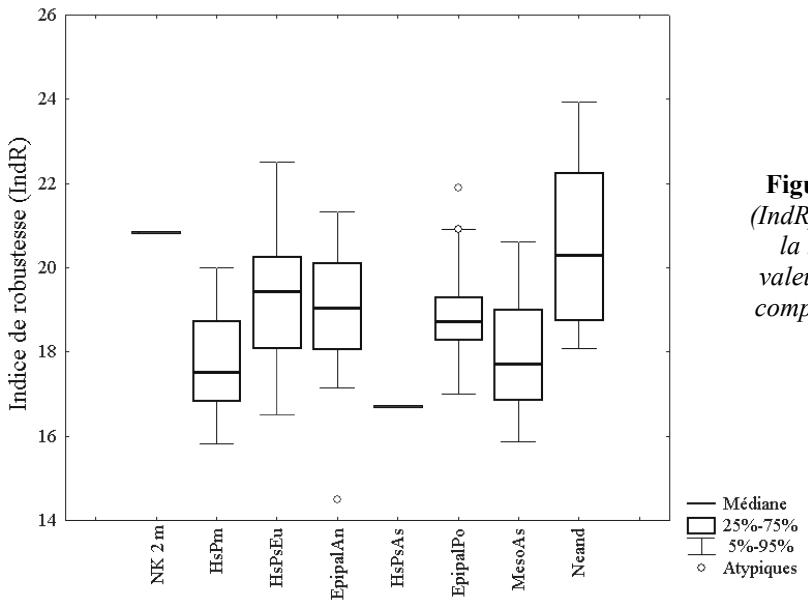


Figure 93 : *indice de robustesse (IndR) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison. (NK 2 m = moyenne gauche et droite)*

Il existe une légère asymétrie entre les longueurs des deux humérus. Le gauche est plus long de 3 mm que le droit. Selon Steele & Mays (1995), l'asymétrie entre les longueurs des membres est très faible à la naissance et augmente durant la croissance. Elle serait donc associée aux contraintes biomécaniques liées à l'utilisation préférentielle d'un bras. En général, le pourcentage d'humérus gauche plus long que le droit est très faible, et assimilé aux individus gauchers (Steele & Mays, 1995 ; Čuk *et al.*, 2001 ; Auerbach & Ruff, 2006). Nous avons réalisé

une comparaison des longueurs des humérus sur les 21 individus disponibles de notre échantillon de comparaison. Les résultats, ainsi que ceux de l'étude de Steele & Mays (1995) sont repris dans le Tableau 28. Ils montrent que le pourcentage d'humérus gauches plus longs est plus faible (23,8 %) que celui des humérus droits (66,7 %). La valeur absolue du degré d'asymétrie standardisée (**SA** ; Annexe I.5) des deux humérus de NK 2 est égale à 9,51. Elle est inférieure à la moyenne observée pour les humérus gauches plus longs de notre échantillon, mais s'approche de la moyenne totale des asymétries de longueurs maximales de nos 21 individus (10,75 ± 9,2 ; n = 21). Ce résultat est très proche de la moyenne calculée par Steele & Mays (1995) sur un grand échantillon d'humérus (11,69 ± 13 ; n = 122).

	Longueur maximale	Pourcentage	Asymétrie standardisée (SA) moyenne
NK 2	D < G	-	9,51
Echantillon de comparaison (n = 21)	D < G	23,8 %	12,12 ± 6,2 (n=5)
	D = G	9,5 %	
	D > G	66,7 %	11,8 ± 5,7 (n=14)
Steele & Mays (1995)	D < G	14,8 %	
	D = G	8,2 %	11,69 ± 13 (n=122)
	D > G	77 %	

Tableau 28 : *asymétrie standardisée des longueurs maximales des humérus de NK 2, et de deux échantillons de comparaison, montrant la dominance d'une longueur plus grande du côté droit. D = droit ; G = gauche.*

Selon Čuk *et al.,* (2001), l'asymétrie de longueur caractérisant les gauchers s'accompagne également d'une asymétrie au niveau de la circonférence maximale. Cette dernière est plus développée sur l'humérus droit des gauchers. La comparaison des périmètres pris à plusieurs endroits de la diaphyse confirme cette tendance chez NK 2 (Tableau 29).

Périmètre	Humérus D	Humérus G	Tendance
Au 5/12^{e}	73 mm	72,6 mm	D > G
A mi-diaphyse	67,3 mm	64,2 mm	D > G
Minimum	66,4 mm	65,1 mm	D > G

Tableau 29 : *comparaison des périmètres des humérus de NK 2 à trois niveaux différents. D = droit ; G = gauche.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

L'angle de torsion de Olivier (1960) entre l'axe de la tête et l'axe articulaire distal, est un peu plus fermé, pour les deux humérus de NK 2 (ATors (d, g) = 142,5°), que la moyenne de l'échantillon moderne de comparaison (148,9 ± 11,6° ; n = 40).

En vue antérieure, la morphologie des humérus de NK 2 correspond au type II décrit par Hambucken (1993). L'os forme une coudée latéralement suite au développement fort de la tubérosité deltoïde, mais les parties distale et proximale de l'humérus sont dans le même axe. Cette morphologie est majoritaire au sein des Epipaléolithiques nubiens (51,1 % ; n = 47). En vue médiale, les humérus de NK 2 présentent une convexité postérieure légèrement déportée distalement (type II ; Hambucken, *ibidem*). Cette courbure large et régulière jusqu'à hauteur de la tubérosité deltoïde est présente dans 64,9 % (n = 37) des cas chez les individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa et est majoritaire chez les hommes actuels (Hambucken, 1993).

Extrémité proximale

Les diamètres vertical et transverse de la tête humérale possèdent des valeurs très proches chez NK 2. L'indice de la tête (IndCap (d, g) = 96,18) est par conséquent proche de 100 ce qui témoigne d'une morphologie circulaire. NK 2 se place dans la partie inférieure de la variabilité des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe ou des Epipaléolithiques d'Afrique du nord (Figure 94). Ces derniers, comme la plupart des hommes actuels, possèdent une tête humérale ovale, plus haute que large (Hambucken, 1993). Chez les Néandertaliens et les hommes modernes du Paléolithique moyen, cette tendance est inversée (Hambucken, *ibidem*).

Les tubercules majeur et mineur ainsi que le sillon inter-tuberculaire ne sont que partiellement conservés. Ils ne sont visibles que dans leur partie craniale. En vue antérieure, l'apex du tubercule majeur droit arrive au même niveau que la surface articulaire tandis que le tubercule majeur gauche s'exprime légèrement moins. Le sillon inter-tuberculaire se situe en position plus antérieure que latérale comme chez la plupart des hommes actuels (Hambucken, 1993).

L'angle collo-diaphysaire de NK 2 (Acol-D (d, g) = 127°) se situe légèrement sous la moyenne de notre échantillon moderne de comparaison.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

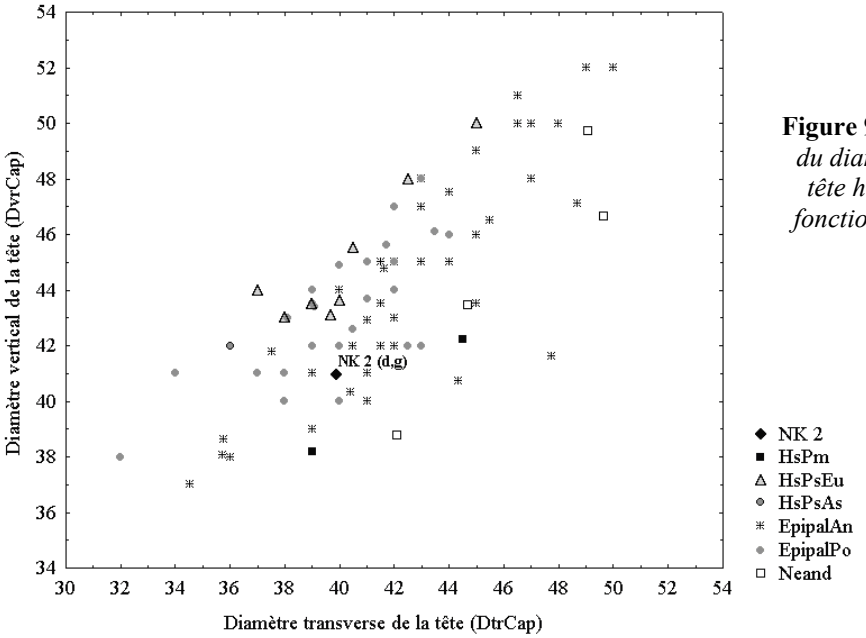


Figure 94 : *diagramme bivarié du diamètre transverse de la tête humérale (DtrCap) en fonction du diamètre vertical (DvrCap).*

Diaphyse

L'indice diaphysaire de NK 2 est élevé (IndDia (d, g) = 86,57) et témoigne d'un contour plutôt arrondi ou prismatique de la diaphyse humérale. Cette eurybrachie est partagée par tous les groupes de comparaison, à l'exception des Néandertaliens qui possèdent un indice en moyenne plus petit, traduisant ainsi un aplatissement de la diaphyse (platybrachie). La valeur de l'indice de NK 2 se situe dans la partie supérieure de la variabilité des groupes modernes de comparaison (Figure 95).

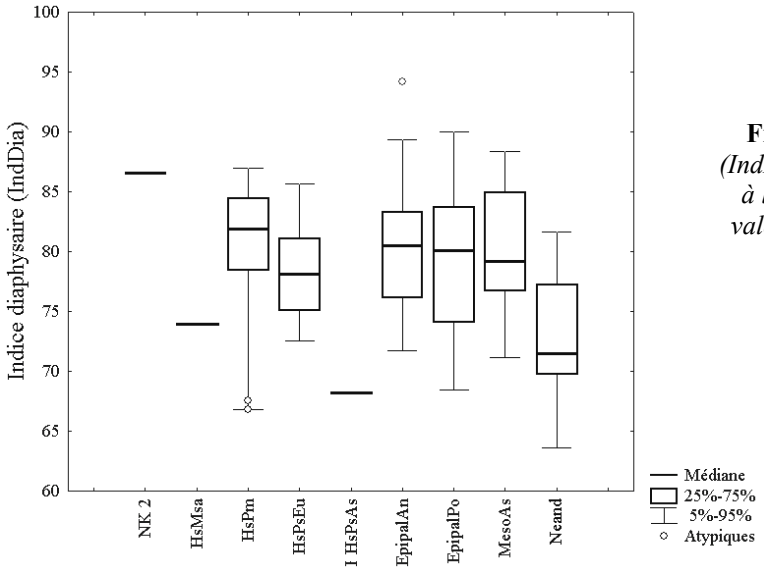


Figure 95 : *indice diaphysaire (IndDia) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

- Morphologie générale

L'insertion du muscle grand pectoral (*m. pectoralis major*) est bien marquée des deux côtés. Sa surface est rugueuse et large. Sur la face postérieure de la diaphyse, on observe la trace du chef latéral du triceps brachial (*m. triceps brachii*) sur près de 3 cm, juste en dessous de l'extrémité proximale. Cette zone d'insertion est plus large sur l'humérus gauche.

La tubérosité deltoïde est large et très prononcée sur les deux humérus de NK 2. Elle se compose de deux branches formant un « V » très net dont la pointe se prolonge jusqu'à mi-diaphyse. Cette insertion est beaucoup plus nette à droite où sa partie claviculaire (*pars clavicularis*) définit une véritable crête sur près de 4,5 cm. La partie antérieure du « V » deltoïdien est également plus accentuée à droite. L'indice de développement de la tubérosité deltoïdienne possède des valeurs très faibles chez NK 2 par rapport aux groupes de comparaison (Tableau 30). Cela traduit un fort développement de cette tubérosité à la limite de la variabilité des hommes actuels (Hambucken, 1993). En revanche, les Néandertaliens, Qafzeh 9 et Skhul 4 montrent un développement faible de la tubérosité deltoïde.

Le sillon du nerf radial, peu marqué, n'est visible que du côté droit. Le trou nourricier n'est pas observable.

	IndDTub	
	m ± s	n
NK 2 d	**90,9**	
NK 2 g	**89,66**	
HsPm	96,51	2
JS	94,37 ± 2,64	23
WH	94,34 ± 1,71	20
Neand	96,07 ± 3,33	10

Tableau 30 : *indice de développement de la tubérosité deltoïde chez NK 2 et moyennes, écart-types et effectifs des groupes de comparaison.*

- Morphologie des sections diaphysaires

Nous avons étudié les propriétés géométriques des sections diaphysaires des humérus de Nazlet Khater 2 à deux niveaux (à mi-diaphyse et à 35 % distal de la diaphyse ; Figure 96). Les mesures à mi-diaphyse ont, en réalité, été prises 1 cm en dessous de cette limite pour palier au mauvais état de conservation de l'humérus gauche à cet endroit. Les résultats ont été obtenus grâce à la macro *MomentMacroJ v1.2* applicable à ImageJ (2005) et fournie par Ruff. Ces derniers sont détaillés en Annexe I.5 (Table XI).

De nombreuses études ont montré l'intérêt des propriétés géométriques des sections diaphysaires pour caractériser la robustesse et l'adaptation des os longs aux contraintes biomécaniques (entre autres, Ruff *et al.*, 1993 ; Trinkaus, 1997 ; Holliday, 2002 ; Stock & Pfeiffer, 2004). Le tissu osseux se remodèle continuellement au cours de la vie d'un individu en réponse à des processus physiologiques normaux et à des contraintes liées à l'activité (Ruff & Jones, 1981 ; Trinkaus *et al.*, 1994). L'os cortical diaphysaire des mammifères en général possède une plasticité importante durant le développement (Trinkaus *et al.*, 1994) de sorte que les diamètres des os longs, la forme de leur section diaphysaire ainsi que leur épaisseur corticale sont en partie conditionnés par l'amplitude et la nature des contraintes subies par l'os (Ruff, 2000). Plusieurs études ont montré qu'une augmentation du niveau d'activité ou du poids musculaire, indépendamment de la taille et de la masse corporelle de l'individu, est associée à un accroissement de la teneur en os minéral (Ruff & Jones, 1981) Les propriétés géométriques des sections diaphysaires des os longs témoignent de ce remodelage et apportent des informations précieuses sur la résistance de l'os aux contraintes biomécaniques (Wescott & Cunningham, 2006).

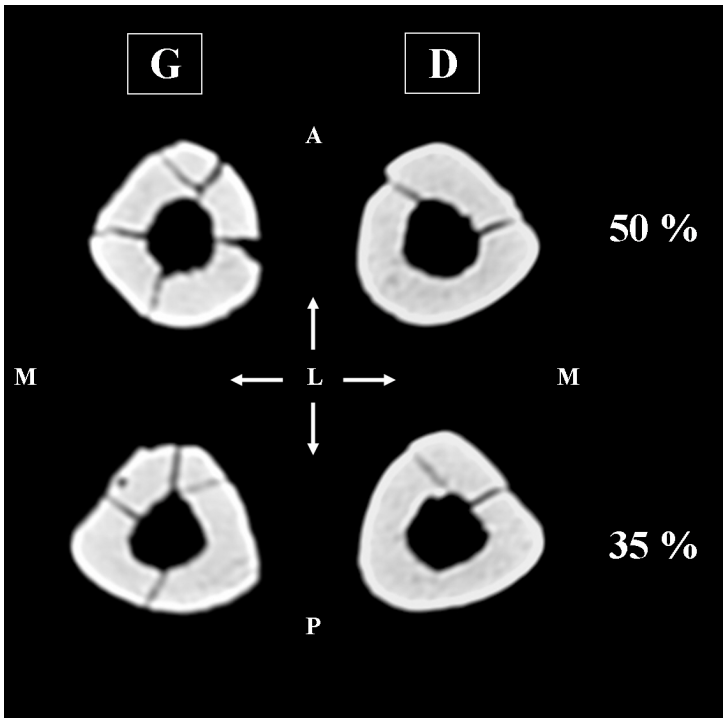


Figure 96 : *coupes scanners à 35 % et 50 % distal de la diaphyse des humérus gauche (G) et droit (D) de NK 2. A = antérieur ; L = latéral ; M = médial ; P = postérieur.*

➔ Asymétrie :

Selon Trinkaus *et al.* (1994), les diaphyses humérales d'un même individu montrent toutes un certain degré d'asymétrie en ce qui concerne la surface corticale (CA), la surface médullaire

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

(MA), leur second moment d'inertie polaire (J) et le rapport des seconds moments d'inertie maximal et minimal (I_{max}/I_{min}). Cette asymétrie est légère dans les populations actuelles et très prononcée dans les groupes de référence possédant une activité privilégiant nettement un côté, comme les joueurs de tennis (Trinkaus *et al.*, *ibidem*). Ce résultat démontre la forte plasticité des diaphyses humérales lorsqu'elles sont soumises à des contraintes biomécaniques. En outre, la prévalence du côté droit à posséder des valeurs plus fortes pour toutes ces variables suggère l'utilisation préférentielle du bras droit (Ruff & Jones, 1981).

Dans le cas de NK 2, la légère asymétrie de longueur entre les deux humérus pourrait témoigner d'un individu gaucher. Les calculs d'asymétrie entre les propriétés géométriques des deux sections de l'os à 35 % distal et à mi-diaphyse sont repris dans le Tableau 31. Les données négatives correspondent à une prédominance du côté gauche. Les moyennes d'asymétrie des populations actuelles s'échelonnent entre **5,4 – 13,7** en fonction des variables tandis qu'elles varient entre **28,1 – 56,6** dans le groupe des joueurs de tennis étudié par Trinkaus *et al.* (1994).

Section diaphysaire	Asymétrie standardisée				
	CA	MA	% CA	J	I_{max}/I_{min}
50 %	8,60	21,72	**-2,38**	22,20	**-18,22**
35 %	9,19	17,89	**-1,54**	21,13	**-8,08**

Tableau 31 : *asymétrie standardisée des propriétés géométriques gauches et droites des sections à 35 % distal et 50 % de la diaphyse des humérus de NK 2. CA = aire corticale ; MA = aire médullaire ; J = second moment polaire d'inertie ; I_{max}/I_{min} = rapport des seconds moments d'inertie maximal et minimal.*

Les valeurs d'asymétrie de NK 2 sont proches des moyennes actuelles (*cf. supra*) en ce qui concerne l'aire corticale et le rapport des seconds moments d'inertie au 35 % distal de la diaphyse et plus élevées que ces dernières pour l'aire médullaire et le second moment polaire d'inertie.

Il est intéressant de noter que le rapport des seconds moments d'inertie (I_{max}/I_{min}) qui témoigne de la forme de la diaphyse (Ruff & Hayes, 1983) est plus élevé à gauche qu'à droite. Alors qu'il est sensé suivre la même tendance que CA et MA dans les populations actuelles (D > G ; Trinkaus *et al.*, 1994), il montre un comportement inverse chez NK 2. Dans le cas de la section à mi-diaphyse, il semble que cette asymétrie soit liée à l'état de conservation de la diaphyse gauche. Cette dernière est cassée en plusieurs fragments et leur assemblage a légèrement modifié le contour originel de la diaphyse. Pour cette raison, nous n'utiliserons que les données de l'humérus droit dans l'étude comparative de la forme des sections (*cf. infra*).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

En ce qui concerne la prévalence brachiale, il n'existe pas assez de données de comparaison sur l'asymétrie des propriétés géométriques chez les gauchers pour nous permettre d'interpréter ce résultat. Notons cependant la forte asymétrie du second moment polaire d'inertie (J). Ce dernier témoigne de la résistance de l'os aux forces de torsion et à la moyenne des forces de flexion (Lieberman *et al.*, 2004a). Il semblerait donc que la diaphyse droite de NK 2 ait été plus adaptée à résister à ce type de contraintes que la gauche.

➔ Propriétés géométriques et robustesse :

Les propriétés géométriques des sections diaphysaires de NK 2 ont été comparées à celles disponibles dans la littérature (*cf.* Paragraphe III.1.1). Le groupe des hommes modernes du *Middle Stone Age* n'est représenté que par l'humérus de Border Cave.

Nous avons choisi de représenter J et % CA pour les deux sections étudiées (à 50 % et 35 % distal de la diaphyse) en fonction de la longueur totale de l'os, ainsi que le rapport des deux seconds moments d'inertie, afin de caractériser au mieux les propriétés géométriques de NK 2 par rapport aux échantillons de comparaison. Toutes les variables ont subi une transformation logarithmique (logarithme népérien, Ln) afin de s'affranchir des problèmes d'allométrie (Trinkaus, 1997). Nous avons préféré cette solution à la technique de standardisation recommandée par Ruff (2000), afin d'introduire un maximum d'individus de comparaison dans les calculs. Plusieurs spécimens ne sont représentés que par des fragments de diaphyse et l'estimation de la masse corporelle sur base de ces seuls restes est problématique.

La section à mi-diaphyse de NK 2 se caractérise par une aire corticale (CA) épaisse par rapport à la surface médullaire. Les deux humérus de NK 2 possèdent un % CA élevé qui les place au sein des Néandertaliens, comme c'est également le cas pour Border Cave (Figure 97). Cette particularité avait déjà été notée par Pfeiffer & Zehr (1996) en ce qui concerne l'humérus de Border Cave, de même que son éloignement par rapport aux spécimens du *Late Stone Age*. Malgré ces valeurs fortes, NK 2 ne sort pas de la limite à 95 % de la variabilité des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe.

Le second moment polaire d'inertie de NK 2 est aussi élevé par rapport à la longueur de l'os (Figure 98). NK 2, comme Border Cave, se place à nouveau au sein des Néandertaliens. L'asymétrie entre les deux humérus de NK 2 est plus marquée dans ce cas comme nous l'avons vu plus haut.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

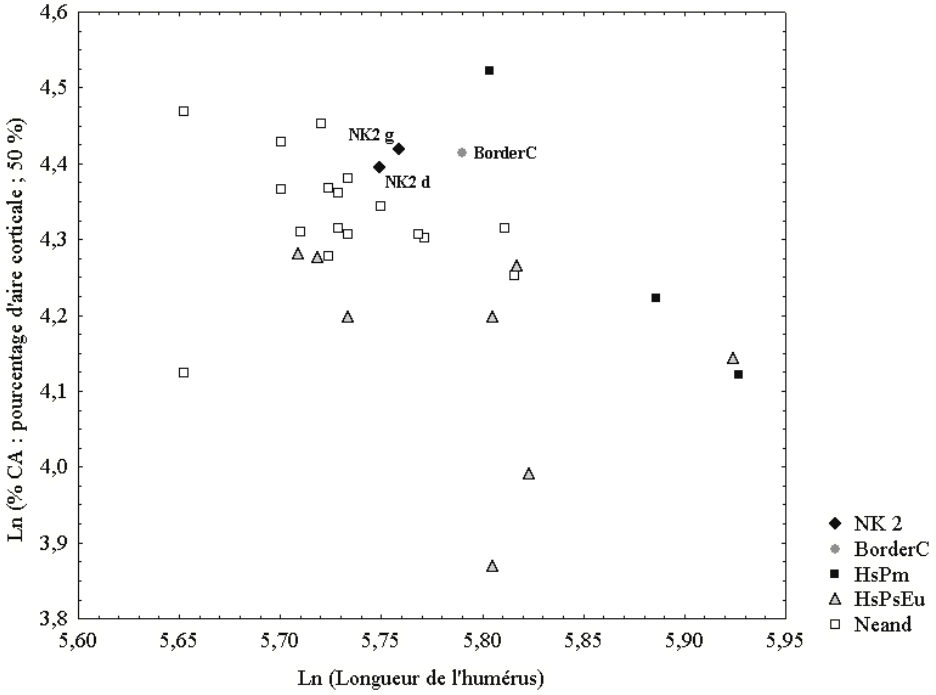


Figure 97 : *diagramme bivarié des logarithmes népériens du pourcentage de l'aire corticale (% CA) en fonction de la longueur de l'humérus pour les sections à mi-diaphyse.*

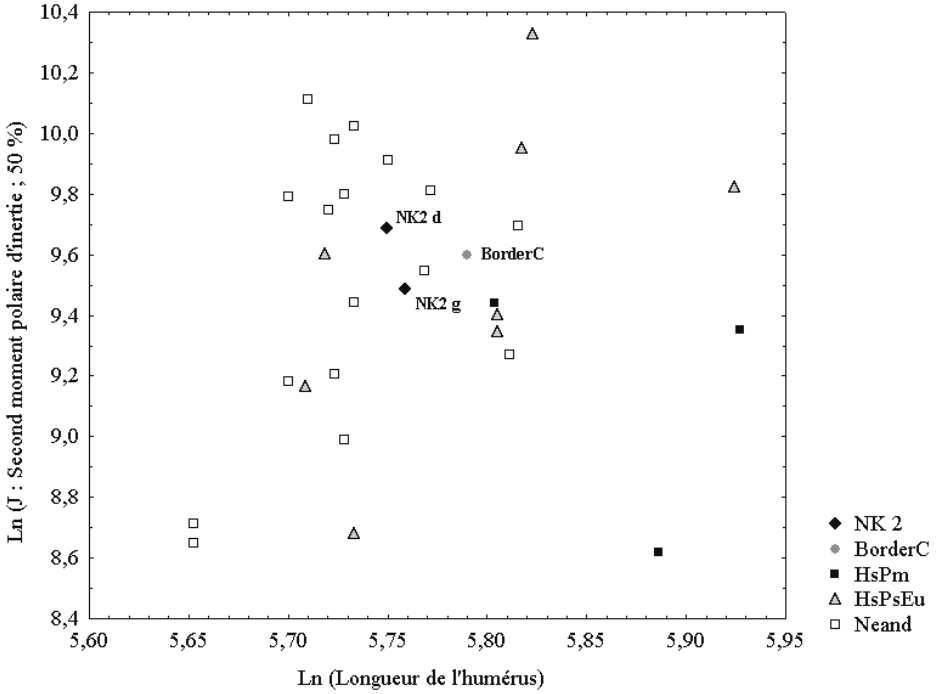


Figure 98 : *diagramme bivarié des logarithmes népériens du second moment polaire d'inertie (J) en fonction de la longueur de l'humérus pour les sections à mi-diaphyse.*

Le rapport des deux seconds moments d'inertie médio-latéral et antéro-postérieur (I_x/I_y) de l'humérus droit de NK 2 est proche de 1 (I_x/I_y = 1,03) ce qui indique une section diaphysaire symétrique et circulaire par rapport à ces deux axes. Cette morphologie rapproche NK 2 des hommes modernes du Paléolithique moyen et supérieur, alors que les Néandertaliens présentent une asymétrie plus marquée de la section à mi-diaphyse (Figure 99).

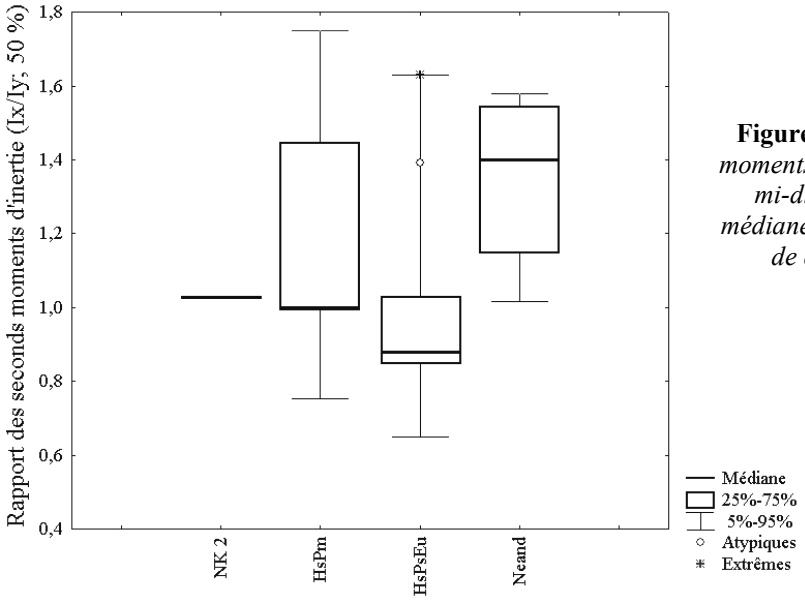


Figure 99 : *rapport des seconds moments d'inertie (Ix/Iy) de NK 2 à mi-diaphyse par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

La section au 35 % distal de la diaphyse a été plus largement étudiée (Trinkaus, 1997 ; Shackelford, 2005). Trinkaus (1997) note la tendance des Néandertaliens à posséder une corticale significativement plus élevée que les hommes modernes en fonction de la longueur de l'humérus. En revanche, les hommes modernes du Paléolithique moyen ont les humérus les plus graciles (Trinkaus & Churchill, 1999). En ce qui concerne le Paléolithique supérieur, Shackelford (2005) a montré que les Epipaléolithiques nubiens possèdent des moyennes de J et CA plus élevées que celles des spécimens du début du Paléolithique supérieur, mais que cette tendance n'était statistiquement significative que pour les humérus gauches. La forme de la diaphyse est également différente. Le rapport I_x/I_y des Epipaléolithiques de la vallée du Nil est significativement plus faible que celui des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe. Ces derniers possèdent une valeur élevée témoignant d'une résistance plus forte aux contraintes antéro-postérieures que médio-latérales (Shackelford, *ibidem*).

Les deux diagrammes ci-dessous reprennent les valeurs de pourcentage d'aire corticale et de second moment polaire d'inertie en fonction de la longueur de l'humérus (Figure 100 et Figure 101).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

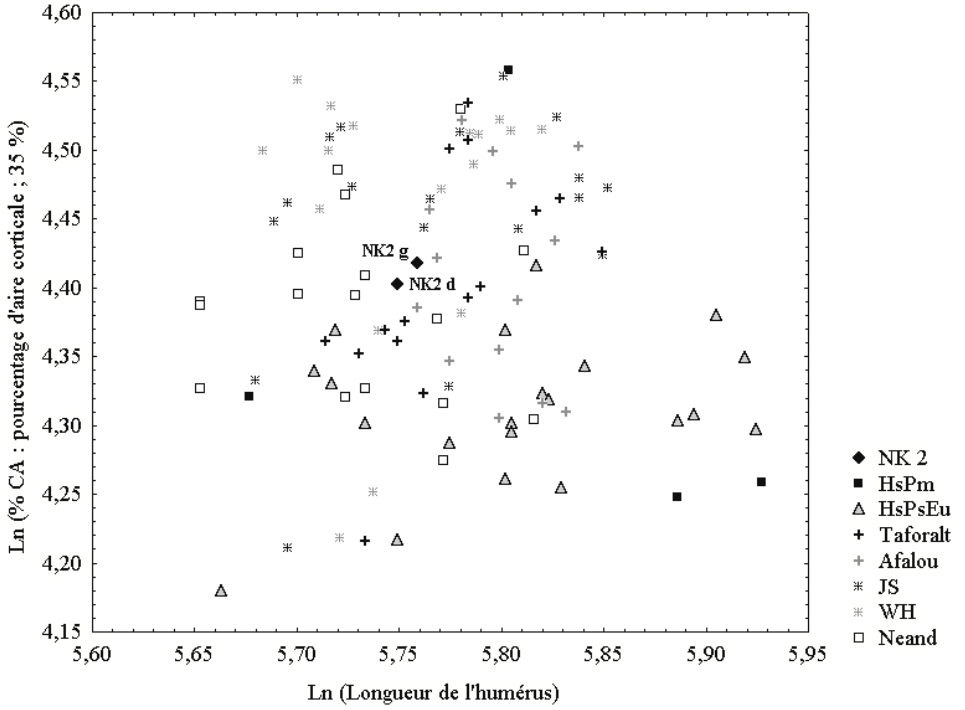


Figure 100 : *diagramme bivarié des logarithmes népériens du pourcentage de l'aire corticale (% CA) en fonction de la longueur de l'humérus pour les sections à 35 % distal.*

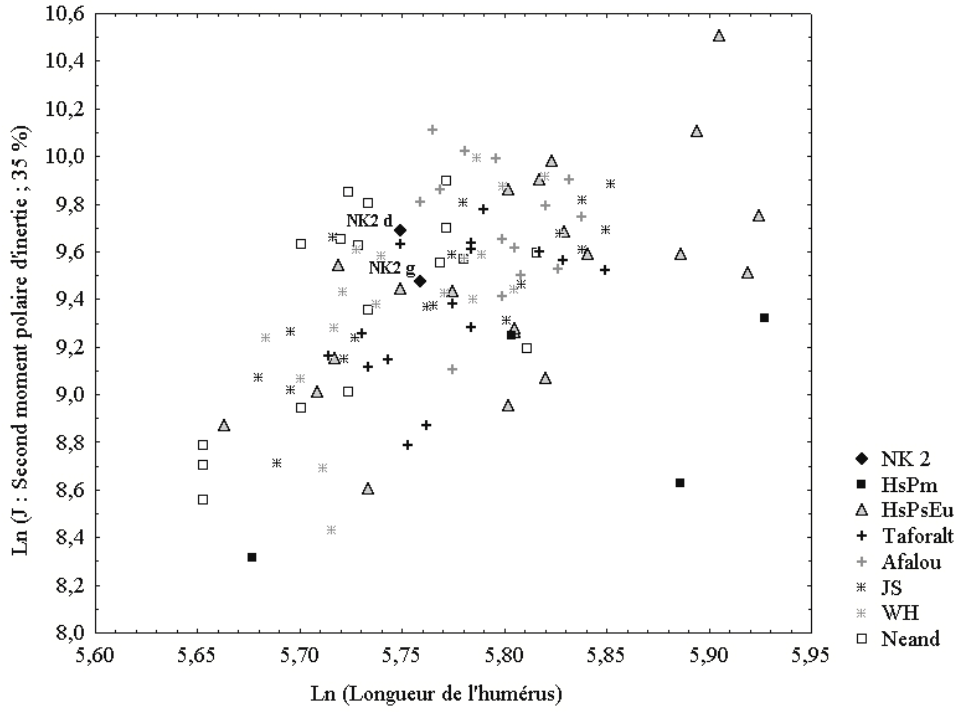


Figure 101 : *diagramme bivarié des logarithmes népériens du pourcentage du second moment polaire d'inertie (J) en fonction de la longueur de l'humérus pour les sections à 35 % distal.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

NK 2 se positionne parmi les valeurs fortes de « pourcentage de cortical » (% CA) et de second moment polaire d'inertie (J). Il se place près des Néandertaliens et des Epipaléolithique nubiens pour ces deux variables. Cette position contraste avec celle attendue pour un individu du début du Paléolithique supérieur. La forme de la section diaphysaire ne suit pas non plus la tendance des spécimens contemporains et se détache de la morphologie Néandertalienne, comme c'était le cas pour la section à mi-diaphyse (Figure 102). Les rapports des seconds moments d'inertie de NK 2 sont proches de 1 (I_x/I_y (d) = 0,96 et I_x/I_y (g) = 0,89), ce qui témoigne d'une section presque circulaire. Ces valeurs se situent dans la gamme inférieure de la variabilité des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe, et en dessous des moyennes de tous les autres groupes.

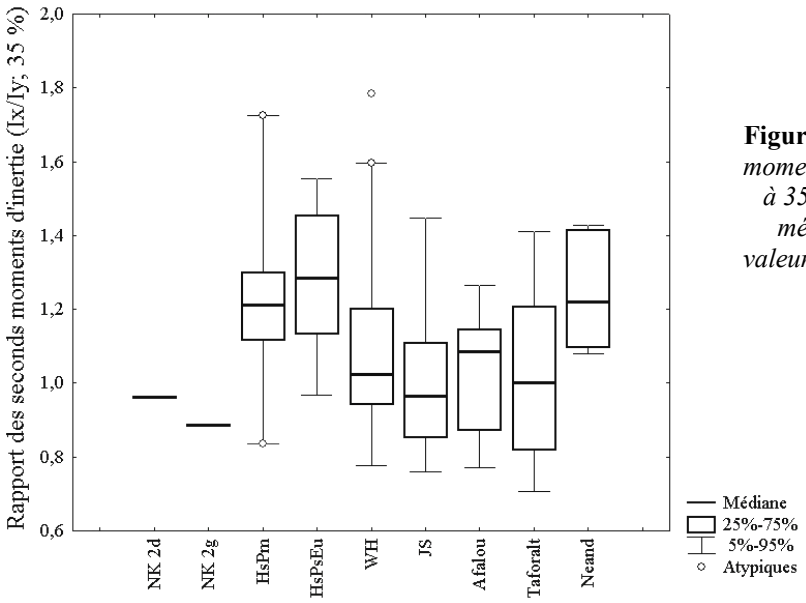


Figure 102 : *rapport des seconds moments d'inertie (Ix/Iy) de NK 2 à 35 % distal par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

D'après Ruff *et al.* (1993), il y existe une diminution importante et exponentielle de la robustesse diaphysaire (exprimée par le pourcentage d'aire corticale, % CA) au sein du genre *Homo* depuis le début du Pléistocène jusqu'aux hommes actuels. Les valeurs fortes chez les premiers représentants du genre *Homo* sont le résultat à la fois d'une contraction médullaire et d'une expansion du périoste par rapport aux hommes actuels. Cependant, cette tendance diaphysaire n'est pas observée au niveau de la robustesse des extrémités. Par conséquent, bien que la diminution de robustesse diaphysaire soit certainement multifactorielle, elle serait plutôt liée à la diminution des contraintes biomécaniques au cours du développement qu'à des caractéristiques génétiques (Ruff *et al.*, 1993).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Plusieurs études ont montré le lien entre des changements de structure osseuse et des activités précises (Bridges, 1989 ; Trinkaus *et al.* 1994 ; Stock & Pfeiffer, 2004, Wescott & Cunningham, 2006). Trinkaus (1997) va plus loin en avançant l'hypothèse d'une corrélation positive entre la diminution de robustesse des diaphyses humérales observée dans le temps et les différences entre les techno-complexes associés aux Néandertaliens et aux hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe.

Parmi les variables calculées à partir des sections diaphysaires, Lieberman *et al.* (2004a) ont montré que le second moment polaire d'inertie (J) était le meilleur paramètre traduisant la résistance mécanique de l'os lorsqu'il est soumis à diverses contraintes. Le pourcentage d'aire cortical (% CA) témoigne lui de la résistance de l'os aux contraintes axiales de compression et d'extension (Trinkaus, 1997). Enfin, les seconds moments d'inerties, I_x et I_y, représentent la force de l'os par rapport à la torsion dans une direction particulière (Ruff & Hayes, 1983). Leur rapport permet de déterminer si la section diaphysaire est symétrique ou non par rapport à ces contraintes.

Les propriétés géométriques des sections diaphysaires de NK 2 témoignent d'une adaptation de ses humérus à des contraintes biomécaniques fortes qu'elles soient axiales (de compression et d'extension) ou liées à des forces de torsion ou de flexion (J). La morphologie des sections nous apprend également que la résistance aux contraintes antéro-postérieure et mésio-distale était symétrique.

Extrémité distale

L'extrémité distale de NK 2 est très large comme le montre la valeur de l'indice de largeur (IndExD (g,d) = 19,82). Il est très proche de la moyenne des Néandertaliens (19,70 ; n = 8) et se place dans la partie supérieure de la variabilité des autres groupes de comparaison (Figure 103).

L'extrémité distale de la diaphyse possède une section triangulaire. La palette humérale est marquée par un versant médial abrupt jusqu'au bord médial de l'humérus. Le côté latéral forme un angle moyen de 100,5° (d = 99,5° ; g = 101,5°) avec le bord médial. Son orientation change à mi-distance du bord latéral pour former une zone concave transversalement ("**2**" ; Figure 104). Cette dernière sert en partie d'insertion pour le muscle brachial antérieur (*m. brachialis*).

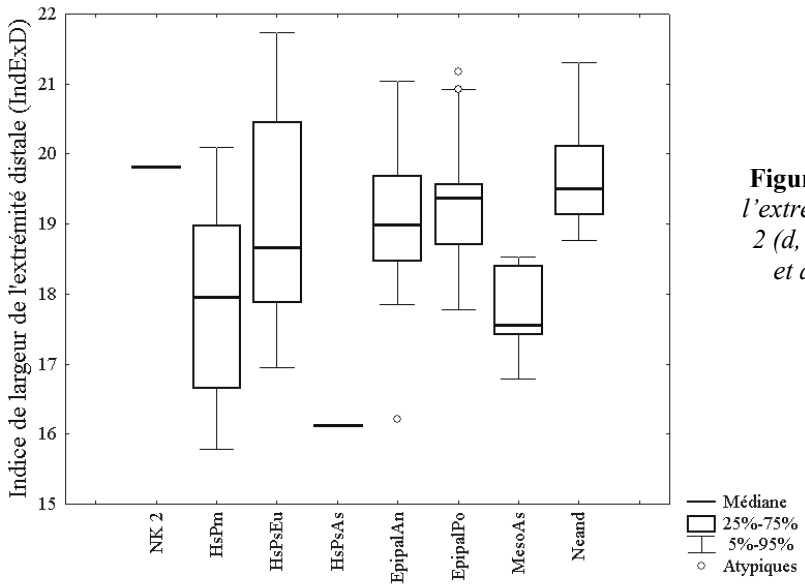


Figure 103 : *indice de largeur de l'extrémité distale (IndExD) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

Le bord supracondylaire latéral est très développé. Il est épais et retroussé antérieurement comme le montrent les coupes scanners de la Figure 104 ("**1**"). Les insertions du muscle brachio-radial (*m. brachioradialis*) et du long extenseur radial du carpe (*m. extensor carpi radialis longus*) sont marquées. La surface est rugueuse et boursouflée sur les deux humérus à ces endroits. Nous n'avons observé ce type de marge que dans 16,1 % des cas chez les individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa (n = 31). En général le bord est épais chez les Epipaléolithiques nubiens, mais il n'est pas retroussé antérieurement. Cette morphologie a aussi été observée chez les spécimens de Hassi el-Abiod (Dutour, 1989).

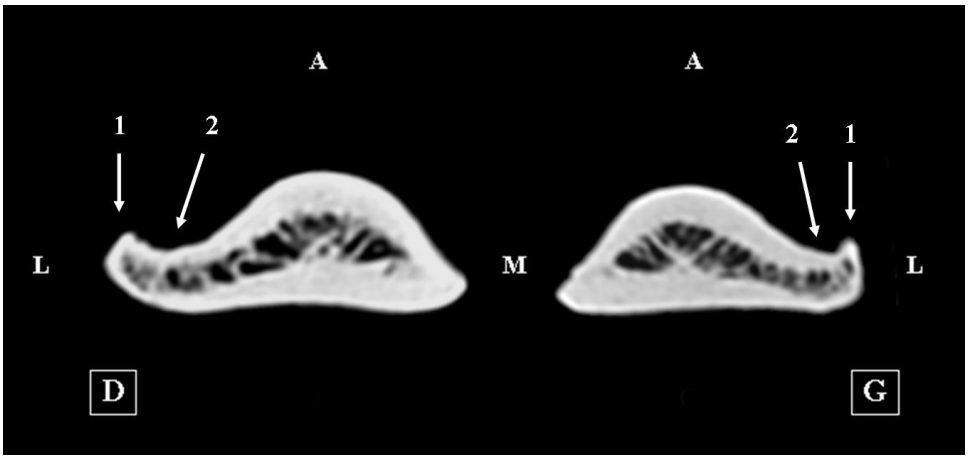


Figure 104 : *coupes scanners des humérus droit et gauche de NK 2 au niveau de la palette humérale. A = antérieur ; D = droit ; G = gauche ; L = bord latéral ; M = bord médial ; 1 = retroussement du bord latéral ; 2 = aplatissement du versant latéral de la palette.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

L'épicondyle médial possède une forme trapézoïdale présente chez la plupart des hommes actuels (Hambucken, 1993). Il est volumineux et développé comme le montre son indice (IndEM (g, d) = 32,11). NK 2 se situe au sein des valeurs fortes de l'échantillon de comparaison (28,04 ± 3 ; n = 60), mais proche de la moyenne des individus de Wadi Halfa (30,72 ± 2,42 ; n = 13). En revanche, il sort de la limite à 95 % de la variabilité des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe. Les épicondyles latéral et médial de l'humérus gauche présentent des traces de remodelage osseux. Elles seront détaillées dans le Paragraphe III.2.3.11 sur les atteintes pathologiques de NK 2.

Sur la face antérieure de l'extrémité distale, les fosses coronoïde et radiale sont bien visibles. La marque du processus coronoïde de l'ulna est présente sur les deux humérus de NK 2. Elle délimite une surface ovalaire dans le sens médio-latéral. Cette empreinte est beaucoup plus marquée dans la fosse coronoïde gauche et va jusqu'à en remodeler le contour. Le septum osseux entre la fosse coronoïde et la fosse olécrânienne est très mince à droite (1 mm) tandis qu'il est perforé à gauche. Cette perforation olécrânienne rectangulaire (5 sur 2,5 mm) pourrait être liée à un événement post-mortem puisqu'aucun remodelage osseux n'est visible sur le pourtour de l'ouverture.

La fosse olécrânienne occupe une position haute par rapport à la fosse coronoïde. Selon Hambucken (1993), cette configuration est la plus courante au sein des Néandertaliens qui possèdent, par conséquent, les indices les plus faibles (IndPosF = 69,5 ; n = 19). NK 2 se situe dans la partie inférieure de la variabilité des individus de Wadi Halfa et Jebel Sahaba pour la valeur de cet indice (Figure 105).

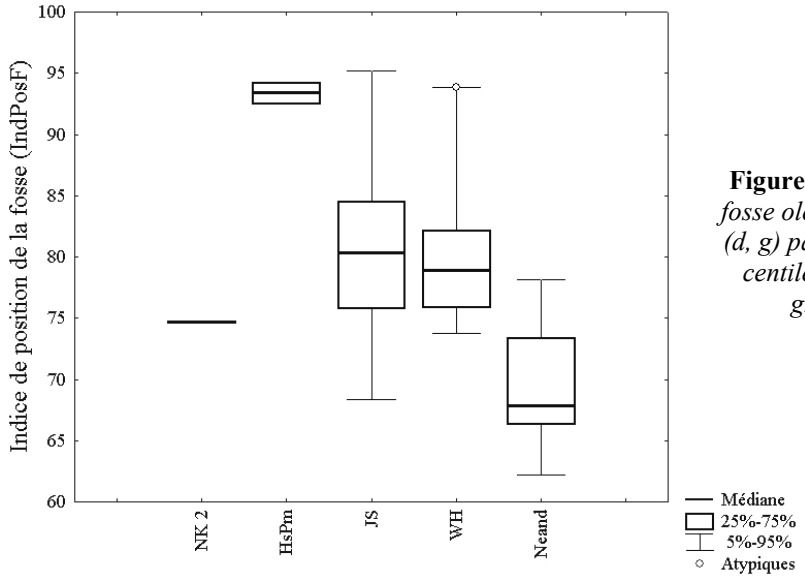


Figure 105 : *indice de position de la fosse olécrânienne (IndPosF) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Outre cette particularité, la fosse olécrânienne de NK 2 a de grandes dimensions surtout pour sa hauteur. La Figure 106 représente la largeur de la fosse en fonction de sa hauteur pour NK 2 et pour notre échantillon de comparaison. NK 2 se place à proximité du groupe des Néandertaliens avec une hauteur forte. Il existe une asymétrie entre les deux humérus de NK 2. La fosse olécrânienne gauche apparaît plus large et moins haute que la droite.

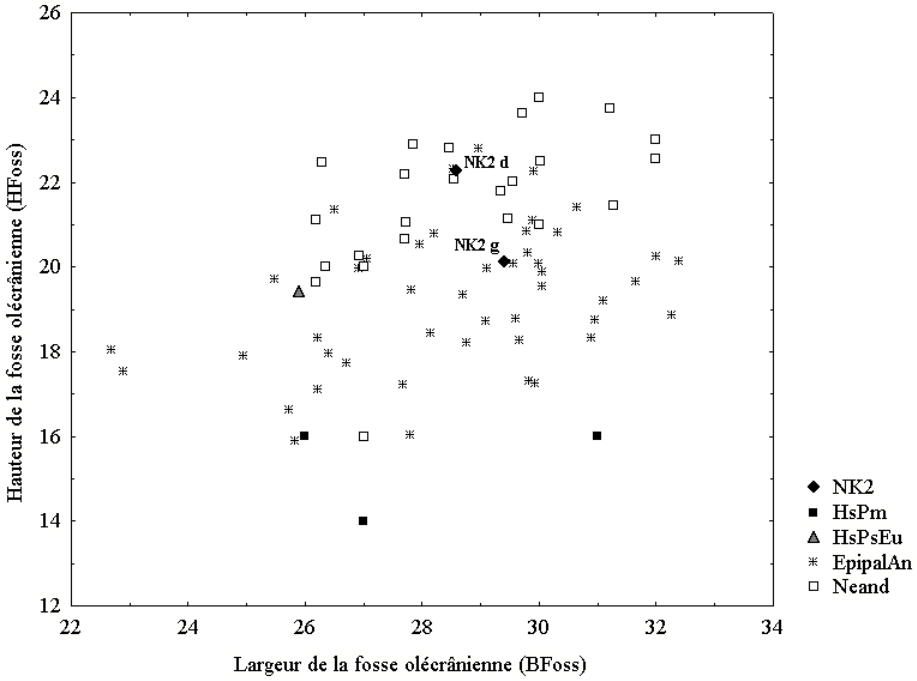


Figure 106 : *diagramme bivarié de la largeur de la fosse olécrânienne (BFoss) en fonction de sa hauteur (HFoss).*

Si on rapporte cette hauteur de la fosse à la longueur totale de l'humérus, NK 2 s'isole encore plus des Néandertaliens (Figure 107). La profondeur des fosses de NK 2 (PFoss (d, g) = 12,5 mm) est proche de la moyenne de notre échantillon de comparaison (12,32 ± 1,43 mm ; n = 75).

Les piliers médiaux et latéraux entourant la fosse olécrânienne sont larges sur les humérus de NK 2. Leurs dimensions se situent dans la partie supérieure de la variabilité de l'échantillon de comparaison et se rapprochent plus des moyennes des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe que de celles des Epipaléolithiques nubiens (Tableau 32).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

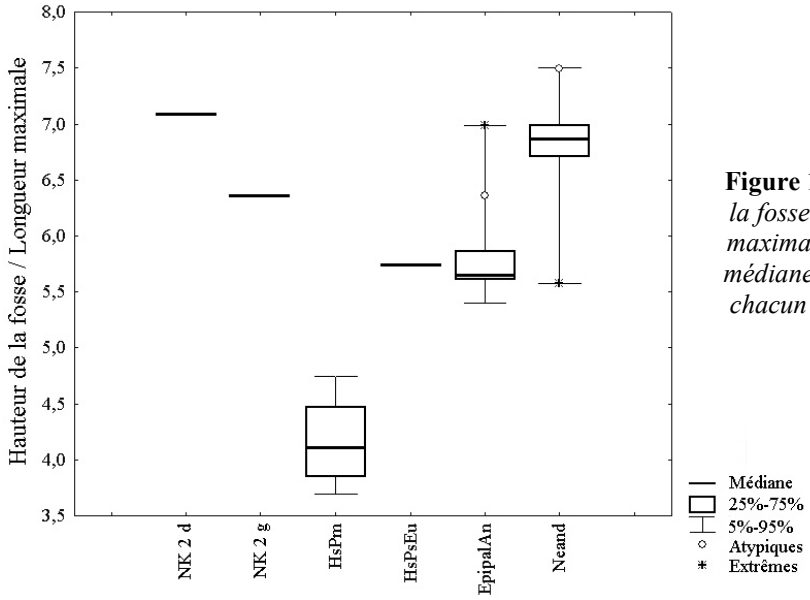


Figure 107 : *rapport de la hauteur de la fosse olécrânienne sur la longueur maximale pour NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

Nous voyons que NK 2 ne suit pas la tendance des Néandertaliens qui, selon Carretero *et al.* (1997), compensent la taille importante de leur fosse olécrânienne par un amincissement des piliers médiaux et latéraux. L'indice de largeur très élevé du groupe des hommes modernes du Paléolithique moyen est celui de Skhul IV.

	BpilM		**BpilL**		**IndPil**	
	m ± s	n	m ± s	n	m ± s	n
NK 2 d	11,1		19		58,42	
NK 2 g	11,18		19,38		57,69	
HsPm	13,05	2	18,24	1	72,92	1
HsPsEu	10,01 ± 2,79	11	17,29 ± 2,05	9	54,37 ± 12,58	9
JS	8,41 ± 1,59	27	17,16 ± 2,14	25	50,39 ± 8,66	24
WH	8,01 ± 1,08	21	16,56 ± 2,36	19	49,18 ± 6,61	19
Neand	7,6 ± 1,78	21	14,86 ± 2,15	20	50,52 ± 9,75	19

Tableau 32 : *largeurs de piliers huméraux et indice de ces largeurs pour NK 2. Moyennes, écart-types et effectifs des valeurs pour les groupes de comparaison. BpilM = largeur du pilier médial ; BpilL = largeur du pilier latéral ; IndPil = indice de largeur des piliers.*

Les dimensions de la trochlée s'inscrivent dans la moyenne de l'échantillon moderne de comparaison. La lèvre médiale est très longue et concave, tandis que la lèvre latérale est effacée. La séparation entre la trochlée et le *capitulum* n'est marquée que par une fine gouttière très peu

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

profonde. La trochlée de NK 2 est presque perpendiculaire à l'axe de la diaphyse (AconD (d, g) = 82°).

Les *capitulum* de NK 2 possèdent une forme ovale dans le sens proximo-distal comme chez la plupart des hommes actuels (Hambucken, 1993). Leur hauteur est plus grande que leur largeur alors que chez les Néandertaliens le *capitulum* a une forme plus circulaire (Hambucken, *ibidem* ; Carretero *et al.*, 1997).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les ulnas

Caractères généraux

Les dimensions générales de l'ulna gauche de NK 2 sont comparées aux différents groupes dans la Figure 108. Les longueurs maximales et physiologiques de NK 2 se situent dans la partie inférieure de la variabilité de l'ensemble de l'échantillon de comparaison tandis que le périmètre minimal suit la tendance inverse. Il en résulte un indice de robustesse assez élevé.

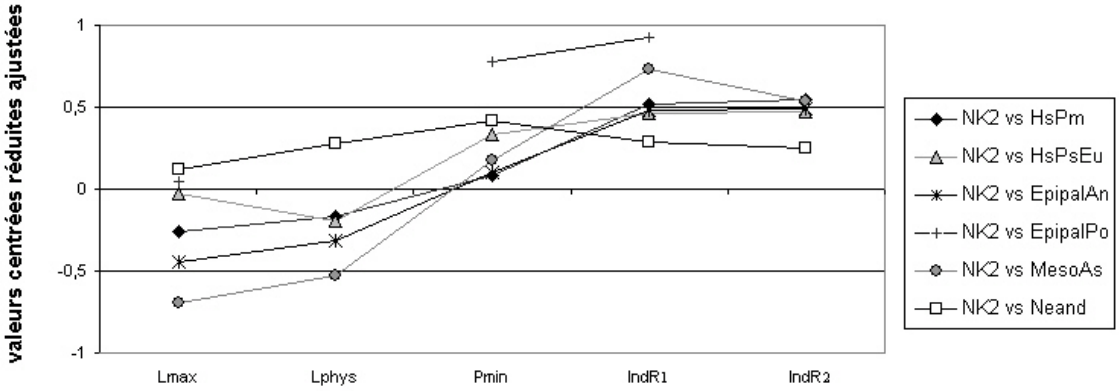


Figure 108 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions générales des ulnas de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison. Lmax & Lphys = longueurs maximale et physiologique ; Pmin = périmètre minimal ; IndR1 & IndR2 = indices de robustesse relatifs aux deux longueurs précitées.*

Extrémité proximale

Le développement de l'extrémité proximale de Nazlet Khater 2 est important. Son indice de largeur proximale se situe dans la partie supérieure de la variabilité des différents groupes de comparaison et sort complètement de celle des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe et des Epipaléolithiques nubiens de Jebel Sahaba (Figure 109). Les Néandertaliens possèdent des valeurs en moyenne plus élevées que ces groupes, mais qui ne diffèrent pas significativement des hommes actuels (Hambucken, 1993). Les individus de Taforalt présentent également des valeurs fortes.

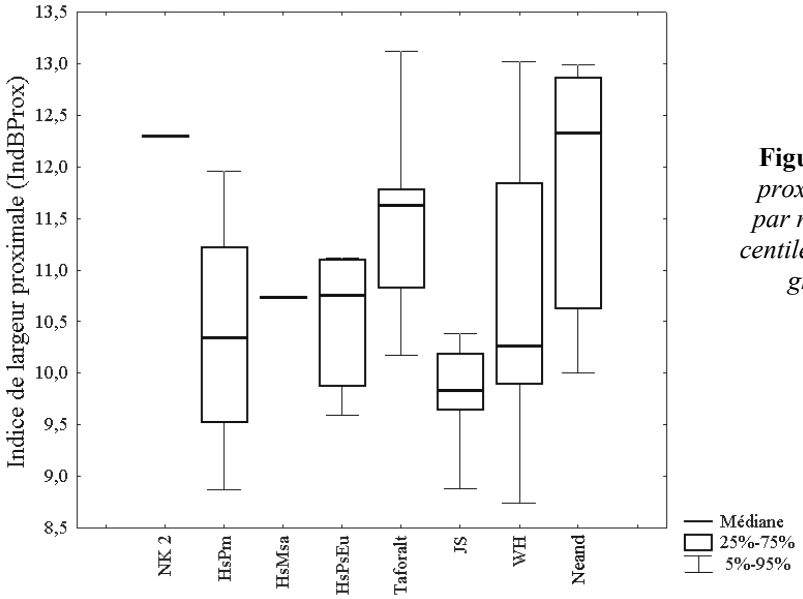


Figure 109 : *indice de largeur proximale (IndBProx) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

- Olécrâne

La hauteur de la voûte olécrânienne de Nazlet Khater 2 (HvOle (d, g) = 6,33 mm) s'inscrit dans la moyenne de notre échantillon moderne de comparaison (6,05 ± 1,28 ; n = 58).

Le bec de l'olécrâne est projeté vers l'avant et sa pointe est légèrement repliée vers le bas. Sa face supérieure est presque horizontale. Ce type de morphologie est présent chez 47,6 % (n = 42) des Epipaléolithiques nubiens. L'autre moitié présente une obliquité postéro-distale du bord supérieur de l'olécrâne qui est la forme la plus fréquente chez les hommes actuels (Hambucken, 1993). Cette face supérieure est marquée par l'insertion du triceps brachial (*m. triceps brachialis*). Elle se situe au même niveau que le sommet de l'olécrâne. Son empreinte s'étend ensuite postéro-latéralement sur les deux olécrânes de NK 2, ce qui modifie légèrement la forme triangulaire de la surface sous-cutanée.

La face postérieure de l'olécrâne est marquée par l'insertion du muscle anconé (*m. anconeus*). Habituellement, l'empreinte de ce muscle est claire et située latéralement à la surface sous-cutanée. Elle est de forme triangulaire avec la pointe vers le bas et est limitée latéralement par la crête supinatrice. Sur l'ulna gauche de NK 2, cette zone présente un aspect différent. La face postérieure de l'olécrâne est plane, il n'existe pas de dépression latérale au niveau de l'insertion du muscle anconé. A cet endroit, on observe une crête latérale postérieure à la crête supinatrice qui s'étend distalement sur 65 mm jusqu'à la limite inférieure de l'insertion du muscle anconé (Figure 110). Nous n'avons pas observé cette particularité sur les ulnas des Epipaléolithiques nubiens étudiés.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

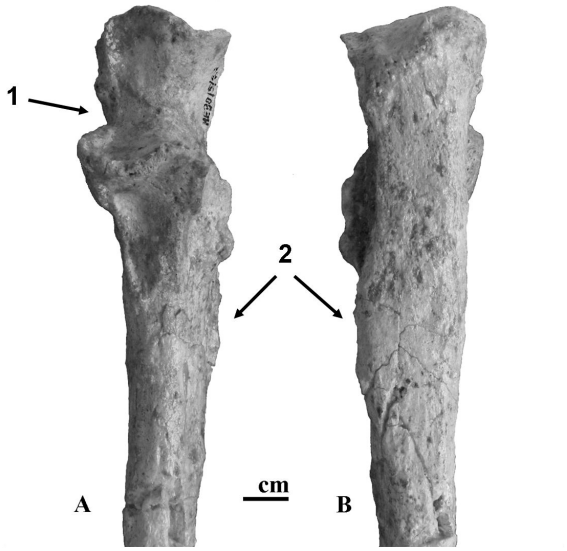


Figure 110 : *photographie en vues antérieure et dorsale de l'extrémité proximale de l'ulna gauche de NK 2. A=vue antérieure ; B=vue postérieure ; 1=surface non articulaire de la trochlée ; 2=développement inhabituel du bord latéral de l'ulna.*

En ce qui concerne leurs dimensions générales, les olécrânes gauche et droit de NK 2 possèdent un diamètre antéro-postérieur élevé par rapport aux groupes de comparaison (Figure 111). Selon Murray *et al.* (2002), l'amplitude maximale du bras de levier du triceps est significativement corrélée à la valeur de ce diamètre.

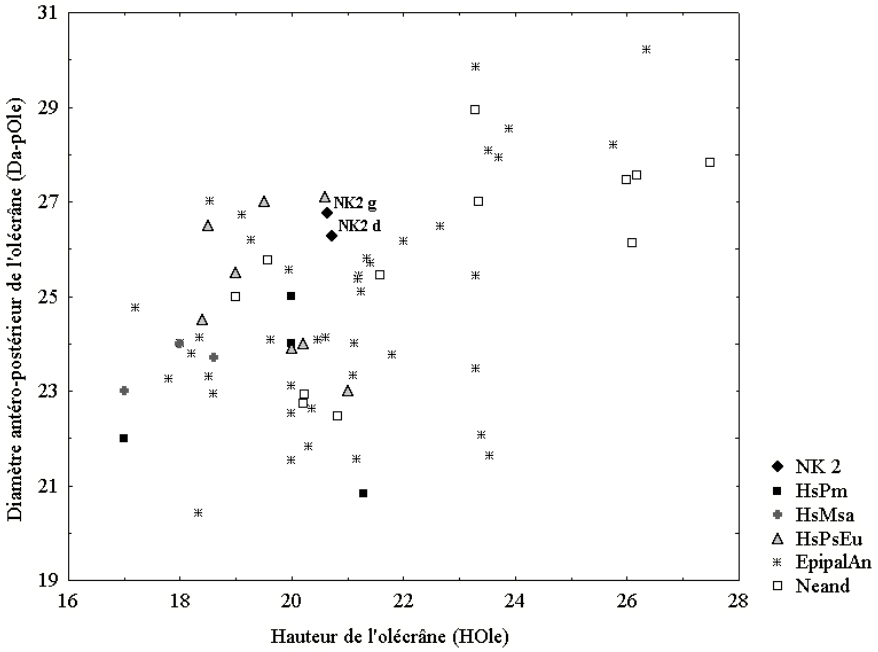


Figure 111 : *diagramme bivarié de la hauteur de l'olécrâne (HOle) en fonction de son diamètre antéro-postérieur (Da-pOle).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

- Processus coronoïde

Les processus coronoïdes des ulnas de NK 2 sont très développés. Ils sont longs et projetés antérieurement. Selon Hambucken (1993), il existe trois types d'orientation du processus coronoïde de l'ulna : proximale, antérieure et distale. Le premier type est majoritaire au sein des populations actuelles, sauf chez les Aborigènes et les Bochimans pour lesquels plus de 70 % des individus présentent une orientation antérieure (Hambucken, *ibidem*). Les Néandertaliens se partagent, eux, entre les deux dernières catégories. Il est intéressant de noter que les individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa montrent des tendances opposées en ce qui concerne l'orientation de leurs processus coronoïdes. Dans ce cas, NK 2 est proche de la morphologie prédominante à Wadi Halfa (Tableau 33).

La jonction entre le processus et la diaphyse forme un coude brusque chez NK 2. Cette caractéristique a été décrite chez les Néandertaliens alors que chez les hommes modernes, le bord inférieur est oblique et rejoint la diaphyse progressivement. Seuls 20 % (n = 45) des individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa possèdent un relief concave sous le processus coronoïde. Cette proportion correspond au pourcentage maximal décrit dans les populations actuelles par Hambucken (1993) et rencontré uniquement chez les aborigènes. Selon cet auteur, cette particularité pourrait être liée au développement moindre de l'insertion du muscle brachial antérieur (*m. brachialis*) et se traduit par un aplatissement antéro-postérieur de la partie proximale de la diaphyse.

		Orientation du processus coronoïde		
	n	proximale	antérieure	distale
NK 2 (d, g)			**X**	
Jebel Sahaba	27	**59,3 %**	33,3 %	7,4 %
Wadi Halfa	17	0,0 %	**76,5 %**	23,5 %
Hambucken, 1993				
HsPsEu	20	44 %	44 %	12 %
Neand	20	4,2 %	**54,2 %**	41,6 %
Aborigène	12	10 %	**70 %**	20 %
Boshimans	9	6,7 %	**73,3 %**	20 %

Tableau 33 : *pourcentages de trois types d'orientation possible du processus coronoïde dans différentes populations de comparaison.*

Le bord médial du processus coronoïde est marqué par une tubérosité suivie d'une crête correspondant au site d'insertion du ligament collatéral ulnaire et des fibres supérieures du muscle fléchisseur superficiel des doigts (*m. flexor digitorum superficiali*). Ces empreintes sont plus marquées sur l'ulna gauche que sur le droit. Leur développement important à gauche va

jusqu'à creuser une dépression circulaire au dessus de l'insertion du muscle brachial (*m. brachialis*).

Les dimensions générales du processus coronoïde de NK 2 par rapport aux variations des groupes de comparaison sont reprises dans la Figure 112. Les dimensions du processus sont fortes. Le diamètre transverse (DtrCor) se situe dans la partie supérieure de la variabilité et le diamètre antéro-postérieur (Da-pCor) sort de la variabilité des hommes modernes du Paléolithique moyen et des Néandertaliens. Les valeurs de NK 2 pour cette mesure sont proches de celles de hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe. Les largeurs articulaires latérale et médiale (BLCor et BMCor), mesurées de part et d'autre de la crête mousse du processus coronoïde, ne montrent pas de tendance particulière entre les groupes de comparaison. Notons que les dimensions de NK 2, bien qu'élevées, sont proches des moyennes des individus de Wadi Halfa. Une ossification capsulaire est présente au niveau de l'extrémité antérieure du processus coronoïde droit. Cette particularité sera décrite plus loin dans le Paragraphe III.2.3.11 relatif aux pathologies de l'individu. Cette ossification n'a cependant qu'un impact réduit sur le diamètre antéro-postérieur droit de Nazlet Khater.

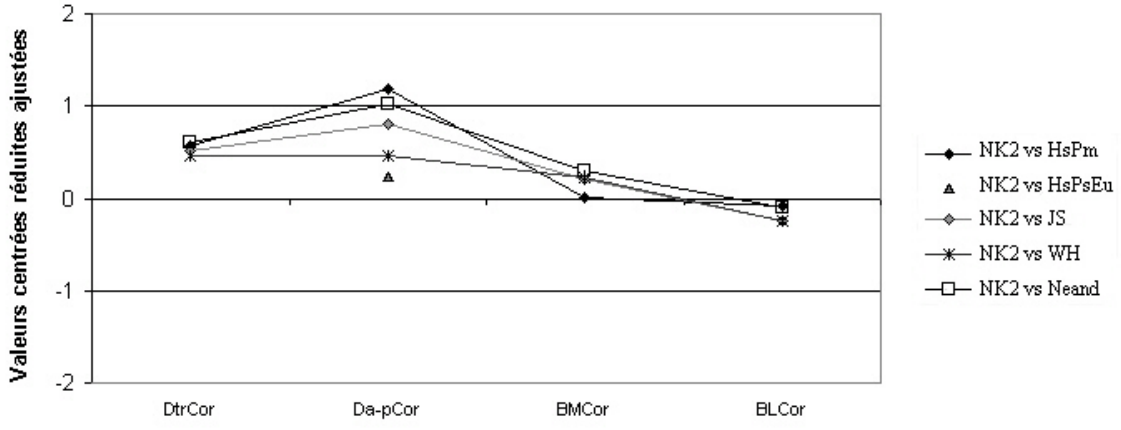


Figure 112 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions des processus coronoïdes de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison. DtrCor & Da-pCor = diamètres transverse et antéro-postérieur du processus coronoïde ; BMCor & BLC = largeurs articulaires latérale et médiale du processus coronoïde.*

L'indice de développement du processus coronoïde de NK 2 est très fort. Rapportée à la longueur physiologique, la taille du processus sort de la variabilité de la plupart des groupes et se situe dans la gamme supérieure de celle des Néandertaliens et des « HsPsEu » (Figure 113).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

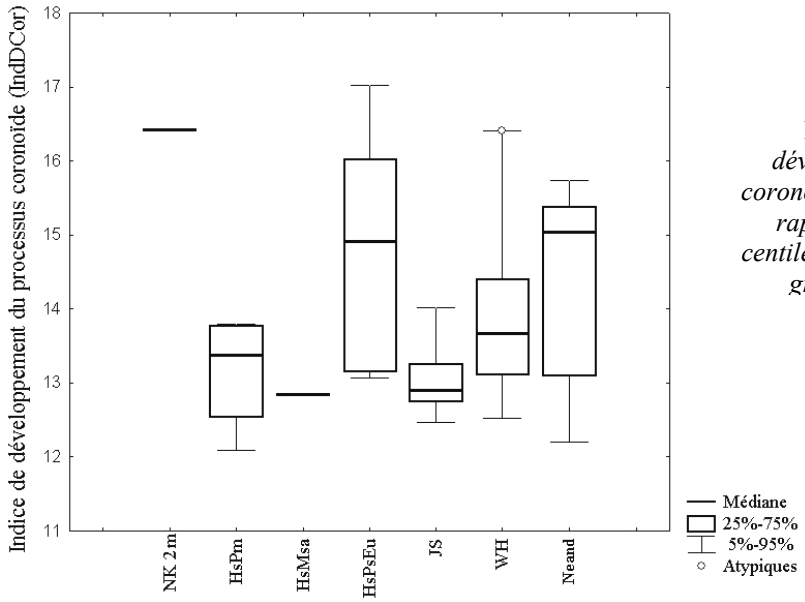


Figure 113 : *indice de développement du processus coronoïde (IndDCor) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

- Incisure trochléaire

Les deux incisures trochléaires de NK 2 sont profondes et relativement larges. La surface articulaire de l'olécrâne est partiellement séparée de celle du processus coronoïde à gauche. Cette zone de séparation débute sur le bord médial de l'incisure, où elle est très large (11,7 mm), et forme un biseau jusqu'à la crête mousse séparant les versants médiaux et latéraux de l'articulation de la trochlée (Figure 110). Il n'est pas possible de définir la présence de cette séparation sur l'ulna droit car la zone en question est recouverte de sédiments agglomérés. Nous avons observé un tel sillon transverse jusqu'au milieu de la trochlée chez 28,12 % (n = 32) des Epipaléolithiques nubiens. Cette surface non articulaire est majoritairement absente chez les individus de Wadi Halfa tandis qu'elle prédomine à Jebel Sahaba.

La profondeur de la trochlée de NK 2 est assez élevée comme le montre la Figure 114. Seuls les hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe possèdent des valeurs en moyenne plus fortes que NK 2. En revanche l'indice de concavité de la trochlée (IndConcT = 66,72) s'inscrit dans la moyenne de notre échantillon moderne de comparaison (67,78 ± 5,01 ; n = 41). La trochlée de NK 2 est longue et profonde, mais les dimensions de son arc et de sa corde sont proportionnées.

Les autres dimensions de la trochlée, comme son diamètre antéro-postérieur et ses largeurs maximale et minimale sont élevées, mais s'inscrivent dans la variabilité de l'échantillon moderne de comparaison.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

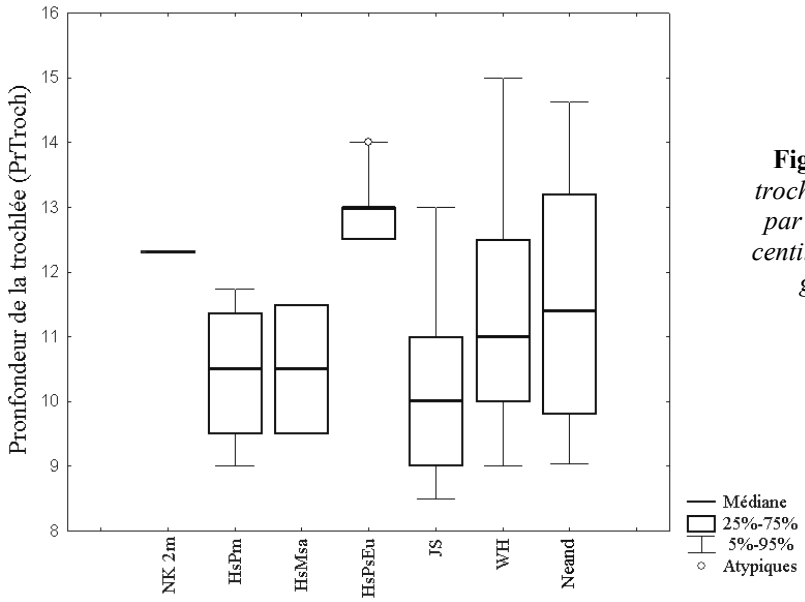


Figure 114 : *profondeur de la trochlée (PrTroch) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

L'ouverture de l'incisure trochléaire est orientée antéro-supérieurerment chez NK 2, comme chez la plupart des hommes modernes (Hambucken, 1993 ; Churchill *et al.*, 1996). Cependant cette orientation dépend de la différence entre la saille du bec olécrânien et celle du processus coronoïde (Vandermeersch, 1981). Chez NK 2, l'indice de développement des processus se situe dans la partie inférieure de la variabilité des groupes de comparaison, à l'exception de celui des « HsPsEu » (Figure 115).

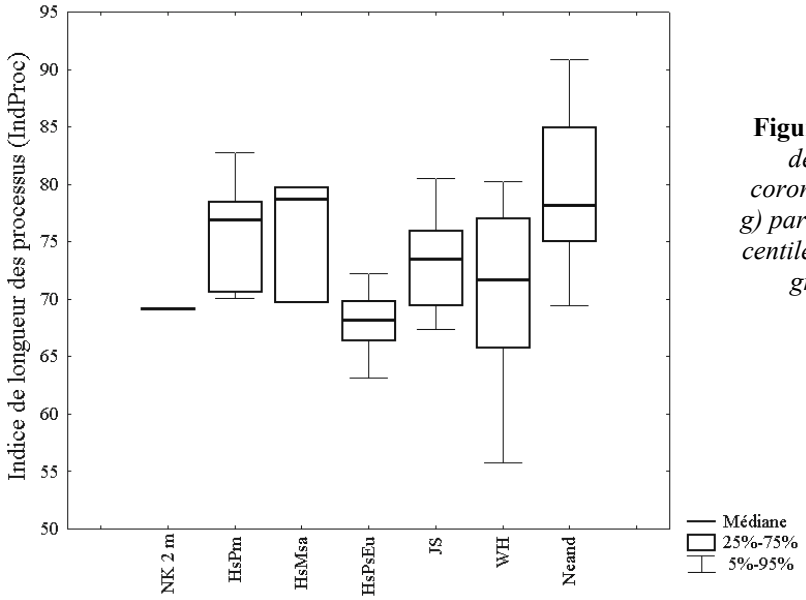


Figure 115 : *indice de longueur des processus olécrâne et coronoïde (IndProc) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Cette valeur faible témoigne d'un processus coronoïde plus important que l'olécrâne. Il en résulte un angle trochléaire très élevé de NK 2 (Atroch = 25,5°) qui sort de la variabilité de l'échantillon de comparaison (18 ± 3,5° ; n = 43).

- Incisure radiale

L'incisure radiale de NK 2 n'est visible que sur l'ulna gauche. Elle est de forme rectangulaire (type 1 ; Hambucken, 1993). Cette morphologie est partagée par 50 % (n = 12) des individus de Wadi Halfa et constitue la deuxième forme la plus courante chez les populations actuelles et les hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe (Hambucken, *ibidem*). Le contour le plus fréquent de l'incisure radiale est la forme ovale. Elle est majoritaire à Jebel Sahaba (90 % ; n = 18).

Les dimensions de l'incisure gauche de NK 2 sont faibles. Elles se situent au sein du nuage de points des Epipaléolithiques nubiens dans le diagramme bivarié de la hauteur en fonction de la largeur (Figure 116). Les différents groupes de comparaison s'individualisent les uns des autres en fonction de ces deux dimensions. La surface articulaire de l'incisure est orientée latéralement. Ses bords sont peu saillants et sous sa bordure inférieure, la cavité pour la tubérosité radiale est fortement marquée.

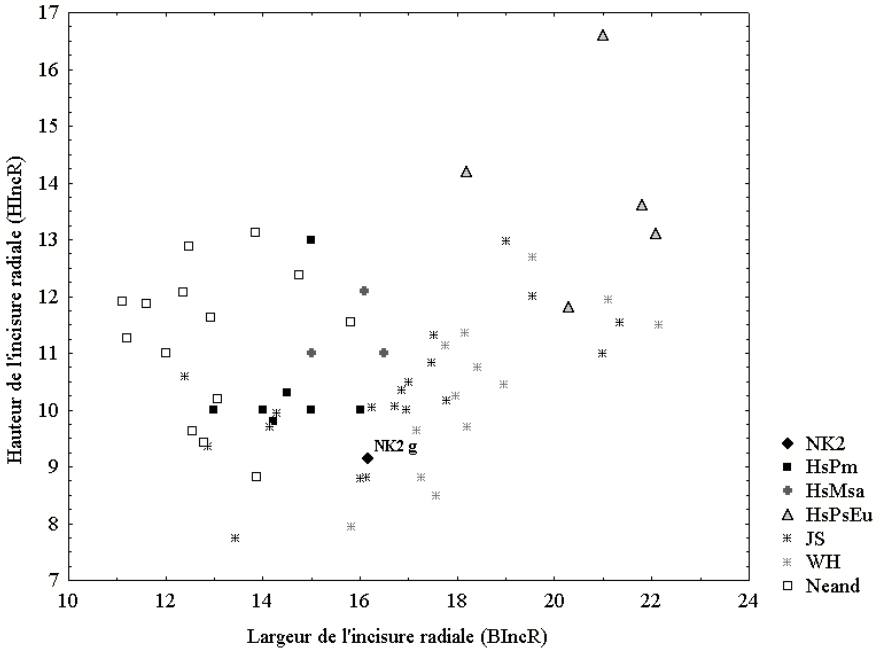


Figure 116 : *diagramme bivarié de la longueur de l'incisure radiale (BIncR) en fonction de sa hauteur (HIncR).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

- Région sous trochléaire

Les deux crêtes supinatrices de NK 2 sont fortement marquées. Elles débutent au niveau du bord postérieur de l'incisure radiale et s'étendent distalement sur environ 22 mm. Elles font plus de 6 mm de hauteur et 4 mm de largeur (Figure 110).

Les diamètres sous-sigmoïdes antéro-postérieur et transverse permettent de calculer l'indice de platôlénie de l'extrémité proximale. NK 2 possède un indice élevé ce qui témoigne d'un aplatissement transverse de la partie proximale de la diaphyse. Cette morphologie semble être partagée par les hommes modernes du Paléolithique moyen, les Epipaléolithiques du nord de l'Afrique et du Proche-Orient ainsi que par les Néandertaliens. En revanche, la valeur de son indice sort de la variabilité des autres groupes de comparaison (Figure 117).

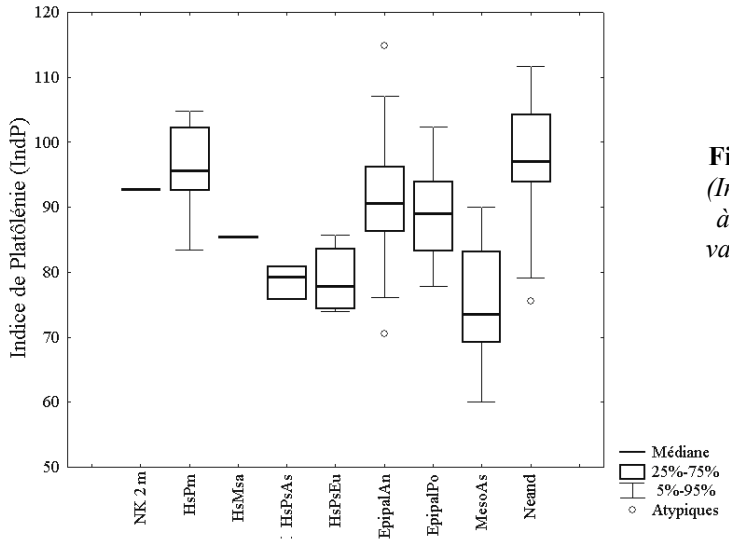


Figure 117 : *indice de platôlénie (IndP) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

L'insertion du muscle brachial (*m. brachialis*) est bien marquée. Elle est plus forte sur l'ulna gauche et se présente sous la forme d'une rugosité ovalaire avec une dépression centrale. Elle occupe une position haute par rapport au bec de l'olécrâne contrairement à celle observée chez les Epipaléolithiques nubiens (Tableau 34).

PTubB							
NK 2	KRM		HsPm	HsPsEu	JS	WH	Neand
38,48	**35,10**	**m**	32,59	**35,42**	42,40	41,91	**34,99**
		s	2,08	2,19	4,72	4,24	5,4
		n	2	9	23	18	12

Tableau 34 : *moyennes, écart-types et effectifs des valeurs de position de la tubérosité brachiale pour NK 2 et les groupes de comparaison. KRM = Klasies River Mouth.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Diaphyse

- Courbures diaphysaires

En vue antérieure, seule la courbure inférieure qui déporte latéralement l'extrémité distale est bien marquée. La courbure supérieure est beaucoup plus faible et l'extrémité proximale occupe une position axiale plutôt que médiale.

En vue latérale, la diaphyse forme un « S » très léger. L'extrémité proximale semble projetée antérieurement par rapport au bord postérieur de la diaphyse comme le montre l'angle antéro-postérieur. Les valeurs de NK 2 sont plus faibles que celles des individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa, ce qui traduit un angle plus fermé entre l'axe de la diaphyse et celui de l'extrémité proximale (Tableau 35). Les résultats de Hambucken (1993) concernant cet angle ont montré que les populations actuelles avaient en moyenne une courbure antéro-postérieure faible alors que les Néandertaliens et les hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe possèdent une courbure forte. Qafzeh 9 suit également cette tendance.

	Aa-pC		
	m	s	n
NK 2 (d, g)	**167**		
Qafzeh 9	165		
Skhul IV	170		
JS	171,6	4,5	13
WH	170,8	2,8	13
Hambucken, 1993			
Neand	168,9	3,3	9
HsPsEu	168,1	6	5
Actuels	172,4	4,3	30

Tableau 35 : *moyennes et écart-types et effectifs des valeurs de l'angle de courbure antéro-postérieur (Aa-pC) pour NK 2 et les groupes de comparaison.*

En vue postérieure, l'ulna gauche de NK 2 possède une courbure en « S » plus nette qu'en vue antérieure. Cette dernière est accentuée par la crête inhabituelle présente sur le bord latéral de l'insertion du muscle anconé (*cf. supra*).

- Diamètres et indices diaphysaires

La forme de la diaphyse des ulnas de NK 2 est particulière. Tout d'abord il existe une grande asymétrie entre la diaphyse droite et gauche qui se traduit par des diamètres proximaux et à mi-diaphyses très différents et par conséquent un indice diaphysaire distinct (Figure 118). Pour plus de lisibilité, les valeurs des deux ulnas de NK 2 ont été comparées à l'ensemble de l'échantillon de comparaison, mais les tendances observées sur le graphique de la Figure 118 sont identiques à celles observées par rapport aux différents groupes de comparaison.

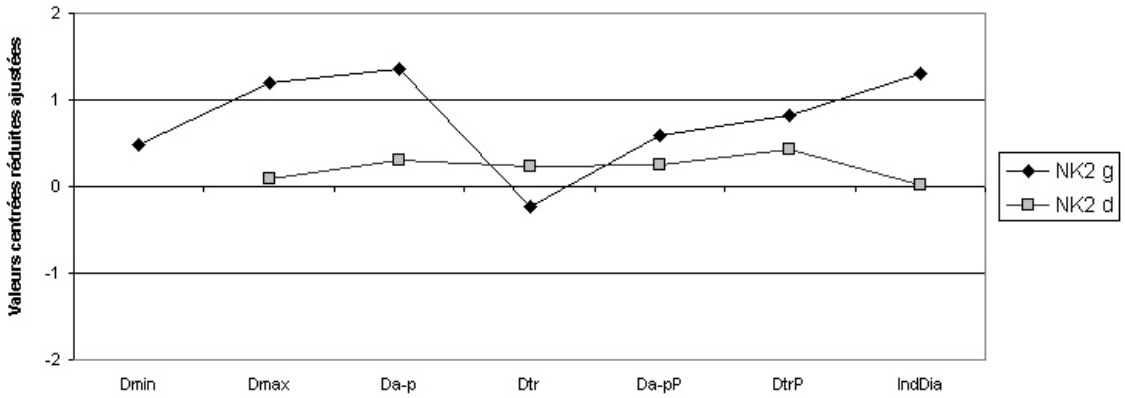


Figure 118 : *valeurs centrées réduites ajustées des diamètres et indices diaphysaires gauches et droits de NK 2 par rapport à l'ensemble de l'échantillon de comparaison. Dmin = diamètre minimal ; Dmax = diamètre maximal ; Da-p = diamètre antéro-postérieur maximal ; Dtr = diamètre transverse maximal ; Da-pP = diamètre antéro-postérieur proximal ; DtrP = diamètre transverse proximal ; IndDia = indice diaphysaire.*

Les diamètres maximaux antéro-postérieur, transverse et à mi-diaphyse (Dmax, Da-p et Dtr) de l'ulna droit se situent dans la variabilité de l'ensemble de l'échantillon de comparaison. En revanche, la diaphyse gauche sort de 95 % de la variabilité de notre échantillon en ce qui concerne les diamètres maximaux antéro-postérieur et à mi-diaphyse. En effet, comme le montrent les coupes scanners à mi-diaphyse (Figure 119), le contour de l'ulna gauche est inhabituel. Il forme un ovale antéro-postérieurement alors que cette section est généralement triangulaire. Le bord interosseux forme un des sommets du triangle. Sur l'ulna gauche de NK 2, le bord interosseux n'est pratiquement pas marqué, tandis que la distance entre le bord postérieur et médial est exceptionnellement forte. Cela se traduit par un indice diaphysaire (IndDia) très élevé qui témoigne d'un aplatissement transverse de la diaphyse. A droite, le bord interosseux est plus marqué et la forme générale du contour, bien que la portion postéro-latérale manque, est clairement différente de celle du côté gauche. L'indice diaphysaire se situe dans la moyenne de l'échantillon de comparaison à droite. En ce qui concerne le développement du bord interosseux, il est pratiquement nul à gauche et modéré à droite (respectivement Type 1 et 2 de Hambucken, 1993). Selon cet auteur, le développement quasi nul du bord interosseux (Type 1) est très fréquent dans les populations actuelles ainsi que chez les Néandertaliens et les hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe, mais présent seulement à 11,9 % (n = 42) chez les Epipaléolithiques nubiens. Ces derniers possèdent des bords interosseux bien développés et le Type 2 représente 38,9 % (n = 42) des morphologies observées.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

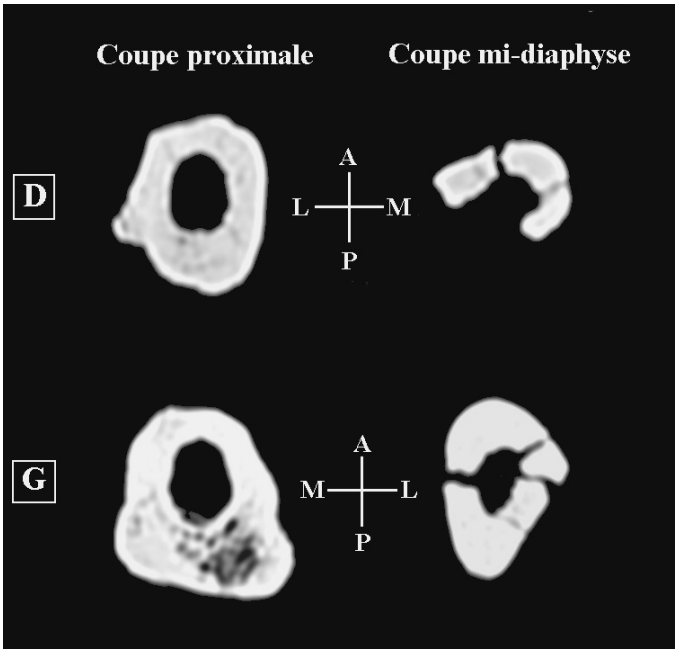


Figure 119 : *coupes scanners des diaphyses ulnaires droite et gauche de NK 2 au niveau proximal (sous le bord inférieur de la tubérosité brachiale) et à mi-diaphyse. D = droit ; G = gauche ; A = antérieur ; L = latéral ; M = médial ; P = postérieur.*

Les diamètres transverses proximaux (DtrP), pris sous le bord distal de la tubérosité brachiale, se situent dans la partie supérieure de la variabilité de l'échantillon de comparaison pour les deux ulnas de NK 2 (Figure 118). Le diamètre gauche est cependant plus élevé que le droit en raison du développement inhabituel de son bord postéro-latéral lié à l'insertion du muscle anconé. Les coupes scanners à cet endroit révèlent la différence de morphologie du contour entre les deux ulnas. A droite, la section de la diaphyse est rectangulaire et triangulaire à gauche.

L'empreinte du muscle carré pronateur est visible sur les deux ulnas de NK 2. Elle est peu prononcée, mais semble plus accentuée à gauche qu'à droite.

Extrémité distale

L'extrémité distale n'est conservée que sur l'ulna gauche. La transition entre la surface articulaire et la diaphyse est progressive. La surface articulaire a une forme circulaire en vue inférieure. Le processus styloïde est massif et peu dégagé de la tête ulnaire. Sa projection distale est très faible et s'arrête au même niveau que la tête articulaire. Ce type de morphologie est peu courant chez les hommes actuels ainsi que chez les hommes modernes du Paléolithique moyen et supérieur (Hambucken, 1993). Chez les Epipaléolithiques nubiens, ce type de morphologie du processus styloïde a une fréquence qui avoisine les 29,4 % (n = 17).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les dimensions générales de l'extrémité distale de NK 2 et des échantillons de comparaison sont reprises dans le graphique suivant (Figure 120).

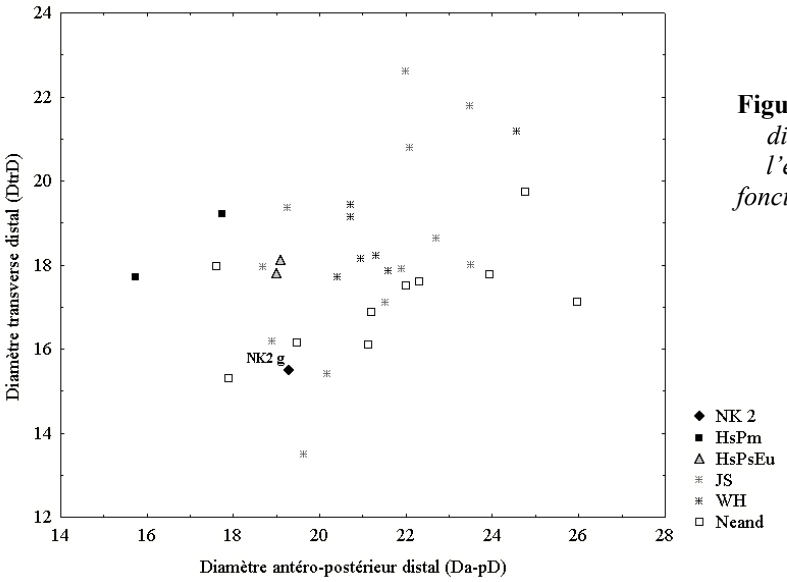


Figure 120 : *diagramme bivarié du diamètre antéro-postérieur de l'extrémité distale (Da-pD) en fonction de son diamètre transverse (DtrD).*

NK 2 possède des dimensions faibles pour les deux diamètres distaux. Sa position proche des proportions néandertaliennes traduit la circularité de son extrémité distale.

La hauteur absolue et relative (comparée à la longueur de l'os) de sa surface articulaire s'inscrit dans la moyenne de l'échantillon moderne de comparaison.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les radius

Caractères généraux

Les longueurs maximale et physiologique des radius de NK 2 sont comprises dans la variabilité des groupes de comparaison à l'exception des individus du Mésolithique sub-saharien (Figure 121). Comme c'est le cas pour les humérus et les ulnas de NK 2, le périmètre minimal de l'os est lui assez important et se situe dans la partie supérieure de la variabilité des groupes de comparaison. Par conséquent, l'indice de robustesse des radius est élevé.

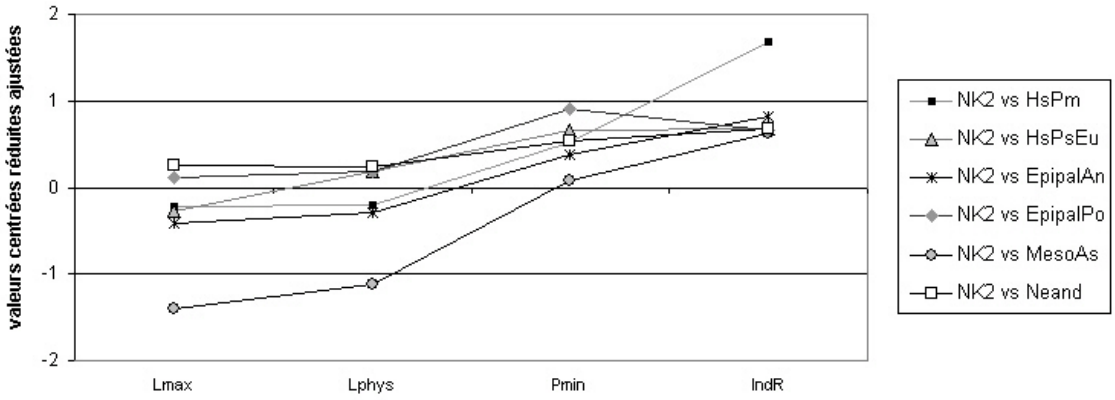


Figure 121 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions générales des radius de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison. Lmax & Lphys = longueurs maximale et physiologique ; Pmin = périmètre minimal ; IndR = indice de robustesse.*

Au sein du groupe des Epipaléolithiques du nord de l'Afrique, les moyennes entre les populations ne sont pas significativement différentes pour les isoler, mais la variabilité de l'indice de robustesse des individus de Jebel Sahaba et Columnata est moins grande de sorte que NK 2 se situe au-delà de la limite supérieure à 95 % de ces deux échantillons.

L'indice brachial de NK 2 s'inscrit dans la moyenne de l'échantillon moderne de comparaison. Il témoigne d'un radius de longueur moyenne, tout à fait proportionnée par rapport à la longueur de l'humérus (Tableau 36).

	IBRA			Caractéristiques
	m	s	n	
NK 2 d	75,71			Radius moyen
NK 2 g	76,75			Radius moyen
HsPm	76,6	4,86	5	Radius moyen
HsPsEu	76,9	1,44	12	Radius moyen
EpipalAn	77,86	2,04	30	Radius moyen
Neand	74,9	2,82	11	Radius court

Tableau 36 : *moyennes, écart-types et effectifs des valeurs de l'indice brachial (IBRA) de NK 2 et des groupes de comparaison.*

Extrémité proximale

L'extrémité proximale de NK 2 est peu volumineuse. Son diamètre sagittal est un peu élevé par rapport à la longueur totale de l'os. L'indice de largeur proximale (IndBP (d, g) = 8,04) se situe en dessous de la moyenne des Epipaléolithiques nubiens (8,44 ± 0,5 ; n = 16). L'indice de développement proximal, comparant le périmètre de la tête à la longueur totale, s'inscrit lui dans la moyenne de l'échantillon de comparaison.

La tête du radius possède un contour ovale à droite. Bien que la circonférence articulaire soit partiellement abîmée, l'orientation du grand axe de l'ellipse est identifiable et se situe dans le plan antéro-médial. La profondeur de la fovéa radiale est de 2,4 mm à gauche comme à droite. La hauteur maximale de la circonférence articulaire est proportionnée par rapport à la longueur du col. La hauteur du pourtour est cependant variable comme chez 75 % (n = 28) des Epipaléolithiques nubiens. La hauteur maximale se situe postéro-médialement tandis que la hauteur minimale est localisée sur le bord antérieur.

Les dimensions du col radial de NK 2 sont comparées aux différents groupes dans la Figure 122. NK 2 s'inscrit dans la moyenne de la variabilité des différents groupes de comparaison. Il s'écarte de celle des Néandertaliens pour le périmètre et les diamètres du col. Les Néandertaliens ont en général un col étroit qui contraste avec une tête articulaire volumineuse (Boule, 1911). L'indice de robustesse du col de NK 2 est par conséquent plus élevé que chez les Néandertaliens. L'indice de développement du col (IndDcol = 102,35) se situe au-dessus de la moyenne des groupes de comparaison en raison de la valeur forte du périmètre minimal de l'os. Sa valeur supérieure à 100 indique un col moins développé que le périmètre minimal. Dans

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

les populations actuelles, la tendance est généralement inverse avec des indices de développement en moyenne inférieurs à 100 (Hambucken, 1993).

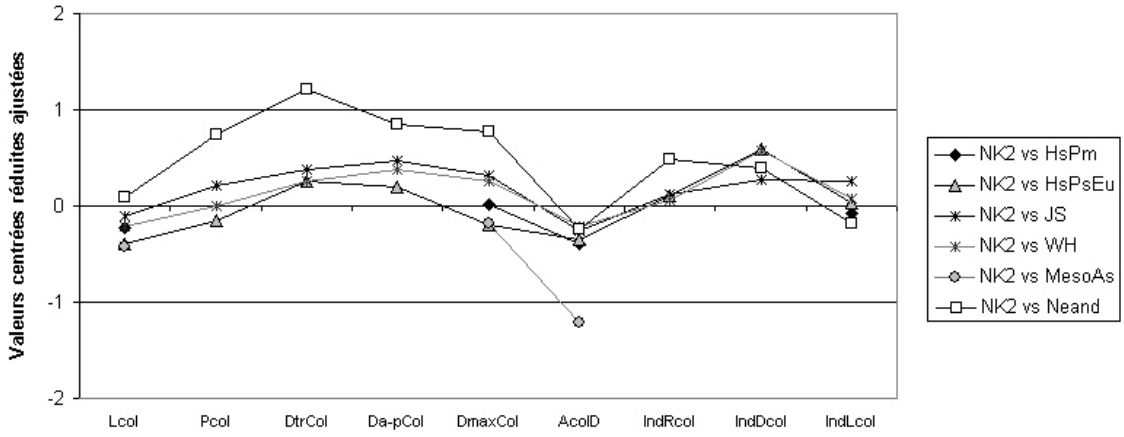


Figure 122 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures de longueur du col de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison. Lcol = longueur du col ; Pcol = périmètre du col ; DtrCol & Da-pcol = diamètres transverse et antéro-postérieur du col ; DmaxCol = diamètre maximal du col ; AcolD = Angle collo-diaphysaire ; IndRcol = indice de robustesse du col ; IndDcol = Indice de développement du col ; IndLcol = indice de longueur du col.*

L'angle collo-diaphysaire de NK 2 est bas (AcolD = 164°) ce qui indique une courbure importante entre le col et la diaphyse. Il se situe en dessous de la moyenne des groupes de comparaison dans la Figure 122. Ces groupes sont eux-mêmes en marge de la variabilité actuelle pour cet angle comme le montrent à la fois la position de NK 2 par rapport aux individus du Mésolithique sub-saharien et le Tableau 37 qui reprend les données de Hambucken (1993) pour différentes populations actuelles. Parmi toutes ces populations de référence, seuls les Aborigènes présentent un angle plus fermé. Cette angulation forte de l'extrémité proximale est également présente sur le seul radius d'*Homo sapiens* archaïque de Cave of Hearths (CH, Pearson & Grine, 1997).

La position de la tubérosité radiale par rapport à la crête interosseuse semble avoir été plus médiale chez les premiers hominidés et les Néandertaliens que chez les hommes actuels (Trinkaus & Churchill, 1988). Il semble qu'elle soit, comme la longueur du col, corrélée à l'amplitude maximale du bras de levier du biceps brachial (Trinkaus & Churchill, 1988 ; Murray *et al.*, 2002). Plus la tubérosité est placée médialement, plus le biceps brachial possède un avantage biomécanique lors de la supination (Aiello & Dean, 1990).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les tubérosités de NK 2 sont coupées dans leur partie postérieure par le prolongement du bord interosseux (Type 2 de Hambucken, 1993 ; Type 2 de Trinkaus & Churchill, 1988). Cette position intermédiaire, partagée par le radius de Cave of Hearths (Pearson & Grine, 1997), n'est pas majoritaire au sein des populations actuelles, mais se retrouve fréquemment (>75 %) chez les Aborigènes et les Esquimaux (Hambucken, *ibidem*). Elle est présente à 21,3 % (n=47) chez les individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa.

	AcolD		
	m	**s**	**n**
NK 2	164 °		
HsPm	167,7 °	3,6	6
HsPsEu	167,6 °	4,8	13
EpipalAn	165,9 °	3,9	37
MesoAs	**171,5 °**	2,6	8
Neand	165,2 °	2,3	15
Hambucken, 1993			
Actuels	**170,3 - 172,4°**	2,5 - 4,6	131
Aborigènes	168,3°	4,6	12

Tableau 37 : *moyennes, écart-types et effectifs des valeurs de l'angle collo-diaphysaire (AcolD) de NK 2, des groupes de l'échantillon de comparaison et étendues des moyennes et écart-types de 7 populations actuelles d'après les données de Hambucken (1993).*

Les tubérosités de NK 2 sont bien développées. Elles sont régulièrement convexes, mais présentent un léger aplatissement à leur sommet. Leurs longueurs (LTub = 22,6 mm) se situent dans la partie inférieure de la variabilité de notre échantillon de comparaison (26,01 ± 2,54 ; n = 75) tandis que leur largeur s'inscrit dans la moyenne de ce dernier. En revanche, la largeur transverse au niveau de la tubérosité est forte et se rapproche plus des moyennes des hommes modernes du Paléolithique moyen et supérieur que de celles des Epipaléolithiques nubiens (Figure 123).

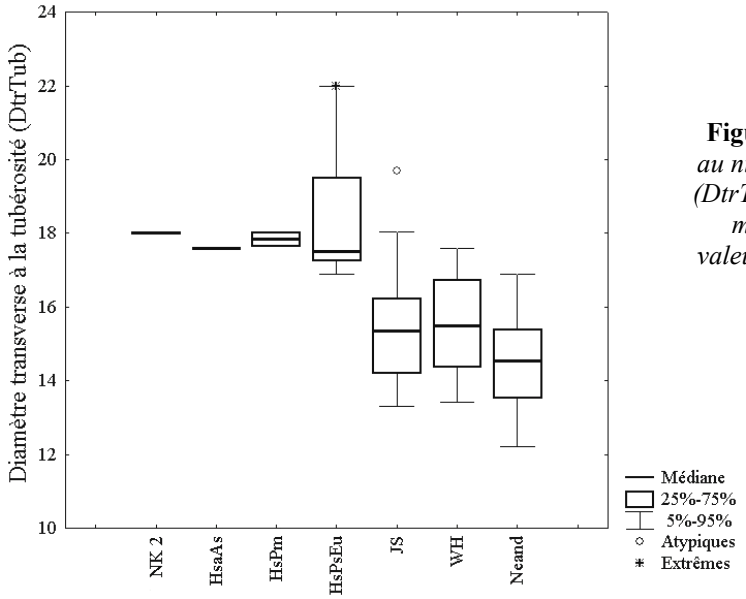


Figure 123 : *largeur transverse au niveau de la tubérosité radiale (DtrTub) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Diaphyse

L'indice diaphysaire de NK 2 est assez élevé (IndDia (d, g) = 85) et témoigne d'un aplatissement diaphysaire peu marqué au milieu (Figure 124).

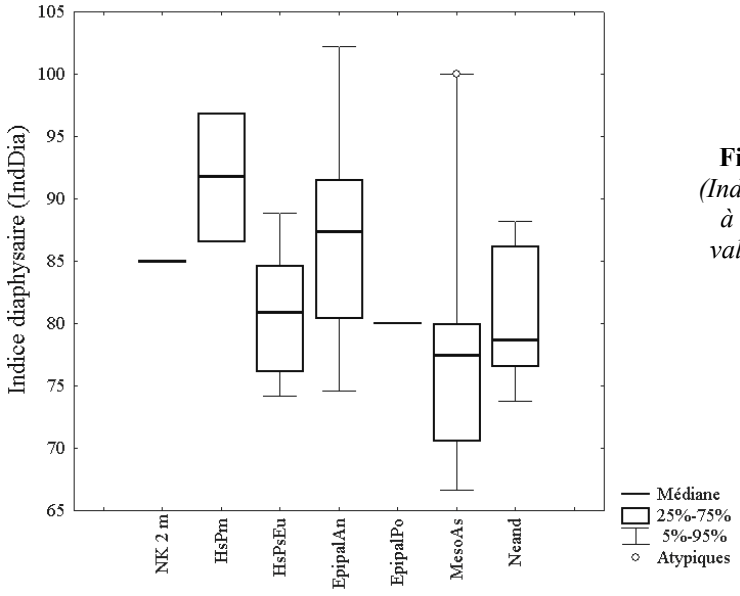


Figure 124 : *indice diaphysaire (IndDia) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

Cette morphologie est en partie la conséquence de l'expression du bord interosseux des radius de NK 2. Ce dernier est modéré et correspond au Type 2 de Hambucken (1993). Les faces antérieure et postérieure sont respectivement plane et convexe, et forment une simple angulation à leur union médiale. C'est la forme la plus répandue de bord interosseux chez les hommes actuels, et également dans notre échantillon d'Epipaléolithiques nubiens, puisque 84,8 % (n = 46) des individus présentent cette morphologie.

Le tubercule interosseux est visible sur les deux diaphyses de NK 2. Il est plus marqué à gauche qu'à droite. Il forme une crête rugueuse qui renforce celle du bord interosseux sur environ 25 mm. Un développement similaire du tubercule interosseux n'est observable que chez 10,8 % (n = 46) des individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa. En général, ces derniers possèdent un tubercule moins marqué.

La courbure diaphysaire des radius de NK 2 est modérée. La valeur de son angle (Acurb (d, g) = 170°) se situe légèrement en dessous de la moyenne des Epipaléolithiques nubiens (171,21 ± 2,29 ; n = 47).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les propriétés géométriques de la section à mi-diaphyse du radius ont été calculées sur le côté gauche, le droit étant incomplet à ce niveau (Figure 125). Tout comme les humérus, le radius gauche présente une aire corticale très importante par rapport à l'aire périostale totale. Son pourcentage (% CA) sort de la variabilité des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe et se situe dans la partie supérieure de la variabilité de trois groupes actuels provenant d'Afrique et des Etats-Unis (Tableau 38). Le second moment polaire d'inertie (J) est également élevé chez NK 2, mais s'inscrit dans la variabilité des groupes de comparaison à l'exception de l'échantillon Khoisans. Le rapport des seconds moments maximal et minimal d'inertie (I_{max}/I_{min}) se situe dans la partie inférieure de la variabilité des groupes de comparaison pour NK 2. Cette valeur révèle une section plus arrondie de l'os de NK 2. Les propriétés géométriques du radius de Cave of Hearths (CH), prises un peu au dessus de la moitié de la diaphyse, sont proches de celles de NK 2. Seul le rapport des moments diffère car CH possède une distribution inégale d'os autour de ces axes de flexion (Pearson & Grine, 1997). Les propriétés géométriques de la section à mi-diaphyse du radius de NK 2 témoignent, comme pour les humérus, d'une adaptation de l'os à des contraintes biomécaniques fortes.

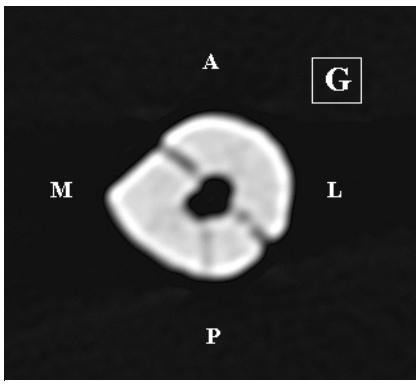


Figure 125 : *coupe scanner à mi-diaphyse du radius gauche de Nazlet Khater 2.*

	TA	%CA	I_{max}/I_{min}	J
NK2 (g)	**121,1**	**90,8**	1,32	2326
Cave of Hearths (CH)	**120,3**	**89,4**	1,87	2439
HsPsEu (n=12)	104,99 ± 17,8	78,7 ± 4,7	1,45 ± 0,22	1811,5 ± 584,8
Actuels (Pearson & Grine, 1997)				
Afro-américains (43 males)	144,11 ± 19,8	76,6 ± 8	1,61 ± 0,26	3414,7 ± 889,4
Khoisans (25 males)	92,87 ± 24	83,5 ± 7,4	1,42 ± 0,19	845,13 ± 417,43
Zulu (19 males)	143,47 ± 22,1	79,8 ± 6,8	1,55 ± 0,35	2054,9 ± 663,5

Tableau 38 : *moyennes, écart-types et effectifs des valeurs des propriétés géométriques de la section radiale à mi-diaphyse de NK 2 et les échantillons de comparaison. TA = aire totale ; %CA = pourcentage d'aire corticale ; Imax, Imin = second moments d'inertie maximal et mimimal ; J = second moment polaire d'inertie.*

A mi-diaphyse, sur la face latérale, on observe une zone d'insertion rugueuse pour le muscle rond pronateur (*m. pronator teres*). La surface allongée fait entre 3 et 4 cm de long pour une largeur de 5 mm. Le trou nourricier n'est visible qu'à droite sur la face antérieure. Il est situé à 1,5 cm du bord distal de la tubérosité radiale.

Extrémité distale

En ce qui concerne ses dimensions, l'extrémité distale des radius de NK 2 est assez volumineuse par rapport à la longueur de l'os comme le montre l'indice de largeur distale (Figure 126). NK 2 se situe dans la partie supérieure de la variabilité de plusieurs groupes et proche de la moyenne des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe et des Epipaléolithiques du Proche-Orient. Seuls les Néandertaliens possèdent une extrémité distale nettement plus volumineuse.

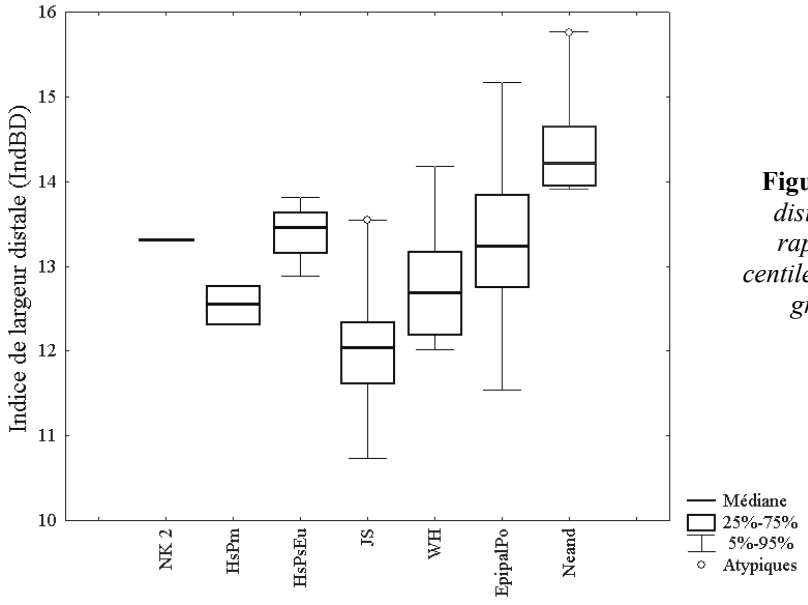


Figure 126 : *indice de largeur distale (IndBD) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

En revanche, l'incisure ulnaire possède une hauteur et une largeur très faibles, qui sortent de la variabilité des groupes de comparaison. L'indice qui en résulte est également petit, mais reste inclus dans la partie inférieure de la variabilité de ces groupes (Tableau 39).

La face antérieure de l'extrémité distale est clairement excavée. Cette zone correspond à l'insertion du muscle pronateur carré (*m. pronatus quadratus*). La face médiale est limitée par deux bords, antérieur et postérieur, nets qui délimitent un triangle au-dessus de l'incisure ulnaire. Sur la face postérieure, seules les gouttières pour le court extenseur du pouce et long extenseur radial du carpe sont conservées. La première est marquée par une légère déclivité

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

avec des bords mousses (Type 2 ; Hambucken, 1993) tandis que la deuxième est plus nette et présente des bords obliques (Type 3 ; Hambucken, *ibidem*).

La surface articulaire pour le carpe possède deux encoches antérieure et postérieure qui lui confèrent une forme bilobée. Ce type de morphologie est assez fréquent chez les hommes actuels (Hambucken, 1993).

	BincU	**HincU**	**IndincU**
NK 2 g	**10,4**	**5,25**	50,48
HsPm (n = 2)	12,82 ± 0,16	10,74 ± 0,3	83,76 ± 1,31
Jebel Sahaba (n = 16)	12,59 ± 0,98	7,31 ± 1	56,73 ± 6,61
Wadi Halfa (n = 9)	13,46 ± 0,92	7,86 ± 1,22	59 ± 6,98
Neand (n = 8)	14,7 ± 1,61	9,23 ± 0,76	63,31 ± 6,88

Tableau 39 : *moyennes, écart-types et effectifs des dimensions de l'incisure ulnaire de NK 2 et des groupes de comparaison. BincU = largeur de l'incisure ulnaire ; HincU = hauteur de l'incisure ulnaire ; IndincU = indice de l'incisure ulnaire.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les ossements des mains

Le carpe

- Scaphoïde

Les dimensions du scaphoïde droit de NK 2 s'inscrivent dans la variabilité des hommes modernes actuels d'après les données de Villemeur (1991).

La surface articulaire pour le capitatum est vaste et concave. La convexité de la surface pour le radius est faible du côté médial et plus marqué latéralement. Il n'existe pas de séparation entre les surfaces articulaires du trapèze et du trapézoïde.

- Lunatum

Les deux lunatum de NK 2 sont symétriques. Leurs dimensions sont comprises dans la variabilité actuelle. La surface articulaire avec le scaphoïde est très petite. Elle ne mesure pas plus de 2,5 mm de hauteur. Elle est séparée de la surface pour le capitatum par une crête nette formant un angle de 90° entre les deux surfaces.

- Trapèze

Le trapèze gauche de NK 2 est très long (Figure 127). Sa valeur (LMAX = 16,01 mm) sort de la variabilité à la fois de l'échantillon moderne de comparaison (Villemeur, 1991) et de celle des Néandertaliens. Ses autres dimensions s'inscrivent dans la moyenne des hommes actuels à l'exception de la hauteur de la surface articulaire avec le premier métacarpien. Cette dernière est particulièrement élevée et s'approche plutôt de la moyenne néandertalienne.

Cependant, au niveau morphologique, la facette articulaire pour le premier métacarpien possède une double courbure en forme de selle de cheval caractéristique des hommes modernes depuis le Paléolithique moyen (Niewoehner, 2001). Le tubercule du trapèze est peu développé, mais la gouttière pour le tendon du muscle fléchisseur radial du carpe (*m. flexor carpi radialis*) est nette et profonde. La surface articulaire du scaphoïde forme un angle presque droit avec celle du trapézoïde. L'extrémité distale de la face médiale de l'os est marquée par une petite facette articulaire ovale pour l'articulation avec le deuxième métacarpien qui est individualisée de celle pour le trapézoïde,.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

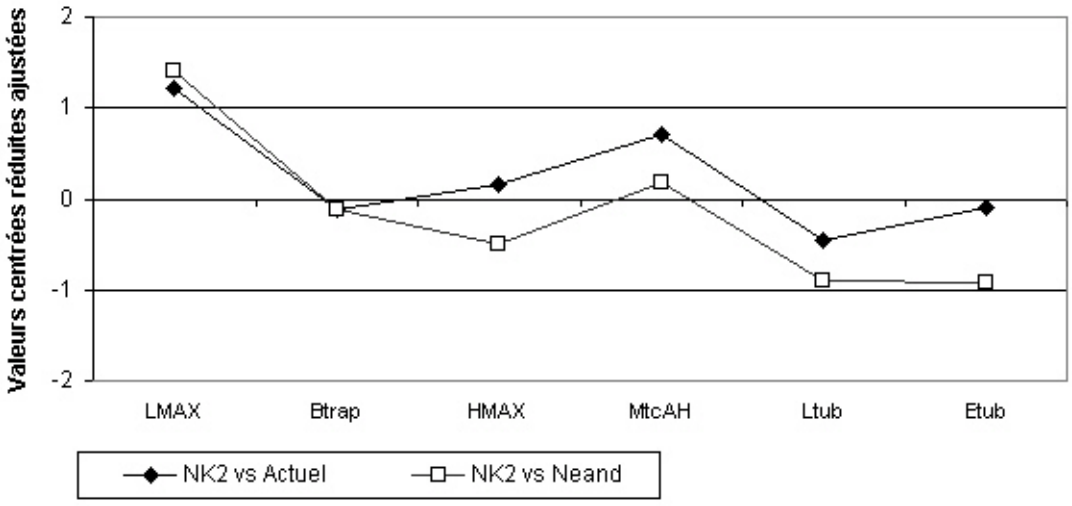


Figure 127 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions du trapèze de NK 2 par rapport à un échantillon d'hommes actuels et de Néandertaliens. LMAX = longueur maximale ; Btrap = largeur du trapèze ; HMAX = hauteur maximale ; MtcAH = hauteur de l'articulation avec le premier métacarpien ; Ltub = longueur du tubercule ; Btub = largeur du tubercule.*

- Trapézoïde

Il existe une asymétrie marquée entre les deux trapézoïdes de NK 2. En générale, le droit possède des dimensions plus fortes que le gauche surtout en ce qui concerne la hauteur de la surface articulaire pour le deuxième métacarpien ou la hauteur et la longueur maximales de l'os. Pour ces trois mesures, le degré d'asymétrie standardisée est extrêmement élevé (SA = 36,24 ; 20,84 et 23,71 respectivement). Au niveau morphologique, la surface pour le deuxième métacarpien est concave sur les deux os. Les faces disto-latérales présentent chacune un sillon non articulaire qui sépare la surface pour le trapèze de celle pour le second métacarpien. Les faces postérieures sont piriformes, avec la pointe orientée proximalement et l'échancrure médialement.

- Capitatum

Les dimensions du capitatum droit de NK 2 s'inscrivent dans la moyenne des hommes actuels. La valeur du rapport de sa longueur sur celle du troisième métacarpien est assez élevée (IndCarp = 37,76) et place NK 2 au sein des macrocarpes (Sarasin, 1931).

La seule particularité notable de l'os est l'orientation para-sagittale de la facette articulaire pour le deuxième métacarpien. Alors que chez les hommes modernes cette surface se situe plutôt dans l'alignement de celle pour le troisième métacarpien, chez NK 2, elle forme un angle de 55° avec cette dernière. Les deux surfaces sont donc séparées par une crête antéro-

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

postérieure. Cette morphologie est la plus répandue chez les Néandertaliens (Niewoehner *et al.*, 1997) et la valeur de l'angle de NK 2 se rapproche plus de leur moyenne que de celle des hommes actuels (Tableau 40). Niewoehner (2001) a montré que la forme de la surface articulaire des deux capitatum de Qafzeh était plus proche de celle des Néandertaliens que des hommes modernes du Paléolithique supérieur et des hommes actuels. Selon Niewoehner *et al.* (1997), les différences observées au niveau de l'articulation carpo-métacarpienne du capitatum pourraient être liées chez les hommes modernes à une adaptation de la résistance articulaire à des forces plus obliques que axiales.

	Angle de la facette articulaire du MTC 2		
	n	m	s
NK2 (d)		**55°**	
DV 15 (d)		40°	
DV 16 (d)		25°	
Niewoehner et al. (1997)			
Néandertaliens	8	60°	10,8°
Amérindiens	41	46°	7°
Européens	53	39°	8,9°

Tableau 40 : *données comparatives de Niewoehner et al. (1997) pour l'angle de la facette articulaire du MTC 2 du capitatum chez les Néandertaliens et les hommes actuels. Les valeurs de Dolní Věstonice proviennent de Trinkaus 2006b.*

- Hamatum

Les hamatum de NK 2 possèdent des morphologies similaires. L'état de conservation de l'hamatum droit limite le calcul de l'asymétrie à quelques mesures seulement. Le degré d'asymétrie ne dépasse jamais la valeur de 5, ce qui confirme l'observation morphologique.

Les dimensions de l'hamatum gauche se situent légèrement au dessus de la moyenne de l'échantillon d'hommes actuels de Villemeur (1991). La surface articulaire pour les quatrième et cinquième métacarpiens est vaste. Les deux surfaces sont rectangulaires et séparées l'une de l'autre par une crête mousse dirigée antéro-postérieurement. Cette dernière se trouve dans le prolongement du bord latéral de l'hamulus. La facette pour le quatrième métacarpien est concave tandis que l'autre est en forme de selle. Le crochet de l'os est long et proéminent. Il est orienté verticalement et son épaisseur est de 4,6 mm (d & g).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Le premier rayon

- Premier métacarpien (MTC 1)

L'asymétrie entre les deux métacarpiens du premier rayon est très légère. Le droit est un peu plus long que le gauche. Les dimensions des MTC1 de NK 2 montrent quatre fortes déviations par rapport à la moyenne de notre échantillon d'hommes modernes (Figure 128).

Tout d'abord en ce qui concerne les hauteur et largeur proximales (HP et BP), NK 2 se situe respectivement en dehors et juste en dessous de la limite à 95% de la variabilité de notre échantillon actuel. Son extrémité proximale est par conséquent volumineuse, mais pas autant que celle des Néandertaliens. Ensuite, les valeurs fortes de la hauteur distale (HD) s'expliquent en partie par la présence d'ostéophytes sur le bord antérieur de la surface articulaire. Il semble également qu'un des sésamoïdes au moins, le latéral, ait fusionné avec l'extrémité distale sur le MTC 1 gauche. La surface étant cassée au niveau du sésamoïde droit et sur tout le bord inférieur sur le MTC 1 droit, il n'est pas possible de discuter cette fusion sur ce côté. Enfin, l'angle entre le versant radial de la facette articulaire proximale et l'axe de la diaphyse est assez fermé (AFP (g) = 61°). Cette valeur se rapproche de la moyenne des Néandertaliens qui possèdent une orientation plus distale de cette surface par rapport aux hommes modernes (Villemeur, 1991). Selon cet auteur, cette morphologie permettrait une abduction du pouce plus importante. Sa présence chez les Australopithèques (Ricklan, 1988) pourrait en faire un caractère archaïque. L'angle de NK 2 reste cependant inclus dans la variabilité actuelle.

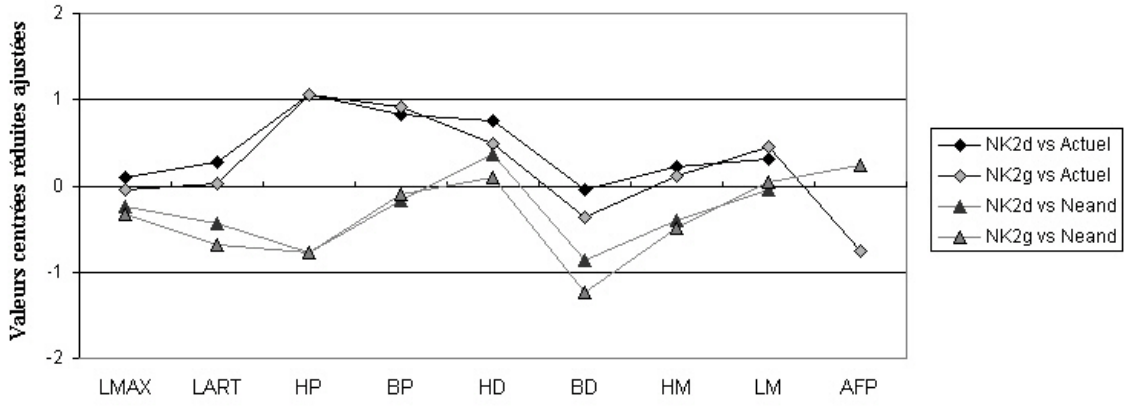


Figure 128 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures des premiers métacarpiens gauche et droit de NK 2 par rapport à un échantillon d'hommes actuels et de Néandertaliens. LMAX = longueur maximale ; LART = longueur articulaire ; HP & BP = hauteur et largeur proximales ; HD & BD = hauteur et largeur distales ; HM & LM = hauteur et largeur à mi-diaphyse ; AFP = angle de la facette articulaire proximale.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

- Phalange proximale (PP 1)

Les deux phalanges proximales du premier rayon de NK 2 présentent une asymétrie forte de leurs dimensions qui résulte principalement d'atteintes pathologiques non homogènes. Comme le montre le graphique de la Figure 129 les hauteurs et largeurs des deux extrémités sortent de la variabilité de l'échantillon moderne de comparaison à différents endroits suivant la phalange considérée. La PP 1 droite possède une surface articulaire proximale très haute et des ostéophytes sur le pourtour de l'articulation qui la déforment. En revanche, son extrémité distale est saine et incluse dans la variabilité actuelle.

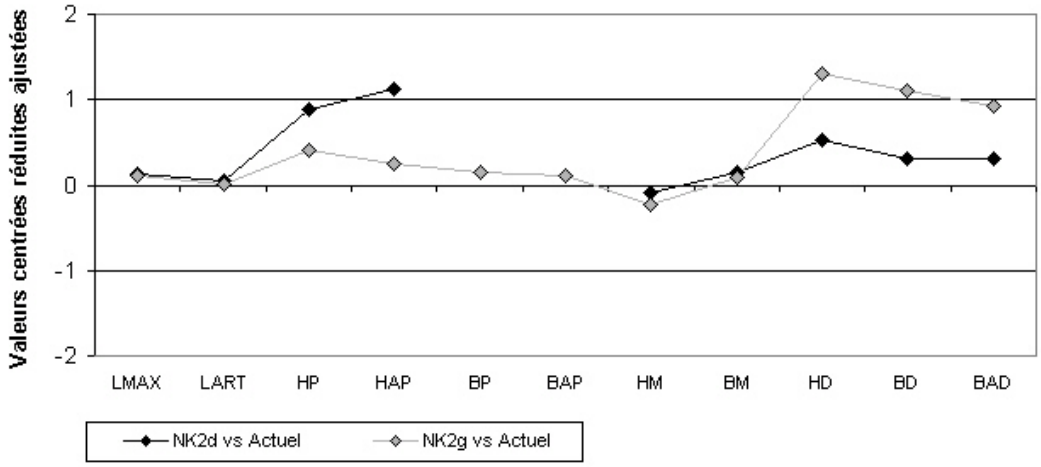


Figure 129 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures des phalanges proximales du premier rayon de NK 2 par rapport à un échantillon d'hommes actuels. LMAX = longueur maximale ; LART = longueur articulaire ; HP & BP = hauteur et largeur proximales ; HAP & BAP = hauteur et largeur articulaire proximales ; HM & BM = hauteur et largeur à mi-diaphyse ; HD & BD = hauteur et largeur distales ; BAD = largeur articulaire distale.*

Inversement, la phalange gauche s'inscrit dans la variabilité de l'échantillon au niveau de ses dimensions proximales, mais sort de cette dernière en ce qui concerne ses hauteurs et largeurs distales. L'extrémité distale est en effet déformée par l'arthrose alors que son extrémité proximale est parfaitement saine.

- Phalange distale (PD 1)

La même asymétrie existe au niveau des phalanges distales pour les dimensions de leur extrémité proximale. La PD 1 droite possède des dimensions fortes, mais qui restent comprises dans la variabilité actuelle tandis que la PD 1 gauche a une hauteur proximale à la limite

supérieure de la variabilité de l'échantillon. Cette phalange exhibe des ostéophytes de près de 2,5 mm de long sur le pourtour de l'articulation proximale.

En revanche, son extrémité distale ne présente aucune atteinte pathologique et ses dimensions s'inscrivent dans la variabilité actuelle. La déviation ulnaire de la diaphyse gauche est faible (DU = 3°).

Sur la face palmaire, la dépression pour le muscle fléchisseur propre du pouce (*m. flexor pollicis longus*) est beaucoup plus vaste sur la phalange droite. A gauche, sa taille résulte sans doute de la déformation de l'extrémité proximale par les ostéophytes. Les tubercules radiaire et ulnaire de la phalange droite sont bien visibles tandis qu'à gauche, ils sont confondus avec les osteophytes.

Les proportions générales du pouce s'inscrivent dans la variabilité actuelle. Sa longueur totale à gauche est de 90,29 mm. Le premier métacarpien gauche est relativement court par rapport au troisième. D'après les données de Sarasin (1931), le rapport des deux longueurs (IndL (g) = 68,4) se situe juste au dessus de la limite inférieure de la gamme de variation moderne (68,3 – 75,3). Le métacarpien droit est légèrement plus long et possède donc une valeur plus élevée (71). Les longueurs des phalanges sont symétriques de sorte que le rapport de ces longueurs sur celle du premier métacarpien gauche donne des valeurs élevées par rapport aux moyennes des hommes actuels.

Les doigts ulnaires

- Les métacarpiens (MTC 2-5)

Les métacarpiens des rayons ulnaires se caractérisent par des extrémités distales volumineuses et des dimensions à mi-diaphyse élevées. En ce qui concerne l'extrémité distale, ce sont les métacarpiens 4 et 5, respectivement droit et gauche, qui possèdent les valeurs les plus fortes par rapport aux moyennes de l'échantillon de comparaison. Pour la hauteur et la largeur à mi-diaphyse, la plupart des métacarpiens de NK 2 se placent dans la partie supérieure de la variabilité des hommes actuels (Figure 130). Un seul métacarpien sort de la limite supérieure de la variabilité actuelle pour sa hauteur à mi-diaphyse. Il s'agit du MTC 4 droit et sa position est liée à une déformation diaphysaire dont l'étiologie sera développée dans le Paragraphe III.2.3.11.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

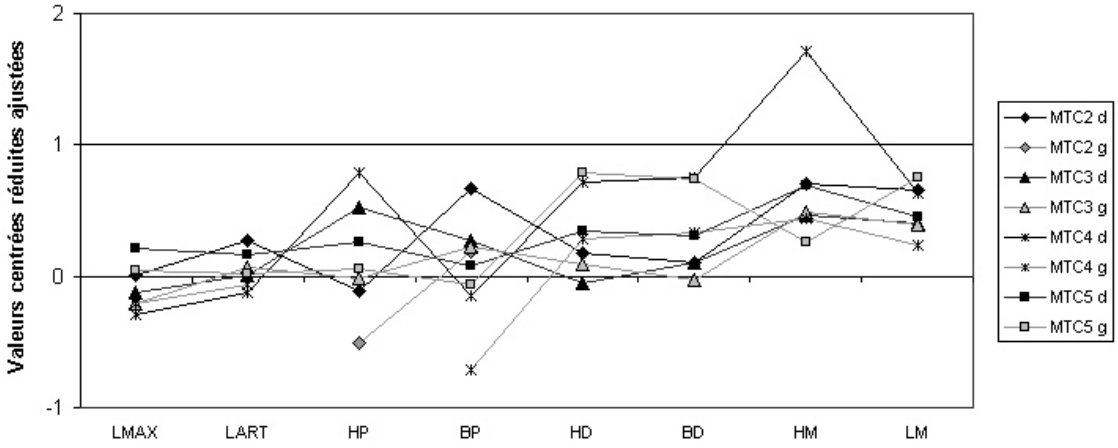


Figure 130 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures de métacarpiens 2 – 5 de NK 2 par rapport à un échantillon d'hommes actuels. LMAX = longueur maximale ; LART = longueur articulaire ; HP & BP = hauteur et largeur proximales ; HM & LM = hauteur et largeur à mi-diaphyse ; HD & BD = hauteur et largeur distales.*

Par ailleurs, il existe une asymétrie forte entre les dimensions droites et gauches, en particulier au niveau de l'extrémité proximale. Le Tableau 41 montre que généralement, c'est le côté droit qui possède les valeurs les plus fortes. Seul le cinquième métacarpien gauche montre une asymétrie forte en faveur du côté gauche, et ce pour les dimensions de la diaphyse et de l'extrémité distale.

	Asymétrie standardisé							
	LMAX	LART	HP	BP	HD	BD	HM	LM
MTC 2			16,14	20,16				
MTC 3	2,55	-1,63	20,91	2,8	-6,12	5,81	-1,07	0,59
MTC 4	-2,38	-1,67		24,88	14,59	15,74	**47,18**	17,83
MTC 5	5,19	4,04	8,42	6,83	*-15,68*	*-15,15*	19,86	*-16,52*

Tableau 41 : *asymétrie standardisée entre les métacarpiens droit et gauche de chacun des rayons. Les valeurs négatives traduisent une dimension plus élevée à gauche qu'à droite.*

Le deuxième métacarpien droit possède une extrémité proximale beaucoup plus volumineuse que le gauche, comme le laissait supposer l'asymétrie entre les deux trapézoïdes. La surface articulaire proximale pour le trapèze est ovale et séparée de celle pour le trapézoïde sur le MTC 2 gauche. La facette articulaire pour le capitatum fait un angle de 34° avec l'axe de la diaphyse.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Cette valeur se situe dans la partie inférieure de la variabilité actuelle (Européens, 56 ± 9,3°, n = 53 ; Amérindiens, 44 ± 8,8°, n = 39 ; Niewoehner *et al.*, 1997) et témoigne comme l'orientation de la facette du capitatum, d'une position plus para-sagittale de cette articulation chez NK 2.

Les troisièmes métacarpiens présentent des crêtes d'insertions musculaires marquées sur la face antérieure de la diaphyse. Il s'agit de l'insertion pour le muscle adducteur du pouce (*m. adductor pollicis*). La hauteur proximale du MTC 3 est plus forte à gauche. La surface articulaire pour le capitatum est plutôt plane et le processus styloïde, dans l'axe de la diaphyse n'est pas très développé.

Les quatrièmes métacarpiens sont très dissemblables (Figure 131). Le droit est plus volumineux. Il présente, en outre, une courbure diaphysaire antéro-postérieure forte, d'origine traumatique. La surface osseuse de la diaphyse est boursouflée et marquée antérieurement par une crête nette pour les muscles interosseux palmaires (*mm. interossei palmares*). Il n'y a pas d'amincissement de la diaphyse au niveau proximal, ce qui explique la position relativement à la variabilité actuelle des dimensions de hauteur et largeur à mi-diaphyse. A l'opposé, le MTC 4 gauche est normal. La crête pour les muscles interosseux palmaires est à peine marquée et la diaphyse présente une morphologie classique.

Figure 131 : *photographie des deux MTC 4 de NK 2 en vues médiale et postérieure.*

Les cinquièmes métacarpiens présentent le schéma inverse des MTC 4. C'est ici le MTC 5 gauche qui possède les dimensions les plus fortes au niveau de la diaphyse et de l'extrémité distale. Il semble que ce dernier ait subi, à plus faible amplitude, le même type de traumatisme que le MTC 4 droit. Sa diaphyse est plus courbée que la droite. Les insertions musculaires sont également beaucoup plus marquées que de l'autre côté. La crête pour le muscle interosseux palmaire est très développée surtout dans sa partie distale et le bord médial de la diaphyse présente une zone rugueuse nette au niveau de l'insertion du muscle opposant du cinquième doigt (*m. opponens digiti minimi*). Le MTC 5 droit présente aussi une insertion marquée pour ce muscle, mais sa crête antérieure pour le muscle interosseux est moins développée qu'à gauche.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

- Phalanges proximales (PP 2-5)

Les dimensions des phalanges proximales de NK 2 s'inscrivent toutes dans la variabilité actuelle. Elles ont tendance à avoir une largeur articulaire proximale assez faible qui les place dans la partie inférieure de cette variabilité.

La deuxième phalange proximale gauche possède un tubercule bien marqué sur le bord latéral de l'extrémité proximale. Ce dernier n'est pas conservé sur le fragment de PP 2 droite recollé. Les crêtes d'insertion pour les muscles interosseux sont très peu visibles voire inexistantes sur certaines des phalanges proximales. Les PP 3 sont très proches morphologiquement et métriquement. Elles possèdent un petit tubercule sur le bord latéral de leur extrémité proximale et leurs extrémités distales sont larges.

Les phalanges proximales du quatrième rayon sont assez différentes entre elles, en réponse sans doute à la forte asymétrie des métacarpiens de ce rayon. La phalange droite possède des dimensions proximales plus fortes que la gauche et une hauteur articulaire proximale qui se situe dans la partie supérieure de la variabilité actuelle.

Les cinquièmes phalanges proximales ont une déviation ulnaire nette. La PP 5 gauche possède une largeur articulaire proximale faible. Cette mesure n'est pas possible à droite.

- Phalanges médiales (PM 2-5)

Les phalanges médiales de NK 2 se caractérisent par des dimensions très fortes des extrémités distales pour les rayons 3, 4 et 5. Seule la PM 2 s'inscrit totalement dans la variabilité moderne pour toutes ses mesures. La moitié distale conservée de la PM 3 droite possède des dimensions très fortes au niveau de la diaphyse. Ses hauteur et largeur distales sortent de la variabilité de notre échantillon de comparaison. En revanche, sa largeur articulaire distale est comprise dans la moyenne actuelle de sorte que sa morphologie n'est pas non plus assimilable à ce qu'on observe chez les Néandertaliens. Ces derniers possèdent une forte largeur maximale et articulaire distale, mais leur extrémité est aplatie antéro-postérieurement contrairement à ce qu'on observe chez NK 2 (Crevecoeur, 2002).

Les phalanges médiales gauches et droites des quatrième et cinquième rayons sont symétriques entre elles. Les premières possèdent des largeurs distales qui sortent légèrement de la variabilité actuelle. En revanche, pour le cinquième rayon, c'est la hauteur distale qui se place en dehors de la limite supérieure à 95% de notre échantillon de comparaison.

Les crêtes interosseuses sont visibles, mais peu prononcées à l'exception de celles de la PM 3.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2.3.7 Le Tronc

Le sternum

Manubrium

Le manubrium de NK 2 possède une forme trapézoïdale classique. Son bord supérieur est épais (13,6 mm). Il est marqué par une échancrure jugulaire forte et par les surfaces articulaires pour les deux clavicules. Ces dernières sont en bon état et montrent une certaine asymétrie morphologique qui concorde avec la différence de forme observée sur les extrémités sternales des clavicules (*cf.* Paragraphe III.2.3.5). La surface articulaire gauche est plus grande et de forme ovale tandis que la droite est ovoïde et de dimensions plus réduites. Elles possèdent toutes les deux une surface convexe.

La face antérieure de l'os est modérément bombée et la face postérieure concave. Sur les bords latéraux, une partie du cartilage s'est ossifiée autour des surfaces articulaires pour la première côte (Figure 132). Ces excroissances osseuses se situent sur le bord inférieur des deux surfaces et au niveau du bord antéro-supérieur gauche. D'après Barchilon *et al.* (1996), ce type d'ossification peut apparaître tôt à l'âge adulte et progresse de façons diverses en fonction des individus. Sur 240 squelettes, 12,7 % des sujets de la tranche d'âge 20 – 29 ans présentent une minéralisation du cartilage de la région articulaire du manubrium ou de l'extrémité sternale de la première côte. Leur étude est également basée sur un groupe d'hommes très actifs (militaires) pendant plusieurs années et leurs résultats confirment la présence de stades avancés d'ossification cartilagineuse chez des individus jeunes soumis à des stress physiques importants.

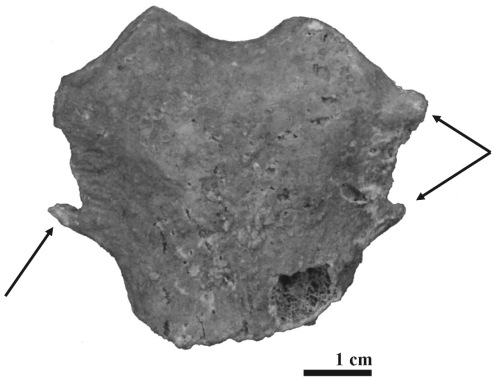


Figure 132 : *photographie en vue antérieure du manubrium de NK 2 avec ossification des cartilages des premières côtes.*

Le segment intercostal des bords latéraux est légèrement concave. Il existe une petite asymétrie au niveau des articulations avec le cartilage des deuxièmes côtes. La surface gauche est plus allongée et étroite que la droite.

Le bord inférieur est très épais (14,4 mm) et s'articule avec le bord supérieur de la première sternèbre par une synchondrose comme c'est le cas chez la plupart des hommes actuels (Vallois, 1965).

Au niveau des dimensions générales, il existe très peu de données concernant les manubriums fossiles et actuels. Selon Vallois & de Félice (1976), la largeur de ce dernier est en général plus importante que la longueur, ce qui est le cas chez NK 2. La longueur du manubrium de NK 2 se situe dans la moyenne des échantillons actuels mesurés par ces auteurs.

Corps du sternum

Le corps du sternum de NK 2 est asymétrique, ce qui est très fréquent (Vallois, 1965). Les articulations cartilagineuses des côtes droites occupent une position légèrement inférieure par rapport à celles de gauche. La saillie des bords latéraux intercostaux est faible au niveau des articulations costales. La face antérieure de l'os est concave crânio-caudalement et plate transversalement. Les lignes de fusions entre les sternèbres ne sont identifiables que sur la face postérieure par un épaississement de l'os à leur niveau.

Le corps du sternum de NK 2 est marqué par la présence d'une perforation sternale au centre de la quatrième et cinquième sternèbre. Cette perforation de forme ovale mesure 18,7 mm sur 8,4 mm et sera développée dans le Paragraphe III.2.3.10 sur les variations anatomiques non métriques.

Toutes les sternèbres sont fusionnées de même qu'une partie du processus xiphoïde dont la forme semble avoir été ovoïde.

Il existe une grande variabilité métrique des corps du sternum (Vallois, 1965). La longueur des sternèbres du Néandertalien Le Regourdou 1 a été interprétée comme le signe d'une cage thoracique large adaptée à un climat froid (Franciscus, 1989). En comparant les longueurs du corps du sternum de NK 2 avec l'échantillon moderne de Franciscus (*ibidem*) et les autres données fossiles disponibles (Figure 133), nous voyons que NK 2 possède des dimensions très similaires à celles de ce Néandertalien. La longueur maximale du corps ainsi que celles des deux premières sternèbres se situent dans la partie supérieure de la variabilité actuelle. L'hypothèse d'une adaptation climatique, basée sur la loi de Bergmann, paraît très peu probable dans le cas de Nazlet Khater 2 pour expliquer cette forte longueur. L'interprétation biomécanique de cette dimension élevée afin d'accroître la résistance à certains types d'activités (Holliday, 2006c) nous paraît dans ce cas la plus appropriée.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

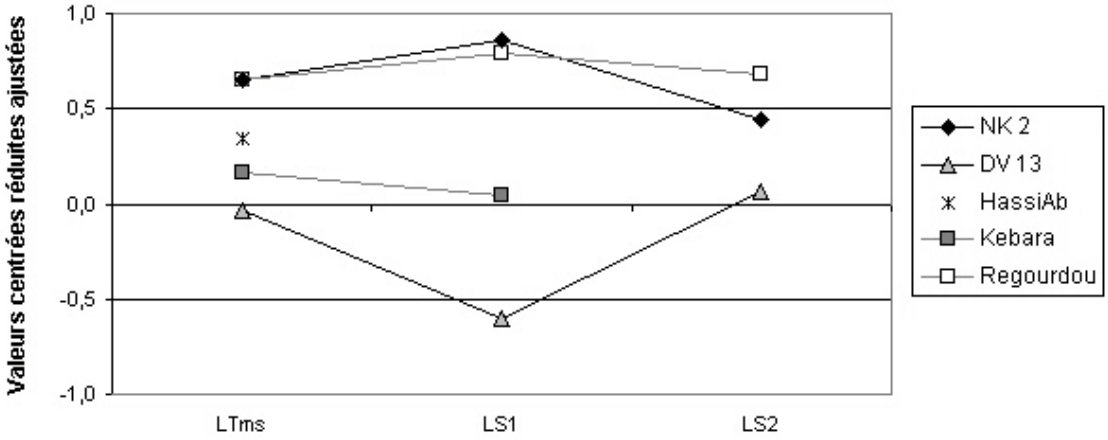


Figure 133 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures de longueurs du corps sternal de NK 2, DV 13, Kébara 2 et Regourdou 1 par rapport à un échantillon moderne actuel (d'après Franciscus, 1989). LTms = longueur totale du mésosternum ; LS1 = longueur de la première sternèbre ; LS2 = longueur de la deuxième sternèbre. Les valeurs de LTms pour les deux Néandertaliens proviennent de l'estimation de Franciscus (*ibidem*).*

Les côtes

Les premières côtes ne sont que partiellement conservées. Leur surface supérieure ne présente pas de traces des insertions musculaires du scalène moyen (*m. scalenus medius*), du dentelé antérieur (*m. serratus anterior*) ou du subclavier (*m. subclavius*). Un sillon large, mais peu marqué est visible sur la première côte gauche pour l'artère subclavière. Il est limité antérieurement par un petit tubercule du muscle scalène antérieur (*m. scalenus anterior*). Le tubercule costal n'est visible qu'à droite. Il est peu développé postérieurement et reste dans l'axe du col. Son bord latéral forme un coude à 90° entre le corps et le col. La face postérieure est lisse et légèrement convexe.

Contrairement aux premières, les deuxièmes côtes possèdent des insertions musculaires bien nettes. L'insertion du muscle scalène postérieur (*m. scalenus posterior*) fait une empreinte concave longue (22 mm) sur le bord supérieur médial des deux côtes. Plus antérieurement, une surface rugueuse et surélevée marque l'insertion du dentelé supérieur (*m. serratus anterior*) sur la côte droite. NK 2 se rapproche alors de la morphologie de la deuxième côte de Qafzeh 9 (Vandermeersch, 1981). Les deux surfaces articulaires des deuxièmes côtes sont conservées. Elles sont ovales et convexes crânio-caudalement. Sur la côte gauche, une crête osseuse de 2

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

mm de haut borde le contour supérieur de la surface articulaire avec le corps de la première thoracique. L'articulation avec le processus transverse des vertèbres thoraciques est ovale et surmontée dans sa partie antérieure par un tubercule costal ovoïde. A gauche, une excroissance osseuse de 2 mm surmonte ce dernier.

Parmi les 18 autres fragments de côtes latéralisables, seuls trois possèdent une tête articulaire en bon état. Leur morphologie les rapproche des surfaces articulaires entre les vertèbres thoraciques 4 et 7. Les cols conservés forment un rectangle aplati sagittalement. Deux surfaces articulaires sont préservées au niveau des tubercules costaux. Elles sont de forme ovale. La partie non articulaire des tubercules est généralement bien développée.

Les sillons costaux sont pronocés depuis le tubercule jusqu'à l'angle postérieur des côtes. Ils s'atténuent ensuite et s'orientent plus postérieurement. Le bord externe de cette gouttière est très développé entre le tubercule costal et l'angle postérieur. Il forme une crête rugueuse qui se poursuit de façon moins accentuée sur tout le bord inférieur des côtes. Cette zone correspond à l'insertion des muscles intercostaux externes (*mm. intercostalis externis*). Ces derniers s'étendent depuis le tubercule jusqu'au début du cartilage costal et servent à l'inspiration. Cependant, l'électromyographie a montré qu'ils n'ont un rôle actif dans l'inspiration que lors d'efforts physiques (Platzer, 1999). La présence de zones d'insertions marquées pour ces muscles chez NK 2 suppose des activités physiques intenses.

Le bord supérieur des côtes reçoit l'insertion des muscles intercostaux internes (*mm. intecostalis internis*). Chez NK 2, les fragments conservés de bord supérieur montrent tous une empreinte concave sur la face interne du bord supérieur où viennent s'insérer ces muscles.

La colonne vertébrale

Les vertèbres cervicales

L'**atlas** de Nazlet Khater 2 est large. Le tubercule antérieur est bien développé caudalement. Les surfaces articulaires supérieures sont asymétriques. La gauche présente un dédoublement de la facette condylaire tandis qu'à droite, elle est continue.

En dessous des surfaces, sur la face interne des masses latérales, se trouvent deux tubercules ovoïdes proéminents pour l'insertion du ligament transverse de l'atlas. En arrière des surfaces articulaires supérieures, se trouve le sillon de l'artère vertébrale. Il est très visible à gauche. En

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

revanche, à droite, il ne s'agit pas d'une gouttière, mais bien d'un canal formé par la présence d'un pont osseux entre la partie postérieure de la surface articulaire et l'arc postérieur gauche.

Le tubercule postérieur à la rencontre des deux arcs est bien développé et se projette vers l'arrière. Les processus transverses sont volumineux et les surfaces articulaires inférieures sont circulaires et légèrement concaves. Il existe une légère asymétrie entre les deux côtés, la surface gauche étant plus allongée sagittalement que la droite. Le canal vertébral est pratiquement aussi long que large ce qui lui confère une forme plus circulaire et un indice du canal proche de 100 (IndCan = 106,5). Calculé pour un petit nombre d'hommes actuels (Holliday, 2006b), cet indice apparaît beaucoup plus faible (69,1 ± 5,25 ; n = 7) et témoigne d'un contour plus elliptique.

L'**axis** est bien conservé. Sa dent est volumineuse et ne présente pas de rétrécissement prononcé à sa base. Son sommet est marqué par des rugosités pour l'insertion des ligaments apicaux. La surface articulaire antérieure est elliptique, mais son contour n'est pas net. La surface postérieure de la dent montre une légère concavité au niveau du passage du ligament transverse de l'atlas. Les dimensions du corps de l'axis sont inscrites dans la gamme de variation des hommes actuels, bien que sa largeur soit proche de la limite supérieure d'après les données publiées par Lanier (1939) et Stewart (1962). La face inférieure est concave et son bord antérieur forme une lèvre volumineuse qui se projette inférieurement.

Les processus transverses sont bien développés. Le droit est plus volumineux que le gauche et se projette plus inféro-latéralement. Par conséquent, le foramen transverse droit est plus grand que le gauche. Les lames de l'axis sont épaisses (7,6 mm) et hautes dans le sens cranio-caudal (12 mm). Ces dimensions le placent à la limite supérieure de la variation actuelle (Lanier, 1939 ; Stewart, 1962). Le bord supérieur est aigu tandis que la face inférieure est large et orientée vers le haut et vers l'extérieur.

Les deux surfaces articulaires supérieures sont asymétriques comme le laissait présager la forme des surfaces inférieures de l'atlas. La surface gauche est plus étendue et son contour est plus irrégulier. Elles sont toutes les deux concaves transversalement, contrairement à la surface plane observée sur les axis actuels (Vandermeersch, 1981). Les surfaces articulaires inférieures sont très différentes. La gauche est complètement déformée suite à l'arthrose et sera détaillée dans le Paragraphe III.2.3.11. La surface droite est ovale avec un grand axe orienté postéro-intérieurement. La face articulaire est orientée vers l'avant.

Le processus épineux est massif. Les surfaces d'insertion du muscle oblique cranial (*m. obliquus capitis superior*) et oblique caudal (*m. obliquus capitis inferior*) de la tête sont très fortement marquées. Elles forment de part et d'autre de l'épine deux dépressions profondes

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

séparées par une crête osseuse supérieure dont l'épaisseur ne dépasse pas 1,3 mm entre les deux surfaces d'insertion. Le processus épineux devient bifide dorsalement et se termine par un petit tubercule. La face inférieure est rugueuse au niveau de l'insertion du ligament interépineux. Le canal vertébral est ovale transversalement.

Les autres vertèbres cervicales (C3 à C7) s'inscrivent dans la gamme de variation actuelle en ce qui concerne les dimensions de leur corps ou la longueur de l'épine pour la septième cervicale. Les différents travaux sur des vertèbres fossiles montrent qu'il n'existe pas de variation significative de taille entre ces dernières et les hommes actuels (Heim, 1976 ; Vandermeersch, 1981 ; Arensburg, 1991 ; Holliday, 2006b). Soulignons cependant la forme très ovale du canal vertébral de la troisième cervicale.

Au niveau morphologique, les plateaux vertébraux et certaines articulations synoviales sont marqués par des atteintes arthrosiques qui seront décrites dans le Paragraphe III.2.3.11.

Il existe une asymétrie des facettes articulaires inférieures de la troisième vertèbre cervicale, également observable sur les surfaces articulaires supérieures de la quatrième. Cette différence est sans doute liée à la déformation forte de la facette articulaire inférieure gauche de l'axis. Après la quatrième vertèbre cervicale, les surfaces articulaires inférieures et supérieures sont ovales et très similaires entre les deux côtés. La quatrième cervicale est aussi la seule vertèbre à ne pas présenter de tubercule antérieur.

Les foramens transversaires sont bordés latéralement par une surface osseuse de plus de 10 mm en forme de gouttière qui se termine postéro-latéralement par un tubercule postérieur unique.

Les processus épineux de la troisième et quatrième vertèbre cervicale ne sont pas bifides, de même que celui de la septième. Chez cette dernière, le processus se termine par un tubercule volumineux. Cette configuration est rare chez les hommes actuels qui ont tendance à posséder un processus bifide de la C3 à la C5 (Arensburg, 1991). L'orientation des processus est variable en fonction de la vertèbre. Il tourne vers la droite pour la C3 et la C5, vers la gauche pour la C4 et la C6 et se situe dans le plan médian pour la C7. L'angle d'inclinaison du processus épineux de la C7 par rapport au corps vertébral est de 17°. Cette valeur s'inscrit dans la gamme de variation actuelle (6° – 39° ; Arensburg, *ibidem*).

A l'exception de l'atlas, le canal vertébral des vertèbres cervicales est un ovale écrasé sagittalement. Son diamètre transverse est en moyenne deux fois plus important que sa hauteur antéro-postérieure. La moyenne de l'indice du canal chez NK 2 est de 54,6 de la C2 à la C7.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Cette valeur est inférieure à la moyenne des hommes actuels (68,1 ; Holliday, 2006b) et témoigne d'un canal plus arrondi.

Les vertèbres thoraciques

Les trois premières vertèbres thoraciques (T1 à T3) sont les plus complètes et les mieux conservées. Le corps des deux premières thoraciques possède une forme rectangulaire dans l'alignement de la morphologie cervicale. A partir de la troisième thoracique, la morphologie cordiforme du corps vertébral est de plus en plus prononcée caudalement.

Les pédicules de la T1 ont une morphologie différente de ceux des autres thoraciques. Leurs diamètres cranio-caudal et transverse sont très proches, ce qui leur confère une section plutôt carrée. A l'inverse, les autres vertèbres possèdent des pédicules de forme rectangulaire dont le diamètre cranio-caudal fait plus du double du diamètre transverse. Leur orientation varie également en corrélation avec la forme du canal vertébral. Sur les deux premières thoraciques, les pédicules sont divergents et ensuite, ils deviennent parallèles entre eux.

Les surfaces articulaires supérieures sont plates et orientées postéro-latéralement à l'exception des facettes supérieures de la T1 qui sont plutôt orientées vers l'intérieur. Les surfaces articulaires inférieures sont légèrement concaves et dirigées inféro-médialement alors que celles de la T12 ont déjà une morphologie de type « vertèbre lombaire ». Elles sont convexes et s'orientent vers l'avant et l'extérieur.

Les processus transverses de la T1 sont très développés. La facette articulaire droite est circulaire et concave tandis que la gauche est déformée par l'arthrose. Plus on descend dans la colonne thoracique, plus les processus deviennent courts et s'orientent postérieurement. La forme des surfaces articulaires visibles est similaire à celle de la T1.

Le processus épineux de la T1 est encore très horizontal. Il est pratiquement parallèle à celui de la C7. Ensuite, l'inclinaison du processus par rapport au corps vertébral ne fait qu'augmenter entre la T2 et la T4 jusqu'à un angle de 55°. Une telle orientation est constante jusqu'à la T8. Outre ce changement d'inclinaison, le processus épineux devient graduellement moins haut et épais vers le bas de la portion thoracique. Son apex passe d'un tubercule volumineux chez T1 et T2 à une lame verticale entre T3 et T4. Au niveau de T7 et T8, la lame est beaucoup moins haute et l'apex du processus se termine par un tubercule. Au niveau de la T11 et de la T12, le processus épineux acquiert une morphologie voisine de celle que l'on peut observer sur les vertèbres lombaires. Il est peu projeté vers l'arrière et se développe plutôt cranio-caudalement. L'apex du processus sur la T11 est bifide tandis que sur la T12, il forme un tubercule inférieur.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Le canal vertébral de la T1 est encore ovalaire, mais à partir de la T2 il devient plus circulaire. L'indice moyen pour toute la colonne thoracique est de 82,6.

Les vertèbres lombaires

Le tiers antérieur de tous les corps vertébraux des lombaires est absent. La partie conservée est de forme ovale et la taille des corps augmente depuis la L1 à la L5. La forme des pédicules varie également en fonction du rang. De la L1 à la L3, ils sont rectangulaires et leur hauteur cranio-caudale vaut le double du diamètre transverse. A partir de la L4, ce dernier s'épaissit jusqu'à être similaire à sa hauteur au niveau de la L5. La section chez cette dernière est carrée.

Le processus costiforme de la première lombaire forme une excroissance osseuse peu développée. Sa taille augmente jusqu'à la L3 où il se projette latéralement sur près de 2 cm. Il est haut (14,51 mm) et aplati antéro-postérieurement. Ce processus n'est pas conservé sur la quatrième lombaire. Sur la cinquième vertèbre, il est fortement réduit et orienté plus postérieurement. Son apex est aussi plus large que sur les autres vertèbres lombaires.

Les surfaces articulaires supérieures sont concaves et orientées postéro-médialement. Elles sont bordées par les processus mamillaires. Ce processus est peu épais sur la L1, mais il est long et très projeté postérieurement. Il devient de plus en plus large lorsqu'on descend les étages lombaires et s'oriente plus latéralement. Il est très peu prononcé sur la L5. Les surfaces articulaires inférieures sont légèrement convexes et orientées latéralement.

Le processus épineux de la L1 est légèrement oblique par rapport au corps vertébral. Il est aplati transversalement et possède une forme carrée en vue latérale. Son apex est constitué d'un bourrelet osseux qui s'étend sur toute sa longueur. De la deuxième à la quatrième vertèbre lombaire, ce processus est de moins en moins incliné. Il devient plus volumineux surtout au niveau de son apex et prend une forme plus rectangulaire. Le processus épineux de la L5 se rapproche plus de la morphologie de celui de la L1 que de la L4, mais il est orienté dans le même axe que le corps vertébral.

Le canal vertébral de la L1 possède des dimensions plus proches de celles des vertèbres thoraciques. Il a une forme plutôt ovoïde. Ensuite, ce canal devient triangulaire jusqu'à la cinquième lombaire. Il s'agit d'un triangle isocèle dont la base très large coïncide avec le bord postérieur du corps vertébral. Il en résulte un indice du canal assez faible (55,2) par rapport à la moyenne L2 – L5 des hommes actuels (77,5 ; Holliday, 2006b).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Nous avons vu que la forme du canal vertébral de NK 2 différait souvent de celles des hommes actuels pour l'ensemble des vertèbres. Holliday (2006b) a également noté une forte différence entre les spécimens Gravettiens et les hommes actuels. D'après ses résultats, les vertèbres des hommes du Paléolithique supérieur d'Europe possèdent un canal plus large transversalement que celui des hommes actuels pour les vertèbres cervicales, thoraciques et lombaires. En outre, le canal de l'atlas des individus du Gravettien montre une expansion dorso-ventrale prononcée (Holliday, *ibidem*). Nous avons comparé les valeurs des indices du canal de NK 2 aux données des spécimens du Gravettien et des hommes actuels fournies par cet auteur. Comme l'échantillon de comparaison est souvent très petit, nous avons utilisé une limite de variabilité à 99 % (Figure 134). A l'exception de la troisième vertèbre cervicale qui possède un canal très étroit antéro-postérieurement, les indices de NK 2 sont plus proches de ceux des hommes du Gravettien que des hommes actuels. Les indices de NK 2 sont en général plus faibles que la moyenne, voire en dehors de la limite inférieure de la variabilité, ce qui témoigne bien d'un diamètre transverse plus important. L'indice de l'atlas sort lui complètement de la variabilité actuelle en raison d'un diamètre antéro-postérieur presque équivalent au transverse.

Cette morphologie du canal de l'atlas est également présente chez Kébara 2, de même que l'élargissement transverse du canal sur toutes les autres vertèbres (Arensburg, 1991).

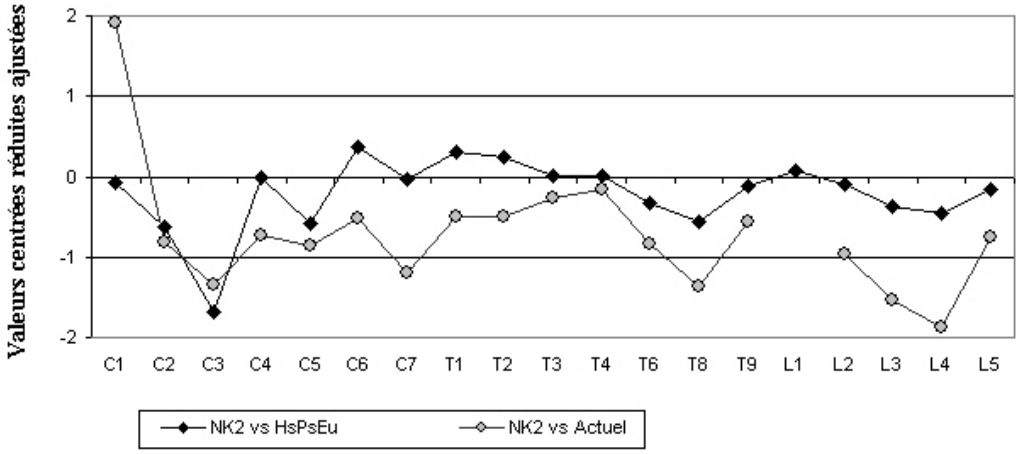


Figure 134 : *valeurs centrées réduites ajustées des indices du canal vertébral de chaque vertèbre de NK 2 en fonction de l'échantillon du Gravettien et celui des hommes actuels de Holliday (2006b). L'intervalle -1 et +1 représente 99 % de la variabilité des échantillons de comparaison.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Le sacrum

Le sacrum de Nazlet Khater 2 est long et étroit, ce qui lui confère une forme triangulaire. Sa longueur ventrale et sa largeur maximale se situent respectivement dans la partie supérieure et inférieure de la variabilité de l'échantillon actuel de comparaison (Tableau 42).

	Lmax			Bmax		
	n	M	s	n	m	s
NK2 (S1-S5)		117.5			99.6	
Actuels (Bruzek, comm. pers.)						
Femmes	48	99.7	9.1	50	106.1	7.6
Hommes	47	103.9	12.8	48	103.7	6.2

Tableau 42 : *longueur antérieure (Lmax) et largeur maximale (Bmax) du sacrum de NK 2 et d'un échantillon actuel de comparaison (Coimbra ; Bruzek, comm. pers).*

L'impression d'allongement du sacrum de NK 2 est accentuée par la sacralisation de la première vertèbre coccygienne. En vue postérieure, on distingue clairement la fusion entre la corne sacrale et coccygienne droite ainsi qu'entre les processus transverses rudimentaires et la partie inférieure des deux bords latéraux du sacrum. Cette particularité accentue aussi la concavité antérieure de l'os.

En vue supérieure, les ailes sont courtes et dirigées vers le bas et vers l'avant plutôt que latéralement. Leur bord postérieur se détache du contour général de l'aile pour former un tubercule volumineux orienté vers le haut et l'arrière. Le bord latéral des surfaces articulaires supérieures est redressé vers l'arrière de sorte que les facettes articulaires ont une concavité très forte et sont orientées postéro-médialement. Leur degré de courbure correspond au stade III de Čihák (1970).

La surface auriculaire droite s'étend de la première à la troisième vertèbre sacrée. Son bord proximal se situe au niveau du milieu du corps de la première vertèbre sacrée.

Comme nous l'avons vu dans le Paragraphe III.2.2.2, la première vertèbre sacrée n'est pas entièrement soudée. Son corps et son processus épineux sont séparés de la deuxième vertèbre sacrée. En dehors de cette vertèbre, les autres pièces sacrées sont complètement soudées entre elles.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les foramens sacraux antérieurs sont bien visibles du côté droit. Chez NK 2, comme chez Qafzeh 9 (Vandermeersch, 1981), c'est le troisième foramen qui est le plus volumineux.

En vue postérieure, les zones d'insertions des muscles érecteurs du rachis et multifides (*m. erector spinae* et *m. multifidi*) sont fortement marquées. La crête sacrale médiale possède plusieurs tubercules épineux volumineux au niveau de la quatrième et de la cinquième vertèbre sacrée. La crête sacrale latérale est également bien développée et la surface de l'os à cet endroit est boursouflée.

Enfin, le canal sacré est fermé depuis la S2 jusqu'à la S5. En vue supérieure, il est de forme triangulaire comme celui des vertèbres lombaires et son indice vaut 51,7.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2.3.8 La ceinture pelvienne

Les coxaux

Rappellons que les caractéristiques morphologiques et biométriques des coxaux de Nazlet Khater 2 en relation avec la diagnose sexuelle et la détermination de l'âge au décès ont été respectivement traitées dans les Paragraphes III.2.2.1 et III.2.2.2.

Ilium

- Crête iliaque

La crête iliaque des coxaux de NK 2 forme un S bien marqué. Son épaisseur minimale entre le tubercule et la tubérosité iliaque (Emin (d, g) = 9,27 mm) est supérieure à la moyenne de notre échantillon moderne de comparaison, alors que son épaisseur maximale (Emax (d) = 15,45 mm) se situe dans la partie inférieure de la variabilité de ce dernier (17,73 ± 2,21 mm ; n = 17).

La lèvre externe s'élargit latéralement pour former un tubercule iliaque de forme trapézoïdale. Ce dernier est moyennement développé. Des stries osseuses orientées antéro-latéralement sont bien visibles sur sa face supérieure.

- Face latérale

Les trois lignes glutéales (antérieure, postérieure et inférieure) de la face latérale de l'aile iliaque sont nettes sur le coxal droit. La ligne postérieure forme une véritable crête depuis la crête iliaque jusqu'à l'échancrure ischiatique. Elle limite une large zone postérieure pour l'insertion du muscle grand fessier (*m. glutaeus maximus*). Son empreinte sur le coxal droit est très forte. Ce muscle est sollicité lors de l'élévation du corps à partir de la position assise (Platzer, 1999). La ligne antérieure correspond, elle, à l'insertion du muscle moyen fessier (*m. glutaeus medius*). Les rugosités osseuses suivent son tracé depuis le bord antérieur de la face latérale, au niveau de la crête iliaque jusqu'à l'échancrure ischiatique postérieurement. Une fosse profonde sépare cette ligne de la ligne glutéale postérieure, ce qui suggère un muscle très développé. Ce dernier agit comme un abducteur (Williams *et al.*, 1995).

Sur le coxal gauche, la ligne glutéale antérieure est un peu moins nette, mais la zone d'insertion du muscle moyen fessier forme une fosse aussi profonde qu'à droite. La ligne

glutéale postérieure est visible, mais sa surface est érodée, ce qui ne permet pas d'en évaluer le développement. La ligne inférieure n'est pas visible.

Les deux coxaux de NK 2 présentent un foramen nourricier large et net au centre de l'aile. Le coxal gauche en possède un second en position supéro-postérieure par rapport au principal.

NK 2 ne présente pas de pilier iliaque, très développé chez les *Homo erectus*, les Néandertaliens et le seul coxal d'*Homo sapiens* archaïque provenant de *Kabwe* (Stringer, 1986 ; Kennedy, 1992).

- Face médiale

La fosse iliaque est profonde et sa concavité maximale se fait dans le sens cranio-caudal. Cette zone est le lieu d'insertion du muscle iliaque (*m. iliacus*) qui intervient dans la flexion de la cuisse (Platzer, 1999).

Dans le prolongement de la ligne arquée, la ride qui sépare le bord antérieur de la surface auriculaire de la fosse iliaque ne s'étend pas au-delà de la surface articulaire chez NK 2. Sur les coxaux actuels, la ride continue jusqu'à la crête iliaque et divise la région au-dessus de la surface auriculaire en deux parties, l'une antérieure et l'autre postérieure (Rak, 1991). Les coxaux de NK 2 présentent, eux, une surface lisse et plane qui sépare le bord supéro-antérieur de la surface articulaire d'un tubercule volumineux, situé plus antérieurement, et qui sert à l'insertion du ligament sacro-iliaque antérieur. Sur le coxal gauche, une gouttière large vient séparer ce tubercule de la surface sacro-pelvienne où viennent s'insérer les ligaments sacro-iliaques postérieurs. Sur le coxal droit, la séparation entre le tubercule et cette surface rugueuse très développée est moins nette.

Les surfaces auriculaires sont en forme de S. Leur contour se rétrécit postérieurement. Le bord à cette extrémité est aigu et se projette de manière prononcée postéro-inférieurement. Cette morphologie du bord postérieur est présente de façon symétrique sur les deux coxaux.

Un trou nourricier est visible sur la face médiale du coxal gauche. Sa position dans la fosse iliaque, proche de la surface auriculaire, est similaire à celle observée actuellement. Ce foramen se situe à 10 mm du bord antérieur de la surface articulaire. Il n'est pas visible sur le coxal droit.

Ischium

L'épine ischiatique est bien développée. Elle se projette postérieurement et son extrémité, préservée à gauche, forme un trapèze.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les deux tubérosités ischiatiques des coxaux de NK 2 possèdent des empreintes fortes pour les insertions des muscles biceps fémoral (*m. biceps femoris*), semi-tendineux (*m. semitendinosus*) et semi-membraneux (*m. semimembranosus*). Ces trois muscles agissent principalement comme fléchisseurs de la jambe (Williams *et al.*, 1995). Leurs insertions sont très clairement marquées sur les deux coxaux de NK 2.

Le sillon du muscle obturateur interne (*m. obturatorius internus*) occupe une position particulière par rapport à la tubérosité ischiatique. Selon Rak (1990), il existe une différence entre la morphologie néandertalienne et moderne en ce qui concerne la tubérosité ischiatique. Chez Kébara 2, la tubérosité occupe une position plus latérale et le sillon du muscle obturateur empiète sur cette dernière en creusant une partie de sa surface. Chez les hommes actuels, la tubérosité est positionnée postérieurement et le sillon sépare cette dernière de l'épine ischiatique (Rak, 1990 & 1991). Chez NK 2, on observe une configuration intermédiaire. La tubérosité est placée plus latéralement et le sillon empiète légèrement dessus (Figure 135). Cette morphologie est également présente sur les coxaux de Skhul IV et V (McCown & Keith, 1939). Cependant, selon Trinkaus (1996), la position du sillon par rapport à la tubérosité ne serait pas un critère suffisant pour distinguer les Néandertaliens des premiers hommes modernes du Paléolithique moyen puisque des configurations intermédiaires existent chez 69,3 % (n = 109) des Amérindiens et 29 % (n = 100) des Euro-américains. Parmi les individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa, la position plus latérale de la tubérosité ischiatique n'est pas rare et est même la plus courante. Par contre, seul un individu, sur les quinze préservés, présente un sillon qui ne passe pas au dessus de la tubérosité ischiatique.

Figure 135 : *photographie en vue postérieure de la tubérosité ischiatique et sillon du muscle obturateur du coxal droit de NK 2.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Acétabulum

Les acétabulums de NK 2 sont tous les deux circulaires et de petite taille. La surface cotylo-sciatique en arrière de l'acétabulum est carrée et convexe comme c'est le cas chez la plupart des hommes modernes.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2.3.9 Le Membre Inférieur

Les fémurs

Caractères généraux

Comme nous l'avons souligné dans le Paragraphe III.2.2.3, les fémurs de NK 2 sont particulièrement courts (Lmax (d, g) = 409,5 mm ; Lphys (d, g) = 407 mm). Leurs valeurs s'inscrivent dans la moitié inférieure de la variabilité des Néandertaliens, des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe et des Epipaléolithiques du Proche-Orient, alors qu'elles se situent juste à la limite inférieure de l'étendue des autres groupes de comparaison (Figure 136). Vu que le périmètre et les diamètres à mi-diaphyse se placent à proximité des moyennes des échantillons de comparaison, il en résulte des indices de robustesse élevés. Les valeurs de NK 2 sortent ainsi de la variabilité du groupe des Epipaléolithiques du nord de l'Afrique et du Proche-Orient ainsi que des Mésolithiques sub-sahariens.

La Figure 136 se base sur les mesures du fémur droit de NK 2, le gauche étant plus fragmentaire à mi-diaphyse. En ce qui concerne les longueurs, le fémur gauche est légèrement plus grand que le droit. Le degré d'asymétrie standard est faible et vaut respectivement -1,22 et -2,46 pour les longueurs maximale et physiologique.

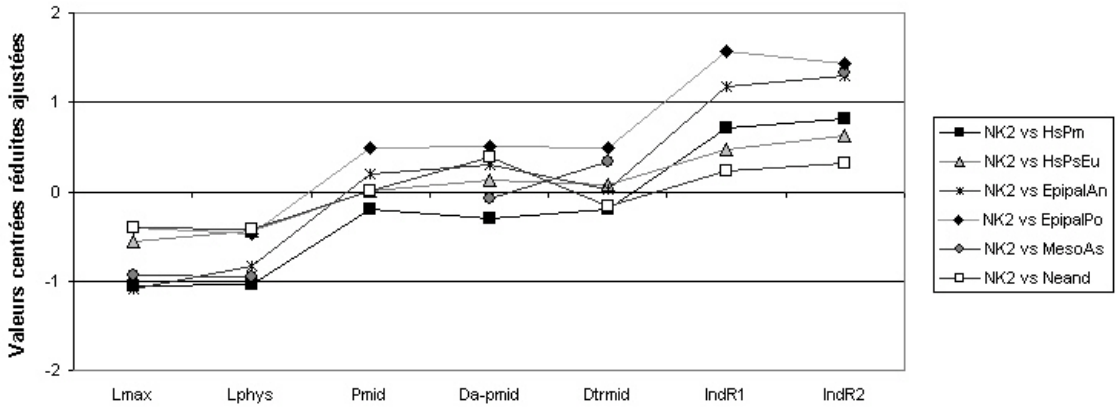


Figure 136 : *valeurs centrées réduites ajustées des mesures du fémur droit de NK 2 par rapport aux différents groupes de comparaison. Lmax = longueur maximale ; Lphys = longueur physiologique ; Pmid = périmètre à mi-diaphyse ; Da-pmid & Dtrmid = diamètres antéro-postérieur et transverse à mi-diaphyse ; IndR1 = indice de robustesse au périmètre ; IndR2 = indice de robustesse aux diamètres.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

La forte courbure antéro-postérieure de la diaphyse des Néandertaliens a longtemps été considérée comme une caractéristique de ce groupe (Boule, 1911 ; Heim, 1982a). Shackelford & Trinkaus (2002) ont montré qu'il n'existe pas de différence significative du degré de courbure de la diaphyse entre les Néandertaliens et les hommes modernes du Paléolithique moyen et du début du Paléolithique supérieur. En revanche, les valeurs de ces groupes sont en moyenne plus élevées que celles des hommes modernes de la fin du Paléolithique supérieur et des hommes actuels (Shackelford & Trinkaus, *ibidem*). En outre, ces auteurs ont montré que la longueur de la flèche n'était pas corrélée à celle de la corde et que son utilisation était pertinente pour la comparaison des courbures diaphysaires.

La Figure 137 représente la médiane et les étendues des différents groupes de comparaison pour la longueur de la flèche. Il existe une asymétrie très importante entre les fémurs gauche et droit de NK 2 (SA = -58,82). Le fémur gauche se situe à la limite de la variabilité des différents groupes, proche de la valeur du fémur droit pathologique de Dolní Věstonice 15 (Trinkaus *et al.*, 2001) dont le degré d'asymétrie est encore plus fort par rapport à son fémur gauche (SA = 88,32). La longueur de la flèche du fémur droit de NK 2 se situe, elle, proche de la moyenne des groupes de comparaison.

Le seul groupe à l'écart est celui des individus d'Afalou qui présentent une flèche plus courte. Ces valeurs se rapprochent des moyennes des hommes modernes de la fin du Paléolithique supérieur (8,4 ± 2,7 mm ; n = 10 ; Shackelford & Trinkaus, 2002) ainsi que des hommes actuels (moyennes allant de 8,4 – 12,5 mm en fonction des populations ; Shackelford & Trinkaus, *ibidem*).

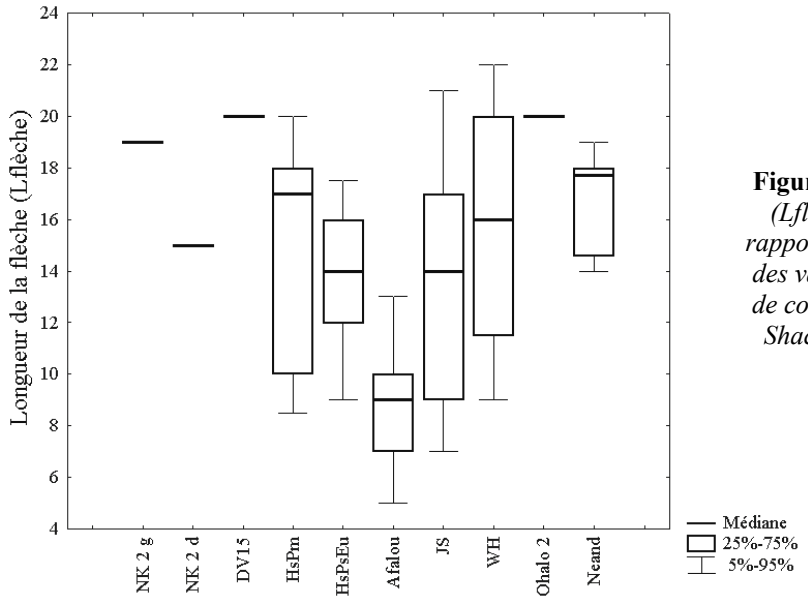


Figure 137 : *longueur de la flèche (Lflèche) de NK 2 et DV 15 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison (données tirées de Shackelford & Trinkaus, 2002 et Shackelford, 2005).*

Selon Holt *et al.* (2000), la diminution de la courbure diaphysaire chez les hommes actuels et les individus de la fin du Paléolithique supérieur pourrait être liée à une réduction des déplacements de longue distance.

Il existe également une asymétrie forte (SA = -85,7) entre les angles de torsion des fémurs de NK 2. Le gauche a un angle beaucoup plus fort qui se situe dans la variabilité supérieure des échantillons de comparaison et hors de celle des Néandertaliens, qui sont connus pour avoir une torsion plus faible (Heim, 1982a).

Extrémité proximale

Les dimensions générales (longueur et largeur) de l'extrémité proximale des fémurs de NK 2 sont faibles. Elles se situent dans la moitié inférieure de l'échantillon de comparaison.

L'angle collo-diaphysaire de NK 2 est élevé (AcolD (d, g) = 131,5°). Il se rapproche des valeurs fortes des hommes modernes du Paléolithique moyen, comme c'est aussi le cas du fémur KNM-ER 999 (Figure 138) – nous avons individualisé ce fémur du groupe « Hsa » étant donné la grande différence entre son angle collo-diaphysaire et la moyenne de ceux de Kabwe. En outre, selon l'étude morphologique de Trinkaus (1993a), KNM-ER 999 pourrait être attribué aux hommes anatomiquement modernes. Les deux fémurs de Kabwe possèdent des angles collo-diaphysaires dans la variation actuelle.

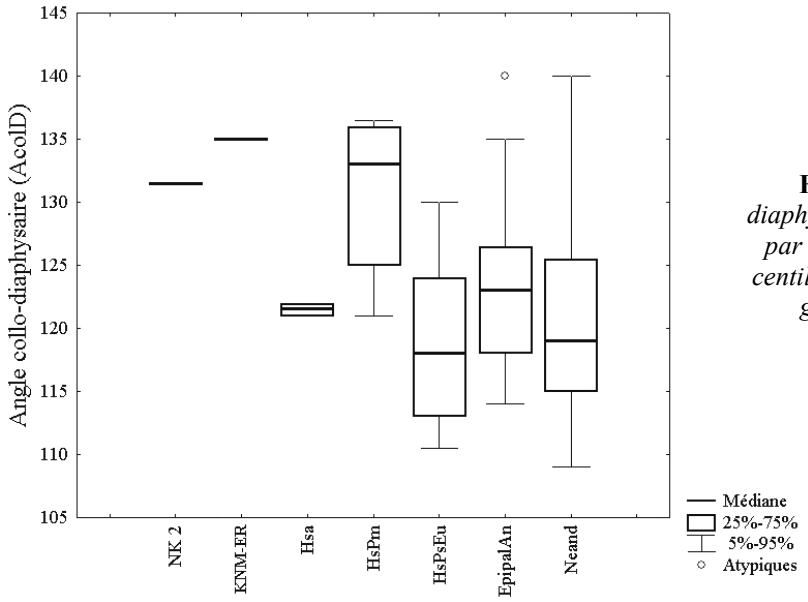


Figure 138 : *angle collo-diaphysaire (AcolD) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Il existe une grande variation pour les valeurs de l'angle collo-diaphysaire chez les hommes actuels (Anderson & Trinkaus, 1998). Les moyennes s'étendent de 122° à 136° en fonction des populations. Cependant, il existe une corrélation forte entre cet angle et le mode de vie des populations actuelles. Ce sont les populations urbaines sédentaires qui possèdent les angles les plus forts (moyennes allant de 128,4° à 136,2° ; Anderson & Trinkaus, *ibidem*). L'angle collo-diaphysaire est lié au niveau d'activité et de locomotion durant les dix premières années de la vie (Houston & Zaleski, 1967 ; Trinkaus, 1993b). Selon Trinkaus (*ibidem*), la présence d'un angle collo-diaphysaire très ouvert chez les individus de Qafzeh et Skhul pourrait être liée à une sédentarisation partielle de ces populations et à une division organisée des activités en fonction de l'âge.

Les têtes fémorales de NK 2 sont très similaires au niveau de leur dimension et de leur forme. Les diamètres de la tête ainsi que son périmètre sont faibles. Ils se situent dans la partie inférieure ou juste à la limite à 95 % de la variabilité des groupes de comparaison. L'indice de robustesse de la tête (IndRCap (d, g) = 41,55) est lui dans la moyenne de l'échantillon de comparaison, ce qui témoigne de diamètres proportionnés de la tête par rapport à la longueur physiologique. La tête fémorale de NK 2 est de forme circulaire comme l'indique le rapport de ses diamètres (IndCap (d, g) = 99,81).

La *fovea capitis* qui sert d'insertion au ligament rond est visible sur les deux têtes. Elle est positionnée postéro-médialement. Son contour ovoïde est marqué par le développement fort d'une lèvre dorsale dont la largeur atteint près de 4,5 mm. La fosse mesure 8 mm sur 12 mm. Une empreinte iliaque est visible sur les deux fémurs au niveau de la face antéro-supérieure du col. Stirland (1996) a montré que l'apparition de ce trait est indépendante de l'âge ou du sexe.

Les diamètres du col sont faibles et se situent sous la moyenne des groupes de comparaison. Le diamètre antéro-postérieur est proportionnellement plus élevé que le diamètre transverse (Figure 139). L'indice d'aplatissement du col (IndCol (d, g) = 92,4) est par conséquent élevé et témoigne d'une compression antéro-postérieure du col plus faible que la moyenne de l'échantillon de comparaison. La face supérieure est parsemée de larges orifices vasculaires tandis que les autres faces sont lisses.

Les surfaces d'insertion des muscles petit et moyen fessiers (*mm. glutaeus minimus* et *medius*) ainsi que du muscle piriforme (*m. piriformis*) sont très nettes sur les grands trochanters de NK 2. La limite inférieure de ces derniers est marquée sur la face antérieure par une crête qui délimite le bord supérieur de l'insertion du vaste externe (*m. vastus lateralis*). Cette crête est

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

plus forte à droit. Sur la face postérieure, le grand trochanter se prolonge distalement par le tubercule carré et par la crête intertrochantérique. Cette dernière est volumineuse et nettement détachée du col. Elle aboutit à un petit trochanter très développé et orienté postéro-médialement. Ces petits trochanters sont de forme rectangulaire et possèdent des dimensions fortes sur les deux fémurs de Nazlet Khater 2 (Longueur proximo-distale (d, g) = 30 mm ; largeur transverse (d, g) = 17 mm).

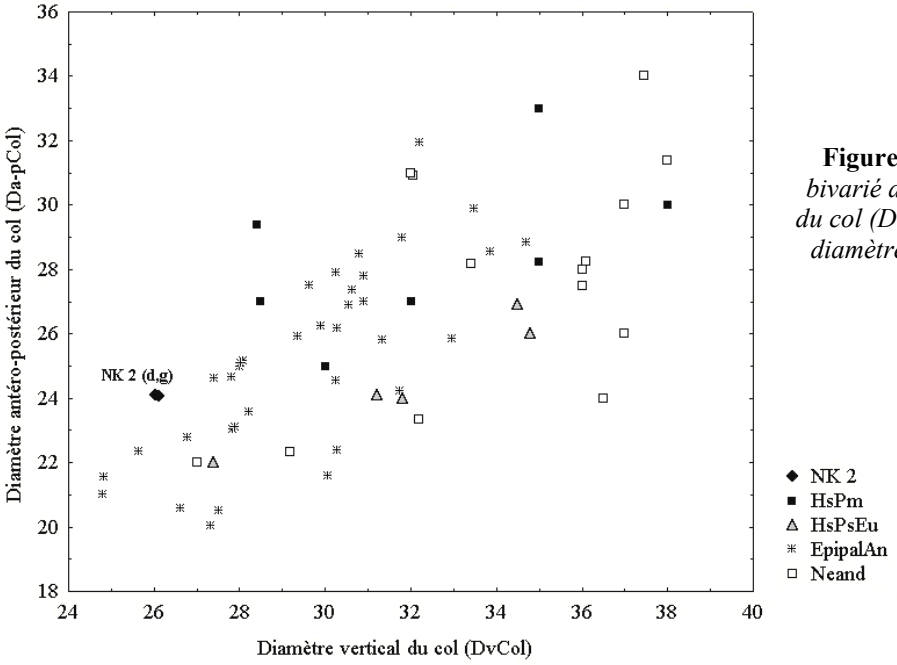


Figure 139 : *diagramme bivarié du diamètre vertical du col (DvCol) en fonction du diamètre antéro-postérieur (Da-pCol).*

Latéralement au petit trochanter et dans le prolongement de la lèvre latérale de la ligne âpre se trouve la tubérosité glutéale. Elle sert d'insertion au muscle grand fessier (*m. glutaeus maximus*) et est très développée sur les fémurs de NK 2. Le bord médial de la tubérosité glutéale forme une crête qui est plus étendue proximo-distalement à gauche (Lg = 34 mm ; Ld = 22,6 mm). La tubérosité glutéale droite semble cependant plus large et volumineuse que la gauche. La lèvre médiale de la ligne âpre forme la ligne spirale où s'insère le muscle vaste médial (*m. vastus medius*). Elle est bien visible sur les fémurs de NK 2 et remonte jusqu'au niveau du grand trochanter sur la face antérieure. La ligne pectinée est légèrement marquée sur le fémur gauche et associée à la tubérosité glutéale sur le droit.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Diaphyse

La diaphyse du fémur gauche étant fortement endommagée, toutes les données biométriques que nous avons étudiées dans cette partie proviennent du fémur droit. Seule la mesure des diamètres proximaux sous-trochantériens a pu être prise sur le fémur gauche. Ces valeurs montrent un degré d'asymétrie élevé (SA moyen = -36,7) par rapport au fémur droit. A ce niveau, la diaphyse gauche semble donc plus large, mais de façon proportionnelle puisque le rapport des deux diamètres est pratiquement équivalent à celui du fémur droit. L'indice de platymérie de NK 2 est très fort (IndPla (d, g) = 102,8), ce qui le place parmi les fémurs sténomériques montrant un léger aplatissement transverse. Les moyennes des différents groupes composant l'échantillon des Epipaléolithiques du nord de l'Afrique sont significativement différentes pour cet indice. Nous les avons donc individualisés dans le graphique de la Figure 140. NK 2 se situe en dehors de la gamme de variation de la plupart des groupes à l'exception de ceux des hommes modernes du Paléolithique moyen, des individus de Hassi el-Abiod et de Wadi Halfa.

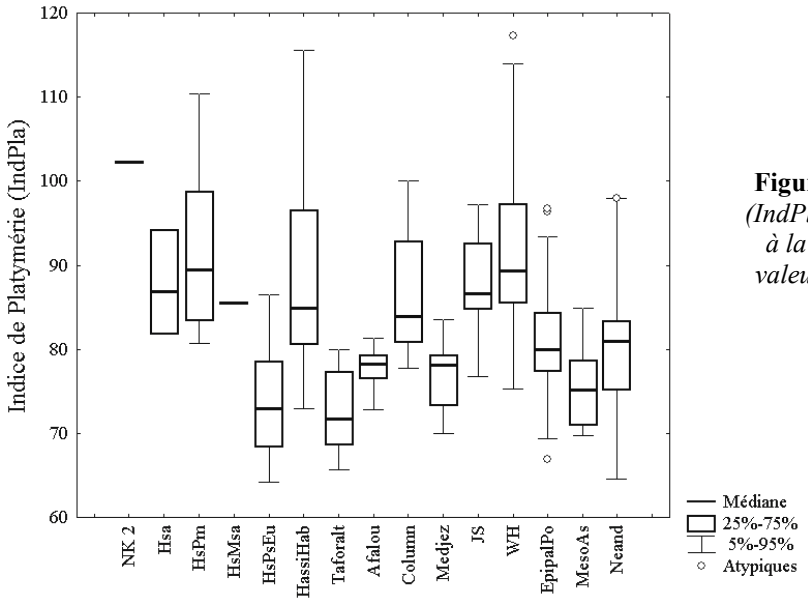


Figure 140 : *indice de platymérie (IndPla) de NK 2 (d, g) par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

L'indice pilastrique du fémur droit de NK 2 (IndPil = 119,05 ; pilastre moyen) s'inscrit dans la moyenne de l'échantillon moderne de comparaison. Il n'existe pas de différence significative entre les groupes modernes de comparaison. Les Néandertaliens s'écartent de cette variabilité par un indice beaucoup plus faible caractérisant un pilastre faible à nul. Selon Vandermeersch

(1981), le pilastre résulte de l'accroissement de la face latérale de la diaphyse sur laquelle s'insère le vaste intermédiaire. C'est le développement de ce muscle qui provoquerait un creusement de la face latérale et repousserait la ligne âpre du côté médial. Chez NK 2, la face latérale est légèrement convexe et la ligne âpre occupe une position postéro-médiale (Figure 141). Cette dernière est bien marquée chez NK 2. Elle est étroite (4,5 mm) et haute (5 mm) à droite et un peu plus large (6 mm) dans sa partie distale à gauche. Les deux lèvres de la ligne âpre sont fusionnées dans toute la partie moyenne de la diaphyse. Un trou nourricier est visible sur le fémur droit au centre de la ligne âpre à la fin du tiers proximal de l'os.

Au niveau du tiers distal, la ligne âpre se divise en deux parties qui vont délimiter la surface poplitée. Cette dernière est plane sur les deux fémurs de NK 2. La ligne supra-condylaire médiale, issue de cette bifurcation, est effacée sur le fémur droit. Elle est plus marquée à gauche où on peut la suivre dans sa moitié proximale. En revanche, la ligne supra-condylaire latérale est beaucoup plus nette sur les deux fémurs. Elle est visible sur toute sa longueur jusqu'au condyle latéral et forme une crête de 2 cm de long au niveau de la partie distale de la surface popliée sur le fémur droit. Cette crête, absente à gauche, forme une petite lèvre repliée latéralement. L'indice poplité de NK 2 est peu élevé (IndPop = 75,22) et témoigne d'un aplatissement antéro-postérieur du quart inférieur de l'os.

Le long du bord postéro-latéral du fémur gauche, à 5 cm de l'extrémité distale, se trouve un bourrelet osseux de 3 cm de longueur sur 1 cm de largeur. Il forme une légère saillie par rapport au bord latéral, en vue postérieure.

La face antérieure de la diaphyse du fémur droit est convexe dans tous les sens et la surface osseuse est striée verticalement.

- Morphologie des sections diaphysaires et propriétés géométriques

Les propriétés géométriques des sections diaphysaires proximale (80%) et médiale (50%) du fémur droit ont pu être évaluées. L'état du fémur gauche qui est fragmentaire à mi-diaphyse et dont le contour proximal est légèrement déformé ne permettait pas de réaliser une comparaison des sections entre les deux os. Rappelons que le degré d'asymétrie entre les os du membre inférieur est très faible par rapport à celui du membre supérieur (Čuk *et al.*, 2001).

Contrairement au membre supérieur, le membre inférieur porte le poids du corps. En outre, plusieurs travaux ont montré que la géométrie des sections diaphysaires était particulièrement sensible aux contraintes biomécaniques chez l'adulte (Ruff *et al.*, 1991 & 1993 ; Lieberman et

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

al., 2001). Comme les forces mécaniques exercées sur le membre inférieur résultent de l'action combinée du niveau d'activité physique et du poids corporel, l'évaluation des propriétés géométriques des diaphyses et leur interprétation en terme de comportement doivent, par conséquent, s'affranchir de tout effet lié à la taille et à la masse corporelle de l'individu (Ruff *et al.*, *ibidem* ; Ruff, 2000).

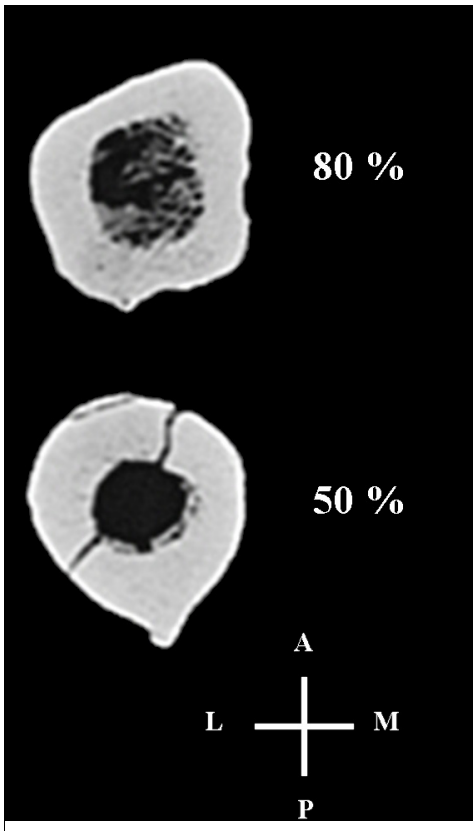


Figure 141 : *sections diaphysaires à 80% et 50 % de longueur du fémur droit de NK 2.*

Selon Ruff (*ibidem*), les variables liées à la résistance aux contraintes axiales (comme l'aire corticale, médullaire ou totale – CA, MA et TA) doivent être « balancées » en fonction de la masse corporelle, tandis que les seconds moments d'inertie (Ix, Iy, Imax, Imin et J) doivent être divisés par le produit de la masse corporelle avec la longueur de l'os. Dans le premier cas, pour obtenir un rapport proportionnel entre l'aire et la masse corporelle, cette dernière est élevée à la puissance 0,667 (Smith, 2005). Dans le second cas, le numérateur et le dénominateur ont la même dimension (Shackelford, 2005). La longueur de l'os correspond ici à la longueur biomécanique prise depuis le bord proximal du col jusqu'à la tangente aux deux condyles parallèlement à l'axe de la diaphyse (Shackelford, *ibidem*). L'estimation de la masse corporelle des individus se base sur les équations de régression en fonction de la largeur bi-iliaque et du diamètre de la tête humérale (Annexe I.1) suivant l'état de conservation des fossiles de comparaison. Lorsque les deux estimations étaient disponibles ou calculables, nous avons privilégié celle basée sur la largeur bi-iliaque. Les coupes proximale et à mi-diaphyse du fémur droit de NK 2 ont été réalisées à partir des données scanners dans le plan transverse de l'os (Figure 141). Les données comparatives des groupes Epipaléolithiques du nord de l'Afrique et des hommes modernes proviennent du doctorat de Laura Shackelford (2005).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

➔ Section proximale (80%) :

La région sous-trochantérienne de la diaphyse droite de NK 2 montre une résistance moyenne aux contraintes axiales (Figure 142). La valeur de son aire corticale se situe dans la moyenne de l'échantillon de comparaison. En revanche, le second moment polaire d'inertie (J) est élevé. Il est légèrement supérieur à la moyenne des individus de Taforalt et Afalou et sort de la variabilité du groupe de Wadi Halfa. Cette position témoigne de la résistance importante du fémur de NK 2 aux forces de flexion et de torsion. Les individus de Qafzeh et Skhul se positionnent dans la partie inférieure du nuage de points en ce qui concerne la valeur de leur second moment polaire d'inertie.

En ce qui concerne la forme de la section diaphysaire, le rapport des deux moments d'inertie de NK 2 est proche de 1 (Ix/Iy = 1,10), ce qui caractérise un contour plutôt circulaire. Ces résultats vont dans le même sens que celui de l'indice de platymérie très élevé de NK 2. Ce rapport isole à nouveau NK 2 des autres groupes de comparaison et le place au sein de la variation des hommes modernes du Paléolithique moyen (Figure 143).

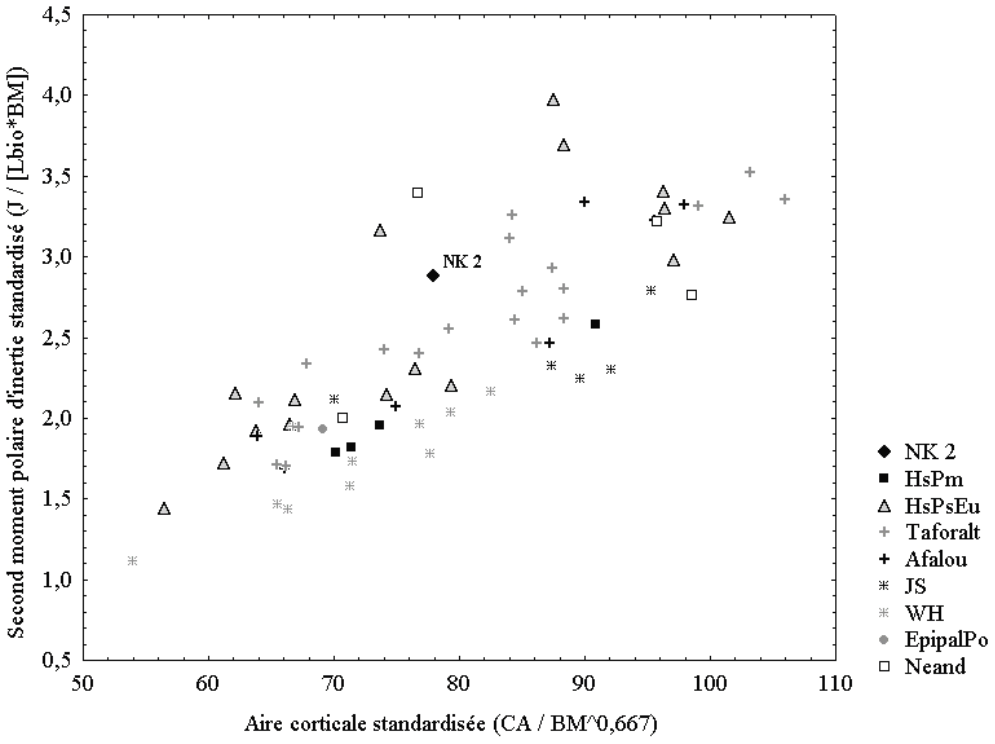


Figure 142 : *diagramme bivarié de l'aire corticale (CA) standardisée en fonction du second moment polaire d'inertie (J) standardisé des sections à 80 % (Lbio = longueur biomécanique ; BM = masse corporelle).*

La position de NK 2 dans la Figure 143 est intéressante. Selon Trinkaus & Ruff (1999), la similarité observée entre les rapports des seconds moments de Qafzeh et Skhul et ceux des Néandertaliens pourrait être liée à la combinaison de caractères différents. En outre, d'après Ruff (1995), la partie proximale de la diaphyse fémorale est plus influencée par les proportions du bassin que par les activités locomotrices. La morphologie de la section diaphysaire des hommes modernes du Paléolithique moyen pourrait être en partie liée à la combinaison d'un bassin étroit et d'un angle collo-diaphysaire élevé (Trinkaus & Ruff, 1999). Il est intéressant de noter que cette morphologie est également présente sur NK 2.

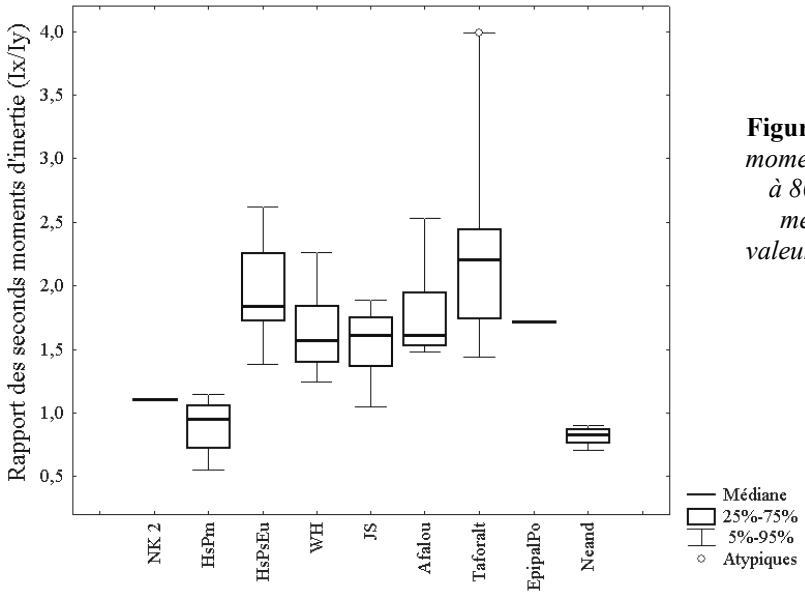


Figure 143 : *rapport des seconds moments d'inertie (Ix/Iy) de NK 2 à 80% distal par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison*

➔ Section à mi-diaphyse (50%) :

La section à mi-diaphyse du fémur droit de NK 2 possède une forte résistance aux différents types de contraintes qu'elles soient axiales, de flexion ou de torsion. Son aire corticale standardisée et son second moment polaire d'inertie se situent au-dessus de la moyenne de chacun des groupes de comparaison sans toutefois sortir de leur variabilité (Figure 144).

En ce qui concerne la forme de la section, NK 2 se place dans la partie inférieure de la variabilité des différents groupes de comparaison. Le rapport de ses seconds moments d'inertie (Ix/Iy = 1,20) évoque un contour plutôt sphérique (Figure 145).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

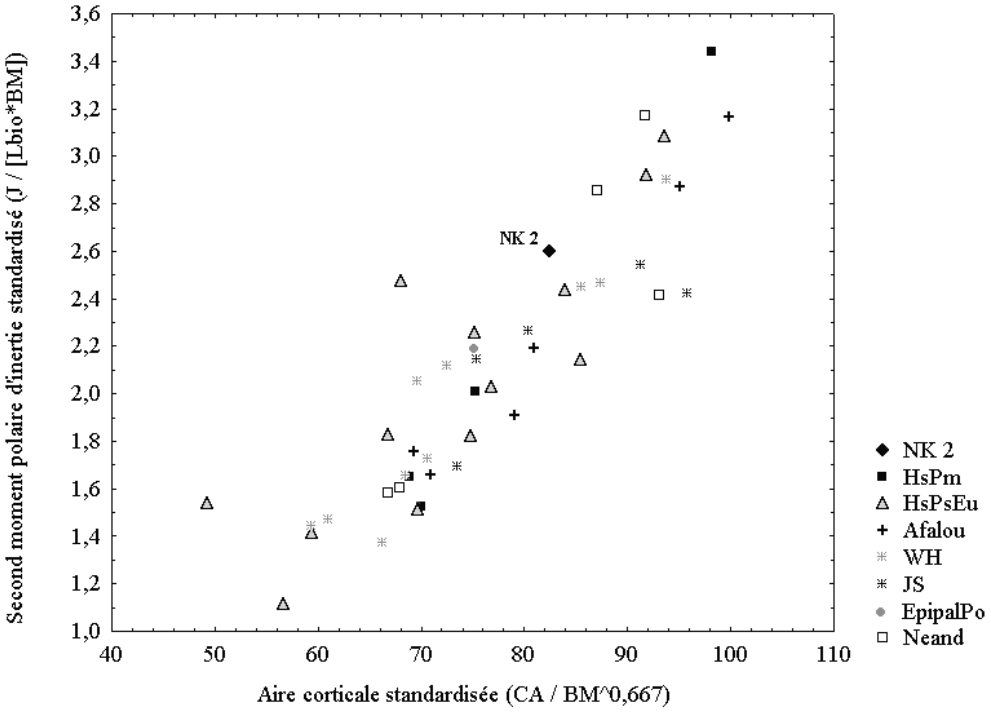


Figure 144 : *diagramme bivarié de l'aire corticale (CA) standardisée en fonction du second moment polaire d'inertie (J) standardisé des sections à 50 % (Lbio = longueur biomécanique ; BM = masse corporelle).*

La morphologie de NK 2 ne s'accorde pas avec la tendance observée entre les populations du début et de la fin du Paléolithique supérieur. Selon Holt (2003), il existe un changement significatif de la forme du fémur, à mi-diaphyse, au cours du Paléolithique supérieur et du Mésolithique en Europe. La tendance est à une augmentation de la circularité des sections, qui refléterait une diminution de la résistance aux contraintes de flexion antéro-postérieure et par conséquent une diminution de la mobilité des populations depuis le début du Paléolithique supérieur jusqu'au Mésolithique (Holt, *ibidem*). Cette tendance a été observée par Shackelford (2005) sur des populations d'Afrique du nord et d'Asie pour la même période. Elle serait liée à un changement dans le mode de vie et les moyens de subsistance de ces populations post-glaciaires (Holt, 2003 ; Shackelford, 2005).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

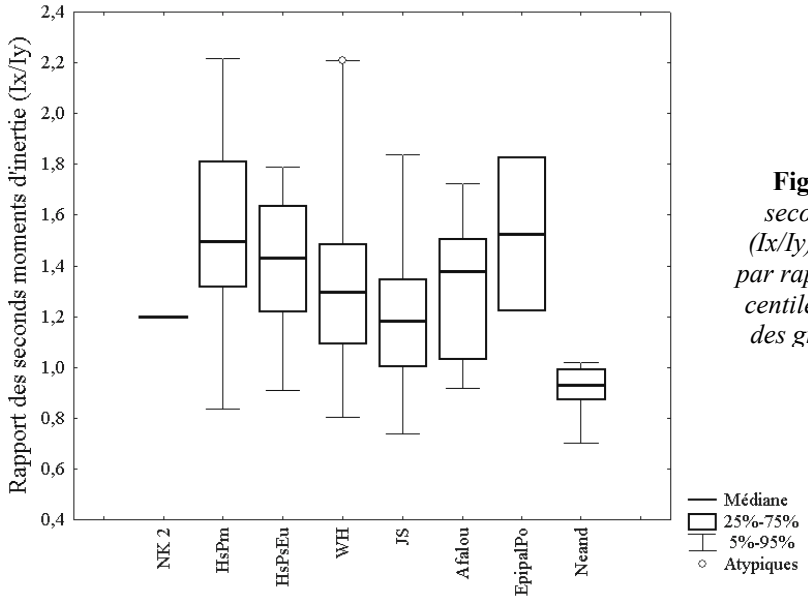


Figure 145 : *rapport des seconds moments d'inertie (Ix/Iy) de NK 2 à mi-diaphyse par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

Extrémité distale

Les dimensions transverse et antéro-postérieure de l'extrémité distale du fémur droit de NK 2 s'inscrivent dans la variabilité des groupes de comparaison à l'exception de celles des Néandertaliens en ce qui concerne l'épaisseur des condyles (Da-pC). Pour cette mesure, les valeurs de NK 2 se situent en dessous de la moyenne des groupes et au-delà de la limite inférieure à 95 % des Néandertaliens (Figure 146). L'angle condylo-diaphysaire (Acon-d = 100°) est également proche des moyennes des différents échantillons de comparaison.

En revanche, l'indice de l'extrémité distale (IndD) de NK 2 sort de la variabilité des hommes modernes du Paléolithique moyen et des Epipaléolithiques du Proche-Orient et du nord de l'Afrique. Cette valeur élevée résulte de la faible longueur des fémurs puisque la largeur distale s'inscrit dans la variabilité de tous les groupes. NK 2 posséderait par conséquent une extrémité distale assez large proportionnellement à sa longueur, et ce par rapport à ces trois groupes. Son indice est proche de celui des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe et des Néandertaliens. La largeur élevée de son extrémité distale est confirmée par la valeur de son indice condylaire. Ce dernier se situe dans la partie inférieure de la variabilité des groupes de comparaison, ce qui témoigne d'une largeur forte par rapport à l'épaisseur des condyles.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

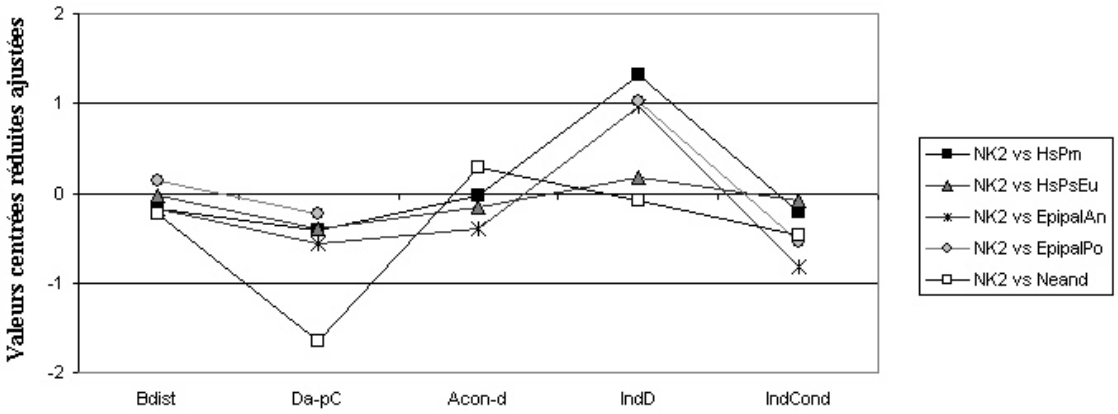


Figure 146 : *valeurs centrées réduites ajustées des dimensions de l'extrémité distale de NK 2 par rapport aux groupes de comparaison (Bdist = largeur distale ;Da-pC = épaisseur des condyles ; Acon-d = angle condylo-diaphysaire ; IndD = indice distal ; IndCond = indice condylaire).*

L'épicondyle latéral du fémur droit de NK 2 est marqué dans sa partie postérieure par l'insertion du muscle poplité (*m. popliteus*). Cette dernière est très volumineuse et forme une tubérosité lisse projetée latéralement. La partie proximale de cette insertion est visible sur le fémur gauche et semble exhiber le même niveau de développement. Ce muscle sert principalement de fléchisseur du genou (Platzer, 1999). L'épicondyle médial n'est que partiellement conservé à droite, mais le tubercule des adducteurs est intact. Il forme un bourrelet mousse peu projeté proximalement.

La surface articulaire des deux condyles latéraux de NK 2 présente à son extrémité postéro-supérieure un aplatissement circulaire léger, d'environ 1 cm de diamètre, qui rompt le contour régulièrement convexe du condyle. A gauche, cette surface montre une certaine porosité. La même conformation postéro-supérieure est visible sur le condyle médial droit, et soupçonnable sur le gauche malgré son mauvais état de conservation. Trinkaus (1975) interprète ce type d'aplatissement comme des facettes fémorales d'accroupissement. Elles seraient liées à la pression exercée sur cette partie de l'articulation lors de l'hyperflexion (Trinkaus, *ibidem*).

En vue postérieure, la surface supra-condylaire des deux fémurs est marquée par l'insertion forte du muscle gastrocnémien (*m. gastrocnemius*). Il est composé de deux chefs qui s'insèrent latéralement et médialement au dessus de chacun des condyles. La zone de naissance du chef médial est particulièrement accentuée sur les deux fémurs de NK 2. Elle forme une surface rugueuse avec un relief bien prononcé. Ce muscle intervient principalement dans la flexion du genou et du pied (Williams *et al.*, 1995).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

La surface intercondylienne est large et convexe dans tous les sens. Sa face médiale est fortement vascularisée sur les deux fémurs.

Les patellas

Les dimensions absolues de hauteur, largeur et épaisseur des patellas de Nazlet Khater 2 se situent toutes dans la gamme inférieure de la variabilité des échantillons de comparaison (Figure 147). Les moyennes entre certains groupes des Epipaléolithiques du nord de l'Afrique étaient significativement différentes pour les mesures de hauteur et de largeur maximales. Nous avons donc subdivisé cet échantillon en deux sous-groupes : les Epipaléolithiques de nord-ouest de l'Afrique « EpipalAno » et les Epipaléolithiques nubiens « EpipalNub » (*cf.* Paragraphe III.1.1).

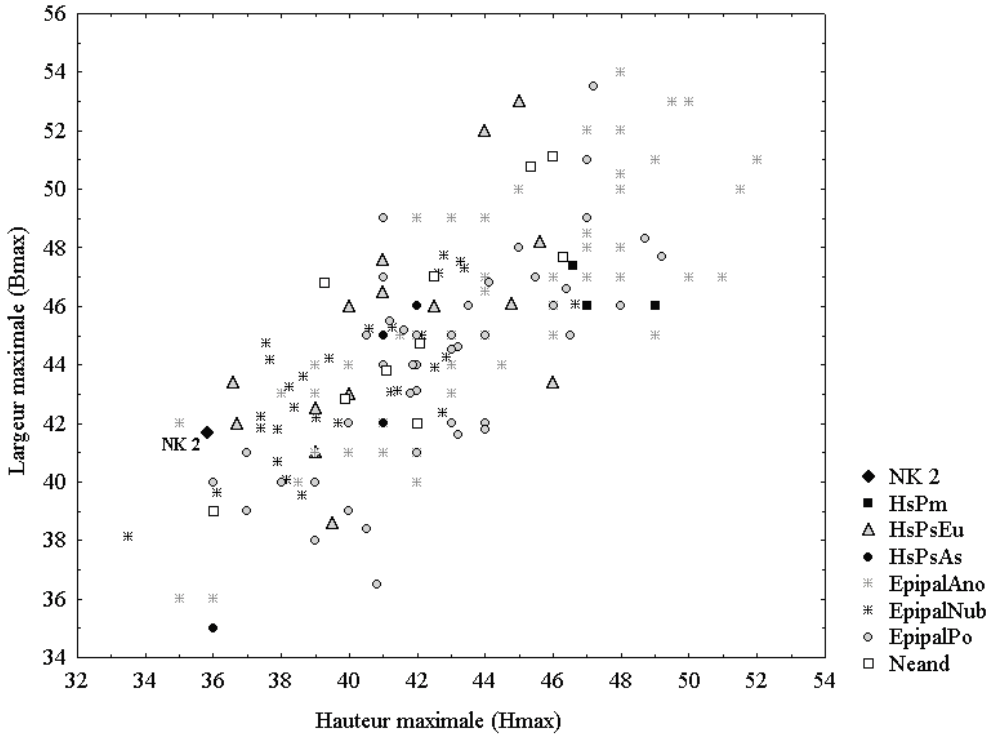


Figure 147 : *diagramme bivarié de la hauteur maximale (Hmax) de la patella en fonction de sa largeur maximale (Bmax). EpipalAno = Taforalt, Afalou et Hassi el-Abiod ; EpipalNub = Jebel Sahaba et Wadi Halfa.*

La patella droite de NK 2 (Figure 147) se démarque légèrement de la tendance du nuage de points en ce qui concerne sa largeur maximale. Celle-ci est proportionnellement élevée par rapport à la hauteur comme l'indique l'indice patellaire (Figure 148). NK 2 se situe en marge de

la variabilité des groupes de comparaison pour cette valeur. Cependant cette dimension concorde avec la largeur forte de l'extrémité distale du fémur de NK 2. L'indice de largeur de la patella est peu élevé (IndL = 52,68), ce qui la place au sein des patellas moyennes.

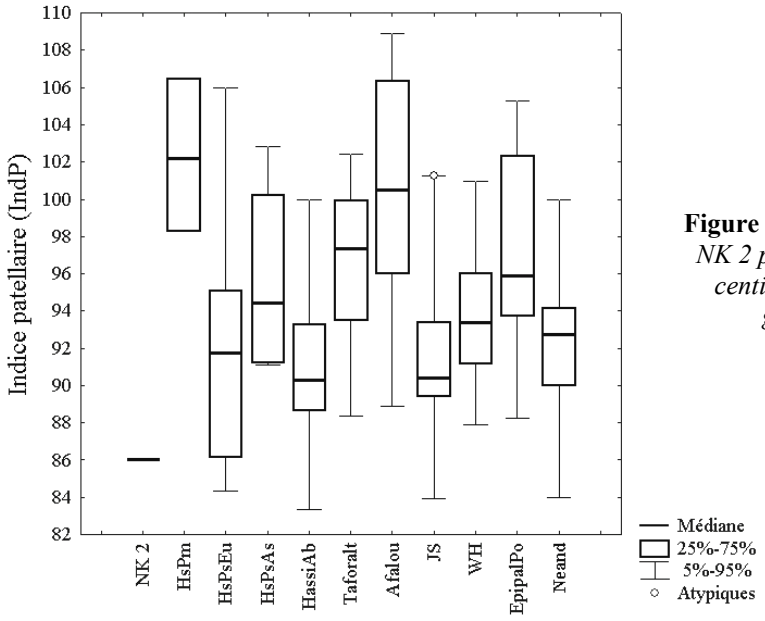


Figure 148 : *indice patellaire (IndP) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

Les surfaces articulaires médiale et latérale sont très asymétriques chez NK 2. La surface latérale possède une largeur qui s'inscrive dans la moyenne des groupes de comparaison, tandis que la largeur articulaire médiale sort de la variabilité d'une partie de l'échantillon. La position de NK 2 se situe par conséquent en marge des autres groupes (Figure 149). Il s'éloigne le plus de la morphologie des Néandertaliens et des hommes modernes du Paléolithique moyen, qui possèdent des surfaces articulaires médiale et latérale de dimensions presque similaires. Cette configuration semble caractériser également les populations d'hommes archaïques (Trinkaus, 2000b). La surface articulaire médiale de la patella droite est convexe au niveau de la crête mousse centrale et présente une concavité nette dans son coin médial supérieur. La facette articulaire latérale est visible sur les deux patellas. Elle est concave transversalement et plane proximo-distalement.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

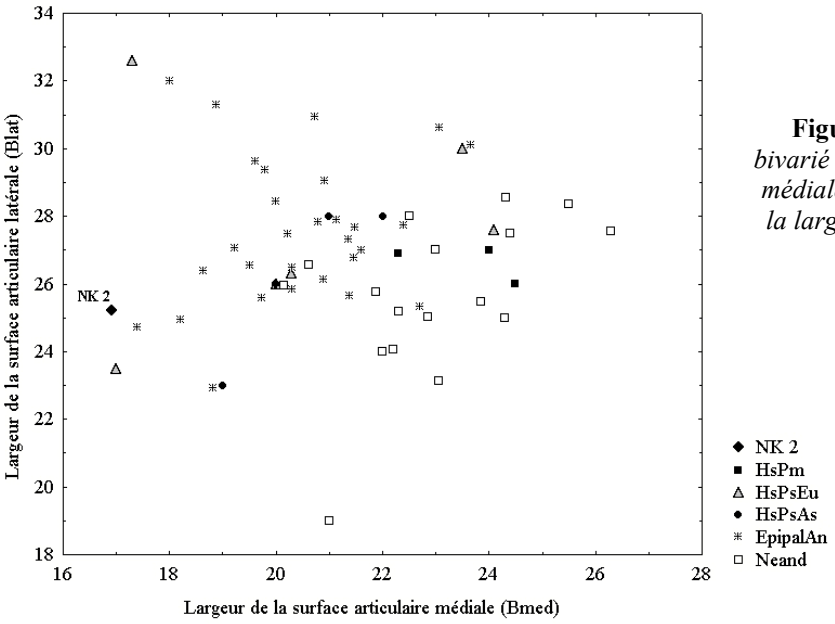


Figure 149 : *diagramme bivarié de la largeur articulaire médiale (Bmed) en fonction de la largeur articulaire latérale (Blat).*

La partie supéro-latérale du contour de la surface latérale est marquée par la présence d'une encoche nette à l'endroit de l'insertion du muscle vaste latéral (*m. vastus lateralis*). Cette échancrure est plus large sur la patella droite et, chez cette dernière, le rebord inférieur remonte pour former une petite épine (Figure 150). Sur la face antérieure, en avant de l'encoche, se trouve une petite fosse concave qui s'étend jusqu'au bord antérieur des deux patellas. La face antérieure est légèrement convexe transversalement. Des stries longitudinales sont visibles sur la patella droite malgré le mauvais état de conservation de cette surface osseuse.

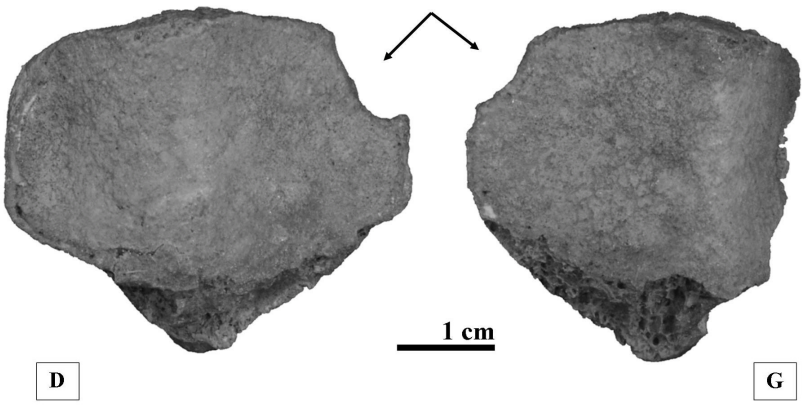


Figure 150 : *photographie en vue postérieure des patellas droite et gauche de NK 2 montrant une encoche au niveau de l'insertion du muscle vaste latéral.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les tibias

Extrémité proximale

L'extrémité proximale du tibia gauche est large. La valeur de NK 2 (BProx = 75,87 mm) se situe dans la partie supérieure de la variabilité des Epipaléolithiques du nord de l'Afrique et se rapproche de la moyenne des Néandertaliens. En revanche les diamètres antéro-postérieur et sagittal au niveau de la tubérosité tibiale se placent en dessous de la moyenne des échantillons de comparaison.

L'angle de rétroversion du plateau tibial gauche de NK 2 vaut 16°. Cette valeur assez élevée se situe au-dessus de la moyenne des Epipaléolithiques du nord de l'Afrique et des Néandertaliens (Figure 151). Selon Trinkaus (1975), l'angle de rétroversion moyen des individus présentant des facettes d'accroupissement sur le tibia et le talus est de 15,1° ± 3,6° (n = 34). Cette moyenne n'est cependant pas significativement différente de celle des échantillons ne présentant aucune facette (Trinkaus, *idibem* ; Boulle, 2001).

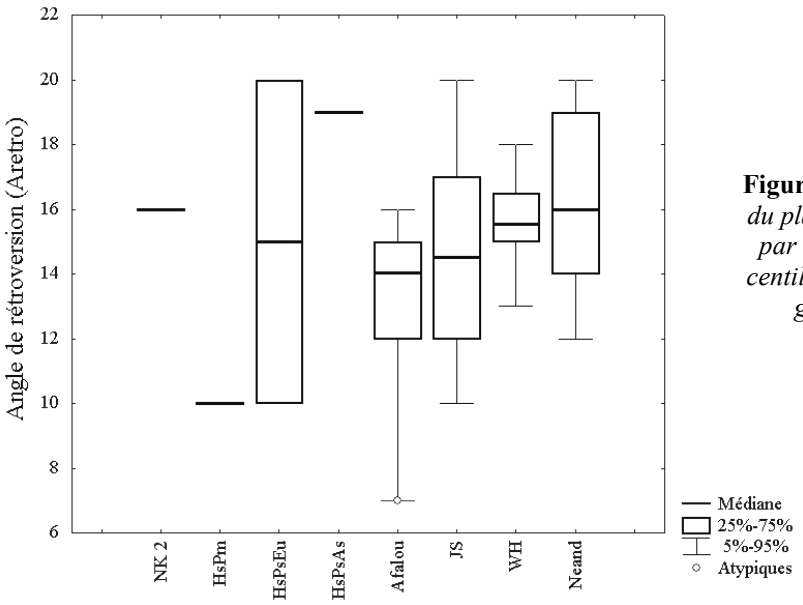


Figure 151 : *angle de rétroversion du plateau tibial (Aretro) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centiles des valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

Les condyles médiaux droits et gauches sont de forme ovoïde et présentent une surface concave dans toutes les directions. Ils sont bordés latéralement par l'éminence intercondylaire. Celle-ci est bien développée sur les deux tibias. Le tubercule intercondylien médial est plus haut que le latéral sur le tibia droit. Il n'est pas entièrement conservé sur le gauche. La surface d'insertion des ligaments intercondylaires antérieur et postérieur est bien marquée sur les deux

tibias. La surface postérieure est très excavée et orientée vers l'arrière et l'intérieur. Le condyle latéral est légèrement plus petit que le médial et son contour est plus circulaire. La surface articulaire est plane d'avant en arrière. Sa partie postérieure devient légèrement convexe sur 1 cm et la facette articulaire s'oriente alors plutôt vers l'arrière. La surface articulaire pour la fibula est partiellement conservée sur les deux tibias. Elle est plane et tournée postéro-médialement.

Diaphyse

Les diamètres au trou nourricier sur le tibia gauche (IndC = 66,24) le placent parmi les tibias mésocnémiques (Figure 152). Il existe une différence significative entre les moyennes de certains groupes Epipaléolithiques du nord de l'Afrique, d'où leur individualisation dans cette figure. NK 2 est proche des moyennes des hommes modernes du Paléolithique moyen, des individus d'Afalou, de Jebel Sahaba et des Epipaléolithiques du Proche-Orient.

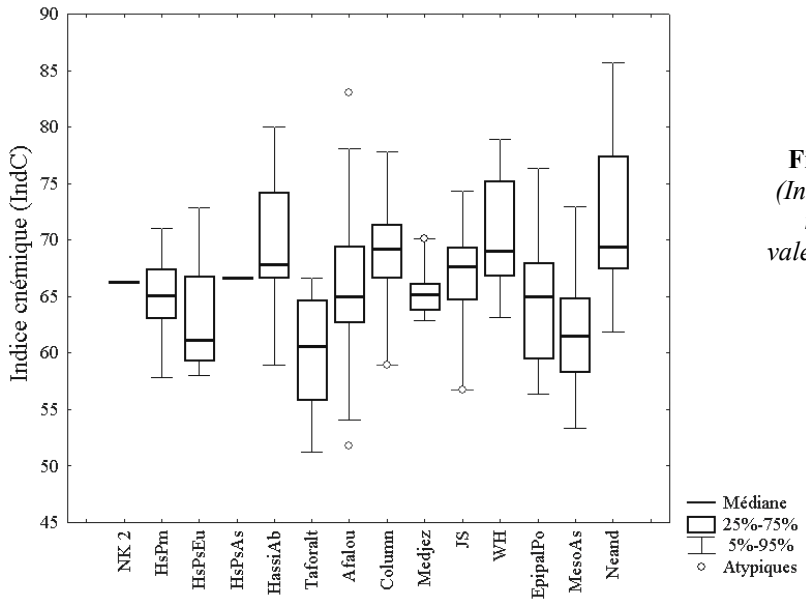


Figure 152 : *indice cnémique (IndC) de NK 2 par rapport à la médiane et aux centilesdes valeurs de chacun des groupes de comparaison.*

Les parties conservées de la diaphyse témoignent d'un contour triangulaire, peu aplati transversalement. Sur la face postérieure, la ligne du muscle soléaire (*m. solei*) est fortement marquée. Elle forme une véritable crête dans sa partie proximale sur le tibia droit. Le bord postéro-médial de la diaphyse présente aussi dans sa partie proximale une crête qui part du plateau tibial médial et se prolonge jusqu'à la ligne du soléaire. Cette ligne correspond à la limite médiale de l'insertion du muscle poplité (*m. popliteus*). Le trou nourricier se situe assez

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

bas, du côté latéral de la face postérieure à la même hauteur que la fin de la ligne soléaire. Il se trouve dans la zone d'insertion bien marquée du muscle tibial postérieur (*m. tibialis posterior*).

Sur la face antérieure, la tubérosité tibiale est rugueuse et allongée. Sa surface latérale est concave jusqu'à la ligne d'insertion de la membrane interosseuse entre le tibia et la fibula.

Extrémité distale

L'extrémité distale des tibias de NK 2 n'est préservée que par un fragment de la surface articulaire distale du tibia gauche. Cette dernière ne présente pas de caractéristique particulière.

Les fibulas

La variabilité métrique et morphologique des fibulas est grande (Vandermeersch, 1981). En outre, l'état de conservation des fibulas de Nazlet Khater 2 limite fortement leur caractérisation. La courbure de l'os, sa longueur et ses dimensions, notamment à mi-diaphyse, ne peuvent être évaluées.

La surface osseuse de l'extrémité proximale est érodée à plusieurs endroits. Seule la zone d'insertion du biceps fémoral (*m. biceps femoris*) et du ligament collatéral de la fibula est préservée sur les deux fibulas de NK 2. Cette surface ne présente pas de reliefs particuliers. L'extrémité proximale se détache nettement de la diaphyse et surplombe le col surtout au niveau antérieur.

La section de la diaphyse apparaît triangulaire sur les deux portions, droite et gauche, conservées, comme c'est le cas chez la plupart des fibulas du Paléolithique supérieur selon Vandermeersch (1981). Dans la moitié proximale conservée de la diaphyse, le bord interosseux est peu prononcé, la surface postérieure est légèrement convexe. Cette dernière devient concave à mi-distance à partir du développement plus net du bord interosseux. La face antéro-latérale, plane à gauche et concave à droite dans sa moitié proximale, sert d'insertion au muscle soléaire. La face médiale est fortement concave sur les deux fibulas dans sa moitié proximale, puis devient plutôt plane distalement. La crête médiale est très développée et forme un relief de 3,5 mm de large sur toute la moitié proximale conservée de la diaphyse. Cette crête est plus forte sur la fibula droite, principalement au niveau du creusement maximal pour l'insertion du soléaire sur la face antéro-latérale.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les ossements du pied

Les talus

La trochlée des deux talus de NK 2 est de forme trapézoïdale. La largeur antérieure est plus forte que la largeur postérieure et les bords latéraux divergent nettement vers l'avant. Les dimensions absolues des trochlées de NK 2 se situent dans la partie inférieure de la variabilité de l'échantillon de comparaison (Figure 153). Sa longueur est la plus faible observée. L'indice de la trochlée (IndTro = 97,5) se place, lui, au-dessus de la moyenne des différents groupes de comparaison (87,9 ± 14,33 ; n = 115), ce qui témoigne d'une trochlée relativement large par rapport à sa longueur.

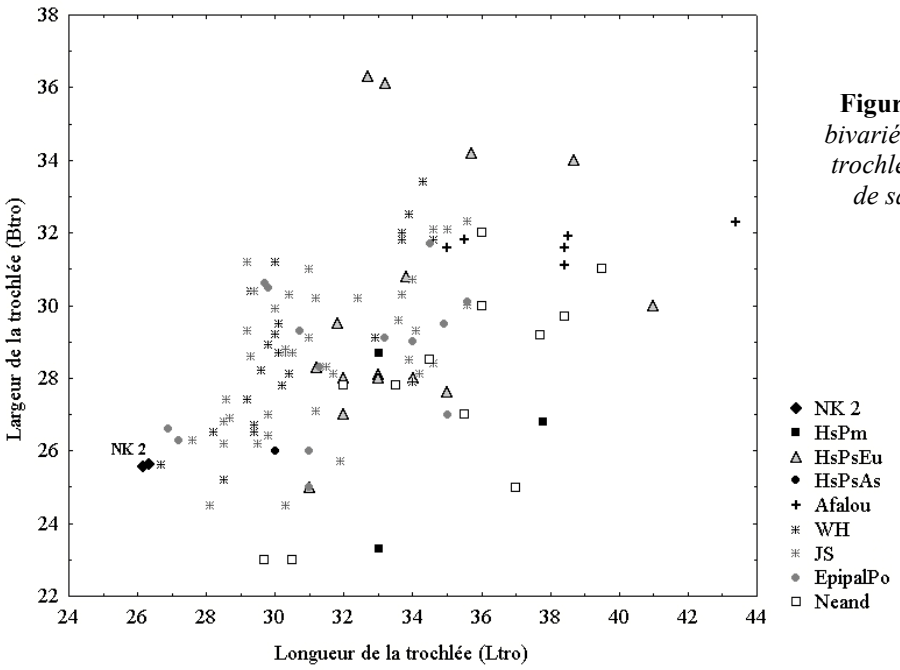


Figure 153 : *diagramme bivarié de la longueur de la trochlée (Ltro) en fonction de sa largeur médiane (Btro).*

L'état de conservation des deux talus ne permet pas de comparer ces données métriques à la taille globale de l'os.

La face supérieure de la trochlée est peu concave, presque plane. Le bord médial est légèrement plus haut que le latéral. Le bord antérieur, comme le postérieur, sont très altérés. Il semble que son tracé ait été plutôt rectiligne depuis le bord latéral. Au niveau du bord médial, une extension de la surface articulaire de la trochlée est visible, et fait déborder le contour antérieur sur le col. Cette avancée antérieure est couplée à celle de la surface articulaire médiale pour la malléole tibiale. Ces extensions sont nettes sur le talus droit et moins bien conservées

sur le gauche (**A** ; Figure 154). Aucune surface d'accroupissement (Barnett, 1954) n'est visible sur les parties préservées des deux cols. La surface articulaire de la face médiale du talus est rectangulaire. Elle mesure 23,7 mm de long sur 11,7 mm de large sur le talus droit et est concave antéro-postérieurement. La partie sous-articulaire forme une gouttière profonde entre la face articulaire et le bord inférieur du talus. Ce sillon se termine postérieurement par le relief léger de la zone d'insertion du ligament deltoïde. La face latérale des talus de NK 2 est légèrement convexe antéro-postérieurement et concave de haut en bas. Cette concavité s'accentue dans la moitié inférieure de l'os au niveau du processus latéral. Ce dernier est moyennement développé chez NK 2. La partie postérieure des deux talus se caractérise par la présence d'un processus postérieur très marqué (**B** ; Figure 154). Cette proéminence triangulaire, appelée processus de Stieda, serait liée à la fusion de l'os trigone (Finnegan, 1978). Cette caractéristique morphologique est très fréquente (78 % ; n=30) parmi les individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa. En outre, elle est bilatérale dans chacun des cas.

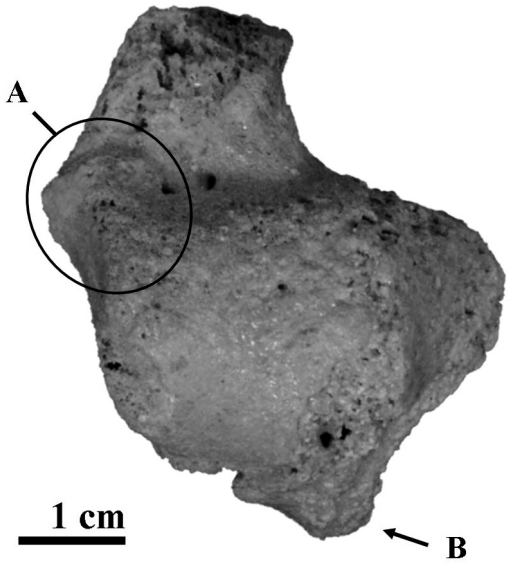


Figure 154 : *photographie en vue supérieure du talus gauche de NK 2. A = extension antérieure de la trochlée et de la surface articulaire médiale ; B = processus de Stieda.*

La face inférieure du talus droit est la mieux conservée. La surface articulaire postérieure pour le calcanéus est entièrement préservée. Elle possède une forme rectangulaire dont le rapport de longueur sur largeur se rapproche de celui des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe. L'indice articulaire (Indac = 64,8) atteste une longueur forte de cette surface par rapport à sa largeur. Au niveau morphologique, la surface articulaire est concave dans le sens de la longueur et plane dans celui de la largeur. Elle forme un angle de 40° avec l'axe de la trochlée qui s'inscrit dans la variabilité actuelle (Vandermeersch, 1981). Le sillon du talus est profond. Ses bords sont parallèles et écartés de 6,7 mm au milieu de l'os. La surface articulaire antérieure pour le calcanéus ne présente pas de distinction nette entre sa partie antérieure et médiale. La crête sensée les séparer est à peine décelable et le contour de ces surfaces ne présente aucun rétrécissement médial. Sur le talus droit, cette surface forme une

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

grande facette elliptique convexe qui s'étend sur 32,6 mm depuis le bord antéro-médial du sillon jusqu'à son autre extrémité antérieure.

Les calcanéus

L'état de conservation des deux calcanéus de NK 2 limite fortement leur description morphologique et métrique.

La surface articulaire talaire postérieure est régulièrement convexe d'avant en arrière. Le sillon calcanéen est bien marqué sur les deux os de NK 2. Il est limité médialement par le relief des surfaces articulaires talaires médiales et antérieure. Seul leur contour latéral est préservé à gauche et à droite. Ce dernier est régulier et rectiligne. Les deux surfaces sont indissociables et concaves d'avant en arrière.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2.3.10 Variations anatomiques non-métriques

Caractères discrets crâniens

Les différents traits non-métriques crâniens de Nazlet Khater 2 sont listés ci-dessous. Ils sont comparés aux fréquences observées dans les séries de Jebel Sahaba et Wadi Halfa (Tableau 43) ainsi qu'à celles des Natoufiens (Tableau 44 ; Bocquentin, 2003). Les caractères codés font partie de ceux décrits par Müller (1977), Hauser & De Stefano (1989) et Crubézy (1991). Ils sont inventoriés en Annexe I.6 (Table XII). Dans le cas du canal hypoglosse bipartite, nous avons ajouté la catégorie « partiel » au binôme « présent/absent » afin de comparer la morphologie observée sur Nazlet Khater 2 avec celle des Epipaléolithiques nubiens.

Les caractères discrets ont été décomptés par côté et non par individu, étant donné l'état fragmentaire de certaines parties du crâne de NK 2 et des séries de référence.

Traits de Nazlet Khater 2	Séries épipaléolithiques nubiennes (JS & WH)				
	Latéralité	Présent	Partiel	N	Fréquence (%)
Foramen nasal	G	4	-	18	22,22
Foramen zygomatico-facial accessoire	G	7	-	32	21,88
Foramen pariétal	D	22	-	40	**55,00**
Os suturaire lambdoïde	G	5	-	37	16,22
Epine supra-méatique	G	4	-	14	28,57
Dépression supra-méatique	G	4	-	14	28,57
Absence du foramen mastoïdien	D	20	-	28	**71,43**
	G	15	-	25	**60,00**
Suture palatine transverse	D	4	-	11	36,36
	G	5	-	10	**50,00**
Pont osseux sur le palatin	G	2	-	12	14,29
Tubercule pharyngien	-	18	-	28	**67,86**
Canal condylaire bipartite (partiel)	G	-	4	22	14,81
Foramen occipital	-	3	-	39	7,14

Tableau 43 : *caractères discrets présents chez NK 2 comparés aux fréquences observées dans les séries de Jebel Sahaba (JS) et de Wadi Halfa (WH).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Traits de Nazlet Khater 2	Natoufiens (Bocquentin, 2003)			
	Latéralité	Présent	N	Fréquence (%)
Foramen nasal	G	16	27	**59,25**
Foramen zygomatico-facial accessoire	G	15	76	19,73
Foramen pariétal	D	42	83	**50,60**
Os suturaire lambdoïde	G	32	83	38,55
Epine supra-méatique	G	12	95	12,63
Dépression supra-méatique	G	28	75	37,33
Absence du foramen mastoïdien	D	26	56	**46,42**
	G	21	46	**45,65**
Tubercule pharyngien	-	12	43	27,90
Foramen occipital	-	6	47	12,76

Tableau 44 : *caractères discrets présents chez NK 2 comparés aux fréquences observées chez les Natoufiens selon Bocquentin (2003).*

Parmi les caractères discrets présents sur le crâne de Nazlet Khater 2, aucun n'appartient à la classification des traits *hypostotics* définie par Ossenberg (1969) et un seul, le canal hypoglosse bipartite, fait partie de la catégorie des traits *hyperostotics*. Cependant, dans le cas de Nazlet Khater 2, le canal n'est pas séparé en deux et selon Crubézy *et al.* (1999), il devrait alors être codé comme absent. Dans les populations de Jebel Sahaba et Wadi Halfa, un seul cas de bipartition complète a été observé pour 4 partiels (n = 22).

En plus de ces deux classes, les caractères discrets crâniens se répartissent également en fonction de la variation de nombre et de position des orifices et des os surnuméraires. C'est au sein de ces deux dernières catégories que Nazlet Khater 2 montre le plus de caractères discrets.

- Les orifices

Le foramen nasal est présent à gauche chez NK 2. Selon Hauser et De Stefano (1989), cette unilatéralité est assez rare. Parmi les groupes de comparaison, ce sont les Natoufiens qui possèdent la fréquence la plus importante pour ce caractère quel que soit le côté observé (D = 62,5 % et G = 59,26 % ; Bocquentin, 2003).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Le foramen occipital est assez rare chez les Epipaléolithiques nubiens comme chez les Natoufiens (< 15 %). Pour ces mêmes séries, l'absence du foramen mastoïdien est particulièrement courante.

Selon Crubézy *et al.* (1999), le foramen pariétal et les foramens zygomatico-faciaux accessoires pourraient être assimilés à des caractères *hypostotics*. Ils pourraient se mettre en place de façon similaire et résulteraient de la non fermeture ou du remaniement de zones de contacts osseux comme les sutures et les fontanelles. Ces foramens permettraient généralement le passage des nerfs et des vaisseaux sanguins. Ces deux caractères sont présents chez Nazlet Khater 2. Le foramen zygomatico-facial est dédoublé à gauche et le foramen pariétal droit est bien visible. En ce qui concerne le foramen zygomatico-facial multiple, il existe une différence de fréquence en fonction de la latéralité dans nos groupes de référence. Les occurrences du côté gauche tournent autour de 20 %, alors que du côté droit les Epipaléolithiques nubiens et les Natoufiens ont des fréquences proches de 40 % (respectivement 37,5 % et 38,96 %). L'étude de Cheverud & Buisktra (1981) sur les variations anatomiques non métriques des macaques rhésus a montré que ce caractère présente une composante génétique relativement importante.

Le foramen pariétal est visible du côté droit chez Nazlet Khater 2. Ce caractère est très fréquent dans nos deux populations de référence (~ 50 %) quel que soit le côté considéré. La proportion d'individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa qui montrent une absence totale de foramen, la présence d'un seul foramen ou celle des deux foramens pariétaux est équivalente (~ 33 %).

Selon Crubézy *et al.* (1999), il existe une liaison entre les foramens zygomatico-faciaux multiples, les foramens pariétaux, la présence d'os suturaires et des caractères *hypostotics*, ce qui plaiderait en faveur d'une étiologie commune.

- Os suturaires

Les os surnuméraires lambdoïdes ont fait l'objet de nombreuses recherches, surtout en ce qui concerne leur étiologie. Leurs relations avec les dimensions de la base du crâne ou les stress mécaniques et alimentaires ont aussi été étudiées (*in* Crubézy *et al.*, 1999). Les résultats sont assez divergents, ce qui plaiderait en faveur d'une interaction étroite entre facteurs génétiques et phénotypiques pour ces traits (Crubézy *et al.*, *ibidem*). Dans le cas de Nazlet Khater 2, la présence d'un os suturaire lambdoïde est déduit de la forme des sutures lambdoïdes occipitale et pariétale gauches (Figure 155).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Il n'est pas exclu qu'un os surnuméraire ait existé du côté droit vu la forme de la suture lambdoïde sur l'écaille occipitale de part et d'autre du lambda. Bocquentin (2003) observe sur les Natoufiens que dans la plupart des cas, ces os surnuméraires sont multiples. Cependant, par souci de parcimonie, nous n'avons retenu que la présence d'un os suturaire lambdoïde à gauche chez Nazlet Khater 2.

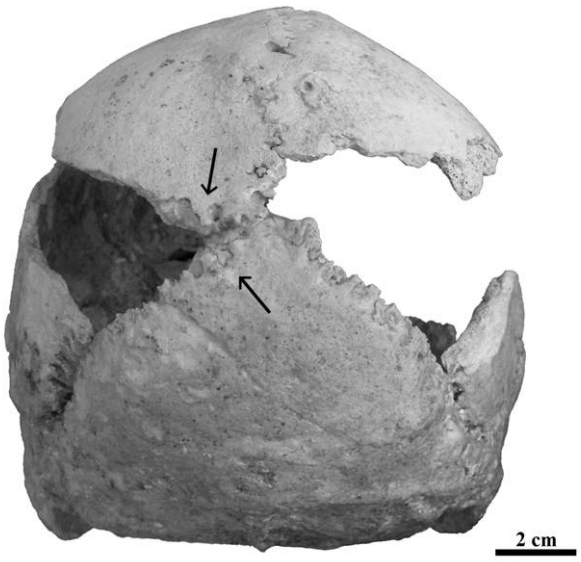


Figure 155 : *photographie en vue postérieure du crâne de NK 2. Présence supposée d'un os suturaire surnuméraire.*

Ce caractère est significativement plus fréquent chez les Natoufiens (p = 0,027) que chez les Epipaléolithiques nubiens. Selon Crubézy *et al.* (1999), il est aussi statistiquement plus fréquent chez les sujets jeunes que chez les sujets âgés ce qui peut s'expliquer par la synostose de ces os chez les adultes ou par une fréquence plus élevée de ce trait chez les sujets immatures décédés.

Outre ces caractères discrets présentés ci-dessus, NK 2 montre trois autres variations non-métriques supplémentaires. Tout d'abord, un pont osseux sur l'os palatin. Ce dernier est cassé à gauche et incomplet à droite où il est représenté par deux spicules bordant le sillon neuro-vasculaire. Ce trait est souvent asymétrique (*in* Hauser & De Stefano, 1989). Ensuite, NK 2 possède un tubercule pharyngien peu marqué. Il sert à l'insertion du raphé du pharynx et est plus fréquent chez les Epipaléolithiques nubiens (p = 0,047) que chez les Natoufiens. Enfin, au-dessus du trou auditif gauche, une épine et une dépression supra-méatique sont visibles. L'épine correspondrait à une zone d'insertion des ligaments de fixation de la partie cartilagineuse du méat acoustique externe (in Hauser & De Stefano, 1989). Ce caractère est plus souvent symétrique et la présence de la dépression semble être plus courante chez les hommes que chez les femmes (Hauser & De Stefano, *ibidem*).

En définitive, le crâne de NK 2 présente des caractères discrets crâniens qui sont courants au sein des populations épipaléolithiques de Nubie et du Proche-Orient.

Caractères discrets infra-crâniens

Le recensement des variations anatomiques infra-crâniennes non-métriques de NK 2 et des individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa se base sur les caractères décrits par Finnegan (1978) et Saunders (1978). La liste complète des caractères est reprise en Annexe I.6 (Table XIII).

Les traits présents chez Nazlet Khater 2 sont repris dans le Tableau 45 et le Tableau 46 et sont comparés aux fréquences observées chez les Epipaléolithiques nubiens et les Natoufiens. Nous avons à nouveau choisi de présenter les résultats en fonction des côtés plutôt que des individus vu l'état fragmentaire des séries de référence, mais aussi étant donné l'unilatéralité de certains traits sur NK 2 afin de pouvoir discuter de la possible prévalence de côté de certains caractères.

Traits de Nazlet Khater 2	**Séries épipaléolithiques nubiennes (JS & WH)**			
	Latéralité	Présent	N	Fréquence (%)
Surface condylaire de l'atlas bipartite	G	0	22	0,00
Pont postérieur sur l'atlas	D	1	21	4,76
Sillon de l'artère circonflexe sur la scapula	D	1	28	3,57
Perforation sternale	-	0	6	0,00
Encoche latérale de la patella	D	6	21	28,57
	G	7	26	26,92
Processus de Stieda du talus	D	23	30	**76,67**
	G	23	29	**79,31**

Tableau 45 : *caractères discrets infra-crâniens présents chez NK 2 comparés aux fréquences observées dans les séries de Jebel Sahaba (JS) et de Wadi Halfa (WH).*

A l'exception du processus de Stieda du talus, la fréquence des caractères présents chez NK 2 est faible chez les Epipaléolithiques nubiens, voire nulle dans deux cas. En revanche, les Natoufiens possèdent des pourcentages plus élevés pour l'ensemble des caractères. Parmi les traits les plus fréquents de cette population, on retrouve le processus de Stieda, comme pour les individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa, ainsi que l'encoche latérale de la patella. Le pourcentage de ces deux variations non-métriques ne montre pas de différence significative en fonction du côté observé.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Traits de Nazlet Khater 2	Natoufiens (Bocquentin, 2003)			
	Latéralité	Présent	N	Fréquence (%)
Surface condylaire de l'atlas bipartite	G	10	48	20,83
Pont postérieur sur l'atlas	D	6	48	12,50
Sillon de l'artère circonflexe sur la scapula	D	11	53	20,75
Perforation sternale	-	1	22	4,55
Encoche latérale de la patella	D	29	48	**60,42**
	G	31	51	**60,78**
Processus Stieda du talus	D	26	62	41,94
	G	17	46	36,96

Tableau 46 : *caractères discrets infra-crâniens présents chez NK 2 comparés aux fréquences observées chez les Natoufiens selon Bocquentin (2003)*

La bipartition de la surface articulaire supérieure de l'atlas n'est présente que dans un seul cas du côté droit au sein des Epipaléolithiques nubiens (n = 24). Ce trait est significativement plus fréquent chez les Natoufiens (p = 0,032) et sa proportion est identique à gauche comme à droite (D = 23,53 % ; Bocquentin, 2003).

Plusieurs études ont été menées sur le pont postérieur de l'atlas. Ce caractère *hyperostotic* ne semble pas lié à la sénescence puisqu'il se rencontre chez l'enfant dès l'âge de 6 ans (Kendrick & Biggs, 1963 ; Saunders, 1989). En outre, sa présence n'est corrélée ni au sexe (Selby *et al.*, 1955 ; Kendrick & Biggs,1963), ni à la robustesse des individus (Saunders & Popovich, 1978). En revanche, il montre une corrélation significative entre parents et enfants qui en fait un marqueur génétique important pour les études de populations (Saunders & Popovich, *ibidem*). Seuls deux ponts postérieurs ont été recensés chez les Epipaléolithiques nubiens. Ils appartiennent à deux individus différents et sont unilatéraux dans les deux cas. La fréquence de ce trait chez les Natoufiens s'approche de celle rencontrée dans les populations actuelles (12,1%, n = 306 ; Selby *et al.*, 1955).

Le sillon de l'artère circonflexe est aussi très rare chez les individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa quel que soit le côté observé (à gauche : 1 sillon pour 31 scapulas). Ce trait est unilatéral dans les deux cas. Il est plus fréquent chez les Natoufiens (p = 0,059) que chez les Epipaléolithiques nubiens.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

La perforation sternale est une variation anatomique *hypostotic* peu courante (Saunders, 1989). Chez NK 2 elle est large et ses bords sont réguliers et arrondis (Figure 156). Sa fréquence varie entre 1 – 13% dans les populations actuelles et fossiles et son apparition serait liée à une anomalie génétique mineure du développement influençant entre autres le mode d'ossification du sternum (Fily *et al.*, 2001). Son déterminisme génétique fort en fait un indicateur fiable pour les regroupements familiaux dans les nécropoles (Crubéry, 1992). Ce caractère semble être indépendant de l'âge (Saunders, 1989).

Figure 156 : *photographie en vue antérieure du corps du sternum montrant la perforation sternale de NK 2*

En général, la corrélation entre les différentes variations non-métriques sont faibles (Saunders, 1978 & 1989), bien que la taille de l'échantillon soit un facteur non négligeable de ces résultats. La combinaison, chez NK 2, de traits *hypostotics* et *hyperostotics* peut paraître particulière puisqu'ils seraient liés à deux phénomènes antagonistes (Saunders, 1989). D'un côté, les caractères *hyperostotics* correspondent à l'ossification d'éléments cartilagineux tandis que de l'autre, les caractères *hypostotics* résultent de la persistance d'un état immature. Les deux traits, opposables en terme de schéma de développement, que sont le pont postérieur sur l'atlas et la perforation olécrânienne montrent, selon les études citées (*cf. supra*), un déterminisme génétique fort. En outre, leur occurrence ne semble être liée ni à l'âge, ni au sexe ou encore à la robustesse des individus (Saunders, 1978). Leur présence concomitante chez NK 2 confirme que l'apparition de ces caractères ne peut être expliquée par un modèle unique de développement et que leur catégorisation est discutable (Crubézy & Sellier, 1990).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

III.2.3.11 Paléopathologie [1]

Dans ce paragraphe, nous allons présenter l'ensemble des lésions observables sur Nazlet Khater 2 et discuter de l'étiologie possible de ces atteintes.

L'hyperactivité musculaire liée à certains mouvements spécifiques répétés induit des microtraumatismes qui entraînent une réaction adaptative du tissu osseux (Dutour, 1992b & 2000). Compte tenu des écueils qui persistent quant à la « sensibilité » et à la spécificité de chaque marqueur (Dutour, 2000), il nous paraît peu rigoureux de rechercher, à travers ces atteintes, des mouvements ou des activités précises. Cependant, l'hypothèse d'une relation entre ces lésions et l'activité minière intensive réalisée dans le site archéologique de Nazlet Khater 4 sera abordée sur base d'études antérieures menées sur des populations minières (Bailley-Maître *et al*, 1996 ; Steen & Lane, 1998 ; Pany, 2003). En effet, si des lésions présentes sur des squelettes du Paléolithique supérieur ou au sein de populations archéologiques, ont pu être reliées à la pratique de certaines activités (Dutour, 1986 & 2000 ; Mallegni *et al*, 2000 ; Trinkaus *et al*, 2001), jamais à notre connaissance, un squelette aussi ancien n'a été associé à un gisement archéologique dont la nature et les activités qui s'y sont déroulées ont été aussi clairement établies.

Atteintes pathologiques

Le squelette de NK 2 présente un ensemble complexe de lésions tant au niveau du rachis que du système locomoteur. Le Tableau 47 récapitule les lésions rachidiennes, observables à tous les étages de la colonne vertébrale. Elles correspondent essentiellement à des phénomènes dégénératifs de type arthrosique et se situent aussi bien aux niveaux des plateaux vertébraux qu'aux niveaux des surfaces articulaires des processus postérieurs. Cependant, les atteintes de la colonne vertébrale ne sont pas uniformes. L'ostéophytose marginale des corps vertébraux est très prononcée sur les vertèbres cervicales de la C3 à la C7 (Figure 157). Elle est présente sur deux plateaux lombaires et totalement absente sur les vertèbres thoraciques. En revanche, les atteintes arthrosiques des surfaces articulaires sont, elles, visibles sur tout le rachis. Elles sont importantes dans la partie cervicale avec des traces de polissage articulaire (éburnation, Figure

[1] Ce paragraphe a fait l'objet d'un article : Crevecoeur I. & Villotte S. (sous-presse).

158), bien marquées dans la partie dorsale et plus ténues au niveau des lombaires. En outre, quelques ossifications capsulaires ainsi que des enthésophytes minimes des insertions des ligaments jaunes sont observables. Aucune de ces lésions rachidiennes ne présente d'aspect typiquement inflammatoire. Enfin, ni syndesmophyte, ni coulée osseuse ne sont observés.

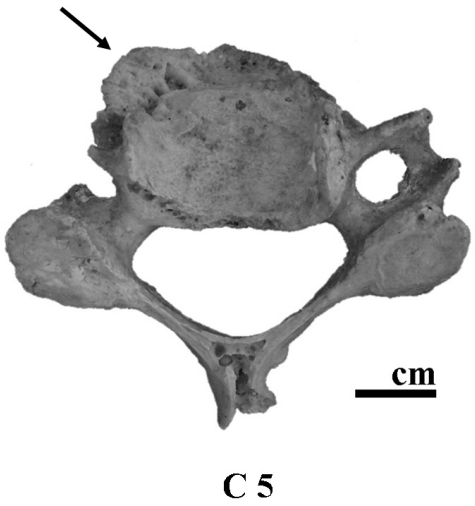


Figure 157 : *photographie illustrant l'ostéophytose marginale sévère du plateau vertébral inférieur de la cinquième vertèbre cervicale chez NK 2.*

Les atteintes osseuses du système locomoteur, reprises dans le Tableau 48, sont plus variées. Les trois groupes de marqueurs d'activités que sont les lésions articulaires, abarticulaires et osseuses (*s.s.*) y sont présents (Dutour, 2000). Les lésions articulaires concernent de façon bilatérale les épaules et les mains, ainsi que le coude et le genou droit. Les atteintes enthésopathiques touchent essentiellement les humérus. Elles sont bilatérales au niveau de la coiffe des rotateurs, tandis que leur présence au niveau des insertions des muscles épicondyliens médiaux et latéraux n'est visible que du côté gauche (Figure 159). Des déformations diaphysaires, témoignage de fractures anciennes durant l'enfance, sont observables au niveau des métacarpiens IV droit et V gauche (Mailleux, comm. pers). Elles se présentent sous la forme d'une incurvation exagérée des diaphyses sans trace de cals de consolidation.

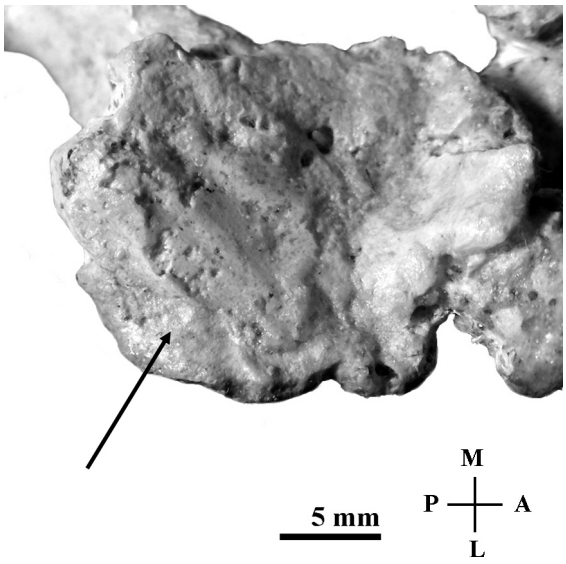


Figure 158 : *photographie illustrant le polissage articulaire présent sur la surface articulaire postéro-inférieure de l'Axis de NK 2.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

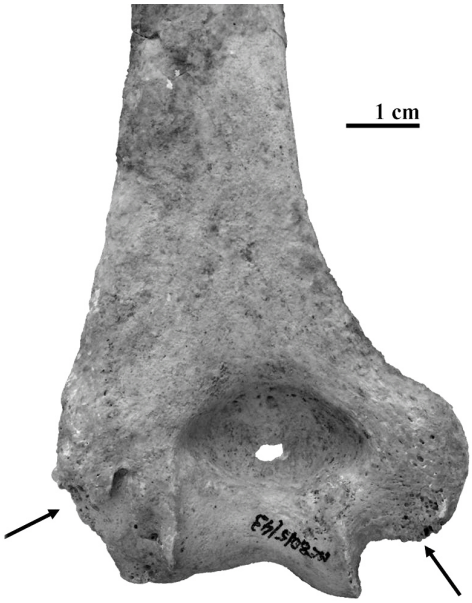


Figure 159 : *photographie en vue postérieure de l'épicondylite latérale et médiale de l'humérus gauche.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Vertèbres		Atteintes des plateaux			Atteintes des articulations synoviales							Ossification ligament jaune
		plateau	Ostéophytose marginale	Géode	Surface articulaire		Ostéophytose marginale	Géode	Eburnation	Déformation surface	Ossification capsulaire	
Cervicales	**C1**				Pour l'odontoïde & inférieure	G	X					
	C2				Postéro-inférieure	G	X		X			
	C3	Sup	X		Postéro-supérieure	G	X		X			
					Postéro-inférieure	G	X			X		
	C4	Sup	X									
	C5	Inf	X	X								
	C6	Sup & inf	X	X	Postéro-inférieure	G	X					
	C7	Inf	X									
Thoraciques	**T1**				Costale transverse	G	X					
	T2				Postéro-inférieure	D & G	X					
	T3				Postéro-supérieure	G	X	X				
					Postéro-inférieure	D & G	X					
	T4				Postéro-supérieure	D	X	X				
					Postéro-inférieure	D	X	X				
					Postéro-inférieure	G	X					
	T6				Postéro-supérieure	D	X					
					Postéro-inférieure	D & G	X					X
	T9				Postéro-supérieure	D	X					
					Postéro-inférieure	G	X					
Lombaires	**L1**				Postéro-inférieure	D					X	
	L2	Inf	X									
	L4	Sup	X									
	L5				Postéro-supérieure	G					X	X
					Postéro-supérieure	D				X		

Tableau 47 : *atteintes pathologiques de la colonne vertébrale de NK 2.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Partie	Os	Localisation	Latéralité	Description
Membre supérieur	Clavicule	Extrémité sternale	D & G	Processus mixte (1)
		Extrémité acromiale	D	Déformation articulaire
			G	Ostéophytose marginale
	Humérus	Insertion commune des MM. infra et supra épineux	D	Processus mixte au niveau du centre de l'insertion
			G	Processus mixte et foramens vasculaires au niveau du centre de l'insertion
		Insertion du M. subscapulaire	D & G	Ostéolyse localisée au niveau du centre de l'insertion
		Insertion des MM. épicondyliens médiaux	G	Enthésophyte au niveau de la marge inférieure de l'insertion
		Epicondyle latéral	G	Ostéophytose et foramens vasculaires sur la face antéro-latérale, ostéophytose sur la face postérieure
	Ulna	Surface articulaire proximale	D	Ossification capsulaire
	MTC I	Surface articulaire distale	D & G	Aplatissement et ostéophytose marginale
	MTC IV	mi-diaphyse	D	Déformation diaphysaire
	MTC V	mi-diaphyse	G	Déformation diaphysaire
	PP 1	Surface articulaire proximale	D	Ostéophytose marginale
		Surface articulaire distale	G	Ostéophytose marginale
	PD 1	Surface articulaire proximale	G	Ostéophytose marginale
Membre inférieur	Coxal	Insertion des MM. semi membraneux et biceps fémoral	D	Enthésophyte au niveau du contour de l'insertion
	Fémur	Insertion du M. petit fessier	D	Enthésophyte marginal et ostéolyse au niveau de la surface de l'insertion
		Insertion du M. grand fessier	G	Enthésophyte
	Patella	Insertion du M. quadriceps fémoral	D & G	Enthésophyte marginal
		Surface articulaire	D	Ostéophytose marginale

Tableau 48 : *atteintes pathologiques des membres de NK 2. (1) = ostéoformation associée à une ostéolyse.*

Etiologie des atteintes

Nous avons vu dans le Paragraphe III.2.2.2 que les restes de Nazlet Khater 2 appartenaient à un adulte jeune. Il est donc peu probable que ces lésions articulaires et ces enthèses soient les résultats de processus dégénératifs liés à la sénescence. Ces derniers se rencontrent surtout à partir de la cinquantaine (Peyron, 1987 ; Durigon & Paolaggi, 1991). D'autre part, cet individu ne présente pas de lésion rachidienne ni coxale (comme une sacro-iliite ou une ankylose de l'articulation sacro-iliaque) pouvant laisser suspecter une spondylarthropathie, pas plus que de coulée osseuse vertébrale, témoignant d'une possible maladie hyperostosique (Rogers & Waldron, 1995). Pour le diagnostic possible de cette dernière, Utsinger (1985) propose comme critère la présence d'enthésopathies périphériques au niveau de l'insertion du quadriceps fémoral sur la patella. Dans ce cas, une maladie hyperostosique débutante chez NK 2 ne peut être exclue (Figure 160). Cependant, vu le degré de remodelage très léger de cette zone, bien inférieur aux 3 mm conseillés par Crubézy (1990) pour l'application de ce critère, il nous paraît légitime d'écarter l'hypothèse d'une telle maladie chez NK 2.

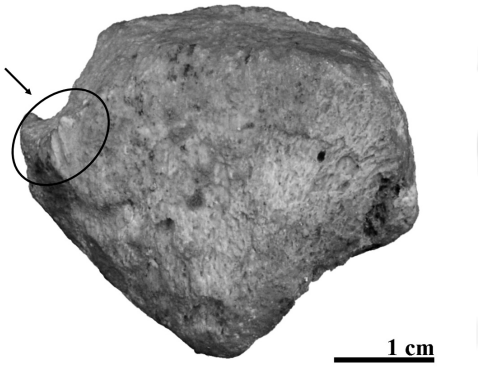


Figure 160 : *photographie illustrant l'enthésopathie périphérique au niveau de l'insertion du quadriceps fémoral sur la patella droite de NK 2.*

Les causes les plus fréquentes d'enthésopathies (sénescence, maladie hyperostosique, spondylarthropathies) et d'arthrose (sénescence) ayant été écartées, l'origine la plus probable des lésions observées chez NK 2 semble être d'ordre mécanique. La localisation des atteintes tant articulaires qu'abarticulaires, conforte d'ailleurs cette hypothèse. En effet, les atteintes articulaires concernent quasi exclusivement le membre supérieur et les enthésopathies se situent au niveau de zones d'insertions fréquemment lésées lors de la pratique sportive (Krejci & Koch, 1985) : zones d'insertions des tubercules majeur et mineur (insertions de la coiffe des rotateurs), des épicondyles latéral et médial (épicondyliens), du grand trochanter (petit fessier) et de la patella (quadriceps). En outre, la plupart de ses lésions sont présentes de façon asymétrique sur les restes de NK 2.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

En ce qui concerne l'arthrose rachidienne, sa localisation à certains étages de la colonne et les différences observées entre les lésions des plateaux et les articulations synoviales sont encore des arguments en faveur d'une sollicitation mécanique excessive. Selon Bridges (1994), l'arthrose des surfaces articulaires montre moins de variation de fréquence entre les différentes régions du rachis que celle des plateaux vertébraux parce qu'elle ne résulte pas des mêmes contraintes. La première est plutôt due à l'attachement des muscles des bras tandis que l'arthrose des plateaux est liée à la courbure du rachis ou au port de charge (Bridge, *ibidem*).

Corrélation entre les lésions et le contexte archéologique de NK 4

L'ensemble complexe des lésions présentes chez NK 2 ne nous permet pas de discuter de mouvements spécifiques précis. Cependant, ces lésions témoignent de contraintes mécaniques importantes auxquelles cet individu a pu être soumis. Certaines de ces lésions nous semblent revêtir un intérêt particulier dans le cadre archéologique d'un site minier.

Les lésions articulaires les plus importantes concernent le rachis, et plus particulièrement l'étage cervical. L'arthrose cervicale dégénérative, lorsqu'elle n'est pas liée à la sénescence, semble pouvoir être associée à une contrainte de poids au niveau de l'extension de la tête et du cou (Capasso *et al.*, 1999). Selon Merbs (1983), l'utilisation de lanières frontales pour porter des fardeaux augmenterait l'arthrose cervicale alors que les lanières passant au dessus de la poitrine favoriseraient l'arthrose thoracique. Le modèle de développement arthrosique observé chez NK 2 est proche de celui décrit par Bridges (1994) pour certaines populations natives de l'est américain, pour lesquelles le port de charge au niveau de la tête est suspecté. Cependant, d'autres causes ont aussi été envisagées (Bridges, *ibidem*). Parmi les pathologies traumatiques identifiées dans la population minière du Moyen-Âge de Brandes-en-Oisans (France), Bailly-Maître *et al.* (1996) observent un écrasement des corps des vertèbres cervicales associé à des ostéophytoses marginales sur les plateaux inférieur et supérieur qui évoquent à nouveau le port de charges lourdes en appui sur la tête ou sur le front.

En outre, un nombre important de fractures des deuxième et cinquième métacarpiens est observé dans cette population. Selon Bailly-Maître *et al.* (*ibidem* ; p. 226), ces dernières sont le résultat de « *chocs directs sur la main ou sur la roche lors de l'usage d'un outil percuteur* ». NK 2 présente des fractures sur les métacarpiens IV et V droits. Or l'utilisation de hache

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

bifaciale et de corne de gazelle est attestée dans le site minier de NK 4 pour les activités d'extraction de silex (Figure 161 ; Vermeersch & Paulissen, 1993). En effet, sur les murs des puits et des galeries, des marques de pics utilisés pour l'extraction sont observables. Ces marques sont recouvertes d'un encroûtement calcaire qui confirmerait leur antiquité (Vermeersch *et al.*, 1990b). La présence de déformations diaphysaires sur les métacarpiens de NK 2 impliquerait qu'il ait commencé ce type d'activité alors que sa croissance osseuse n'était pas achevée.

Figure 161 : *corne de gazelle ayant servi de pic d'extraction à Nazlet Khater 4 (Vermeersch, comm. pers.)*

La majorité des enthésopathies concernent les humérus. L'atteinte de la coiffe des rotateurs est relativement fréquente dans la population masculine actuelle (4,5 % ; Walker-Bone *et al.*, 2004). Le port de charge peut être un facteur de son apparition (Peyre *et al.*, 1997). En outre, des lésions de la coiffe des rotateurs ont été associées par Crubézy (1988), pour la population masculine médiévale de Canac, au port de charges lourdes et à des activités demandant un effort physique important. L'examen radiologique des humérus a permis de mettre en évidence la présence d'une sclérose sous-chondrale assez marquée de la tête humérale (Mailleux, comm. pers). Cette augmentation de la densité pourrait être une conséquence supplémentaire d'un travail intense impliquant les membres supérieurs (Mailleux, *ibidem*).

Différents facteurs peuvent favoriser l'apparition d'enthésopathies mécaniques au niveau de l'insertion humérale des épicondyliens latéraux (Commandré, 1977). Parmi ceux-ci, citons :

- la répétition d'un mouvement entraînant une fragilisation de la zone d'insertion,
- une gestuelle inhabituelle,
- une contusion unique, une chute unique ou une fracture minime de l'épicondyle.

S'il est impossible de déterminer avec certitude quel processus a entraîné la lésion chez NK 2, la morphologie particulière de son épicondyle gauche laisse suspecter un traumatisme unique qui aurait favorisé l'apparition d'une enthésopathie microtraumatique. Notons que dans leur étude portant sur deux populations esquimaudes d'Alaska originaires de la baie de Golovin et de l'île de Nuviak, Steen & Lane (1998) observent que la population de Golovin présente plus de

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

marques de remodelage au niveau de l'insertion humérale des muscles épicondyliens latéraux que celle de Nuviak. Or, si l'activité minière est présente chez les individus de Nuviak, elle est beaucoup moins répandue que chez ceux de Golovin, lesquels participaient pour la plupart directement à ce type d'activité.

La présence d'enthésopathies au niveau de l'insertion humérale des muscles épicondyliens médiaux fléchisseurs est rare dans la population masculine actuelle (0,6 % ; Walker-Bone *et al.*, 2004), et se rencontre notamment chez les lanceurs de javelots ou les travailleurs de force (Commandré, 1977). Selon Dutour (1986), elle est également associée à la pratique du lancer dans les populations préhistoriques. Cependant en l'absence de contexte archéologique indiquant la pratique de la chasse ou de la pêche, il semble difficile d'attester cette hypothèse dans le cas de Nazlet Khater 2. Descatha *et al.* (2003) ont montré que les épicondylites médiales étaient clairement associées à un travail puissant ainsi qu'à d'autres marqueurs d'activités du membre supérieur.

Pany (2003) a étudié spécifiquement le remodelage des insertions musculaires de squelettes du début de l'âge du fer provenant de Hallstatt. Ces individus, quel que soit le sexe – il apparaît que les deux sexes participaient au travail de la mine – présentent significativement plus d'enthésopathies que ceux de la population paysanne de comparaison, et ce pour de nombreuses localisations anatomiques. Il est intéressant de noter que l'on retrouve parmi ces sites tous les remodelages des insertions du membre supérieur présents chez NK2 (Tableau 49).

Insertions concernées	**Hallstatt** (Pany, 2003)		**NK 2**
	Sexe	Latéralité	
m. subscapularis	♀	D & G	D & G
m. infraspinatus	♂ & ♀	G	D & G
muscles épicondyliens médiaux	♂	D	G
muscles épicondyliens latéraux	♀	G	G

Tableau 49 : *sexes et côtés pour lesquels les insertions humérales considérées chez NK 2 présentent significativement plus de traces de remodelage dans la population minière de Hallstatt que dans la population paysanne de comparaison (D'après Pany, 2003).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

La plupart des lésions observées sur NK 2 évoquent clairement un mode de vie éprouvant, où le port de charges lourdes et les activités s'accompagnant de traumatismes sont fréquents. De plus, les lésions des enthèses présentes chez NK 2 sont compatibles avec celles rencontrées chez les individus ayant pratiqué une activité minière. Or, à Nazlet Khater 4, l'activité minière est clairement documentée (Chapitre I). Elle y est caractérisée par plusieurs types de structures, comme des tranchées assez larges et des puits d'un mètre de diamètre pour atteindre les couches de graviers nilotiques, ainsi que des galeries souterraines dont la hauteur ne dépassaient pas 0,5 m (Vermeersch *et al.*, 1984a). La présence d'outils spécialisés pour les activités d'extraction, comme les haches bifaciales ou les cornes de gazelles et d'antilopes émoussées, est également attestée (Vermeersch & Paulissen, 1993). En outre, la quantité de matière première extraite du gisement suppose une activité minière intense et spécialisée (Vermeersch *et al.*, 1990b).

Les atteintes osseuses de NK 2 sont la conséquence d'activités physiques très contraignantes et confirment l'hypothèse archéologique de l'existence de pratiques minières intensives et spécialisées dans la vallée du Nil au début du Paléolithique supérieur (Vermeersch, 2002a)

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

CHAPITRE IV

ETUDE COMPARATIVE MULTIVARIÉE

ET

DISCUSSIONS

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

IV.1 LE CRÂNE

Une des premières tentatives de définition crâniométrique des hommes anatomiquement modernes a été proposée par Day & Stringer (1982). Leur diagnose se base sur cinq critères métriques et un caractère morphologique, l'absence de relief sus-orbitaire continu. Les valeurs de NK 2 sont reprises dans le Tableau 50 pour ces différents points. Selon Day & Stringer (1982), la présence de la moitié de ces traits, au minimum, justifie la classification au sein des hommes anatomiquement modernes. Les dimensions de NK 2 respectent toutes cette définition, seule la continuité du relief sus-orbitaire ne peut être évaluée étant donné l'état de conservation de cette zone (*cf.* chapitre III).

Hommes anatomiquement modernes		**NK 2**
BBH/GOL	≥ 0,70	0,705
PAA	≤ 138°	132,1°
BAC/ASB	≥ 1,19	1,24
OCA	≥ 114°	117,6°
FRA	≤ 133°	131,4°
Absence d'un torus sus-orbitaire continu		-

Tableau 50 : *limites des dimensions servant à caractériser les crânes des hommes anatomiquement modernes selon Day & Stringer (1982) et valeurs de NK 2. (BAC = corde basion-astérion ; pour les autres mesures* cf. *Annexe I.2)*

Cette diagnose a par la suite été critiquée par plusieurs auteurs (*cf. infra*). Tout d'abord l'intérêt « phylogénétique » de ces caractéristiques a été remis en question vu la forte corrélation de ces variables entre elles par rapport à la structure du crâne et à son développement (Lieberman *et al.*, 2002). Ensuite, leur utilité a été remise en question suite aux problèmes de discrimination dont elles ont fait preuve entre les hommes anatomiquement modernes et les hommes archaïques. Wolpoff (1986) a montré que de nombreux Australiens actuels (jusqu'à 40 % selon le calcul de trois critères combinés réalisé par Frieß, 1998) ne satisfaisaient pas les conditions des hommes anatomiquement modernes. La même observation a été réalisée par Kidder *et al.* (1992) à partir d'analyses multivariées sur un échantillon d'hommes modernes du Paléolithique moyen et supérieur. Seuls les individus à partir du milieu du Paléolithique supérieur (< 26 ka) présentent à la fois une taille et une forme crâniennes qui s'inscrivent dans la gamme de variation des hommes actuels. Inversement, un représentant des Néandertaliens (Saccopastore 1) était inclus dans la variabilité actuelle (Kidder *et al., ibidem*).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Ces études ont souligné la difficulté de définir l'espèce *Homo sapiens*, mais aussi la nécessité de disposer de caractères fournissant une réelle information phylogénétique (Lieberman, 1995). Dans cette optique, Lieberman *et al.* (2002), ont mis en évidence deux autapomorphies générales qui distingueraient efficacement les fossiles attribués aux hommes anatomiquement modernes de ceux rapportés à différents taxons archaïques. Ces deux caractéristiques sont la rétraction faciale et la sphéricité du neurocrâne. Elles dériveraient d'une combinaison de changement entre l'angle de la base du crâne, la longueur et la largeur des fosses cérébelleuses ainsi que la longueur de la face (Lieberman *et al., ibidem*). Ces modifications apparaîtraient au début de l'ontogenèse et discrimineraient clairement les hommes anatomiquement modernes (*Homo sapiens*) de spécimens archaïques (Néandertaliens, *Homo heidelbergensis* ou *Homo rhodesiensis*). Les résultats de Lieberman *et al.* (2002) montrent qu'il n'existe aucun recouvrement entre les variabilités de ces deux groupes. En outre, les hommes modernes du Paléolithique moyen et supérieur ainsi que des spécimens considérés comme des *Homo sapiens* archaïques (Jebel Irhoud 1, Herto 1) s'intègrent au groupe des hommes anatomiquement modernes selon ces deux critères (Lieberman *et al.*, 2002 ; White *et al.* 2003). Les valeurs de NK 2 pour ces deux variables sont reprises dans le Tableau 51 ci-dessous. Elles se rapprochent plutôt des moyennes des hommes modernes du Pléistocène que de celles des hommes actuels. Ces critères et les limites fixées demeurent cependant une hypothèse de travail, comme le soulignent Lieberman *et al.* (2002). L'étude des processus complexes de croissance et d'intégration crâniennes (covariation de structures ; Olson & Miller, 1958 ; Couly, 1991) est encore longue, mais les résultats de Lieberman *et al.* (*ibidem*) soulignent l'importance de la compréhension de ces phénomènes pour identifier des critères fiables de distinction phylogénétique.

Lieberman *et al.*, 2002		*Homo sapiens* actuels (n=100)		**NK 2**	*Homo sapiens* du Pléistocène (n=10)		*Homo* archaïques (n=9)	
		m	s		m	s	m	s
Rétraction faciale/MG*	< 0,50	0,40	0,04	**0,45**	0,46	0,04	0,56	0,03
Sphéricité du neurocrâne	> 0,50	0,59	0,06	**0,54**	0,58	0,04	0,47	0,03

Tableau 51 : *traits séparant les hommes anatomiquement modernes des hommes archaïques (d'après Lieberman* et al.*, 2002). Valeurs de Nazlet Khater 2 et des groupes de références. Description des variables* cf. *Annexe I.1.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

IV.1.1 LE NEUROCRANE

Le neurocrâne de NK 2 ne présente aucune dimension qui sorte de la variabilité de l'échantillon de comparaison. Il se situe au sein des dolichocrânes et sa hauteur est moyenne. Au niveau métrique, seuls l'angle du frontal et l'arc pariétal sont notables. Le frontal de NK 2 se caractérise par une convexité faible et une obliquité forte par rapport au plan coronal. En ce qui concerne le pariétal, la corde et l'arc de ce dernier sont très courts. Ces caractéristiques sont présentes chez les individus archaïques, mais de façon plus accentuée (Bräuer, 1984). La morphologie du neurocrâne de Nazlet Khater 2 exhibe un plus grand nombre de traits dits archaïques comme par exemple la position basse de la largeur maximale du crâne, la forme du bord supérieur de l'écaille du temporal, des crêtes supra-mastoïdiennes marquées qui se prolongent sur le pariétal ou encore un pont antérieur au niveau de la rainure digastrique à droite (*cf.* Paragraphe III.2.3.1).

Plusieurs analyses multivariées ont été réalisées sur les variables du neurocrâne. Les résultats concernant Nazlet Khater 2 sont homogènes quel que soit le jeu de variables utilisées et confirment les tendances observées lors des analyses univariées (*cf.* Paragraphe III.2.3.1). Nous avons choisi d'illustrer ces résultats avec l'analyse en composantes principales calculée à partir de huit variables ajustées, caractérisant bien l'ensemble du neurocrâne. Il s'agit de la longueur maximale (GOL), des largeurs maximale, frontale maximale et biastérique (XCB, XFB & ASB), de la hauteur basion-bregma (BBH) et des trois cordes sagittales frontale, pariétale et occipitale (FRC, PAC & OCC). Cette analyse a pu s'effectuer sur 77 individus et les trois premières composantes principales (CP) représentent 74,12 % de la variabilité totale du nuage de points (Annexe III.1 ; Table XV). La position des variables par rapport au cercle de corrélation est superposée à la projection des points selon l'axe 1 et 2 ainsi que l'axe 1 et 3 dans les figures ci-dessous (Figure 162 et Figure 163). L'échantillon de 132 crânes modernes égyptiens de Howells (1996) n'a pas été incorporé à l'analyse dans un souci de lisibilité, les individus se plaçant tous dans la gamme de variation des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe et des Epipaléolithiques du nord de l'Afrique.

La séparation entre les groupes est nette dans la Figure 162. Les Néandertaliens, les *Homo sapiens* archaïques ainsi que la plupart des hommes modernes du Paléolithique moyen se placent dans le quadrant supérieur gauche du graphique. Leur position par rapport aux autres groupes est principalement conditionnée par une largeur biastérique forte et une hauteur faible du neurocrâne. La longueur maximale du crâne joue également un rôle dans la séparation des

groupes selon l'axe 1 de sorte que les groupes précités – « Hsa », « HsPm » & « Neand » – possèdent un crâne plus allongé. NK 2 se place au sein de la variabilité des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe et des Epipaléolithiques du nord de l'Afrique dans le quadrant supérieur droit. Sa position selon l'axe 2 est influencée par une hauteur basion-bregma faible. NK 2 possède aussi des dimensions inférieures aux moyennes de l'échantillon de comparaison en ce qui concerne la longueur et la largeur maximales. Ces dernières contribuent à la dispersion des points selon l'axe 1, ce qui explique la localisation de NK 2 par rapport à cet axe.

D'après les résultats de Frieß (1999), il semble que cette différence de morphologie soit liée au format et non à la taille du neurocrâne. Son étude par géométrie morphométrique a montré qu'il n'existe pas de relation allométrique significative entre les spécimens archaïques et modernes en ce qui concerne les différences observées de la voûte crânienne (Frieß, *ibidem*).

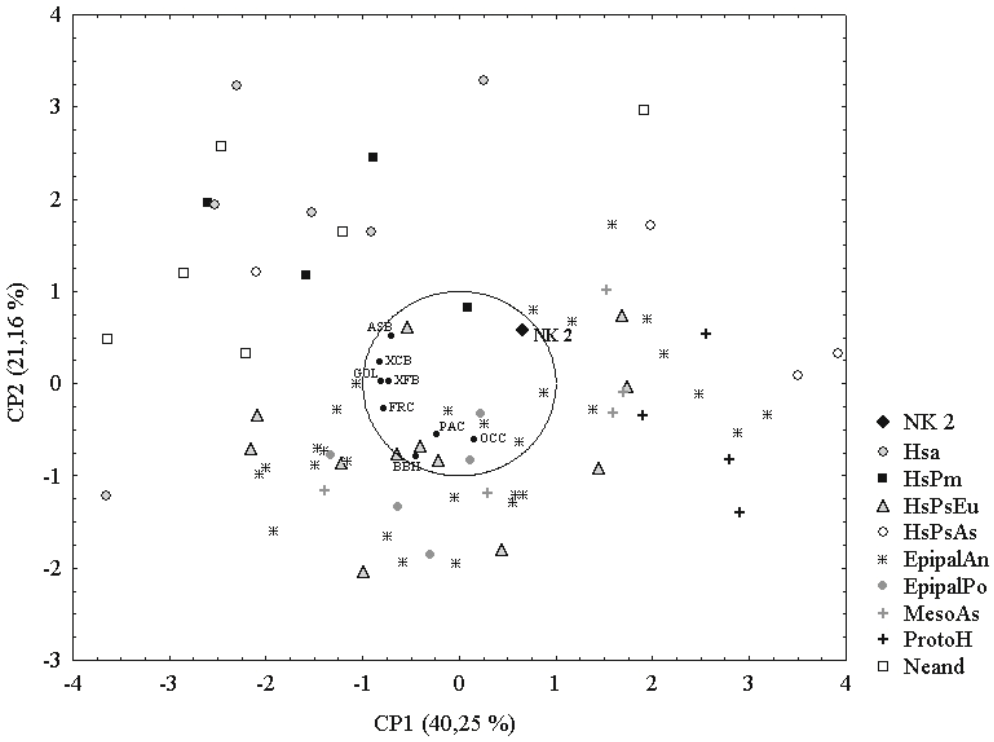


Figure 162 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP 1 & CP 1) de l'analyse en composantes principales des variables du neurocrâne.*

Dans le deuxième diagramme (Figure 163), NK 2 s'individualise un peu du reste de l'échantillon moderne selon l'axe 2. Ce dernier est principalement influencé par la corde pariétale (PAC) pour laquelle NK 2 présente une valeur très faible. La séparation entre les

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

différents groupes est moins forte, bien que les Néandertaliens et les *Homo sapiens* archaïques soient encore regroupés vers les valeurs les plus négatives de l'axe 1. Cette position est conditionnée par la longueur maximale et des largeurs frontale et maximale fortes de ces spécimens.

Bräuer & Rimbach (1990) avaient noté la similitude entre les dimensions de la voûte crânienne des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe avec celles d'Afalou et Taforalt. Nos résultats confirment cette ressemblance avec le groupe des Epipaléolithiques du nord de l'Afrique qui est enrichi dans ce cas d'individus venant de Jebel Sahaba et Wadi Halfa.

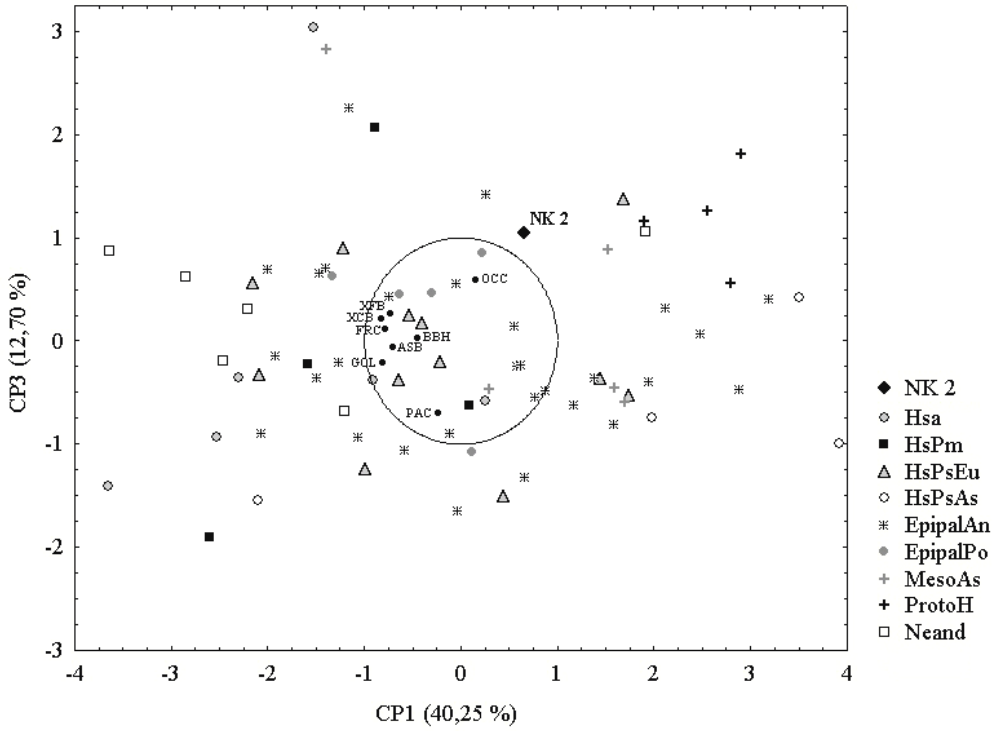


Figure 163 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur le premier et le troisième axe (CP 1 & CP 3) de l'analyse en composantes principales sur les variables du neurocrâne.*

Le neurocrâne de Nazlet Kather 2 s'inscrit donc dans la variation moderne comme le laissait supposer le calcul des indices et des angles sensés fixer une limite entre les *Homo sapiens* et les fossiles archaïques (*cf. supra*). La sphéricité de son neurocrâne se situe cependant en dessous de la moyenne des hommes modernes du Pléistocène et des hommes actuels. Cette valeur témoigne d'un allongement du crâne par rapport à la fois à sa largeur et à sa hauteur et illustre toute la complexité morphologique des hommes anatomiquement modernes du Paléolithique.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

IV.1.2 LA FACE

L'étude descriptive de la face de Nazlet Khater 2 (*cf.* chapitre III) a mis en évidence un plus grand nombre de caractéristiques métriques archaïques que le neurocrâne par rapport à l'échantillon de comparaison. Elle possède dans son ensemble des dimensions fortes de largeur et de hauteur qui place NK 2 dans la limite supérieure de la variabilité des différents groupes.

Nous avons réalisé une analyse en composantes principales sur sept variables de la face (Annexe III.1 ; Table XVI et XVII). La sélection de ces dernières repose sur un compromis entre le nombre d'individus disponibles et la meilleure caractérisation morphométrique de la face. Le jeu de variables comprend les largeurs bi-frontomalaire et bi-zygomatique (FMB2 & ZYB), la hauteur de la joue, du nez et de l'orbite (WMB, NLH & OBH) ainsi que la largeur du nez et du maxillaire (NLB & MAB). Les deux premières dimensions ne sont pas directement mesurables sur NK 2. Elles ont été estimées par symétrie. Dans un souci de vérification, nous avons effectué une analyse en composantes principales en remplaçant ces deux variables par la largeur de l'orbite et la longueur inférieure du zygomatique. Les résultats sont très proches et nous permettent de valider l'utilisation de ces variables estimées afin d'introduire un plus grand nombre d'individus dans le calcul multivarié. L'analyse en composantes principales a été calculée à deux reprises, avec et sans l'échantillon moderne de comparaison provenant de la base de données d'Howells (1996), vu la position des fossiles par rapport à ce groupe dont l'effectif est très important.

L'analyse basée sur l'échantillon fossile a été réalisée sur 50 individus et les trois premières composantes principales représentent 81,98 % de la variabilité totale du nuage de points. La projection de ce dernier sur les deux premières composantes principales est illustrée dans la Figure 165 et la position des variables par rapport au cercle de corrélation est superposée à cette projection. NK 2 se détache clairement des spécimens du Paléolithique supérieur d'Europe et des Epipaléolithiques du nord de l'Afrique selon l'axe 1. Il se place à proximité des hommes modernes du Paléolithique moyen, des *Homo sapiens* archaïques et des Néandertaliens. Tous ces individus se caractérisent par des faces longues et larges. Cette position par rapport aux échantillons plus récents est également visible dans la Figure 164 représentant l'axe 1 en fonction de l'axe 3.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

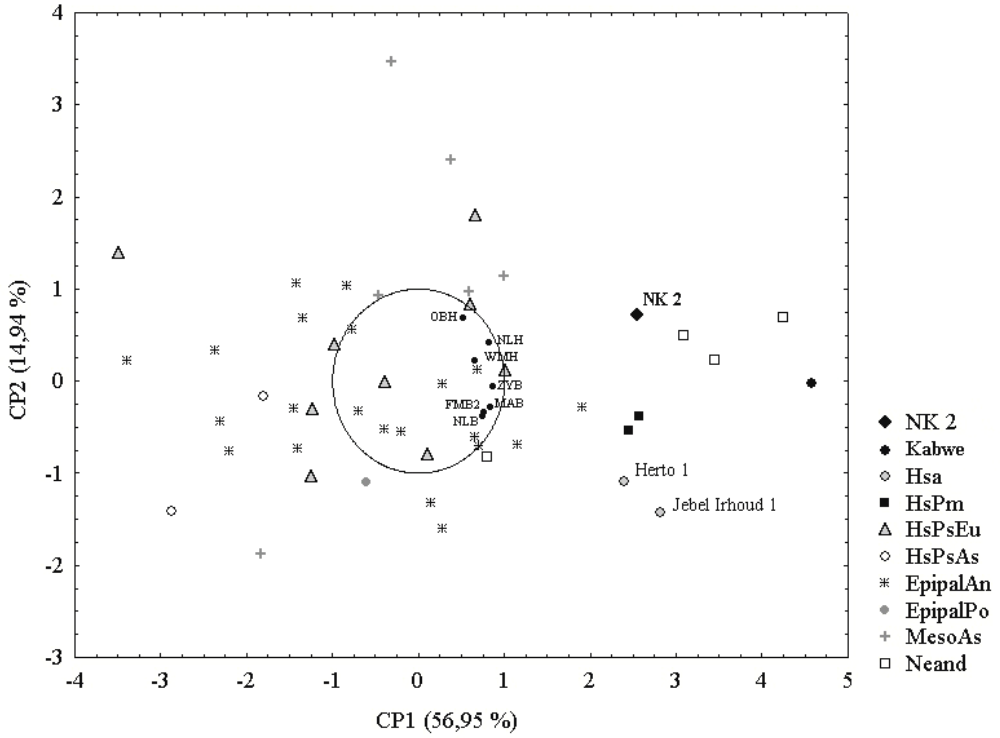


Figure 164 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP 1 & CP 2) de l'analyse en composantes principales des variables de la face.*

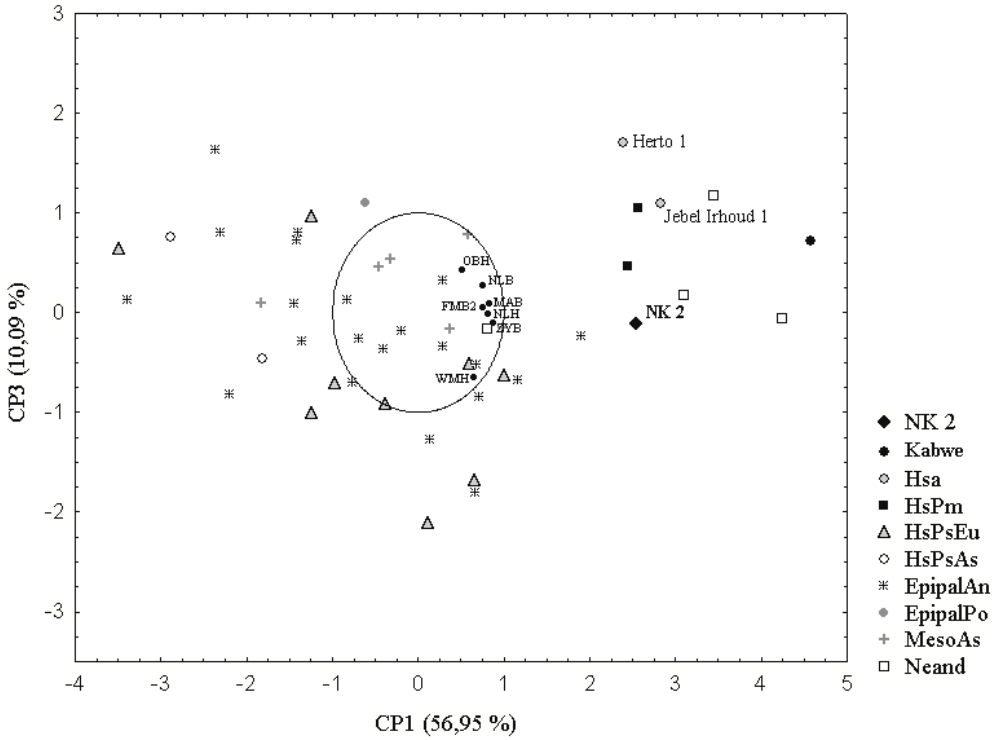


Figure 165 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur le premier et le troisième axe (CP 1 & CP 3) de l'analyse en composantes principales des variables de la face.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Lorsque l'analyse en composantes principales est calculée avec l'échantillon actuel de crânes égyptiens (Howells, 1996), la différenciation suivant l'axe 1 est encore plus marquée (Figure 166). L'ellipse dans ce diagramme représente la limite à 95 % de la variabilité de cet échantillon moderne actuel qui vient enrichir l'analyse de 132 individus supplémentaires.

Les deux premières composantes principales représentent 72,56 % de la variabilité totale du nuage de points. La distribution suivant l'axe 2 est conditionnée par la hauteur de l'orbite en premier lieu, puis par celle du nez. Toutes les autres variables sont groupées au niveau de l'axe 1 et influencent la dispersion des individus suivant cet axe. La plupart des spécimens du Paléolithique supérieur d'Europe ainsi que les Epipaléolithiques du nord de l'Afrique semblent occuper une position intermédiaire entre les hommes actuels et spécimens plus anciens. Cette distribution selon la CP 1 respecte une sorte de gradient temporel qui indiquerait une diminution des dimensions faciales (et principalement des largeurs) depuis le Pléistocène jusqu'à l'époque actuelle.

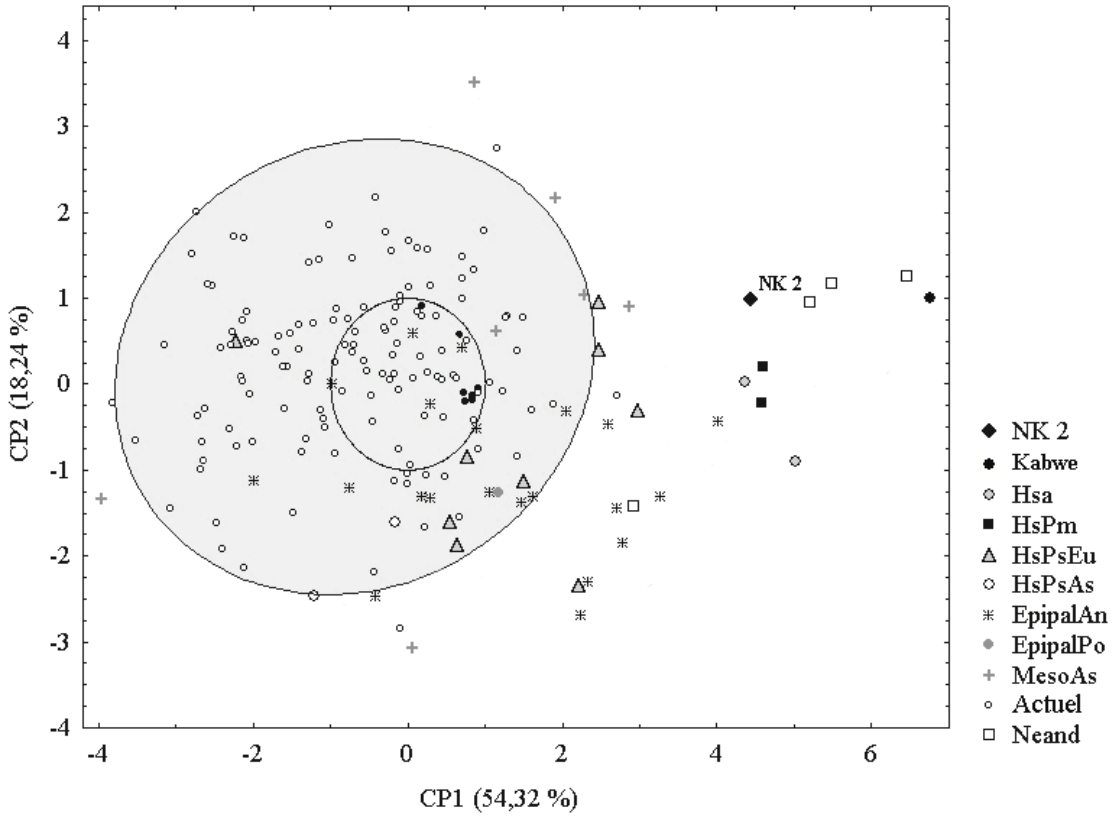


Figure 166 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP 1 & CP 2) de l'analyse en composantes principales des variables de la face avec l'échantillon d'hommes actuels. L'ellipse en gris représente la limite de variation à 95 % du groupe actuel.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Ces résultats s'accordent avec ceux de plusieurs études sur la variation diachronique de la morphométrie de la face au cours de l'évolution humaine (Bräuer, 1984 ; Maureille, 1994 ; Turbón *et al.*, 1997 ; Frieß 1998 ; Lieberman *et al.*, 2002).

L'étude de la face par géométrie morphométrique chez les Néandertaliens, les hommes modernes du Paléolithique moyen et supérieur ainsi que les Epipaléolithiques a montré que la morphologie archaïque était fortement corrélée à la taille (Frieß, 1998 & 1999). Cette composante allométrique dans la variation de forme influence l'expression de traits archaïques lorsque la taille de la face augmente (Frieß, *ibidem*). Par conséquent, cet auteur considère que la position des individus de Qafzeh et Skhul à proximité des Néandertaliens doit être interprétée comme un trait plésiomorphique lié à la taille de la face plutôt qu'à une autapomorphie. En revanche, la réduction et la rétraction de la face chez les hommes actuels pourraient représenter une réelle autapomorphie (Lieberman *et al.*, 2002 ; Trinkaus, 2003). En ce qui concerne la rétraction faciale, NK 2 comme les individus de Qafzeh et Skhul et les représentants d'*Homo sapiens* archaïques que sont Jebel Irhoud 1 et Herto 1 satisfont tous les critères phylogénétiques proposés par Lieberman *et al.* (2002). Leurs valeurs sont cependant dans la gamme supérieure de la variabilité actuelle, ce qui témoigne d'une rétraction moins marquée de la face. Kabwe 1 a été isolé du groupe des *Homo sapiens* archaïques dans les analyses multivariées étant donné sa position en marge du nuage de points (Figure 164 à Figure 166). Ce fossile possède les plus fortes dimensions faciales et son degré de rétraction faciale le place en dehors de la limite fixée par Lieberman *et al.* (2002) pour les hommes anatomiquement modernes.

Si la rétraction faciale satisfait les conditions de caractère phylogénétique en raison de son apparition au début de l'ontogenèse, la taille de la face est, elle, plutôt liée à des phénomènes épigénétiques (Lieberman *et al.*, 2002 ; Herring, 1993). Sa croissance est lente au cours de l'ontogenèse et sa taille semble être affectée par des effets environnementaux comme par exemple la mastication (Enlowd, 1990 ; Couly, 1991 ; Varrela, 1992). La diminution de proportions faciales au cours du temps au sein de l'espèce *Homo sapiens* s'expliquerait donc par la réduction des contraintes masticatrices (Lieberman *et al.*, 2004b).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

IV.1.3 OREILLE INTERNE ET MOYENNE

Les travaux de Spoor *et al.* (1994) et Spoor (1993 & 2003) ont montré l'intérêt de l'étude des structures de l'oreille interne étant donné leur corrélation avec la locomotion, la morphologie de la base du crâne ainsi que leur forte composante génétique. Le labyrinthe osseux atteint sa taille adulte entre la 17^{e} et la 19^{e} semaine de gestation (Jeffery & Spoor, 2004). Comme les influences postnatales subies par cette structure sont minimales, elle possède un potentiel non négligeable pour établir des relations phylogénétiques. Hublin *et al.* (1996) ont utilisé cet intérêt dans l'identification du fragment immature d'un os temporal provenant de Arcy-sur-Cure et théoriquement associé à une couche châtelperronienne. Ils ont mis en évidence une série de traits qui distinguent les Néandertaliens à la fois des hommes actuels et des *Homo erectus*. Cependant, la variabilité de ces caractéristiques est encore mal définie comme l'a montré l'étude du labyrinthe osseux du Moustier 1 (Ponce de León & Zollikofer, 1999). En outre, Spoor *et al.* (2003) ont souligné depuis, qu'il existe un certain degré de superposition des étendues de variation des différents groupes qu'ils ont étudiés.

Depuis les publications de Spoor (1993) et Spoor & Zonneveld (1994) traitant de l'importance phylogénétique du labyrinthe osseux des primates, l'oreille interne de nombreux spécimens a été étudiée en détail (Spoor *et al.*, 2002a & b ; Rook *et al*., 2004 ; Viola *et al*., 2004 ; Urquiza *et al*., 2005). En revanche, seulement cinq labyrinthes osseux d'hommes modernes du Paléolithique supérieur ont été publiés. Leur origine géographique est en outre restreinte au sud-ouest de l'Europe.

L'étude morphométrique (réalisée en collaboration avec L. Bouchneb) des canaux semi-circulaires de NK 2 a mis en évidence certaines différences par rapport à la variabilité observée actuellement. En ce qui concerne ses dimensions absolues, le canal semi-circulaire antérieur possède un rayon très élevé qui se situe dans la gamme supérieure de la variation actuelle. Les proportions relatives des canaux semi-circulaires (CSC) se distinguent également de l'échantillon actuel par une augmentation des canaux antérieur et latéral et la réduction du canal postérieur. Enfin, la forme du labyrinthe de NK 2 se caractérise par une position plus supérieure du CSC postérieur et une inclinaison plus forte de la ligne ampullaire par rapport à ce qui est observé actuellement. Cette morphologie est encore plus distincte de celle en hyper-rotation observée chez les Néandertaliens (Spoor *et al.*, 2003).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Ces particularités de NK 2 nous ont conduits à pousser plus loin la comparaison en réalisant une analyse en composante principale couplée d'une analyse discriminante. Considérant les influences mineures subies par l'oreille moyenne après la naissance, les analyses ont été réalisées sur les données brutes, la taille nous paraissant aussi informative que la forme. Spoor *et al.* (2003) ont montré qu'il existait une corrélation entre la taille des canaux et la masse corporelle chez les grands singes, mais que cette dernière n'était pas statistiquement significative. En outre, au sein du genre *Homo*, les hommes modernes du Paléolithique moyen et supérieur s'alignent avec les hommes actuels en ce qui concerne la taille des canaux par rapport à la masse corporelle. Pour les Néandertaliens, l'introduction d'une estimation de la masse corporelle ne fait qu'accentuer les différences déjà observées (Spoor *et al.*, 2003).

Le choix des variables pour l'analyse en composantes principales s'est basé sur les résultats de l'analyse en mode-R. Cette méthode nous a permis d'identifier au sein des 47 variables de départ, celles qui étaient fortement corrélées entre elles et qui seraient responsables d'informations redondantes. Nous avons ensuite réalisé un compromis entre ces variables et le nombre de spécimens pris dans l'analyse. Les six variables finales représentent des mesures absolues (PSC-R, LSC-R), relatives (PSC-%R, LSC-%R) et morphologiques (SLI, LSCM<APA). L'analyse en composantes principales a été réalisée sur 176 individus appartenant aux groupes des hommes actuels, des hommes modernes du Paléolithique moyen et supérieur et des Néandertaliens (Annexe III.1 ; Table XVIII). Les deux premières composantes principales représentent 76,3 % de la variabilité totale du nuage de points (Figure 167). La position des variables par rapport au cercle de corrélation est superposée au graphique de la projection des deux premières composantes principales.

La différenciation entre les groupes s'effectue principalement selon l'axe 1 entre les Néandertaliens et les hommes actuels. Les hommes modernes du Paléolithique supérieur s'individualisent selon l'axe 2 par rapport à l'échantillon actuel. Cet axe est principalement influencé par les variables SLI et LSCM<APA. La position des « HsPsEu » selon cet axe témoigne bien d'une position plus haute du canal postérieur et d'une inclinaison plus forte de la ligne ampullaire et de la surface pétreuse postérieure par rapport au reste de l'échantillon de comparaison. Les hommes modernes du Paléolithique moyen se placent en marge de la variabilité actuelle (à l'exception de deux spécimens), proche des Néandertaliens et des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe. NK 2 se situe également en bordure de la variation actuelle avec la plupart des représentants « HsPsEu ».

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Outre la morphologie de labyrinthe décrite ci-dessus, cette position reflète également les proportions de tailles de ses canaux semi-circulaires qui, comme nous l'avions évoqué au cours de l'analyse uni- et bivariée, se caractérisent par un canal latéral large et un canal postérieur plus petit.

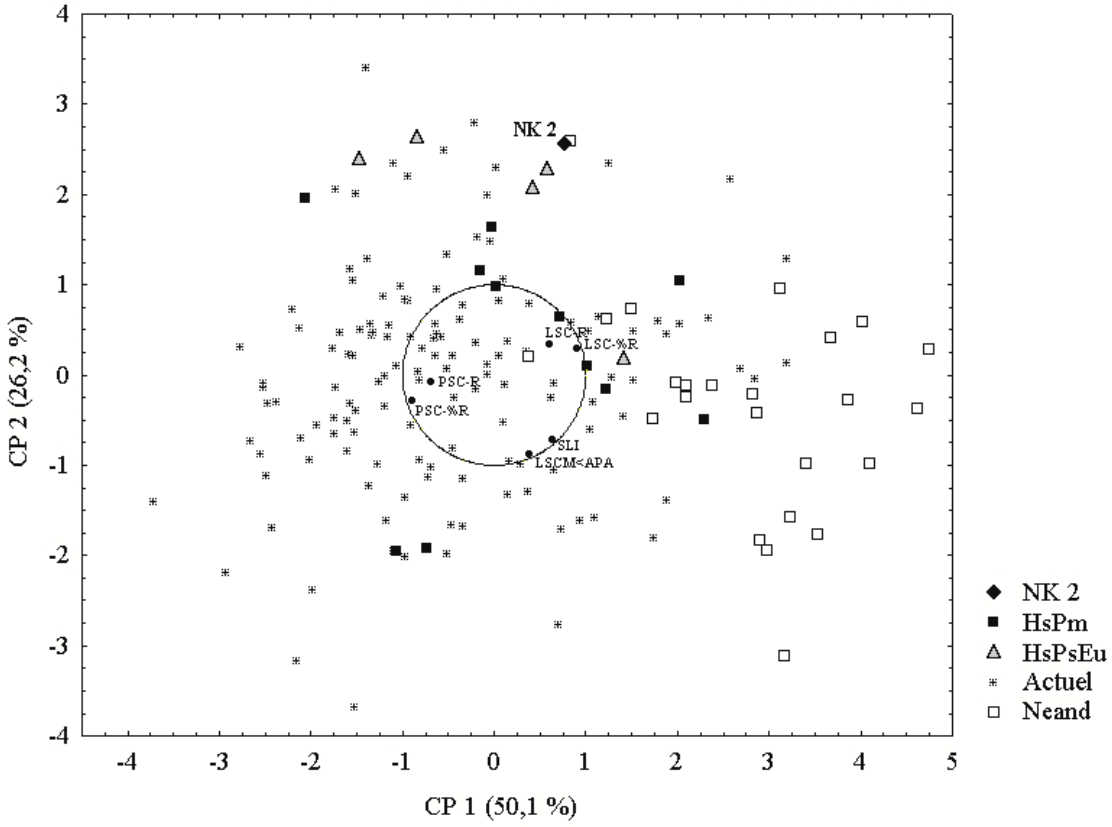


Figure 167 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP 1 & CP 2) de l'analyse en composantes principales des variables de l'oreille interne.*

Afin de déterminer la probabilité a posteriori de NK 2 d'appartenir à chacun des groupes de comparaison, nous avons réalisé une analyse discriminante sur les 30 variables les plus représentées au sein de notre échantillon de comparaison. La méthode pas-à-pas utilisée lors de l'analyse a sélectionné 13 variables efficaces pour séparer au mieux les groupes prédéfinis (Annexe III.2 ; Table XXVI). Les résultats de l'analyse donne une classification correcte des groupes à 78,75 % selon la méthode des validations croisées. Ce résultat élevé nous permet de valider la pertinence des groupes prédéfinis. Les probabilités *a posteriori* de NK 2 sont reprises dans le Tableau 52. Ce dernier possède une probabilité de 0,778 d'appartenir au groupe des

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe. Le deuxième groupe le plus probable est celui des hommes actuels.

		Classification correcte		Probabilité *a posteriori* de NK 2
	n	Modèle	Validations croisées	
HsPm	10	100 %	80 %	0,071
HsPsEu	5	100 %	60 %	**0,778**
Actuel	134	85,1 %	77,6 %	0,151
Neand	23	100 %	87 %	0,000
Total	**172**	**88,4 %**	**78,75 %**	

Tableau 52 : *résultats de l'analyse discriminante sur les variables de l'oreille interne. Pourcentages de classification correcte des groupes et probabilités* a posteriori *de NK 2 d'appartenir à chacun des groupes.*

Les traits morphologiques et métriques du labyrinthe osseux de NK 2, qui le distingue partiellement des hommes actuels, ont déjà été identifiés chez les individus du Paléolithique supérieur d'Europe (Hublin *et al.*, 1996 ; Spoor *et al.*, 2003). Jusqu'à présent, ce « schéma Paléolithique supérieur » n'avait été observé qu'à une échelle géographique et chronologique restreinte (dans le sud-ouest de l'Europe pour la deuxième moitié du Paléolithique supérieur).

Or Nazlet Khater 2 qui se place en dehors de cette limite spatio-temporelle présente le complexe de trait labyrinthique des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe. Vu l'absence d'autres fossiles africains dans notre échantillon de comparaison, nous n'estimons pas légitime de suggérer de quelconques liens phylogénétiques entre NK 2 et ces spécimens « HsPsEu ». En revanche, cette similarité pourrait être le reflet d'une variabilité au Paléolithique plus grande que celle observée actuellement, comme en témoignent également les individus de Qafzeh et Skhul.

Il est intéressant de rappeler que l'étude morphométrique du malleus de NK 2 a montré que cet ossement a, concernant l'angle du *manubrium*, une valeur éloignée des moyennes actuelles.

A l'instar de l'oreille interne, les osselets atteignent leur dimension finale durant les dernières semaines du développement *in utero* (Arione, 1923; Bouchet and Giraud, 1968; Scheuer & Black, 2000). En outre, leur taille et leur forme ne sont pas influencées par les mouvements générés durant la croissance ou par des facteurs environnementaux. Par ailleurs,

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

leur importance dans les études phylogénétiques a été mise en évidence par différents travaux sur les primates (Masali, 1964, 1968 & 1992 ; Masali & Chiarelli, 1965 ; Hershkovitz, 1977) et par la découverte d'un osselet appartenant à *Australopithecus robustus* (Rak & Clarke, 1979).

Les études menées sur des populations humaines ont montré qu'il n'existe pas de corrélation entre les dimensions crâniennes ou la masse corporelle et les dimensions des osselets (Arensburg *et al.*, 1981 ; Mutaw, 1986). De plus, Arensburg *et al.* (1981) ont souligné la faible variabilité métrique et la similitude morphologique des osselets entre des populations historiques et préhistoriques d'origines géographiques et ethniques différentes. Au niveau individuel, comme le montrent les malleus de Lagar Velho 1 (Figure 65), les différences morphométriques des osselets sont minimales. C'est aussi le cas lorsque l'on compare des osselets en fonction du sexe ou de l'âge d'un individu (Arione, 1923 ; Heron, 1923 ; Mutaw, 1986). Toutes ces caractéristiques, selon Arensburg *et al.* (1981), témoignent d'une certaine stabilité morphologique de la chaîne ossiculaire, de sorte que si une différence significative est observée sur ces ossements, elle peut être considérée comme ayant une signification phylogénétique non négligeable.

Nous avons vu dans le Paragraphe III.2.3.1 qu'il existait deux déviations majeures des malleus fossiles Néandertaliens par rapport à la variabilité moderne. Or, celle concernant l'angle du manche s'exprime également au sein de l'échantillon fossile de malleus modernes (chez Qafzeh 9 & Lagar Velho 1). Si ces différences, par rapport au schéma actuel, sont représentatives de la morphologie des populations archaïques (en l'occurrence ici, les Néandertaliens), leur expression parmi les hommes anatomiquement modernes pourrait représenter la persistance d'un caractère archaïque. Ce serait alors aussi le cas pour Nazlet Khater 2. Cependant, cette hypothèse demeure provisoire étant donné la rareté des osselets fossiles. En effet, en dehors des osselets Néandertaliens, seuls deux autres spécimens de malleus sont répertoriés (à Swartkrans et La Sima de los Huesos; De Ruiter et al. 2002 ; Martínez *et al.*, 2004). En outre, nous ne pouvons pas exclure une influence de divers facteurs durant le début du développement in utero pour expliquer ces différences anatomiques.

Toutefois, et bien que temporaire, l'hypothèse de la persistance de traits archaïques sur le malleus de NK 2 ou, du moins, l'expression d'une variabilité plus grande que celle observée actuellement est renforcée par les résultats de l'étude multivariée des structures de l'oreille interne.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

IV.2 LA MANDIBULE

L'étude morphométrique descriptive de la mandibule de NK 2 a permis de mettre en évidence sa morphologie moderne (présence d'un menton ; Day & Stringer, 1982 ; Schwartz & Tattersall, 2000) et plusieurs traits archaïques, dont certains avaient déjà été soulignés dans des travaux antérieurs (Thoma, 1984 ; Pinhasi & Semal, 2000 ; Crevecoeur & Trinkaus, 2004). Rappelons ainsi la robustesse et la morphologie de la face postérieure de la symphyse. Les dimensions de largeurs de la branche mandibulaire (RAB & RMB) sont exceptionnelles quel que soit l'échantillon auquel NK 2 est comparé. Le corps mandibulaire, de la symphyse jusqu'aux molaires, est haut et large. Les dimensions générales de longueur du corps (LCM) et de largeur mandibulaire (BCB & BGB) se situent au-dessus des moyennes des différents groupes de comparaison.

Diverses affinités ont été proposées pour la mandibule de NK 2 suite aux travaux de Thoma (1984) puis Pinhasi (2002). Dans son étude comparative, Thoma (1984) associe cette mandibule aux deux séries Epipaléolithiques nubiennes de Jebel Sahaba et Wadi Halfa, bien que la largeur de la branche sorte de la variabilité de ces deux groupes. Cette association a été critiquée par Pinhasi & Semal (2000) qui rapprochent plutôt NK 2 des individus du *Middle Stone Age* sub-saharien. Toutefois, l'échantillon « *MSA* » utilisé pour cette étude est composé de fossiles fragmentaires dont la provenance chronologique et le statut phylogénétique ne sont pas très clairs. Parmi les quatorze spécimens de ce groupe (Pinhasi, 2002), seuls quatre (*Border Cave*, *Klasies River Mouth* (n = 2) et *Diré Dawa*) sont associés au *Middle Stone Age* (*cf.* Paragraphe III.1.1). En outre, la proximité de NK 2 avec les spécimens *MSA* et son éloignement par rapport aux Epipaléolithiques nubiens ne sont discutés qu'à partir des résultats d'analyses multivariées reposant sur les moyennes des groupes. La seule analyse réalisée sur des individus ne comprend pas de spécimens de Wadi Halfa et Jebel Sahaba. Les résultats de cette analyse montre, par ailleurs, un isolement de NK 2 par rapport à l'ensemble de l'échantillon de comparaison. Seule la mandibule de Springbok Flats (Tuinplaats) se place à proximité de celle de Nazlet Khater 2 (Pinhasi & Semal, 2000). Cependant, le rattachement de cette mandibule au *MSA* ne repose que sur une association culturelle discutable (Klein, 1970) et sa datation directe par C^{14} s'est révélée problématique (Hughes, 1990).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Dans le cadre de la comparaison entre les mandibules contemporaines de Nazlet Khater 2 et Oase 1 (Crevecoeur & Trinkaus, 2004), nous avons mis en évidence la complexité de la variabilité morphométrique de ces deux hommes modernes par rapport aux Néandertaliens, aux individus de Qafzeh et Skhul ainsi qu'aux hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe. La mandibule de Oase 1, comme celle de NK 2 possède un *ramus* mandibulaire extrêmement large qui rappelle plusieurs spécimens du Pléistocène moyen d'Europe (Mauer 1, Arago 2) et d'Afrique (KNM-BK 67, Tighenif 3). L'alignement de la mandibule de NK 2 avec les Néandertaliens dans les analyses multivariées de cette étude comparative est probablement lié à cette largeur forte de la branche montante ainsi qu'à la robustesse du corps au niveau de la symphyse et du foramen mentonnier. Les deux autres cas de mandibules possédant des valeurs similaires sont les mandibules de Springbok Flats et de Loyangalani, probablement associées au *MSA* (*cf.* Paragraphe III.1.1).

Aux vues de ces résultats, il est intéressant de combiner l'ensemble des échantillons de comparaison pour réaliser une étude multivariée des dimensions mandibulaires de NK 2 par rapport aux individus des différents groupes de comparaison. Nous avons sélectionné sept variables offrant un compromis avantageux entre le nombre d'individus incorporés dans l'analyse et la caractérisation morphométrique de la mandibule. La longueur du corps mandibulaire (LCM) a été préférée à la longueur totale puisqu'elle permet une meilleure séparation entre les différents groupes de comparaison (*cf.* Paragraphe III.2.3.2). La largeur bigoniaque (BGB) a été sélectionnée pour les mêmes raisons à la place de la largeur bicondylaire. Les dimensions du corps sont caractérisées par la hauteur à la symphyse, la hauteur et la largeur au foramen mentonnier (SYH, FMH & FMB). Enfin, les dimensions de la branche montante sont représentées par la hauteur et la largeur du *ramus* (RAH1 & RAB).

A partir de ce jeu de variables, une analyse en composantes principales (ACP) portant sur les valeurs ajustées (*cf.* Paragraphe III.1.2) de 86 individus a pu être réalisée (Annexe III.1 ; Table XIX). Les trois premières composantes principales (CP) regroupent 76,54 % de la variabilité totale du nuage de points. Les axes 2 (14 %) et 3 (13,46 %) sont comparés à l'axe 1 (49,09 %) dans les deux graphiques suivants (Figure 168 et Figure 169). La position des variables par rapport au cercle de corrélation est superposée à la projection du nuage de points en fonction des différents axes de l'analyse. Dans le premier graphique (Figure 168), NK 2 se positionne dans le même quadrant et à proximité des mandibules de Loyangalani et Springbok Flats. Leur localisation dans le quadrant inférieur droit est liée à leurs valeurs élevées de hauteurs du corps pour l'axe 1 et aux largeurs fortes du *ramus* et du corps selon l'axe 2. Bien que NK 2 soit en

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

marge du nuage de points, il est proche de certains individus Epipaléolithiques nubiens. Les Epipaléolithiques du Proche-Orient s'individualisent eux dans le quadrant supérieur gauche qui représente des mandibules moins robustes avec des branches montantes étroites et hautes. Les individus de Taforalt se regroupent, eux, dans le quadrant supérieur droit.

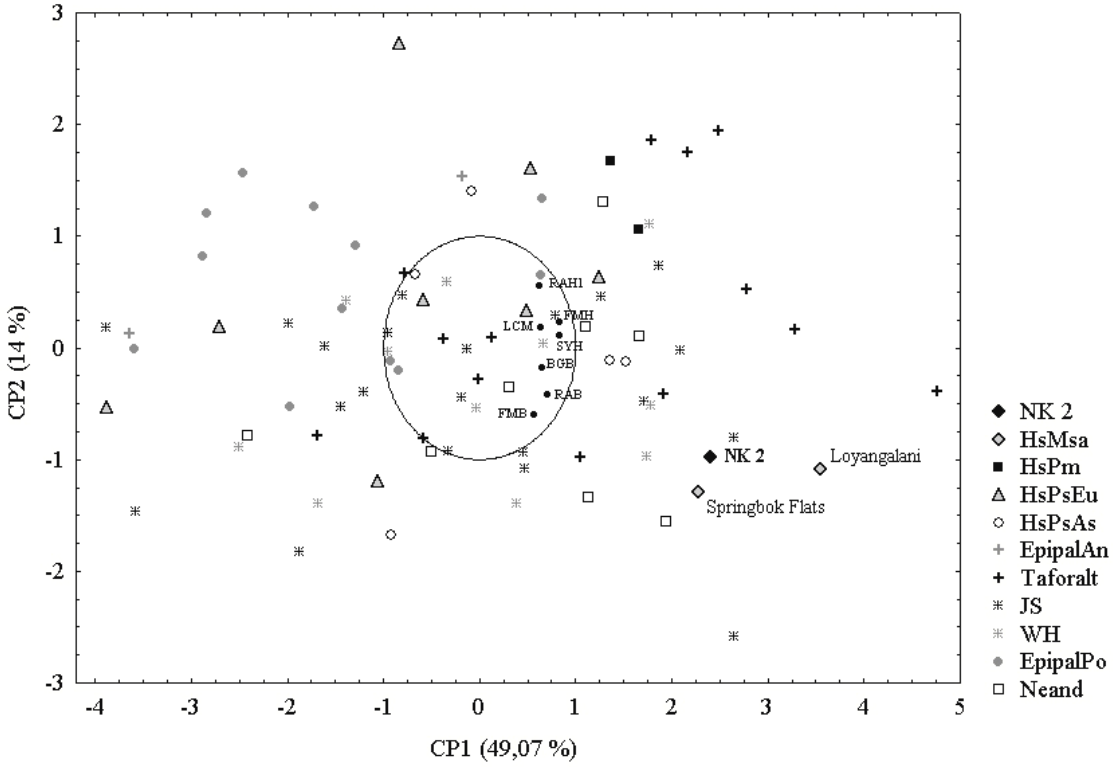


Figure 168 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP 1 & CP 2) de l'analyse en composantes principales des variables mandibulaires.*

Sur la représentation de l'axe 1 et 3 de l'ACP, NK 2 se positionne dans le quadrant supérieur droit (Figure 169). Il est entouré par des Néandertaliens, certains individus de Taforalt et toujours les deux mandibules associées au *MSA*. La séparation du reste de l'échantillon de comparaison s'effectue principalement selon l'axe 3 et s'explique par la combinaison d'une longueur de corps élevée avec une largeur au foramen mentonnier forte. Les Epipaléolithiques du Proche-Orient se placent à nouveau à l'opposé de NK 2 tandis que les Epipaléolithiques du nord de l'Afrique se différencient de la morphologie de NK 2 en raison d'une longueur de corps mandibulaire significativement plus faible (*cf.* Paragraphe III.2.3.2).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Nous avons couplé cette analyse en composantes principales à une analyse discriminante avec les mêmes variables afin de déterminer la probabilité *a posteriori* de NK 2 d'appartenir aux groupes prédéfinis (Tableau 53). Ces derniers montrent une classification correcte à 73,1 % selon la méthode des validations croisées. Ce sont les groupes des Néandertaliens et des hommes modernes du « Paléolithique supérieur » d'Afrique sub-saharienne qui présentent le plus faible pourcentage d'individus bien classés.

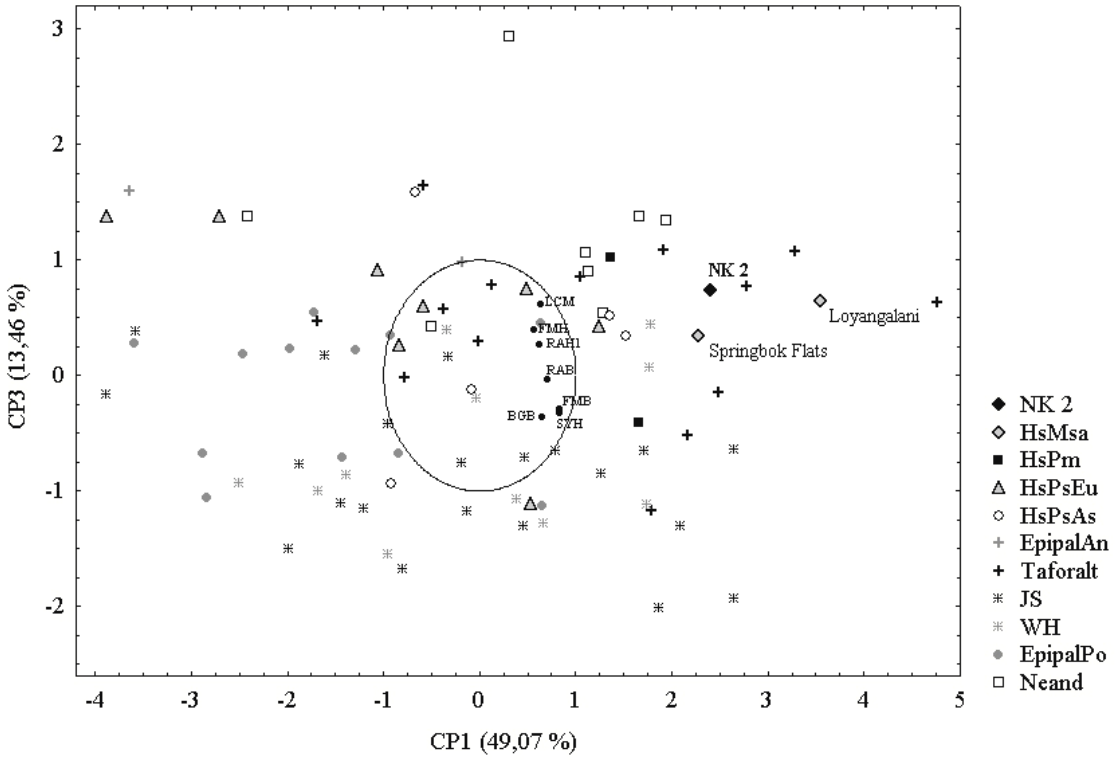


Figure 169 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur le premier et le troisième axe (CP 1 & CP 3) de l'analyse en composantes principales des variables mandibulaires.*

Les plus fortes probabilités d'appartenance de NK 2 se partagent de façon égale ($p \sim 0,3$; Tableau 53) entre trois groupes : celui des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe, du « Paléolithique supérieur » d'Afrique sub-saharienne et des Néandertaliens. Vient ensuite le groupe des Epipaléolithiques nubiens avec une probabilité *a posteriori* de 0,045. Il semble donc que malgré l'ajout de spécimens africains provenant de diverses périodes et zones géographiques, les affinités morphologiques de la mandibule de NK 2, sur la base de tels traitements statistiques, soient toujours aussi problématiques.

Ce résultat est d'autant plus surprenant que les mandibules de Loyangalani et Springbok Flats possèdent, elles, une probabilité *a posteriori* très forte (respectivement $p = 0,876$ et 0,987) d'appartenir au groupe des hommes modernes du « Paléolithique supérieur » d'Afrique sub-

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

saharienne. Cet échantillon comprend des fossiles dont l'appartenance au *MSA* a été remise en question (comme Fish Hoek ; Rightmire, 1978) ainsi que des spécimens du *LSA* (comme OH 1 ou Ishango). En outre, l'introduction de Loyangalani et Springbok Flats dans ce groupe pour un deuxième calcul d'analyse discriminante ne modifie que faiblement les résultats d'appartenance de NK 2. Le pourcentage de classification correcte des membres de ce groupe, par la méthode des validations croisées, passe de 50 % à 66,7 %. NK2 reste partagé entre les trois groupes, comme lors de la première analyse, mais sa probabilité *a posteriori* d'appartenir au groupe des « HsPsAs » devance légèrement celle des « HsPsEu ».

		Classification correcte		**Probabilité *a posteriori* de NK 2**
	n	Modèle	Validés croisés	
HsPsEu	7	85,7 %	71,4 %	**0,321**
HsPsAs	4	75 %	50 %	**0,319**
Taforalt	14	78,6 %	78,6 %	0,001
EpipalNub	32	93,75 %	81,3 %	0,045
EpipalPo	13	76,9 %	76,9 %	0,001
Neand	8	75 %	50 %	**0,313**
Total	**78**	**84,6 %**	**73,1 %**	

Tableau 53 : *résultats de l'analyse discriminante sur les variables mandibulaires. Pourcentages de classification correcte des groupes et probabilités* a posteriori *de NK 2 d'appartenir à chacun des groupes.*

Le jeu de variables utilisées dans les analyses multivariées ne permet pas l'introduction des fossiles fragmentaires associés clairement au MSA (Border Cave et Klasies River Mouth). Il n'est donc pas possible de discuter d'une probabilité d'appartenance de NK 2 à ce groupe. Cependant, dans la partie descriptive (*cf.* Paragraphe III.2.3.2), nous avons vu que BC 5 possède une longueur du corps faible par rapport à NK 2. Or la longueur du corps mandibulaire (LCM) est la première variable introduite dans l'analyse discriminante selon la méthode pas-à-pas (Annexe III.2 ; Table XXVII). C'est elle qui minimise le plus le Lambda de Wilks et exprime le mieux la séparation entre les groupes. Les autres dimensions disponibles sur les spécimens *MSA* sont celles de hauteur et largeur du corps. L'épaisseur à la symphyse de NK 2 est beaucoup plus élevée que la moyenne de ce groupe (Figure 76). Les moyennes des largeurs du corps sont plus proches des valeurs de NK 2, mais toujours plus faibles. Rien, dans ces résultats, ne laisse supposer un rapprochement entre la mandibule de NK 2 et le groupe des hommes modernes du

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

MSA, mais les arguments que nous venons de présenter ne permettent pas d'affirmer le contraire.

L'étude multivariée menée sur la mandibule de NK 2 montre la complexité de la morphologie de cet individu en marge de la variabilité observée chez les différents groupes de comparaison. L'analyse discriminante montre qu'il ne peut être rapproché d'un groupe de façon claire. Ses caractéristiques métriques et morphologiques reflètent sans doute une part de la variabilité fossile des hommes modernes du début Paléolithique supérieur dans cette région de l'Afrique pour laquelle on ne dispose que de peu d'informations.

Par ailleurs, ces caractéristiques liées à des largeurs et une hauteur fortes du corps et du *ramus* s'accordent avec les résultats des analyses multivariées sur les variables de la face, témoignant d'un système masticateur puissant (*cf. supra*). Le partage des probabilités d'appartenance de NK 2 entre les trois groupes de comparaison les plus anciens de l'échantillon pourrait être lié à la faible réduction faciale de ces groupes par rapport aux spécimens plus récents.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

IV.3 SQUELETTE INFRA-CRANIEN

IV.3.1 LE MEMBRE SUPERIEUR

IV.3.1.1 L'humérus

Les deux humérus de Nazlet Khater 2 se caractérisent par une forte robustesse de leur diaphyse qu'elle soit calculée à partir de dimensions classiques (Indice de robustesse) ou déduite des propriétés géométriques des sections à mi-diaphyse et au tiers distal (*cf.* Chapitre III). La tubérosité deltoïde est très marquée, comme la plupart des insertions musculaires. L'indice diaphysaire ainsi que les rapports des seconds moments d'inertie témoignent d'une morphologie circulaire de l'os à mi-diaphyse.

L'analyse multivariée réalisée sur cet os est basée sur six mesures afin d'introduire un maximum d'individus de comparaison dans le calcul. Ces dimensions caractérisent l'humérus dans son ensemble. Il s'agit de la longueur maximale (Lmax), des diamètres maximal et minimal à mi-diaphyse (Dmax, Dmin), du périmètre minimal (Pmin), du diamètre vertical de la tête humérale et de la largeur de l'extrémité distale (DvrCap, Bdist). L'introduction de ces six variables nous a permis de sélectionner 81 individus pour l'analyse en composantes principales (Annexe III.1 ; Table XX). Les deux premiers axes représentent 82,72 % de la variabilité totale du nuage de points (Figure 170). Les six variables sont divisées en deux groupes fortement corrélés. La séparation selon la deuxième composante principale est principalement influencée par les diamètres à mi-diaphyse et le périmètre minimal. NK 2 se situe dans le quadrant supérieur droit, en marge de l'échantillon de comparaison. Cette position est cohérente avec l'étude uni- et bivariée des dimensions humérales de NK 2, à savoir la combinaison d'une longueur maximale faible avec des diamètres diaphysaires et un périmètre minimal élevé. Les différents groupes de l'Epipaléolithique du nord de l'Afrique se séparent suivant l'axe 1. Les individus de Columnata se situent dans le quadrant inférieur gauche tandis que la majorité de ceux de Taforalt se placent dans le quadrant inférieur droit. Cette séparation est principalement

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

influencée par la largeur de l'extrémité distale. NK 2 se situe dans la moyenne de l'échantillon pour cette variable.

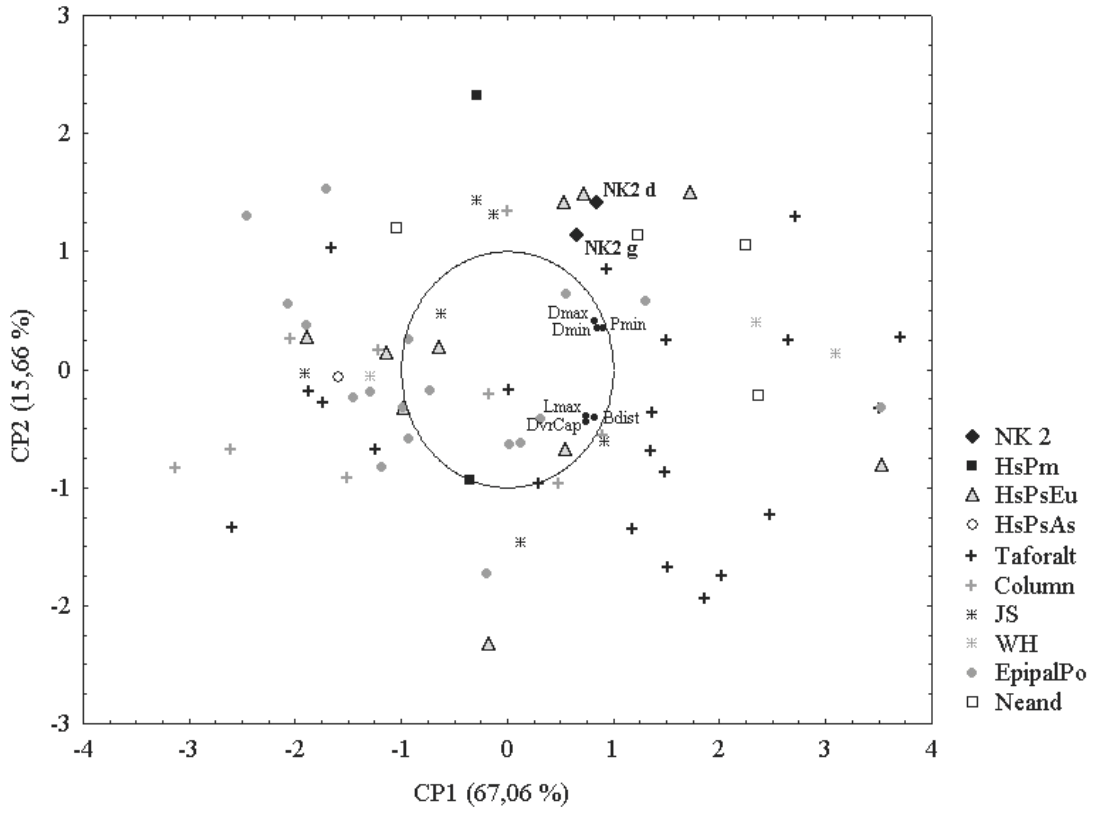


Figure 170 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP1 et CP2) de l'analyse en composantes principales des variables de l'humérus.*

IV.3.1.2 L'ulna

A l'exception de l'extrémité distale, les ulnas de Nazlet Khater 2 se caractérisent par une forte robustesse de la diaphyse et de l'extrémité proximale (*cf.* Chapitre III). Cette dernière possède un olécrâne large, un processus coronoïde volumineux et une trochlée profonde.

Parmi les ulnas d'hommes anatomiquement modernes fossiles, trois sont associés au *Middle Stone Age* d'Afrique et proviennent de Border Cave (BC), Klasies River Mouth (KRM) et Springbok Flats (SF). Les deux premiers ont été largement étudiés et comparés aux populations actuelles d'Afrique du sud ainsi qu'à des échantillons Néandertaliens et Epipaléolithiques

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

(Rightmire & Deacon, 1991 ; Churchill *et al.*, 1996 ; Pearson & Grine, 1996 ; Pearson *et al.*, 1998). La similitude morphologique et métrique entre les deux ulnas de BC et KRM est très forte. Ils se caractérisent par un olécrâne haut et un processus coronoïde court qui les rapprochent plus des Néandertaliens et de Baringo (KNM-BK 66 associé à *Homo erectus* ; Solan & Day, 1992) que des échantillons modernes (Churchill *et al.*, 1996 ; Pearson & Grine, 1996). Par rapport à ces derniers, les ulnas de Qafzeh et Skhul possèdent une morphologie plus intermédiaire entre les hommes archaïques et les hommes modernes (Churchill *et al.*, 1996 ; Pearson & Grine, 1996). Selon ces auteurs, étant donné la modernité des restes crâniens associés, le maintien de caractéristiques archaïques au niveau des extrémités proximales des ulnas de BC et KRM pourrait être lié au mode d'activité. Notons que cette morphologie ne semble pas partagée par l'ulna d'Omo 1 qui possède, selon Day *et al.* (1991), un processus coronoïde très long et des dimensions générales de l'extrémité proximale supérieures aux moyennes de leurs groupes modernes et archaïques de comparaison.

Afin de comparer les ulnas de NK 2 à ces restes du *Middle Stone Age*, nous avons sélectionné les six variables communes à ces individus. Il s'agit de la hauteur de l'olécrâne, de son diamètre transverse et antéro-postérieur (Hole, DtrOle & DapOle), de la corde olécrânienne (CordOle) et de la profondeur de la trochlée (PrTroch) ainsi que du diamètre antéro-postérieur du processus coronoïde (DapCor). L'analyse en composantes principales est basée sur 53 individus et les deux premiers axes représentent 73,61 % de la variabilité totale du nuage de points (Annexe III.1 ; Table XXI). La position des variables par rapport au cercle de corrélation est superposée à la projection du nuage de points sur les deux premières composantes principales de la Figure 171.

Les ulnas de NK 2 se placent dans le quadrant inférieur droit du diagramme. Ils se situent au sein de la variabilité des Epipaléolithiques nubiens et se caractérisent par des dimensions fortes de l'olécrâne et du processus coronoïde. Leurs positions dans les valeurs négatives de l'axe 2 sont influencées par la hauteur de l'olécrâne pour laquelle les ulnas de NK 2 possèdent des valeurs moyennes. Les ulnas de Dolní Věstonice se regroupent dans le même quadrant que NK 2, mais possèdent une hauteur olécrânienne encore plus faible. Les ulnas de Border Cave et Klasies River Mouth se situent à l'opposé de NK 2, près des Néandertaliens comme l'ont décrit Churchill *et al.* (1996) et Pearson & Grine (1996), alors que le troisième ulna rapporté au *MSA* (Sprinkbok Flats) se rapproche plutôt du groupe des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe. Notons que certains individus de Jebel Sahaba et Wadi Halfa occupent une position proche de celle de BC et KRM. Les Néandertaliens se situent pratiquement tous dans la moitié supérieure du diagramme en raison de leur hauteur olécrânienne très élevée.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

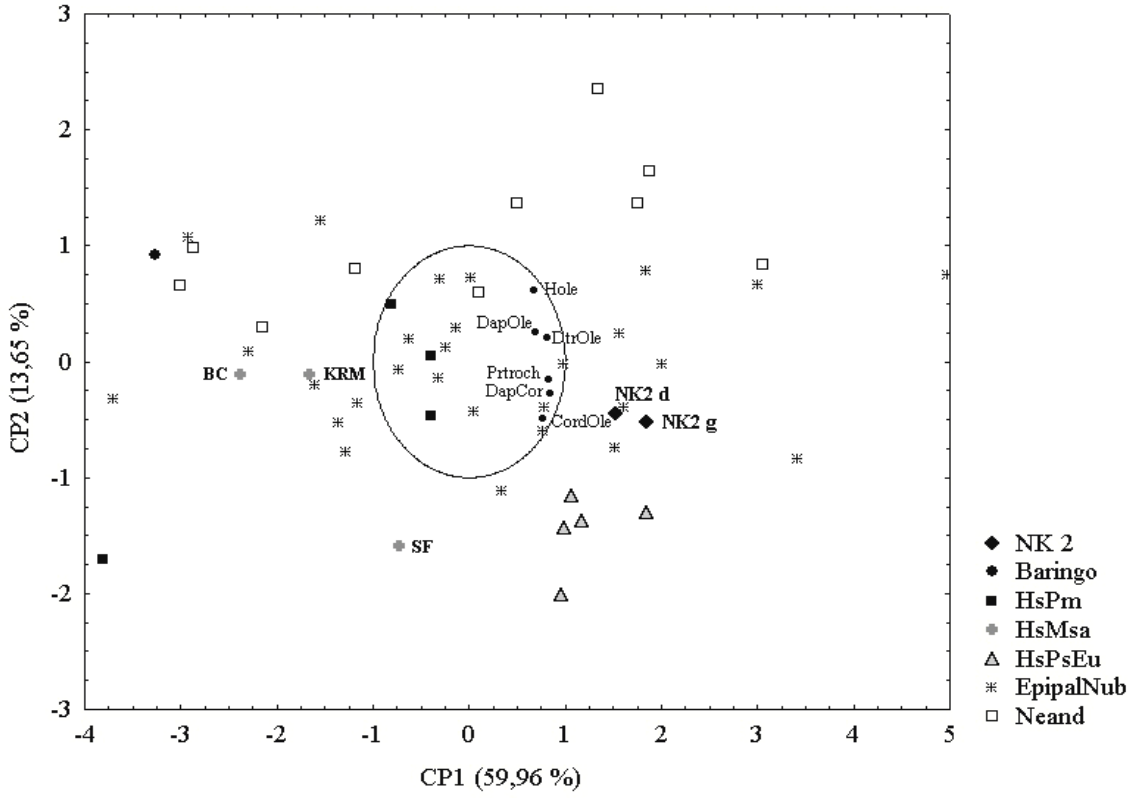


Figure 171 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP 1 & CP 2) de l'analyse en composantes principales des variables de l'ulna. (BC = Border Cave ; KRM = Klasies River Mouth ; SF = Springbok Flats).*

L'analyse discriminante réalisée sur le même jeu de variables montre un pourcentage de classification selon la méthode des validations croisées assez faible de 60 % (Tableau 54 ; Annexe III.2 ; Table XXVIII). Ce sont les groupes des hommes modernes du Paléolithique moyen et du *MSA* qui semblent les plus mal prédéfinis puisqu'aucun individu n'est classé correctement. BC et KRM ont une forte probabilité d'appartenir au groupe de « HsPm », tandis que Springbok Flats est associé aux « HsPsEu ». Les spécimens de Qafzeh et Skhul se partagent, eux, entre les autres groupes. L'ulna de Baringo possède quant à lui une probabilité à posteriori de 0,816 d'appartenir au groupe des Néandertaliens. Les deux ulnas de NK 2 se partagent entre le groupe des Epipaléolithiques nubiens et des hommes modernes d'Europe comme le laissait supposer l'analyse en composantes principales.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

	n	Classification correcte		Probabilité *a posteriori* de NK 2	
		Modèle	Validés croisés	D	G
HsPm	4	75 %	0 %	0,014	0,023
HsMsa	3	100 %	0 %	0,045	0,063
HsPsEu	5	100 %	100 %	**0,476**	**0,417**
EpipalNub	28	78,6 %	67,9 %	**0,484**	**0,496**
Neand	10	70 %	60 %	0,001	0,001
Total	**50**	**80 %**	**60 %**		

Tableau 54 : *résultats de l'analyse discriminante sur les variables de l'extrémité proximale de l'ulna. Pourcentages de classification correcte des groupes et probabilités* a posteriori *de NK 2 d'appartenir à chacun de ces groupes.*

IV.3.1.3 Le radius

Les radius de NK 2 se caractérisent par un indice de robustesse élevé et un pourcentage d'aire corticale forte (*cf.* Chapitre III). La tubérosité radiale possède de faibles dimensions de largeur et de longueur, mais son développement transverse est fort. Enfin, l'angle collo-diaphysaire est marqué. Ces caractéristiques qui distinguent en partie NK 2 des individus actuels, se retrouvent également sur les radius de Cave of Hearths (CH) et Klasies River Mouth (Tobias, 1971 ; Pearson & Grine, 1997). Selon Pearson & Grine (1997), il n'est pas possible de distinguer métriquement ces deux radius à la fois des Néandertaliens et des hommes actuels. Cependant, la forte épaisseur de l'aire corticale, les dimensions sveltes du col et l'angle collo-diaphysaire important témoignent d'une morphologie plus archaïque.

L'état de conservation du radius de KRM ne permet pas de sélectionner un jeu de variables assez représentatif de la morphologie proximale du radius. Nous avons donc réalisé une analyse en composantes principales à partir des variables communes à Nazlet Khater 2 et Cave of Hearths qui permettaient d'introduire un maximum de radius de comparaison (Annexe III.1 ; Table XXII). L'analyse a pu être effectuée sur 40 individus et les trois premières composantes principales représentent 75,90 % de la variabilité totale du nuage de points (Figure 172). Nous avons choisi de ne représenter que les deux premiers axes (65,63 %), car la projection du nuage en fonction de l'axe 1 et 3 n'apporte aucune donnée supplémentaire. Les variables sélectionnées

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

sont superposées au graphique et leur projection par rapport au cercle de corrélation indique leur contribution pour le calcul des deux composantes principales.

Le radius droit de NK 2 se place à proximité de celui de Cave of Hearths dans le quadrant supérieur gauche. Cette position selon l'axe 2 est influencée par l'angle collo-diaphysaire peu élevé de ces deux spécimens ainsi que par leur diamètre élevé au niveau de la tubérosité radiale. Les Néandertaliens s'individualisent plutôt dans le quadrant supérieur gauche caractérisant un col étroit et court ainsi qu'un angle collo-diaphysaire faible. Les Epipaléolithiques nubiens de Jebel Sahaba et Wadi Halfa sont dispersés dans tous les quadrants tandis que les « HsPsEu » et Skhul 4 montrent une longueur importante du col et un angle plus ouvert.

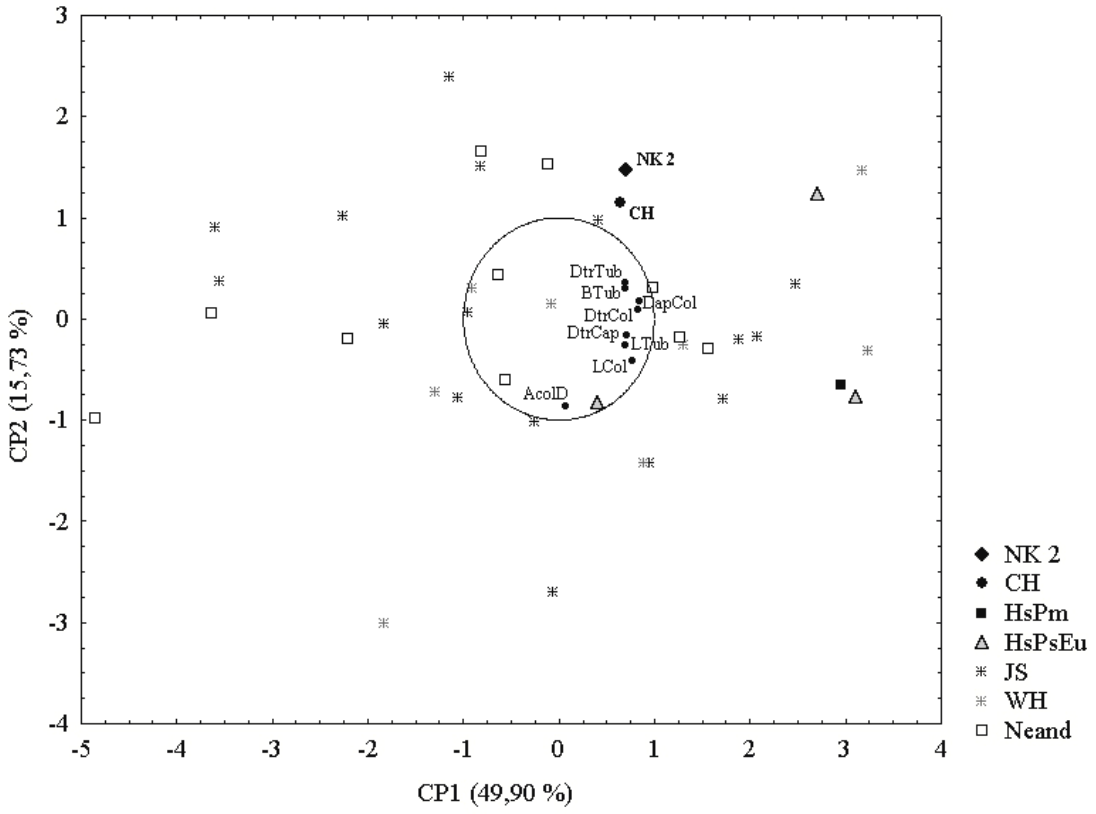


Figure 172 : *digramme bivarié de la projection du nuage de points sur les deux premiers axes (CP1 & CP2) de l'analyse en composantes principales des variables du radius.*

L'analyse discriminante menée sur le même jeu de variables donne des résultats très proches pour CH et NK 2 (Annexe III.2 ; Table XXIX). Ils possèdent une probabilité a posteriori plus élevée d'appartenir au groupe de « HsPsEu » qu'aux deux autres échantillons (Tableau 55). Le taux de classification correcte des groupes est élevé (81,6 %), mais celui des « HsPsEu » n'est

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

représenté que par trois individus. Ce résultat témoigne donc plus de la difficulté de classer ces deux radius plutôt que d'un lien avec les hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe.

		Classification correcte		**Probabilité *a posteriori***	
	n	Modèle	Validés croisés	CH	NK 2
HsPsEu	3	100 %	66,7 %	**0,768**	**0,508**
EpipalNub	24	91,7 %	87,5 %	0,195	0,217
Neand	10	80 %	80 %	0,037	0,275
Total	**37**	**89,2 %**	**81,6 %**		

Tableau 55 : *résultats de l'analyse discriminante sur les variables de l'extrémité proximale du radius. Pourcentages de classification correcte des groupes et probabilités* a posteriori *de NK 2 et Cave of Hearths d'appartenir à chacun de ces groupes.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

IV.3.2 LE MEMBRE INFERIEUR : LE FEMUR

Plusieurs caractéristiques distinguent les deux fémurs de NK 2 de la variabilité de notre échantillon de comparaison. Au niveau diaphysaire, les indices de robustesse comme le pourcentage d'aire corticale à mi-diaphyse sont élevés et la courbure antéro-postérieure est forte (*cf.* Chapitre III). L'indice de platymérie et le rapport des seconds moments d'inertie au niveau sous-trochantérique témoignent d'un léger aplatissement transverse de l'os à cet endroit, contrairement à ce qui est généralement observé. L'extrémité proximale montre un angle collo-diaphysaire très ouvert qui rapproche NK 2 des individus de Qafzeh et Skhul et du fémur KNM-ER 999. Les dimensions générales du col et de la tête fémorale sont faibles, mais proportionnées par rapport à la longueur de l'os. Enfin l'indice de largeur distale est élevé.

Il existe peu de restes de fémur dans l'enregistrement fossile en Afrique. Les restes les plus anciens et les plus complets attribuables à *Homo sapiens* archaïque proviennent de Berg Aukas et Kabwe (Grine *et al.*, 1995 ; Pycraft *et al.*, 1928). L'attribution taxinomique du premier n'étant pas certaine, nous avons choisi de le placer dans le groupe « Hsp » (Grine *et al.*, 1995 ; Pearson , 2000). Vient ensuite le fémur KNM-ER 999, placé dans les *Homo sapiens* archaïques tardifs par Bräuer *et al.* (1997), et que Trinkaus (1993a) rapproche des hommes anatomiquement modernes sur base de sa morphologie. Enfin, les restes fragmentaires de Omo I constituent les plus anciennes traces de fémurs d'hommes anatomiquement modernes. D'après Kennedy (1984), les morphologies de Omo I et des extrémités proximales de Kabwe (E 689 & E 690) sont modernes. Seule l'épaisseur de la corticale des fémurs de Kabwe rappelerait une morphologie archaïque (Kennedy, *ibidem* ; Ruff *et al.*, 1993).

L'état de conservation du fémur de Omo I ne permet pas son introduction dans les analyses multivariées. Nous avons réalisé deux analyses en composantes principales sur des jeux de variables légèrement différents afin de comparer NK 2 aux restes les plus anciens de *Berg Aukas*, *Kabwe* et KNM-ER 999. La première analyse se base sur la longueur maximale (Lmax), les diamètres antéro-postérieurs et transverses sous-trochantériques et à mi-diaphyse (DapST, DtrST, DapMid & DtrMid) et l'angle collo-diaphysaire (AcolD). 50 individus ont pu être sélectionnés pour le calcul des nouveaux axes dont les trois premiers représentent 84,10 % de la variabilité totale du nuage de points (Annexe III.1 ; Table XXIII). La projection de ce dernier sur les trois premières composantes principales est représentée par les deux diagrammes ci-dessous (Figure 173 et Figure 174).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

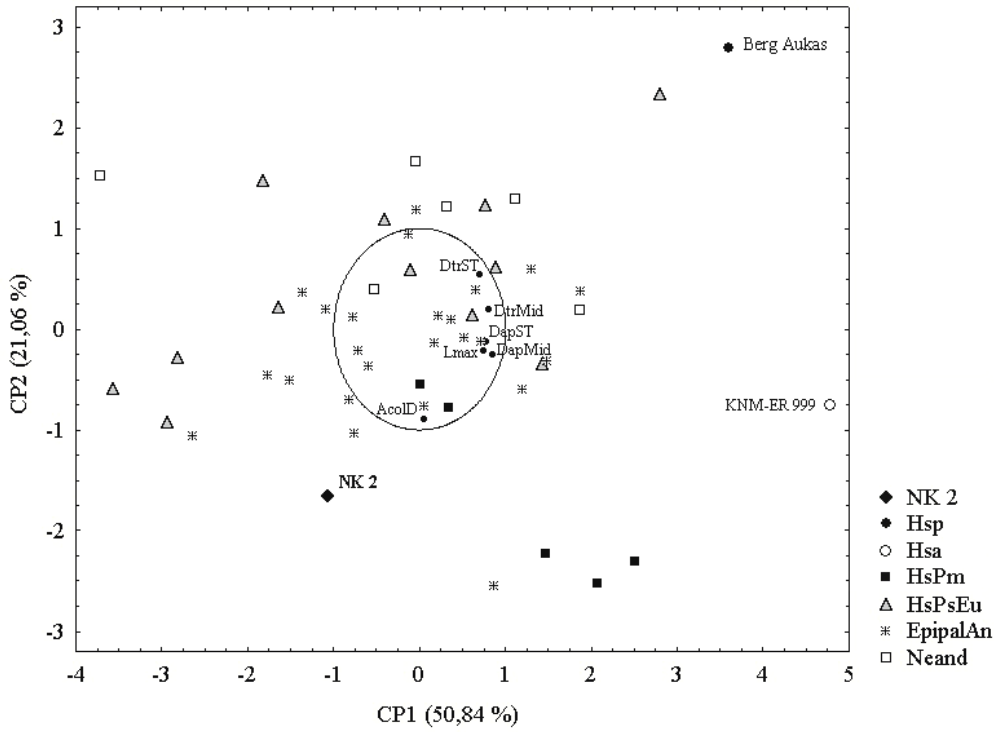


Figure 173 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points en fonction du premier et du troisième axe (CP1 & CP2) de la première analyse en composantes principales des variables fémorales.*

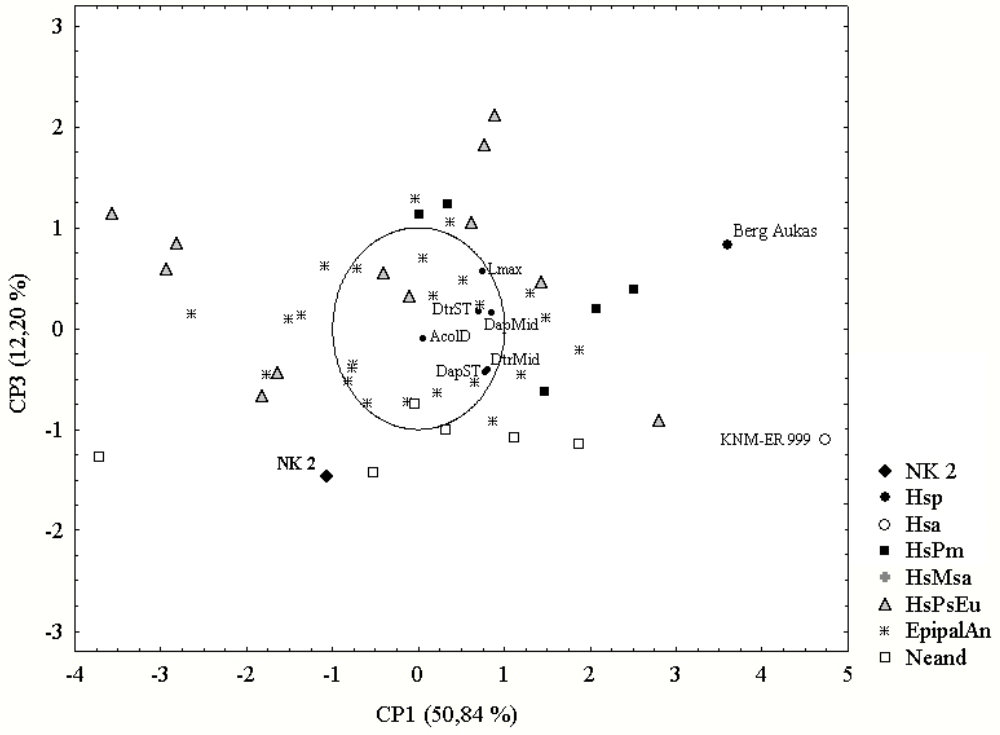


Figure 174 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points en fonction des deux premiers axes (CP1 & CP3) de la première analyse en composantes principales des variables fémorales.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

NK 2 se place dans le quadrant inférieur gauche dans les deux graphiques. Sur la Figure 173, cette position est principalement influencée par l'angle collo-diaphysaire et le diamètre transverse sous-trochantérien. La valeur forte de cet angle combinée à un aplatissement transverse de la partie proximale de la diaphyse isole NK 2 et certains individus de Qafzeh et Skhul du reste de l'échantillon de comparaison suivant l'axe 2. Les fémurs de Berg Aukas et KNM-ER 999 se positionnent en marge de l'échantillon de comparaison et présentent des dimensions diaphysaires très fortes. Leur séparation verticale est principalement due à l'angle collo-diaphysaire, très élevé chez KNM-ER 999. Dans la Figure 174, l'influence de cette variable dans la dispersion des points est quasi nulle et les deux fémurs sont beaucoup plus proches. Dans ce diagramme, c'est la longueur maximale qui conditionne la répartition selon l'axe vertical (CP 3). NK 2 se place par conséquent à proximité des Néandertaliens dans ce deuxième graphique.

La deuxième analyse permet d'introduire le fémur E 689 de Kabwe dans le calcul (Annexe III.1 ; Table XXIV). La longueur maximale est remplacée par le diamètre antéro-postérieur de la tête fémorale (DapCap). L'analyse en composantes principales a pu être réalisée sur un plus grand nombre d'individus (73) et les trois premiers axes représentent 81,18 % de la variabilité totale du nuage de points (Figure 175 et Figure 176).

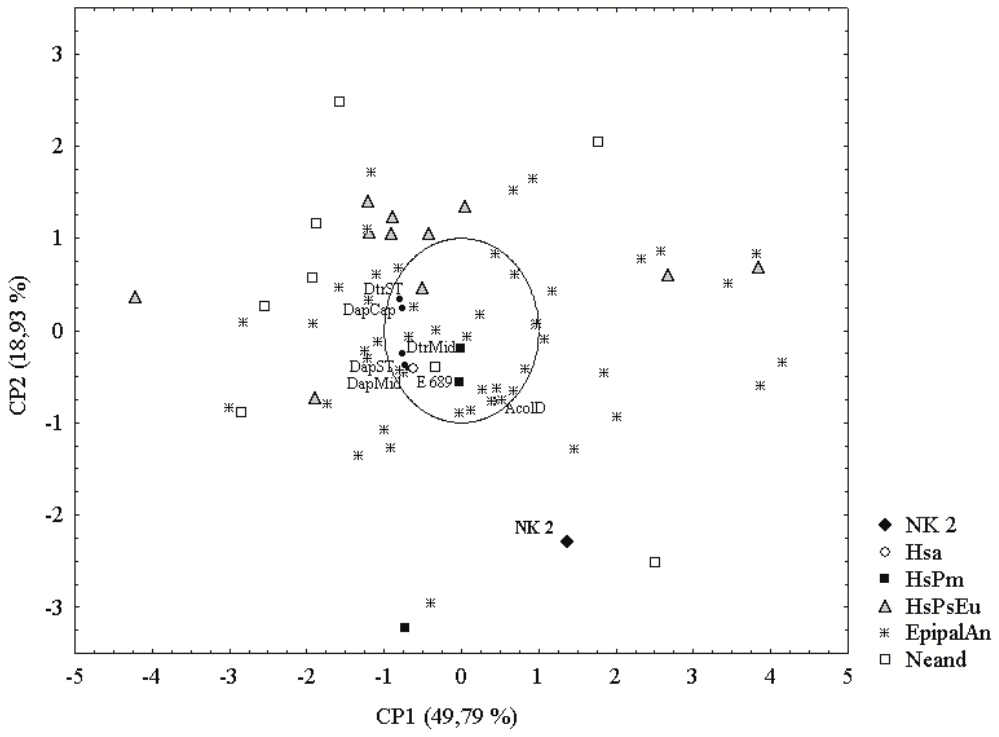


Figure 175 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points en fonction des deux premiers axes (CP1 & CP2) de la deuxième analyse en composantes principales des variables fémorales.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

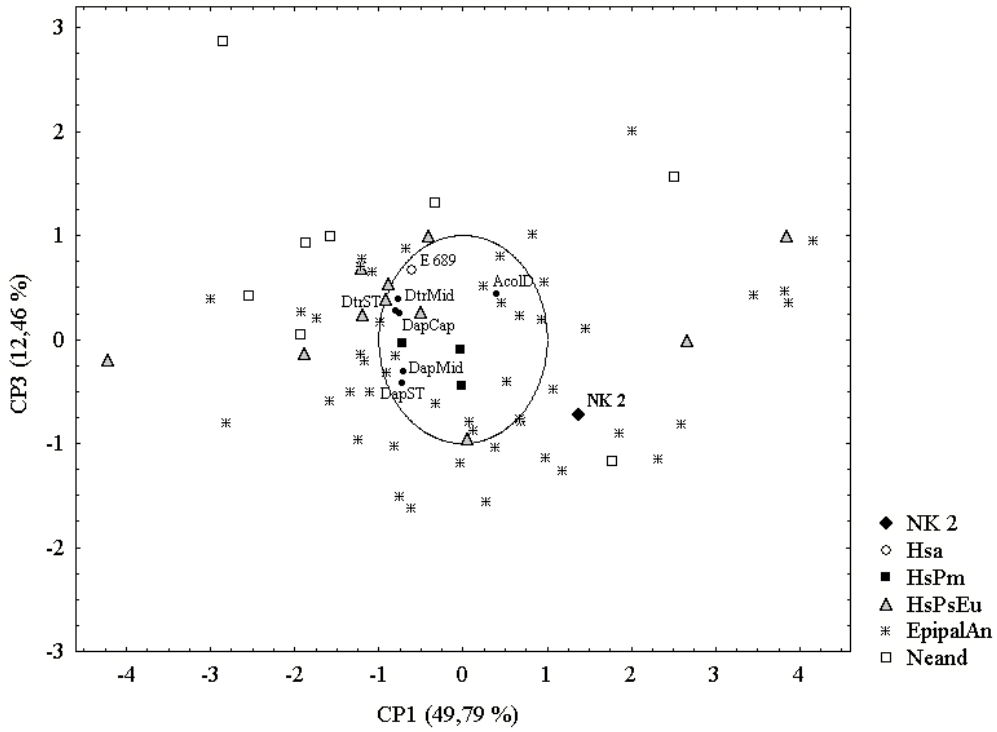


Figure 176 : *diagramme bivarié de la projection du nuage de points en fonction du premier et du troisième axe (CP1 & CP3) de la deuxième analyse en composantes principales des variables fémorales.*

Dans un souci de lisibilité graphique, et puisque la première analyse nous montre bien la position en marge de la variabilité de Berg Aukas, ce dernier n'a pas été introduit dans la deuxième analyse en composantes principales. Le diamètre antéro-postérieur de sa tête fémorale est très élevé. Il sort de la limite supérieure de notre échantillon de comparaison, ce qui positionne cet individu dans les valeurs négatives de l'axe 1. En revanche, il est intéressant de noter que le fémur de Kabwe (E 689) se place, dans les deux diagrammes, au centre de la variabilité moderne. Ces dimensions proximales s'accordent avec les critères morphologiques mis en évidence par Kennedy (1984), pour témoigner de la modernité de ce fémur. NK 2 est à nouveau isolé du nuage de points dans la Figure 175 à cause de son angle collo-diaphysaire fort. Il se place au sein de la variabilité des Epipaléolithiques du nord de l'Afrique dans la Figure 176 puisque cette variable contribue moins à la formation de l'axe 3.

Nous avons couplé les résultats de ces analyses en composantes principales avec des analyses discriminantes sur les deux jeux de variables. La probabilité *a posteriori* de NK 2 d'appartenir au différents groupes en fonction des variables sélectionnées est reprise dans le Tableau 56. Dans les deux cas, NK 2 possède une probabilité très forte d'appartenir au groupe

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

des hommes modernes du Paléolithique moyen. Ce résultat vient confirmer certaines observations faites dans le Chapitre III quant à la forme et la courbure diaphysaire de cet individu. En outre, ce résultat de l'analyse discriminante est indépendant de l'angle collo-diaphysaire. En effet, cette variable a été écartée du calcul des fonctions discriminantes dans les deux analyses (Annexe III.2 ; Table XXX et XXXI). Le pourcentage total de classification correcte des groupes est assez faible. En réalité, il est surtout influencé par le faible pourcentage du groupe des Epipaléolithiques d'Afrique du nord. Ces derniers se répartissent à moitié dans le groupe des « HsPsEu » et des Néandertaliens. Comme le montrent les représentations graphiques des analyses en composantes principales, la variabilité des « EpipalAn » chevauche les deux autres. Le fémur de Kabwe se classe lui au sein des « EpipalAn » avec une probabilité *a posteriori* de 0,786.

	Variables de l'ACP 1				**Variables de l'ACP 2**			
	n	**Classification correcte**		**Probabilité *a posteriori* de NK 2**	**n**	**Classification correcte**		**Probabilité *a posteriori* de NK 2**
		modèle	Validés croisés			modèle	Validés croisés	
HsPm	7	71,4 %	71,4 %	**0,541**	5	100 %	60 %	**0,910**
HsPsEu	14	78,6 %	71,4 %	0,004	12	83,3 %	75 %	< 0,001
EpipalAn	82	51,2 %	41,5 %	0,454	76	57,9 %	47,4 %	0,089
Neand	8	87,5 %	62,5 %	0,001	8	87,5 %	87,5 %	< 0,001
Total	**111**	**58,5 %**	**48,6 %**		**101**	**65,3 %**	**54,5 %**	

Tableau 56 : *résultats de l'analyse discriminante sur les deux séries de variables fémorales ayant servi pour chacune des analyses en composantes principales. Pourcentages de classification correcte des groupes et probabilités* a posteriori *de NK 2 dans les deux cas.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

BILANS ET CONCLUSIONS

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les restes de Nazlet Khater 2 occupent une position géographique et chronologique déterminante pour la compréhension de la variabilité des hommes modernes africains du stade isotopique 3. Pour cette période, il s'agit en effet du seul squelette adulte sub-complet de ce continent. Cependant, cette unicité qui fait l'intérêt de NK 2 présente un désavantage majeur : l'absence de données comparatives permettant de faire un rapprochement ou des liens entre cet individu et des groupes pénécontemporains. En outre, les premières études antérieures sur certaines parties des restes de NK 2 ont montré la variabilité des affiliations phylogénétiques pour ce spécimen en fonction de l'échantillon de comparaison utilisé.

Par conséquent, il était important de constituer une base de données comparatives la plus homogène possible, « brassant » des périodes chronologiques et des horizons géographiques larges, pour être appliquée à tous les ossements de NK 2 et permettre leur caractérisation morphométrique. Ce sont les mesures classiques de Martin (1914) et Howells (1973) qui ont été principalement utilisées pour les analyses comparatives uni- et multivariées. Nous avons également exploité des coupes scanners pour discuter des structures internes des ossements. Certaines observations anthropologiques ont aussi permis de faire un lien entre les restes de NK 2 et son contexte archéologique minier particulier.

Relativement à la variabilité des pratiques funéraires de l'Epipaléolithique de la vallée du Nil, la position sépulcrale des deux individus retrouvés à Nazlet Khater témoigne bien de l'isolement chronologique de ces dépôts. La position sur le dos, en extension de NK 2 ne ressemble à rien de connu dans la vallée du Nil quelles que soient les périodes examinées. Elle témoigne cependant de gestes funéraires planifiés puisque les deux corps ont été ensevelis de la même façon, en pleine terre et recouverts de gros blocs de pierre. En outre, des dépôts volontaires d'objets sont présents dans chacune des tombes, comme des coquilles d'œufs d'autruche pour l'une, ou une hache bifaciale pour l'autre.

L'identification biologique du sexe, de l'âge au décès et de la stature de Nazlet Khater 2 a mis en évidence certaines particularités de cet individu. Tout d'abord la diagnose sexuelle a permis de souligner la petitesse des os coxaux de NK 2, surtout en ce qui concerne la hauteur de l'ischium. Cette particularité limite la détermination du sexe de NK 2 à partir des mensurations coxales. En revanche, l'examen morphologique des coxaux ainsi que les dimensions du bassin nous incitent à valider l'attribution du sexe masculin à Nazlet Khater 2. Ensuite, la détermination de l'âge au décès est basée sur la maturation osseuse et l'état de la surface sacro-pelvienne iliaque. Ces deux méthodes donnent des résultats semblables et placent NK 2 au sein

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

des adultes jeunes (20-29 ans). Enfin, l'estimation de la stature de cet individu a révélé une disproportion entre la longueur très courte des fémurs et celle du membre supérieur ainsi que celle du tronc. Des observations similaires (impliquant également une hauteur faible de l'ischium) ont été obtenues sur les restes de Dolní Věstonice 15 (DV 15). Elles ont été mises en relation avec un possible trouble du développement (dysplasie). Bien que NK 2 ne présente pas de déformation des membres comme celles observées sur DV 15, l'étude de ses proportions corporelles nous incite à penser qu'il aurait pu être atteint d'un trouble similaire, ayant des conséquences voisines sur le développement.

L'étude morphométrique du crâne de NK 2 et de ses structures internes a souligné la présence d'une mosaïque de traits chez cet individu. Ces caractéristiques sont reprises dans le Tableau 57. Nous avons regroupé ces particularités morphologiques et métriques en fonction de leur étiologie possible. La première catégorie est celle des traits considérés comme archaïques, mais dont la cause pourrait être épigénétique. Dans ce cas précis, il s'agit des différentes caractéristiques de NK 2 en relation avec un système masticateur puissant. Viennent ensuite des traits morphométriques rarement observés actuellement, mais dont la présence au sein des fossiles non anatomiquement modernes est attestée. En ce qui concerne la proportion des différents os du crâne dans l'arc sagittal médian, nous avons vu que la catégorie « frontal dominant » était aussi la plus représentée au sein des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe et des Mésolithiques d'Afrique sub-saharienne. Cependant, la prévalence de l'arc occipital sur l'arc pariétal dans une configuration de frontal dominant, comme c'est le cas chez NK 2, n'est observée que chez les Néandertaliens et les *Homo sapiens* archaïques. La position basse de la largeur maximale du crâne est généralement considérée comme un trait archaïque, mais nous tenons à souligner la fréquence importante de cette morphologie au sein des Epipaléolithiques nubiens. Enfin, le dernier groupe représente des particularités morphométriques propres à NK 2, pouvant tenir de la variabilité interindividuelle.

Bien que le crâne de NK 2 réponde aux « critères » de modernité morphométrique, les analyses multivariées du neurocrâne, de la face et des structures de l'oreille interne sont venues confirmer les premières observations de l'analyse descriptive sur les particularités morphologiques et la persistance de certains traits archaïques chez cet individu. Les dimensions de la face de NK 2 le placent à proximité des *Homo sapiens* archaïques et des hommes modernes du Paléolithique moyen qui possèdent des hauteurs et largeurs faciales plus fortes que tous les autres représentants modernes. Cette puissance du système masticateur de NK 2 se reflète également au niveau des dimensions mandibulaires. L'affiliation de NK 2 aux groupes

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

les plus anciens chronologiquement lors de l'analyse discriminante sur les variables de la mandibule est conditionnée par la réduction des dimensions faciales au cours du temps.

BLOC CRANIO-FACIAL		
Caractères	Métriques	Morphologiques
Caractères archaïques épigénétiques (système masticateur puissant)	Epaisseur de la voûte crânienne	Tubérosités maxillaires développées
	Phénozygie marquée	
	Largeurs et hauteurs faciales fortes	
	Hauteur du tubercule post-glénoïde	
	Longueur, largeur et robustesse du corps de la mandibule	
	Largeur de la branche mandibulaire	
	Diamètres dentaires forts (prémolaire et molaires)	
Caractères archaïques	Obliquité du frontal et faible convexité	Position basse de la largeur maximale (*)
	Arc pariétal court et frontal dominant	Enracinement antérieur de la crête faciale
	Proportion des arcs : OAR > PAR	Forme triangulaire de l'écaille temporale
	Angle du *manubrium* ouvert (?)	Prolongement des crêtes supra-mastoïdiennes sur le pariétal
		Pont osseux fermant antérieurement la rainure digastrique droite
		Position médiale du processus styloïde par rapport à la rainure digastrique et au foramen stylo-mastoïdien
		Fosse génienne et torus transverses sur la face postérieure de la symphyse
Particularités de Nazlet Khater 2	Faible courbure du manche du *malleus*	Position haute du CSC postérieur par rapport au plan du canal latéral (°)
	Largeur forte du CSC antérieur	Inclinaison forte de la ligne ampullaire
	Proportion des trois CSC (antérieur plus grand aux dépens du postérieur)	Faible saillie mentonnière

Tableau 57 : *récapitulatif des caractères métriques et morphologiques archaïques ou particuliers du crâne et de la mandibule de Nazlet Khater 2. (*) = trait considéré comme archaïque, mais fréquent chez les Epipaléolithiques nubiens ; (°) = « CSC » : canal semi-circulaire.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Les particularités propres de NK 2 se trouvent principalement au niveau de l'oreille interne. On observe une configuration métrique et morphologique qui se situe en marge de la variabilité actuelle. Cette position est également partagée par les hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe auxquels NK 2 est affilié d'après les résultats de l'analyse discriminante.

Toutes ces données montrent la complexité morphologique du bloc cranio-facial de NK 2 qui présente une mosaïque de traits archaïques et dérivés, qui n'existe pas dans un autre groupe d'hommes modernes du Pléistocène supérieur ou de l'Holocène.

Le squelette infra-crânien de NK 2 se caractérise par des indices de robustesse des os courts et longs élevés suite à la faible longueur de ces ossements par rapport aux périmètres ou diamètres à mi-diaphyse. Les insertions musculaires sont généralement bien marquées. Comme pour les restes crâniens, nous avons réalisé un tableau récapitulatif (Tableau 58) des traits les plus caractéristiques de NK 2. Nous les avons classés suivant leur étiologie possible en quatre groupes. Le premier témoigne de l'adaptation biomécanique des ossements. Le second groupe reprend les caractères supposés archaïques – c'est-à-dire présents chez les *Homo sapiens* archaïques ou chez les Néandertaliens et qui ne correspondent pas à une autapomorphie de ce dernier groupe – et dont l'implication biomécanique n'est pas clairement établie. La troisième classification regroupe des caractères partagés par les hommes non anatomiquement modernes et les Néandertaliens, mais qui traduisent également un avantage ou une implication biomécanique. En l'occurrence, la morphologie des facettes des métacarpiens I et II pourrait permettre respectivement une abduction plus importante du pouce et une résistance plus forte au contraintes axiales. Enfin la dernière catégorie reprend les traits morphométriques particuliers de Nazlet Khater 2.

En ce qui concerne les adaptations biomécaniques, la courbure antéro-postérieure forte de la diaphyse du fémur gauche ne s'accorde pas avec les résultats des propriétés géométriques à mi-diaphyse. Une telle courbure est souvent interprétée comme le reflet d'une mobilité accrue sur de longues distances. Cependant, l'angle collo-diaphysaire et le rapport des seconds moments d'inertie à mi-diaphyse témoignent du contraire pour NK 2, que ce soit durant les dix premières années de sa vie ou au delà. Pour ces deux derniers traits, NK 2 se rapproche fortement de la morphologie des hommes modernes du Paléolithique moyen pour lesquels la sédentarisation durant l'enfance et la division des activités en fonction de l'âge ont été proposées comme explication de cette diminution de mobilité. La courbure diaphysaire forte du fémur gauche de NK 2 pourrait dès lors être plutôt liée au trouble du développement mis en évidence au cours de

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

l'identification biologique – principalement de la diagnose sexuelle et de l'estimation de la stature – de cet individu.

SQUELETTE INFRA-CRÂNIEN		
Caractères	Métriques	Morphologiques
Adaptations biomécaniques	Hauteur de la fosse olécrânienne	Morphologie du bord axillaire de la scapula
	Dimensions fortes de l'extrémité proximale de l'ulna et du diamètre antéro-postérieur de l'olécrâne	Orientation antérieure du processus coronoïde
	Courbure antéro-postérieure forte de la diaphyse fémorale (?)	Insertions musculaires fortes
	Angle collo-diaphysaire du fémur élevé	Sections diaphysaires prismatiques ou circulaires (humérus & fémur)
	Résistance forte aux contraintes axiales, de torsion et de flexion des humérus, radius et du fémur	
Caractères archaïques	Angle collo-diaphysaire du radius fort	Processus styloïde de l'ulna peu développé
	Longueur forte du trapèze	Forme du canal vertébral plus large transversalement
Origine mixte ? (archaïque et/ou adaptation)	Orientation para-sagittale de la facette articulaire du capitatum pour le MTC II.	Position plus médiale de la tubérosité radiale par rapport au bord interosseux
	Surface articulaire proximale du MTC I orientée plus distalement et extrémité volumineuse	
	Longueur du corps du sternum	
Particularités de Nazlet Khater 2	Largeur forte de l'extrémité acromiale de la clavicule	Forme rectangulaire de l'incisure radiale
	Sténomérie (léger aplatissement transverse sous-trochantérique)	Incisure ulnaire de très faible dimension
		Déformation de la face postérieure de l'extrémité proximale de l'ulna gauche
		Sillon du muscle obturateur qui empiète sur la partie supérieure de la tubérosité ischiatique

Tableau 58 : *récapitulatif des caractères métriques et morphologiques adaptatifs, archaïques ou particuliers du squelette infra-crânien de Nazlet Khater 2.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

La sténomérie est placée au sein des particularités de NK 2 puisqu'elle serait plutôt la conséquence d'une conformation particulière du bassin et de l'extrémité proximale du fémur. NK 2 partage à nouveau ce trait avec les hommes modernes du Paléolithique moyen pour lesquels la résistance équilibrée aux forces de torsion et de flexion au niveau sous-trochantérique serait la conséquence d'un bassin étroit et d'un angle collo-diaphysaire élevé.

Les analyses multivariées réalisées sur l'ulna rapprochent celui de NK 2 de ceux des hommes modernes du Paléolithique supérieur d'Europe et des individus Epipaléolithiques nubiens. Les dimensions fortes de son extrémité proximale et notamment du diamètre antéro-postérieur de l'olécrâne sont probablement liées à la pratique d'activités physiques intenses. En ce qui concerne le radius, l'analyse en composantes principales le place à proximité du radius d'*Homo sapiens* archaïque de Cave of Hearths à cause de son angle collo-diaphysaire fort. Enfin, les fémurs de NK 2 se rapprochent le plus de ceux des hommes modernes du Paléolithique moyen d'après les résultats des analyses discriminantes.

La caractérisation des traits observés sur le squelette infra-crânien est une tâche compliquée étant donné la difficulté de séparer clairement les caractères plésiomorphes de ceux conditionnés par le mode de vie et l'environnement. Les restes infra-crâniens de NK 2 montrent cependant, comme ceux du bloc cranio-facial, une mosaïque de traits dont certains peuvent être associés à des caractéristiques archaïques et d'autres à des adaptations biomécaniques.

La compréhension de ces dernières passe par l'intégration des données issues du contexte archéologique de Nazlet Khater 4. L'étude des atteintes pathologiques du rachis et des membres de Nazlet Khater 2 témoigne, considérant l'âge au décès de cet individu, d'activités physiques intenses et spécialisées (port de charges lourdes, mouvements répétitifs du membre supérieur,…) En outre, toutes les lésions que présente ce squelette sont compatibles avec l'hypothèse archéologique de pratiques minières intensives et spécialisées au début du Paléolithique supérieur dans la vallée du Nil. Ces résultats paléopathologiques sont en corrélation avec les observations morphométriques réalisées sur le membre supérieur et inférieur. Elles suggèrent une résistance du membre supérieur à des contraintes biomécaniques fortes dans tous les plans et une adaptation morphologique de certaines parties pour favoriser des mouvements de grande amplitude. Le membre inférieur refléterait lui une baisse de la mobilité. Toutes ces observations vont dans le sens de l'existence de pratiques spécialisées et par conséquent d'une organisation sociale complexe permettant une telle répartition des tâches.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

L'étude des restes humains de Nazlet Khater 2 confirme la complexité morphologique des hommes modernes du stade isotopique 3. Cet individu présente une mosaïque de traits dérivés et archaïques dont la combinaison n'est exprimée par aucun des échantillons modernes, actuels ou passés, que nous avons étudiés. En outre, cette étude montre l'importance des données archéologiques et contextuelles dans l'interprétation des résultats anthropologiques, et concomitamment, l'apport de l'anthropologie dans la reconstruction des comportements socio-économiques déduits d'assemblages lithiques et de structures archéologiques.

Ces résultats soulignent enfin l'importance de rechercher d'autres restes associés à des contextes archéologiques bien définis durant la fin du Paléolithique moyen et le début du Paléolithique supérieur pour nourrir la réflexion sur la nature, la variabilité et la définition des hommes anatomiquement modernes.

NK 2 occupe une position chronologique et géographique isolée dans les annales paléoanthropologiques. Avant 50 Ka (voire 70 Ka), les restes humains sont fragmentaires et les observations morphométriques réalisées indiquent la persistance de traits archaïques et la présence d'une variabilité différente de l'actuelle. C'est le cas, par exemple, des individus atériens de Dar-es-Soltan 5 et de Témara 1. Le premier présente un torus supra-orbitaire et la mandibule de Témara 1 ne possède pas de menton. Ils sont néanmoins inclus au sein des hommes modernes. Après 25 Ka, on est en présence de restes fossiles plus complets et mieux documentés qui se caractérisent par une robustesse forte et certains traits particuliers par rapport aux hommes actuels.

L'étude des restes de NK 2 apporte de nouvelles données pour étoffer le débat sur la définition et l'évolution d'*Homo sapiens*. Cependant, tant qu'il n'existera pas plus de fossiles bien conservés et bien datés entre 70 Ka et 25 Ka, en Afrique et ailleurs, il paraît hasardeux d'interpréter les traits de NK 2 en terme phylogénétique ou « populationnel » d'autant que certaines de ses caractéristiques semblent être liées au contexte archéologique particulier auquel cet individu est associé.

L'hypothèse plus générale sur laquelle débouche cette étude est exprimée par le schéma suivant (Figure 177) sur l'apparition de l'homme moderne d'après les données de la génétique. Les différences morphologiques observées entre les hommes modernes fossiles et les hommes actuels pourraient être interprétées comme le reflet de divergences spatiales et temporelles au sein d'une même variabilité (Lahr, 1996). De plus, la variabilité actuelle ne serait qu'un pâle reflet de celle des époques paléolithiques. Si on accepte cette hypothèse, la définition de la

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

morphologie moderne doit tenir compte des caractéristiques présentes au sein des populations modernes fossiles et mérite d'être rediscutée.

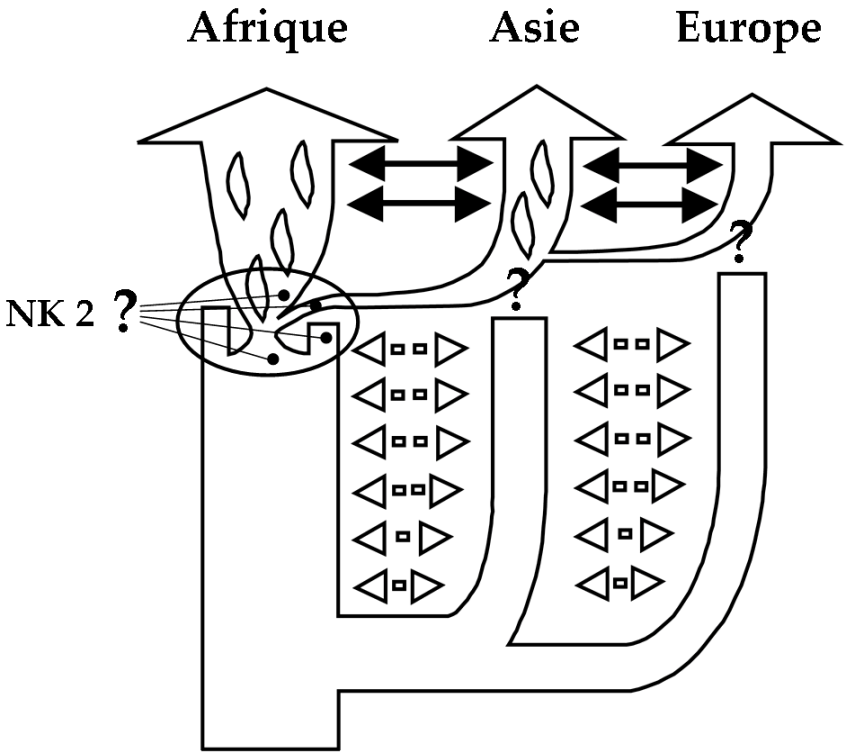


Figure 177 : *hypothèse de l'origine de l'homme moderne selon les données génétiques. Modifié d'après Excoffier (2002).*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

BIBLIOGRAPHIE

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ADAMSON D. & WILLIAMS F., 1980. Structural geology, tectonics and the control of drainage in the Nile basin. *In* : M.A.J. Williams & H. Faure H. (Eds.), *The Sahara and the Nile. Quaternary environments and prehistoric occupation in northern Africa*, A.A. Balkema Publisher, Rotterdam, Netherlands : 225-252.

ADCOCK G.J., DENNIS E.S., EASTEAL S., HUTTLEY G.A., JERMIIN L.S., PEACOCK W.J. & THORNE A., 2000. Mitochondrial DNA sequences in ancient Australians: Implications for modern human origins. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 98 : 537-542.

AIELLO L. & DEAN C., 1990. *An introduction to human evolutionary anatomy.* Academic Press, London, 596 p.

ALEKSEEVA T.I. & BADER N.O., 2000. *Homo Sungirensis*. Nauchny Mir, Moskva, 467 p.

ALI R., 2005. *La variabilité morphologique et métrique de la symphyse et des structures mentonnières dans les populations actuelles et chez les hommes fossiles*. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux1, 396 p.

ANDERSON J.E., 1968. Late Paleolithic skeletal remains from Nubia [Jebel Sahaba (14-16 ka)]. *In* : F. Wendorf (Ed.), *The Prehistory of Nubia, volume II*, Southern Methodist University Press, Dallas : 996-1040.

ANDERSON J.Y. & TRINKAUS E., 1998. Patterns of sexual, bilateral and interpopulational variation in human femoral neck-shaft angles. *Journal of Anatomy* 192 : 279-285.

ANGEL J.L., 1966. Porotic hyperostosis, anemias, malarias and the marshes in prehistoric Eastern Mediterranean. *Science* 153 : 760-762.

ANGEL J.L. & KELLEY J.O., 1986. Description and comparison of the skeleton. *In* : F. Wendorf & R. Schild (Eds.), *The Prehistory of Wadi Kubbaniya, volume I*, Southern Methodist University Press, Dallas : 53-70.

ANTHONY B.W., 1967. Excavations at Peers' Cave, Fish Hoek, South Africa. *In* : E.M. van Zinderen Bakker (Ed.), *Palaeoecology of Africa, volume II*, A.A. Balkema , Rotterdam : 58-59.

ARAMBOURG C., 1934. *Les grottes paléolithiques de Beni-Segoual (Algérie)*. Archives de l'Institut de Paléontologie humaine, Mémoire 13, 242 p.

ARAMBOURG C. & BIBERSON P., 1956. The fossil human remains from the Palaeolithic site of Sidi Abderrahman (Morocco). *American Journal of Physical Anthopology* 14 : 467-487.

ARENSBURG B., 1977. New Upper Palaeolithic human remains from Israël. *Eretz-Israël* 13 : 208-215.

ARENSBURG B., 1991. The vertebral column, thoracic cage and hyoid bone. *In* : O. Bar-Yosef & B. Vandermeersch (Eds.), *Le squelette moustérien de Kébara 2,* Cahiers de paléoanthropologie, Editions du CNRS : 113-146.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ARENSBURG B. & BAR-YOSEF O., 1973. Human remains from Ein Gev 1, Jordan Valley, Israël. *Paleorient* 1 : 201-206.

ARENSBURG B. & NATHAN H., 1972. A propos de deux osselets de l'oreille moyenne d'un néandertaloïde trouvé à Qafzeh (Israël). *L'Anthropologie* 76 : 301-308.

ARENSBURG B., HARELL M. & NATHAN H., 1981. The human middle ear ossicles: morphometry, and taxonomic implications. *Journal of Human Evolution* 10 : 199-205.

ARENSBURG B., SCHEPARTZ L.A., TILLIER A-M., VANDERMEERSCH B. & RAK Y., 1990. A reappraisal of the anatomical basis for speech in Middle Palaeolithic hominids. *American Journal of Physical Anthropology* 83 : 137-146.

ARENSBURG B., TILLIER A-M., VANDERMEERSCH B., DUDAY H., SCHEPARTZ L.A. & RAK Y., 1989. A Middle Palaeolithic human hyoid bone. *Nature* 338 : 758-760.

ARIONE L., 1923. Variazioni della grandezza degli ossicini dell'udito nel peiodo di accrescimiento e nell'adulto. *Monitore Zoologico Italiona* 34 : 3-7.

AUERBACH B.M. & RUFF C.B., 2006. Limb bone bilateral symmetry: variability and commonality among modern humans. *Journal of Human Evolution* 50 : 203-218.

AUFDERHEIDE A.C. & RODRIGUEZ-MARTIN C., 1997. *The Cambridge encyclopedia of human paleopathology*. Cambridge University Press, Cambridge, 478 p.

AUMASSIP G., 2004. *Préhistoire du Sahara et de ses abords*. Maisonneuve & Larose, Paris, 381p.

AVERY G., CRUZ-URIBE K., GOLDBERG P., GRINE F.E., KLEIN R.G., LENARDI M.J., MAREAN C.W., RINK W.J., SCHWARCZ H.P., THACKERAY A.I. & WILSON M.L., 1997. The 1992-1993 excavations at the Die Kelders Middle and Later Stone Age cave site, South Africa. *Journal of Field Archaeology* 24 : 263-291.

AYKROYD R.G., LUCY D., POLLARD A.M. & ROBERTS C.A., 1999. Nasty, brutish, but not necessarily short: a reconsideration of the statistical methods used to calculate age at death from adult human skeletal and dental age indicators. *American Antiquity* 64 : 55-70.

BAILLY-MAITRE M-C., SIMONEL B., BARRE N. & BOULLE E-L, 1996. Travail et milieu. Incidences sur une population au Moyen-Âge. *In* : Centre de recherches archéologiques (Valbonne, Alpes-Maritimes) (Ed.), *L'identité des populations archéologiques*, Editions APDCA, Sophia Antipolis : 211-243.

BALOUT L. & BRIGGS L.C., 1949. *Débris humain de l'escargotière de Gambetta.* Travaux d'anthropologie préhistorique effectués au Laboratoire du Musée du Bardo 2 : 125-132.

BALOUT L. & BRIGGS L.C., 1951. *Tête osseuse de Mechta-El-Arbi (Fouilles de 1912)*. Travaux du laboratoire d'anthropologie et d'archéologie préhistorique du musée du Bardo 3-4, 131 p.

BALZEAU A., 2005. *Spécificité des caractères morphologiques internes du squelette céphalique chez* Homo erectus. Thèse de Doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle, 394 p.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

BARCHILON V., HERSHKOVITZ I., ROTHSCHILD B.M., WISH-BARATZ S., LATIMER B., JELLEMA L.M., HALLEL T. & ARENSBURG B., 1996. Factors affecting the rate and pattern of the first costal cartilage ossification. *American Journal of Forensic Medecine and Pathology* 17 : 239-247.

BARROSO RUIZ C., 2003. *El Pleistocene superior de la Cueva del Boquete de Zafarraya.* Monográfica de Arqueologia, Junta de Andalucia, 520 p.

BARTOLINI C., MALESANI P.G., MANETTI P. & WEZEL F.C., 1975. Sedimentology and petrology of Quaternary sediments from the hellenic trench, Mediterranean ridge and the Nile Core from DSDP, Leg 13, cores. *Sedimentology* 22 : 205-236.

BATE D.M.A., 1951. The mammals from Singa and Abu Hugar. *In* : A.J. Arkell, D.M.A. Bate, L.H. Wells and A.D. Lacaille (Eds.), *The Pleistocene fauna of two Blue Nile sites*, Fossil Mammals of Africa, London : 1-28.

BAR-YOSEF O. & VANDERMEERSCH B., 1991. *Le squelette moustérien de Kébara 2.* Cahiers de paléoanthropologie, Editions du CNRS, 197 p.

BARNETT C.H., 1954. Squatting facets on the European talus. *Journal of Anatomy* 88 : 509-513.

BASTIR M., ROSAS A. & KUROA K., 2004. Petrosal orientation and mandibular ramus breadth: evidence for an intergrated petroso-mandibular developmental unit. *American Journal of Physical Anthropology* 123: 340-350.

BERCKHEMER F., 1933. Ein Menschen-Schädel aus den diluvialen Schottern von Steinheim a. d. Murr. *Anthropologischer Anzeiger* 10 : 318-321.

BILLY G., 1969. Le squelette post-crânien de l'homme de Chancelade. *L'Anthropologie* 73 : 207-246.

BILLY G., 1975. Etude anthropologique des restes humains de l'Abri-Pataud. *In* : H.L. Movius (Ed.), *Excavation of the Abri Pataud, les Eysies (Dordogne)*, Peabody Museum of archaeology and ethnology, Bulletin 30 : 201-261.

BINANT P., 1991. *La préhistoire de la mort. Les premières sépultures en Europe.* Editions Errance, Paris, 168 p.

BIRKNER R., 1977. *L'image radiologique typique du squelette : aspect normal et variantes chez l'adulte et l'enfant. Pour médecins, étudiants et manipulateurs.* Maloine, Paris, 564 p.

BLACK S. & SCHEUER L., 1996. Age changes in the clavicle : from early neonatal period to skeletal maturity. *International Journal of Osteoarchaeology* 6 : 425-434.

BOCQUENTIN F., 2003. *Pratiques funéraires, paramètres biologiques et identités culturelles au Natoufien : une analyse archéo-anthropologique.* Thèse de Doctorat, Université Bordeaux1, 629 p.

BONC-OSMOLOVSKIJ G., 1941. L'Homme fossile de la grotte de Kiik-Koba (Crimée) : La main. *In* : G. Bonc-Osmolovskij (Ed.), *Paleolit Kryma, Volume 2*, Fédération de Maskva, Russie : 155-164.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

BOUCHET A. & GIRAUD M., 1968. Contribution à l'étude morphologique et radiologique des osselets de l'ouïe. *Compte Rendu de l'Association des Anatomistes* 53 : 588-600.

BOULE M., 1911. *L'Homme fossile de La Chapelle-aux-Saints*. Masson, Paris, 275 p.

BOULE M. & VALLOIS H-V., 1932. *L'Homme fossile d'Asselar (Sahara)*. Archives de l'Institut de paléontologie humaine, Mémoire 9, 90 p.

BOULESTIN B., 1998. *Approche taphonomique des restes humains. Le cas des mésolithiques de la grotte des Perrats (Agris, Charente).* Thèse de Doctorat, Université Bordeaux1, 448 p.

BOULLE E-L., 2001. Evolution of two human skeletal markers of the squatting position : a diachronic study from Antiquity to the Modern Age. *American Journal of Physical Anthropology* 115 : 50-56.

BOVIER-LAPIERRE P., 1926. Les gisements paléolithiques de la plaine de l'Abbasieh. *Bulletin de l'Institut égyptien* 8 : 257-275.

BRAGA J., 1993. Ossification du processus styloïde chez les pongidés. *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris,* série 2, 317 : 273-277.

BRÄUER G., 1984. A craniological appraoch to the origin of anatomically modern *Homo sapiens* in Africa and implications for the appearance of modern Europeans. *In* : F. Smith & F. Spencer (Eds.), *The origins of modern humans. A world survey of fossil evidence.* Alan R. Liss, New-York : 327-410.

BRÄUER G., 1988. Osteometrie. *In* R. Knusmann (Ed.), *Antropologie : Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen, Band 1*. Gustav Fischer, Stuttgart : 160-231.

BRÄUER G. & LEAKEY R.E., 1986. The ES-11693 cranium from Eliye Springs, West Turkana, Kenya. *Journal of Human Evolution* 15 : 289-312.

BRÄUER G. & MEHLMAN M.J., 1988. Hominid molars from a Middle Stone Age level at the Mumba Rock Shelter, Tanzania. *American Journal of Physical Anthropology* 75 : 69-76.

BRÄUER G. & RIMBACH K.W., 1990. Late archaic and modern *Homo sapiens* from Europe, Africa, and Southwest Asia: Craniometric comparisons and phylogenetic implications. *Journal of Human Evolution* 19 : 789-807.

BRÄUER G., YOKOYAMA Y., FALGUÈRES C. & MBUA E., 1997. Modern human origins backdated. *Nature* 386 : 337-338.

BRÄUER G., GRODEN C., DELLING G., KUPCZIK K., MBUA E. & SCHULTZ M., 2003. Pathological alterations in the archaic *Homo sapiens* cranium from Eliye Springs, Kenya. *American Journal of Physical Anthropology* 120 : 200-204.

BRIDGES P.S., 1989. Changes in activities with the shift to agricuture in southeastern United States. *Current Anthropology* 30 : 385-394.

BRIDGES P.S., 1994. Vertebral arthritis and physical activities in the Prehistoric southeastern United States. *American Journal of Physical Anthropology* 93 : 83-93.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

BRIGGS L.C., 1955. *The stone age races of northwest Africa.* Peabody Museum of archaeology and ethnology, Bulletin 18, 98 p.

BROCA P., 1875. *Instructions craniologiques et craniométriques de la Société d'anthropologie de Paris*. Masson, Paris : 203 p.

BROOKS A. & SMITH C.C., 1987. Ishango revisited: new age determinations and cultural interpretations. *The African Archaeological Review* 5 : 65-78.

BROTHWELL D.R., 1963. Macroscopic dental pathology of humans. *In* : D.R. Brothwell (Ed.), *Dental anthropology*. Pergamon Press, New-York : 217-289.

BROTHWELL D.R., 1974. The Upper Pleistocene Singa skull: A problem in palaeontological interpretation. *In* : W. Bernhard & A. Kandler (Eds.), *Bevoelkerungsbiologie*. Carl Fischer, Stuttgart : 534–545.

BROTHWELL D.R., 1981. *Digging up bones : the excavation, treatment, and study of human skeletal remains.* British Museum Natural History, London, 208 p.

BROTHWELL D.R. & SHAW T., 1971. A Late Upper Pleistocene proto-west african negro from Nigeria. *Man* 6 (2) : 221-227.

BRUNER E. & MANZI G., 2002. The virtual replica of Nalzet Khater, Egypt. Cranium and mandible: first results. *In* : P. Vermeersch (Ed.), *Palaeolithic quarrying sites in Upper and Middle Egypt*. Egyptian Prehistory Monographs (Leuven) 4 : 331-339.

BRUNNACKER K., 1975. The Mid-Pleistocene of the Rhine Basin. *In* : K.W. Butzer & G.L. Isaac (Eds.), *After Australopithecines*. Mouton, La Haye : 189-224.

BRUZEK J., 1991. *Fiabilité des procédés de détermination de sexe à partir de l'os coxal. Implications à l'étude du dimorphisme sexuel de l'homme fossile*. Thèse de Doctorat du Muséum National d'Histoire Naturelle : Institut de paléontologie humaine, Paris, 431 p.

BRUZEK J., 1992. Fiabilité de fonctions discriminantes dans la détermination sexuelle de l'os coxal. Critique et propositions. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 4 : 67-104.

BRUZEK J., 2002. A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *American Journal of Physical Anthropology* 117 : 157-168.

BRUZEK J., SCHMITT A. & MURAIL P., 2005. Identification biologique individuelle en paléoanthropologie. Détermination du sexe et estimation de l'âge au décès à partir du squelette. *In* : O. Dutour, J-J. Hublin & B. Vandermeersch (Eds.), *Objets et méthodes en paléoanthropologie*, CTHS, Paris : 217-246.

BRUZEK J., FRANCISCUS R.G., NOVOTNY V. & TRINKAUS E., 2006. The assessment of sex. *In* : E. Trinkaus & J. Svoboda (Eds.), *Early modern human evolution in central Europe. The people of Dolni Vestonice and Pavlov*. Oxford University Press, U.S.A. : 46-62.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

BUYLE-BODIN Y., 1982. L'articulation temporo-mandibulaire chez les *Homo erectus* et les autres hominidés fossiles. *Congrès international de Paléontologie humaine, 1er Congrès UNESCO* : 370-388.

BUTZER K.W., 1980. Pleistocene history of the Nile Valley in Egypt and Lower Nubia. *In* : M.A.J. Williams & H. Faure (Eds.), *The Sahara and the Nile. Quaternary environments and prehistoric occupation in northern Africa*, A.A. Balkema Publisher, Rotterdam, Netherlands : 253-280.

BUTZER, K.W. & HANSEN C.L., 1968. *Desert and river in Nubia : geomorphology and prehistoric environments at the Aswan reservoir.* University of Wisconsin Press, Madison, 62 p.

BUTLER B.H., 1974. Skeletal remains from a Late Paleolithic site near Esna, Egypt. *In* : D. Lubell (Ed.), *The Fakhurian, a late Paleolithic industry from Upper Egypt,* Ministry of Petroleum and Mineral Wealth, Geological Survey of Egypt and Mining Authority, volume 58 : 176-183.

CAFFEY J., 1978. *Pediatric X-Ray Diagnosis*. Year Book Medical Publishers, Chicago, 1844 p.

CAMPS G., 1969. L'homme de Mechta-el-Arbi et sa civilisation. *Annuario de Estudios Atlánticos* 15 : 257-272.

CAMPS G., 1974. *Les civilisations préhistoriques d'Afrique du Nord et du Sahara*. Paris : Doin, 366 p.

CAPASSO L., KENNEDY K.A.R. & WILCZAK C.A., 1999. *Atlas of occupational markers on human remains*. Edigrafial, Teramo, 183 p.

CARRETERO J.M., ARSUAGA J.L. & LORENZO C., 1997. Clavicles, scapulae and humeri from the Sima de los Huesos site (Sierra de Atapuerca, Spain). *Journal of Human Evolution* 33 : 357-408.

CASPARI R.E., 1991. *The evolution of the posterior cranial vault in the central european upper Pleistocene*. Ph. D, University of Michigan, 273 p.

CHABEUF M., 1975. Etude anthropologique de Medjez II. *In* : H. Camps-Fabrer (Ed.), *Un gisement capsien de faciès sétifien. Medjez II El-Eulma (Algérie)*. Editions du C.N.R.S, Paris : 331-371.

CHAIX L., FAURE M., GUERIN C. & HONEGGER M., 2000. Kaddanarti, a Lower Pleistocene assemblage from Northern Sudan. Studies in African Archaeology. *In* : L. Krzyzaniak, K. Kroeper & M. Kobusiewicz (Eds.), *Recent research into the Stone Age of Northeastern Africa*, Poznan Archaeological Museum 7 : 33-46.

CHAMLA M-C., 1956. La région pétro-tympanique chez les anthropoïdes et chez l'homme. *L'Anthropologie* 60 : 236-267.

CHAMLA M-C., 1968a. L'évolution du type Mechta-Afalou en Algérie occidentale. *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* 267 : 1849-1851.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

CHAMLA M-C., 1968b. *Les populations anciennes du Sahara et des régions limitrophes : études des restes osseux humains néolithiques et protohistoriques.* Mémoires du centre de recherches anthropologiques, préhistoriques et ethnographiques 9, 248 p.

CHAMLA M-C., 1970. *Les hommes épipaléolithiques de Columnata (Algérie occidentale) : étude anthropologique.* Mémoires du centre de recherches anthropologiques, préhistoriques et ethnographiques 15, 148 p.

CHAMLA M-C., 1973. Etude anthropologique de l'Homme Capsien de l'Ain Dokkara. *Lybica* 21 : 9-53.

CHAMLA M-C., 1975. La diversité des types humains dans les gisements capsiens. *In* : H. Camps-Fabret (Ed.), *Un gisement capsien de faciès sétifien : Medjez II El-Eulma (Algérie)*. Editions du CNRS, Paris : 373-376.

CHEVERUD J.M. & BUISKTRA J.E., 1981. Quantitative genetics of skeletal nonmetric traits in the Rhesus Macaques on Cayo Santiago. II. Phenotypic, genetic and environmental correlations between traits. *American Journal of Physical Anthropology* 54 : 51-58.

CHURCHILL S.E. & TRINKAUS E., 1990. Neandertal scapular glenoid morphology. *American Journal of Physical Anthropology* 83 : 147-160.

CHURCHILL S.E., PEARSON O.M., GRINE F.E., TRINKAUS E. & HOLLIDAY T.W., 1996. Morphological affinities of the proximal ulna from Klasies River main site: archaic or modern? *Journal of Human Evolution* 31 : 213-237.

ČIHÁK R., 1970. Variations of lumbosacral joints and their morphogenesis. *Acta Universitatis Carolinae Medica* 16 : 145-165.

CLARK J.D., WILLIAMSON K.D., MICHELS J.W. & MAREAN C.A., 1984. A Middle Stone Age occupation site at Porc Epic Cave, Dire Dawa (east-central Ethiopia). *African Archaeological Review* 2 : 37-72

CLARK J.D., BEYENE Y., WOLDEGABRIEL G., HART W.K., RENNE P.R., GILBERT H., DEFLEUR A., SUWA G., KATOH S., LUDWIG K.R., BOISSERIE J-R., ASFAW B. & WHITE T.D., 2003. Stratigraphic, chronological and behavioural contexts of Pleistocene *Homo sapiens* from Middle Awash, Ethiopia. *Nature* 423 : 747-752.

CLARKE R.J., 1985. A new reconstruction of the Florisbad cranium, with notes on the site. *In* : E. Delson (Ed.), *Ancestors, the hard evidence*, Alan R. Liss, New York : 301-305.

CLAYTON F., SEALY J. & PFEIFFER S., 2006. Weaning age among foragers at Matjes River Rock Shelter, South Africa, from stable nitrogen and carbon isotope analyses. *American Journal of Physical Anthropology* 129 : 311-317.

CLEUVENOT E. & HOUËT F., 1993. Proposition de nouvelles équations d'estimation de stature applicables pour un sexe indéterminé, et basées sur les échantillons de Trotter et Gleser. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 5 : 245-255.

COMMANDRE F., 1977. *Pathologie abarticulaire*. Levallois-Perret : Laboratoires Cétrane, 264 p.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

CONDEMI S., 1992. *Les hommes fossiles de Saccopastore et leurs relations phylogénétiques.* Cahiers de Paléoanthropologie, Editions du CNRS, 174 p.

COON C.S., 1962. *The origins of races.* A.A. Knopf, New York, 724 p.

COULY G., 1991. *Développement céphalique. Embryologie, croissance, pathologie*. Editions CDP, Paris, 134 p.

COX M., 2000. Ageing adults from the skeleton. *In* : M. Cox & S. Mays (Eds.), *Human osteology in archaeology and forensic science*, Greenwich medical media, London : 61-81.

CREVECOEUR I., 2002. *Etude morphologique et biométrique des ossements de mains retrouvés dans la couche castelperronienne du gisement de Saint-Césaire (Charente-Maritime)*. Mémoire de D.E.A., Université Bordeaux1, 70 p.

CREVECOEUR I., (sous-presse) New discovery of an Upper Palaeolithic Ossicle. The right *malleus* of Nalzet Khater 2. *Journal of Human Evolution* (2007), doi:10.1016/j.jhevol.2006.11.004.

CREVECOEUR I. & BOUCHNEB L., 2005. Interprétations phylogénétiques des données morphométriques de l'oreille moyenne et interne de Nazlet Khater 2. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 17 : 5.

CREVECOEUR I. & TRINKAUS E., 2004. From the Nile to the Danube: A comparison of the Nazlet Khater 2 and Oase 1 early modern human mandible. *Anthropologie (Brno)* 42 : 203-213.

CREVECOEUR I. & VILLOTTE S., (sous-presse) Atteintes pathologiques de Nazlet Khater 2 et activités minières au Paléolithique supérieur. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*.

CRUBEZY E., 1988. *Interactions entre facteurs bio-culturels, pathologie et caractères discrets : exemple d'une population médiévale : Canac (Aveyron)*, Thèse de l'Université de Montpellier 1, 417 p.

CRUBÉZY E., 1990. Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis: diagnosis and importance in paleopathology. *Journal of Paleopathology* 3 : 107-118.

CRUBEZY E., 1991. Caractères discrets et évolution. Exemple d'une population nubienne : Missiminia (Soudan). Thèse de doctorat, Université Bordeaux 1, 684 p.

CRUBÉZY E., 1992. Sternal foramina: problems arising from the study of a family. *International Journal of Anthropology* 7 : 1-7.

CRUBEZY E. & SELLIER P., 1990. Caractères discrets et organisation des ensembles sépulcraux. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 2 : 171-178.

CRUBÉZY E., TELMON N., SEVIN A., PICARD J., ROUGÉ D., LARROUY G., BRAGA J., LUDES B. & MURAIL P., 1999. Microévolution d'une population historique. Etude des caractères discrets de la population de Missiminia (Soudan, III^{e}-VI^{e} siècle). *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 11 : 1-213.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ČUK T., LEBEN-SELJAK P. & ŠTEFANČIČ M., 2001.Lateral asymmetry of human long bones. *Variability and Evolution* 9 : 19-32.

DARROCH J.N. & MOSIMANN J.E., 1985. Canonical and principal components of shape. *Biometrika* 72 : 241-252.

DAY M.H., 1969. Early *Homo sapiens* remains from the Omo River region of South-west Ethiopia. *Nature* 222 : 1132-1138.

DAY M.H. & LEAKEY R.E.F., 1974. New evidence of the genus *Homo* from East Rudolf, Kenya. *American Journal of Physical Anthropology* 41 : 367-380.

DAY M.H. & STRINGER C.B., 1982. A reconsideration of the Omo Kibish remains and the *erectus-sapiens* transition. *In* : M.A. de Lumley (Ed.), *L'*Homo erectus *et la place de l'Homme de Tautavel parmi les Hominidés fossiles.* Tome II. Premier congrès de L'institut de Paléontologie Humaine, Nice : 814-846.

DAY M.H., TWIST M.H.C. & WARD S., 1991. Les vestiges post-crâniens d'Omo I (Kibish). *L'Anthropologie* 95 : 595-610.

DEACON J. & WILSON M., 1992. Peers Cave : The « Cave the World Forgot ». *Digging Stick* 9 : 2-5.

DEAN D., HUBLIN J-J., HOLLOWAY R. & ZIEGLER R., 1998. On the phylogenetic position of the pre-Neandertal specimen from Reilingen, Germany. *Journal of Human Evolution* 34 : 485-508.

DEBENATH A., 1994. L'Atérien du nord de l'Afrique et du Sahara. *Sahara* 6 : 21-30.

DEBONO L., MAFART B., GUIPERT G. & JEUSEL E., 2004. Application pratique de la méthode d'estimation de l'âge au décès de Schmitt et Broqua (2000). *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 16 : 115-120.

DE HEINZELIN J. & PAEPE R., 1964. The geological history of the Nile valley in Sudanese Nubia : preliminary results. *In* : F. Wendorf (Ed.), *Contributions to the Prehistory of Nubia*, Southern Methodist University Press, Dallas : 29-56.

DELMAS A. & CHIFFLET J., 1950. Le pressoir d'Hérophile. *Comptes rendus de l'Associtaion des anatomiqtes* 37^{e} réunion : 123-131.

DE RUITER D., MOGGI-CECCHI J. & MASALI M., 2002. Auditory ossicles of *Paranthropus robustus* from Swartkrans, South Africa. *American Journal of Physical Anthropology* 117 (S34) : 60.

DE VILLIERS H., 1973. Human skeletal remains from Border Cave, Ingwavuma District, KwaZulu, South Africa. *Annals of the Transvaal Museum* 28 : 229-256.

DE VILLIERS H., 1976. A second adult mandibule from Border Cave, Ingwavuma District, KwaZulu, South Africa. *South African Journal of Science* 72 : 212-215.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

DEVRIENDT W. & DUTOUR O., 2005. Le peuplement mésolithique en Afrique septentrionale. *In* : O. Dutour, J-J. Hublin & B. Vandermeersch (Eds.), *Origine et évolution des populations humains*, C.T.H.S., Paris : 192-208.

DI LERNIA S. & MANZI G., 2002. *Sand, stones, and bones. The archaeology of death in the Wadi Tanezzuft Valley (5000-2000BP)*. Arid zone archaeology monograph 3, Firenze, 354 p.

DOBSON S. & TRINKAUS E., 2002. Cross-sectionnal geometry and morphology of the mandibular symphysis in the Middle and Late Plesitocene *Homo*. *Journal of Human Evolution* 43 : 67-87.

DUDAY H., 2005. L'archéothanatologie ou archéologie de la mort. *In* : O. Dutour, J-J. Hublin & B. Vandermeersch (Eds.), *Objets et méthodes en paléoanthropologie*, C.T.H.S., Paris : 153-207.

DUDAY H., COURTAUD P., CRUBÉZY E., SELLIER P. & TILLIER A-M., 1990. L'anthropologie « de terrain » : reconnaissance et interprétation des gestes funéraires. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 2 : 29-50.

DURIGON M. & PAOLAGGI J.B., 1991. Enthèse au cours de la vie. *In* : L. Simon, C. Hérisson, J. Rodineau (Eds.), *Pathologie des insertions et enthésopathie*s, Masson, Paris : 12-17.

DUTOUR O., 1986. Enthesopathies (lesions of muscular insertions) as indicators of the activities of Neolithic Saharan populations. *American Journal of Physical Anthropology* 71 : 221-224.

DUTOUR O., 1989. *Hommes fossiles du Sahara. Peuplements holocènes du Mali Septentrional.* Editions du CNRS, Paris, 342 p.

DUTOUR O., 1992a. Palimpseste Paléoanthropologique sur « l'homme fossile d'Asselar (Sahara) ». *Préhistoire et Anthropologie Méditerranéennes* 1 : 73-83.

DUTOUR O., 1992b. Activités physiques et squelette humain : le difficile passage de l'actuel au fossile. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 4 : 233-241.

DUTOUR O., 1995a. Le peuplement moderne d'Afrique septentrionale et ses relations avec celui du Proche-Orient. *Paléorient* 21 : 97-109.

DUTOUR O., 1995b. Mechta-el-Arbi. A propos d'un crâne découvert en 1913 dans « l'escargotière martyr ». *In* : R. Chenorkian (Ed.), *L'homme Méditerranéen*, Publication de l'Université de Provence, Aix-en-Procence : 75-86.

DUTOUR O., 2000. Chasse et activités physiques dans la préhistoire : les marqueurs osseux d'activités chez l'homme fossile. *Anthropologie et Préhistoire* 111 : 156-165.

ELYAQTINE M., 1995. *Variabilité et évolution de l'os temporal chez* Homo sapiens*. Comparaison avec* Homo erectus*.* Thèse de Doctorat, Université Bordeaux1, 214p.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ENDO B., 1971. Some characteristics of the deltoid tuberosity of the humerus in the West Asian and European « classic » Neandertals. *Journal of the Anthropological Society of Nippon* 79 : 249-258.

ENLOWD D.H., 1990. *Facial growth.* W. B. Saunders Comp., Philadelphia, 562 p.

ENNOUCHI E., 1962. Un néandertalien: l'homme de Jebel Irhoud (Maroc). *L'Anthropologie* 66 : 279-299.

ENNOUCHI E., 1968. Le deuxième crâne de l'homme d'Irhoud. *Annales de Paléontologie (vertébré)* 54 : 117-128.

EXCOFFIER L., 2002. Human demographic history: refining the recent African origin model. *Current Opinion in Genetics & Development* 12 : 675-682.

EVELETH P.B. & TANNER J.M., 1976. *Worldwive variation in human growth.* Cambridge : 497 p.

FEATHERS J.K., 2002. Luminescence dating in less than ideal conditions: case studies from Klasies River main site and Duinefontein. *South African Journal of Archaeological Science* 29 : 177-194.

FEATHERS J.K. & BUSH D.A., 2000. Luminescence dating of Middle Stone Age deposits at Die Kelders. *Journal of Human Evolution* 38 : 91-119.

FEREMBACH D., 1965. *Diagrammes crâniens sagittaux et mensurations individuelles des squelettes.* Travaux du centre de recherches anthropologiques, préhistoriques et ethnographiques 5, 124 p.

FEREMBACH D., 1976a. Les restes humains Atériens de la grotte de Témara (campagne 1975). *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, série XIII, t. 3 : 175-180.

FEREMBACH D., 1976b. Les restes humains de la grotte de Dar-Es-Soltan 2 (Maroc) Campagne 1975. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, série XIII, t. 3 : 183-193.

FEREMBACH D., 1986. *Homo sapiens sapiens* en Afrique : des origines au Néolithique. *In* : D. Ferembach, C. Susanne & M-C. Chamla (Eds.), *L'homme, son évolution, sa diversité.* Manuel d'anthropologie physique. Editions du CNRS, Paris : 245-256.

FEREMBACH D., 1998. Le crâne Atérien de Témara (Maroc Atlantique). *Bulletin d'Archéologie Marocaine* 18 : 19-66.

FEREMBACH D., DASTUGUE J. & POITRAT-TARGOWLA M.J., 1962. *La nécropole épipaléolithique de Taforalt (Maroc oriental). Etude des squelettes humains*. Edita Casablanca, 176 p.

FEREMBACH D., SCHWIDETZKY I. & STLOUKAL M., 1979. Recommandations pour déterminer l'âge et le sexe sur le squelette. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, série XIII, t. 6 : 7-45.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

FERRING C.R., 1975. The Aterian in North African Prehistory. *In* : F. Wendorf & A.E. Marks (Eds.), *Problems in Prehistory: North Africa and the Levant*, Southern Methodist University Press, Dallas : 113-126.

FILY M.L., CRUBÉZY E., LUDES B., ROUGÉ D. & MIDANT-REYNES B., 2001. Sternal perforation and bifid ribs. A possible familial case 5400 years olds. An example of epigenetic control of develoment? *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*., n. s., t. 13 : 5-13.

FINNEGAN M., 1978. Non-metric variation of the infracranial skeleton. *Journal of Anatomy* 125 : 23-37.

FINNEGAN M. & FAUST M.A., 1974. *Bibliography of human and non-human non-metric variation*. Amherst : Dept. Of Anthropology, University of Massachusetts, 133 p.

FIZET M., MARIOTTI A., BOCHERENS H., LANGE-BADRÉ B., VANDERMEERSCH B., BOREL J.-P. & BELLON G., 1995. Effect of diet, physiology and climate on carbon and nitrogen stables isotopes of collagen in a late Pleistocene anthropic palaeoecosystem : Marillac, Charente, France. *Journal of Archaeological Science* 22 : 67-79.

FORMICOLA V., 1993. Stature reconstruction from long bones in ancient population samples: An approach to the problem of reliability. *American Journal of Physical Anthropology* 90 : 352-358.

FORMICOLA V., 2003. More is not always better: Trotter and Glese's equations and stature estimates of Upper Paleolithic European samples. *Journal of Human Evolution* 45 : 239-243.

FORMICOLA V. & FRANCESCHI M., 1996. Regression equations for estimating stature from long bones of early Holocene European samples. *American Journal of Physical Anthropology* 100 : 83-88.

FORMICOLA V., PETTITT A. & DEL LUCCHESE A., 2004. A direct AMS radiocarbon date on the Barma Grande 6 Upper Paleolithic skeleton. *Current Anthropology* 45 : 114-118.

FRAIPONT J. & LOHEST M., 1887. La race humaine de Néanderthal ou de Canstadt en Belgique. Recherches ethnographiques sur les ossements humains, découverts dans des dépôts quaternaires d'une grotte à Spy et détermination de leur âge géologique. *Archives de Biologie* 7 : 587-757.

FRANCISCUS R.G., 1989. Neandertal mesosterna and noses: Implications for activity and biogeographical patterning (abstract). *American Journal of Physical Anthropology* 78 : 223.

FRANCISCUS R.G. & HOLLIDAY T.W., 1992. Hindlimb skeletal allometry in Plio-Pleistocene hominids with special reference to Al-288-1 ("Lucy"). *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 4 : 5-20.

FRAYER D.W., 1978. *Evolution of the dentition in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe.* University of Kansas, Publication in Anthropology 10, 201 p.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

FRAYER D.W., WOLPOFF M.H., THORNE A.G. & POPE G.G., 1993. Theories of Modern human origins: the paleontological test. *American Anthropologist* 95 (1) : 14-50.

FRIEß M., 1998. *Taille et conformation crânienne chez les hominidés de la fin du Pléistocène. Contributions de la morphométrie géométrique au débat sur l'origine de l'Homme moderne.* Thèse de Doctorat, Université Bordeaux1, 425 p.

FRIEß M., 1999. Some aspects of the cranial size and shape, and their variation among later Pleistocene hominids. *Anthropologie (Brno)* 37 : 239-246.

FULLY G., 1956. Une nouvelle méthode de détermination de la taille. *Annales de Médecine Légale* 36 : 266-273.

GAILLARD J, 1960. Détermination sexuelle d'un os coxal fragmentaire. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, série IX, t. 1 : 255-267.

GALLOWAY A., 1959. *Human skeletal remains of Bambandyanalo*. Witwatersrand Univesity Press, Johannesburg, 154 p.

GARRALDA M.D. & VANDERMEERSCH, B. 2000. Les Néandertaliens de la grotte de Combe-Grenal (Domme, France). *Paleo* 12 : 213-259.

GARRIGAN D. & HAMMER M.F., 2006. Reconstructing human origins in the genomic era. *Nature Reviews. Genetics* 7 : 669-680.

GEUS F., LECOINTE Y. & MAUREILLE B, 1996. Tombes napaténnes méroïtiques et médiévales de la nécropole Nord de l'île de Saï. Rapport préliminaire de la campagne 1994-1995 (archéologie et anthropologie). *Archéologie du Nil moyen* 7 : 99-141.

GREENE D.L., ARMELAGOS G.L., 1972. *The Wadi Halfa Mesolithic population*. Department of Anthropology, University of Massachussets, Research Reports 11, 146 p.

GREENE D.L., EWING G.H. & ARMELAGOS G.J., 1967. Dentition of a mesolithic population from Wadi Halfa, Sudan. *American Journal of Physical Anthropology* 27 : 41-56.

GRIMAUD-HERVE D., 1997. *L'évolution de l'encéphale chez* Homo erectus *et* Homo sapien*s : exemples de l'Asie et de l'Europe.* Cahiers de paléoanthropologie, CNRS Editions, 405 p.

GRINE F.E., 2000. Middle Stone Age human fossils from Die Kelders Cave 1, Western Cap Province, South Africa. *Journal of Human Evolution* 38 : 129-145.

GRINE F.E. & KLEIN R.G., 1985. Pleistocene and Holocene human remains from Equus Cave, South Africa. *Anthropology* 8 : 55-98.

GRINE F.E., JUNGERS W.L., TOBIAS P.V. & PEARSON O.M., 1995. Fossil *Homo* femur from Berg Aukas, Northern Namibia. *American Journal of Physical Anthropology* 97 : 151-185.

GRINE F.E. & HENSHILWOOD C.S., 2002. Additional human remains from Blombos Cave, South Africa : (1999-2000 excavations). *Journal of Human Evolution* 42 : 293-302.

GRÜN R. & BEAUMONT P., 2001. Border Cave revisited: a revised ESR chronology. *Journal of Human Evolution* 40 : 467-482.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

GRÜN R. & STRINGER C.B., 1991. Electron spin resonance dating and the evolution of modern humans. *Archaeometry* 33 : 153-199.

GRÜN R. & STRINGER C.B., 2000. Tabun revisited: revised ESR chronology and new ESR and U-series analyses of dental material from Tabun C1. *Journal of Human Evolution* 39 : 601-612.

GRÜN R., BEAUMONT P., TOBIAS P.V. & EGGINS S., 2003. On the age of Border Cave 5 human mandible. *Journal of Human Evolution* 45 : 155-167.

GRÜN R., BRINK J.S., SPOONER N.A., TAYLOR L., STRINGER C.B., FRANCISCUS R.G. & MURRAY A.S., 1996. Direct dating of Florisbad hominid. *Nature* 382 : 500-501.

GUADELLI J.L. & LAVILLE H., 1990. L'environnement climatique de la fin du Moustérien à Combe-Grenal et à Camiac. Confrontation des données naturalistes et implications. *In* : C. Farizy (Ed.), *Paléolithique moyen récent et Paléolithique supérieur ancien en Europe*, Mém. du Musée de Préhistoire d'Ile de France : 43-48.

GUICHARD J. & GUICHARD G., 1965. The early and middle Palaeolithic of Nubia: a preliminary report. *In* : F. Wendorf (Ed.), *Contributions to the Prehistory of Nubia*, Southern Methodist University Press, Dallas : 57-116.

GUICHARD J. & GUICHARD G., 1968. Contributions to te study of the Early and Middle Paleolithic of Nubia. *In* : F. Wendorf (Ed.), *The Prehistory of Nubia. Volume 1*, Southern Methodist University Press, Dallas : 148-193

HAILE-SELASSIE Y., ASFAW B. & WHITE T.W., 2004. Hominid cranial remains from Upper Pleistocene deposits at Aduma, Middle Awash, Ethiopia. *American Journal of Physical Anthropology* 123 : 1–10.

HAMBUCKEN A., 1993. *Variabilité morphologique et métrique de l'humérus, du radius et de l'ulna des Néandertaliens. Comparaison avec l'homme moderne.* Thèse de doctorat, Université Bordeaux1, 301 p.

HARPENDING H. & ROGERS A., 2000. Genetic perspectives on human origins and differentiation. *Annual Review of Genomics and Human Genetics* 1 : 361-385.

HASSAN F.A., 1976. Heavy minerals and the evolution of the modern Nile. *Quaternary Research* 6 : 425-444.

HASSAN F.A., 1980. Prehistoric settlements along the main Nile. *In* : M.A.J. Williams & H. Faure (Eds.), *The Sahara and the Nile. Quaternary environments and prehistoric occupation in northern Africa*, A.A. Balkema Publisher, Rotterdam, Netherlands : 421-450.

HAUSER G. & DE STEFANO G.F., 1989. *Epigenetic variation of the human skull.* E. Schweizerbart'she Verlagsbuchhandlung, Stuttgart : 301 p.

HEIM J-L., 1963. Les apophyses géni : étude anthropologique. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, série XI, t. 4 : 585-658.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

HEIM J-L., 1976. *Les Hommes fossiles de La Ferrassie. Tome I.* Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine, mémoire 35 : 331 p.

HEIM J-L., 1982a. *Les Hommes fossiles de La Ferrassie. Tome II.* Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine, mémoire 38 : 272 p.

HEIM J-L., 1982b. *Les Enfants Néandertaliens de La Ferrassie.* Masson, Paris, 159 p.

HEINZ N., 1961. Nouvelles mesures du palais. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, série XI, t. 2 : 416-423.

HENRY-MARTIN L., 1923. *L'homme fossile de La Quina.* Archives de morphologie générale et expérimentales 15, Paris, 260 p.

HENRY-GAMBIER D., 2001. *La sépulture des enfants de Grimaldi (Baoussé-Roussé, Italie). Anthropologie et palethnologie funéraire des populations de la fin du Paléolithique supérieur*. CTHS, Paris, 178 p.

HENRY-GAMBIER D., 2002. Les fossiles de Cro-Magnon (Les Eyzies-de-Tayac, Dordogne): nouvelles données sur leur position chronologique et leur attribution culturelle. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 14 : 89-112.

HENRY-GAMBIER D. & WHITE R., 2003. New chrono-cultural data on the Cro-Magnon and Combe-Capelle human remains (Dordogne, France) : consequences for the biocultural origins of modern humans in Europe. *Paleoanthropology Society. Abstract for the 2003 Meeting*, Tempe, Arizona.

HENSHILWOOD C.S., D'ERRICO F., MAREAN C.W., MILO R.G. & YATES R., 2001. An early bone tool industry from the Middle Stone Age at Blombos Cave, South Africa: implications for the origins of modern human behaviour, symbolism and language. *Journal of Human Evolution* 41 : 631-678.

HERMANN B., 1972. *Das Combe Capelle-Skelet.* Ausgrabungen in Berlin 3, Berlin : 7-69.

HERON I.C., 1923. Measurments and observations upon the human auditory ossicles. *American Journal of Physical Anthropology* 6 : 11-26

HERRING S.W., 1993. Epigenetic and functional influences of skull growth. *In* : J. Hanken & B.K. Hall (Eds.), *The skull: functional and evolutionary mechanisms*, Univerity of Chicago Press, Chicago : 153-206.

HERSHKOVITZ P., 1977. *Living New World Monkeys (Platyrrhini) with an introduction to Primates*. Vol. I. University of Chicago Press, Chicago.

HERSHKOVITZ I., EDELSON G., SPIERS M., ARENSBURG B., NADEL D. & LEVI B., 1993. Ohalo II Man – Unusual finding in the anterior rib cage and shoulder Girdle of an 19 000-year-old specimen. *International Journal of Osteoarchaeology* 3 : 177-188.

HERSHKOVITZ I., SPEIRS M.S., FRAYER D., NADEL D., WISH-BARATZ S. & ARENSBURG B., 1995. Ohalo II H2 : a 19 000 year old skeleton from a water-logged site at the sea of Galilee, Israel. *American Journal of Physical Anthropology* 96 : 215-234.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

HEWES G.W., IRWIN H., PAPWORTH M. & SAXE A., 1964. A new fossil human population from the Wadi Halfa area, Sudan. *Nature* 203 : 341-343.

HIGHAM T., RAMSEY C.B., KARAVANIĆ I., SMITH F.H. & TRINKAUS E., 2006. Revised direct radiocarbon dating of the Vindija G_1 Upper Paleolithic Neandertals. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 103 : 553-557.

HOFFMANN A. & WENGLER D., 2002. The rediscovery of Combe Capelle skull. *Journal of Human Evolution* 43 : 577-581.

HOLLIDAY T.W., 2002. Body size and postcranial robusticity of European Upper Paleolithic hominins. *Journal of Human Evolution* 43 : 513-528.

HOLLIDAY T.W., 2006a. Body proportions. *In* : E. Trinkaus & J. Svoboda (Eds.), *Early modern human evolution in central Europe. The people of Dolni Vestonice and Pavlov*, Oxford University Press, U.S.A. : 224-232.

HOLLIDAY T.W., 2006b. The vertebral columns. *In* : E. Trinkaus & J. Svoboda (Eds.), *Early modern human evolution in central Europe. The people of Dolni Vestonice and Pavlov*, Oxford University Press, U.S.A. : 242-294.

HOLLIDAY T.W., 2006c. The costal skeletons. *In* : E. Trinkaus & J. Svoboda (Eds.), *Early modern human evolution in central Europe. The people of Dolni Vestonice and Pavlov*, Oxford University Press, U.S.A. : 295-326.

HOLT B.M., 2003. Mobility in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe: Evidence from the lower limb. *American Journal of Physical Anthropology* 122 : 200-215.

HOLT B.M., MUSSI M., CHURCHILL S.E. & FORMICOLA V., 2000. Biological and cultural trends in Upper Palaeolithic Europe. *Rivista di Anthropolgia* 78 : 179-192.

HONEGGER M., 2004a. Settlement and cemeteries of the Mesolithic and Early Neolithic at el-Barga (Kerma region). *Sudan & Nubia* 8 : 27-32.

HONEGGER M., 2004b. El-Barga. *In* : D.A. Welsby & J.R. Anderson (Eds.), *Sudan Ancient Treasure*, The British Museum Press, London : 31-34.

HOUËT F., BRUZEK J. & MURAIL P., 1999. Computer program for sex diagnosis of the human pelvic bone based on probabilistic approach. *American Journal of Physical Anthropology*, supplement 28 : 155.

HOUSTON C.S. & ZALESKI W.A., 1967. The shape of vertebral bodies and femoral necks in relation ti activity. *Radiology* 89 : 59-66.

HOWE B., BRIGGS L.C. & HENCKEN H., 1967. *The Palaeolithic of Tangier, Morocco*. Massachusetts Peabody Museum, Cambridge, 200 p.

HOWELLS W.W., 1973. *Cranial variation in man : a study by multivariate analysis of patterns of difference among recent humans populations*. Papers of the Peabody museum of Archaeology and Ethnology 67 : 269 p.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

HOWELLS W.W., 1996. Howell's craniometric data on the internet. *American Journal of Physical Anthropology* 101 : 393-410.

HUBLIN J-J., 1978. *Le torus occipital transverse et les structures associées : évolution dans le genre* Homo*. Tome I*. Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI : 176 p.

HUBLIN J-J., 1991. *L'émergence des* Homo sapiens *archaïques : Afrique du nord-ouest et Europe occidentale.* Thèse d'Etat, Université Bordeaux1, 427 p.

HUBLIN J-J., SPOOR F., BRAUN M., ZONNEVELD F. & CONDEMI S., 1996. A late Neanderthal from Arcy-sur-Cure associated with Upper Palaeolithic artefacts. *Nature* 381 : 224–226.

HUGHES A.R., 1990. The Tuinplaas human skeleton from Springbok Flats, Transvaal. *In* : G.H. Sperber (Ed.), *From apes to angels: essays in anthropology in honor of Phillip Tobias*, Wiley-Liss, New York : 197-214.

HSÜ K.J., RYAN W.B.F. & CITA M.B., 1973. Late Miocene dessication of the Mediterranean. *Nature* 242 : 240-244.

IMAGEJ, 2005. *ImageJ for Windows. Version 1.34*.

INGERVALL B. & THILANDER B., 1972. The human spheno-occipital synchondrosis. I. The time of closure appraised macroscopically. *Acta Odontologica Scandinavica* 30 : 349-356.

JAMBU M., 1999. *Méthodes de base de l'analyse des données*. Editions Eyrolles et France Télécom-Cent, 412 p.

JEFFERY N. & SPOOR F., 2004. Prenatal growth and development of the modern human labyrinth. *Journal of Anatomy* 204 : 71–92.

JELÍNEK J., PELISCK J. & VALOCH K., 1959. Der fossile Mensch Brno II. *Anthropologie (Brno)* 9 : 1-30.

JUNGERS W. L., FALSETTI A. B. & WALL C. E., 1995. Shape, Relative Size, and Size-adjustments in Morphometrics. *Yearbook of Physical Anthropology* 38 : 137-161.

KEITH A., 1911. The early history of the Gibraltar cranium. *Nature* 87 : 313-314.

KENDRICK G.S. & BIGGS N.L., 1963. Incidence of the ponticulus posticus of the first cervical vertebra between ages six and seventeen. *Anatomical Record* 145 : 449-453.

KENNEDY G.E., 1984. The emergence of *Homo sapiens*: the post cranial evidence. *Man* 19 : 94-110.

KENNEDY G.E., 1992. The evolution of *Homo sapiens* as indicated by feature of the postcranium. *In* : G. Bräuer & F.H. Smith (Eds.), *Continuity or replacement. Controversies in* Homo sapiens *evolution*, A.A. Balkema, Rotterdam : 209-218.

KIDDER J.H., JANTZ R.L. & SMITH F.H., 1992. Defining modern humans: A multivariate approach. *In* : G. Bräuer & F.H. Smith (Eds.), *Continuity or replacement. Controversies in Homo sapiens evolution,* A.A. Balkema, Rotterdam : 157-177.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

KIESER J.A., 1990. *Human adult odontometrics: the study of variation in adult tooth size*. Cambridge Univesity Press, Cambridge, 194 p.

KIMURA K., 1982. A base-wing index for sexing the sacrum. *Journal of the Anthropological Society of Nippon* 90 (Suppl.) : 153-162.

KLEIN R.G., 1970. Problems in study of the Middle Stone Age of South Africa. *South African Archaeological Bulletin* 25 : 127-135.

KOBUSIEWICZ M., KABACIŃSKI J., SCHILD R., IRISH J.D. & WENDORF F., 2004. Discovery of the first Neolithic cemetery in Egypt's western desert. *Antiquity* 78 : 566-577.

KREITNER K.F., SCHWEDEN F.J., RIEPERT T., NAFE B. & THELEN M., 1998. Bone age determination based on the study of the medial extremity of the clavicle. *European Radiology* 8 : 1116-1118.

KREJCI V. & KOCH P., 1985. *Lésions musculaires et tendineuses du sportif*. Masson, Paris, 128 p.

LAGOTALA H., 1924. Etude des ossements humains de Mechta-el-Arbi. *Recueil des notices et mémoires de la société archéologique historique et géographique de Constantine* 55 : 145-177.

LAHR M.M., 1996. *The evolution of modern human diversity: a study of cranial variation*. Cambridge University Press, Cambridge, 356 p.

LANIER R.R.JR., 1939. The presacral vertebrae of American white and Negro males. *American Journal of Physical Anthropology* 38 : 341-420.

LE GROS CLARK W.E., 1964. *The fossil evidence for human evolution: an introduction to the study of Paleoanthropology.* University of Chicago Press, Chicago, 498 p.

LEAKEY L.S.B., 1970. *The Stone Age races of Kenya*. Oxford University Press, London, 145 p.

LEAKEY L.S.B & LEAKEY M.D., 1971. *Olduvaï Gorge. Excavations in Beds I and II, 1960-1963*. Cambridge University Press, Cambridge, 306 p.

LEE A. & PEARSON K., 1901. Data for the problem of evolution in Man VI. A first study of the correlations of the human skull. *Philosophical Transactions of the Royal Society* A 196 : 225-264.

LEGUÈBE A. & TOUSSAINT M., 1988. *La mandibule et le cubitus de La Naulette : morphologie et morphométrie*. Cahiers de Paléoanthropologie, Edition CNRS, 124 p.

LEVEQUE F. & VANDERMEERSCH B., 1980. Découverte de restes humains dans un niveau castelperronien à Saint-Césaire (Charente-Maritime). *Comptes rendus de l'Academie des Sciences de Paris* D 291 : 187-189.

LIEBERMAN D.E., 1995. Testing hypotheses about recent human evolution from skulls. Integrating morphology, function, development, and phylogeny. *Current Anthropology* 36 : 159-197.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

LIEBERMAN D.E., 1996. How and why humans grow thin skulls: Experimental evidence for systemic cortical robusticity. *American Journal of Physical Anthropology* 101 : 217-236.

LIEBERMAN D.E., DELVIN M.J. & PEARSON O.M., 2001. Articular area responses to mechanical loading: effect of excercise, age, and skeletal location. *American Journal of Physical Anthropology* 116 : 266-277.

LIEBERMAN D.E., MCBRATNEY B.M. & KROVITZ G., 2002. The evolution and development of cranial form in *Homo sapiens*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 99 : 1134-1139.

LIEBERMAN D.E., POLK J.D. & DEMES B., 2004a. Predicting long bone loading from cross-sectional geometry. *American Journal of Physical Anthropology* 123 : 156-171.

LIEBERMAN D.E., KROVITZ G.E., YATES F.W., DEVLIN M. & ST. CLAIRE M., 2004b. Effects of food processing on masticatory strain and craniofacial growth in a retrognathic face. *Journal of Human Evolution* 46 : 655-677.

LISONĚK P. & TRINKAUS E., 2006. The Auditory Ossicles. *In*: E. Trinkaus & J. Svoboda (Eds.), E*arly modern human evolution in central Europe. The people of Dolni Vestonice and Pavlov*, Oxford University Press, U.S.A. : 153-155.

LISONĚK P., KUTAL M., PEŠKE L. & KUBÍNEK R., 1986. Auditory ossicles from archaeological finds. *Anthropologie (Brno)* 24 : 185-188.

LOVEJOY C.O., MEINDL R.S., PRYZBECK T.R. & MENSFORTH R.P., 1985. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology* 68 : 15-28.

MAGORI C.C & DAY M.H., 1983a. An early *Homo sapiens* skull from the Ngaloba Beds, Laetoli, Northern Tanzania. *Anthropos (Athens)* 10 : 143-183.

MAGORI C.C. & DAY M.H., 1983b. Laetoli hominid 18 : an early *Homo sapiens* skull. *Journal of Human Evolution* 12 : 747-753.

MALLEGNI F., BERTOLDI F. & MANOLIS S., 2000. Palaeobiology of two Gravettian skeletons from Veneri cave (Parabita, Puglia, Italy). *Homo* 51 : 235-257.

MARCHAL F., 2003. Le dimorphisme sexuel de conformation de l'os coxal humain, bases biologiques et nouvelles applications possibles. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 15 : 7-24.

MARKS A.E., 1968a. The mousterian industries of Nubia. *In* : F. Wendorf (Ed.), *The Prehistory of Nubia. Volume 1*, Southern Methodist University Press, Dallas : 194-314.

MARKS A.E., 1968b. The Khormusan : An Upper Pleistocene industry in Sudanese Nubia. *In* : F. Wendorf (Ed.), *The Prehistory of Nubia. Volume 1*, Southern Methodist University Press, Dallas : 315-391.

MARKS A.E., 1968c. The Halfan industry. *In* : F. Wendorf (Ed.), *The Prehistory of Nubia. Volume 1*, Southern Methodist University Press, Dallas : 392-460.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

MAROTO J., 1993. *La mandíbula de Banyoles en el context dels fòssils humans del Pleistocè*. Centre d'Investigacions Arqueològiques de Girona. Sèrue monogràfica 13, Girona, 194 p.

MARTIN R., 1914. *Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung*. Jena : G. Fischer, 1181 p.

MARTÍNEZ I., ROSA M., ARSUAGA J.-L., JARABO P., QUAM R., LORENZO C., GRACIA A., CARRETERO J.-M., BERMÚDEZ DE CASTRO J.-M. & CARBONELL E., 2004. Auditory capacities in Middle Pleistocene humans from the Sierra de Atapuerca in Spain. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 101 : 9976-9981.

MASALI M., 1964. Dati sulla variabilità morfometrica e ponderale degli ossicini dell'udito nell'Uomo. *Archivio Italiano di Anatomia e di Embriologia* 69 : 435-446.

MASALI M., 1968. *The ear bones and the vertebral column as indications of taxonomic and postural distinctions among Old World Primates with references to the origin of Man.* Rosenberg and Sellier, Torino.

MASALI M., 1992. The ear ossicles and the evolution of the Primate ear: a biomechanical approach. *Human Evolution* 7 : 1-5.

MASALI M. & CHIARELLI B., 1965. I. *Il martello nelle scimmie del Vecchio Mondo e nell'uomo. Analisi morfometrica comparata degli ossicini dell'udito dei Primati Centro di Primatologia*. Istituto di Antropologia, Universita Torino : 137-145.

MASALI M., MAFFEI M. & BORGOGNINI TARLI S., 1991. Application of morphometric model for the reconstruction of some functional characteristics of external and middle ear in Circeo 1. *In* : M. Piperno & G. Scichilone (Eds.), *The Neandertal skull Circeo 1 - Studies and Documentation*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato-Libreria dello Stato, Rome : 321-338.

MATIEGKA J., 1928. La déflexion de la clavicule. *L'Anthropologie* 48 : 596-597.

MATIEGKA J., 1929. The skull of the fossil man Brno III, and the cast of its interior. *Anthropologie (Brno)* 7 : 90-107

MATIEGKA J., 1938. *Homo Predmostensis II : Ostatní casti kostrové*. Prague, 91 p.

MAUREILLE B., 1994. *La face chez* Homo erectus *et* Homo sapiens *: recherche sur la variabilité morphologique et métrique.* Thèse de Doctorat, Université Bordeaux1 : 486 p.

MAUREILLE B., 2001. *Variabilité dans le genre* Homo*: Les mensurations des couronnes dentaires déciduales et permanentes*. Habilitation à Diriger des Recherches. Université de Bordeaux1, 168 p.

MAUREILLE B. & SELLIER P., 1996. Dislocation en ordre paradoxal, momification et décomposition : observation et hypothèse. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. : 313-327.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

MAUREILLE B., ROUGIER H., HOUËT F., VANDERMEERSCH B., 2001. Les dents inférieures du néandertalien Regourdou 1 (site de Regourdou, commune de Montignac, Dordogne) : Analyses métriques et comparatives. *Paléo* 13 : 183-200.

MAUREILLE B., MANN A., BEAUVAL C., BORDES J-G., BOURGUIGNON L., COSTAMAGNO S., COUCHOUD I., LACRAMPE-CUYAUBERE F., LAROULANDIE V., MARQUET J-C., MEIGNEN L., TEXIER J-P. & VANDERMEERSCH B., (sous presse). Le gisement moustérien des Pradelles (Marillac-le-Franc, Charente) : passé, présent, futur. *Bulletins de la Société Préhistorique française*, actes du colloque d'Avignon.

MAYS S. & COX M., 2000. Sex determination in skeletal remains. *In* : M. Cox & S. Mays (Eds.), *Human osteology in archaeology and forensic science*. Greenwich medical media, London : 117-130.

MCBREARTY S. & BROOKS A.S., 2000. The Revolution that wasn't: a new interpretation of the origin of modern human behaviour. *Journal of Human Evolution* 39 : 453–563.

MCBURNEY C.B.M., 1967. *The Haua Fteah (Cyrenaica) and the Stone Age of South-East Mediterranean*. Cambridge University Press, London, 387 p.

MCCOWN T.D. & KEITH A., 1939. *The stone age of mount Carmel: The fossil remains from levalloiso-mousterian.* The Clarendon Press, Oxford, 391 p.

MCDERMOTT F., GRÜN R., STRINGER C. & HAWKESWORTH C.J., 1993. Mass-spectrometric U-series dates from Israeli Neanderthal/early modern hominid sites. *Nature* 363 : 252-255.

MCDERMOTT F., STRINGER C., GRÜN R., WILLIAMS C.T., DIN V. & HAWKESWORTH C., 1996. New Late Pleistocene uranium-thorium and ESR dates for Singa hominid (Sudan). *Journal of Human Evolution* 31 : 507-516.

MCDOUGALL I., BROWN F.H. & FLEAGLE J.G., 2005. Stratigraphic placement and age of modern humans from Kibish, Ethiopia. *Nature* 433 : 733-736.

MCHENRY H.M., 1975. Biomechanical interpretation of the early hominid hip. *Journal of Human Evolution* 4 : 343-355.

MCHENRY H.M., 1992. Body size and proportions in early hominids. *American Journal of Physical Anthropology* 87 : 407-431.

MCHENRY H.M., CORRUCCINI R.S. & HOWELL F.C., 1976. Analysis of an aarly hominid ulna from the Omo Basin, Ethiopia. *American Journal of Physical Anthropology* 44 : 295-304.

MCKERN T.W. & STEWART T.D., 1957. *Skeletal age changes in young american males, analysed from the standpoint of the age identification.* Headquarters Quartermaste Research and Development Command, Technical Report EP-45. Natick, MA.

MEHLMAN M.J., 1987. Provenience, age and association of archaic *Homo sapiens* crania from Lake Eyasi, Tanzania. *Journal of Archaeological Science* 14 : 133-162.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

MELLARS P. & GRÜN R., 1991. A comparison of the electron spin resonance and thermoluminescence dating methods: the results of ESR dating at Le Moustier (France). *Cambridge Archaeological Journal* 1 : 269-276.

MELSEN B., 1972. Time and mode of closure of the spheno-occipital synchondrosis determined on human autopsy material. *Acta Anatomica* 83 : 112-118.

MENARD J., 1998. Odontologie des dents de la grotte de Temara (Maroc). *Bulletin d'Archéologie Marocaine* 18 : 67-97.

MENARD J., 2002. Etude odontologique des restes atériens de Dar-Es-Soltane II et d'El-Harhoura II au Maroc. *Bulletin d'Archéologie Marocaine* 19 : 67-118.

MERBS C.F., 1983. Patterns of activities-induced pathology in canadian inuit population. *Archeological Survey of Canada* 119 : 1-199.

MERCIER N., 1992. *Apport des méthodes radionucléaires de datation à l'étude du peuplement de l'Europe et du Proche-Orient au cours du Pléistocène supérieur.* Thèse de doctorat, Université Bordeaux1, 130 p.

MERCIER N., VALLADAS H., JORON J-L., REYSS J-L., LEVEQUE F. & VANDERMEERSCH B., 1991. Thermoluminescence dating of the late Neandertal remains from Saint-Césaire. *Nature* 351 : 737-739.

MERCIER N., VALLADAS H., BAR-YOSEF O., VANDERMEERSCH B., STRINGER C.B. & JORON J.L., 1993. Thermoluminescence date for Mousterian burial site of Es-Skhul, Mt. Carmel. *Journal of Archaeological Science* 20 : 169-174.

MERCIER N., VALLADAS H., VALLADAS G., REYSS J-L., JELINEK A., MEIGNEN L. & JORON J.L., 1995. TL dates of burnt flints from Jelínek's excavations at Tabun and their implications. *Journal of Archaeological Science* 22 : 495-509.

MERCURY COMPUTER SYSTEMS INC., 2003. Amira 3.1 ®.

MIDDLETON G.M., 2000. *Data analysis in the earth sciences using Matlab*. Prentice-Hall, Inc., 260 p.

MOLNAR S., 1972. Tooth wear and culture: A survey of tooth functions among some prehistoric populations. *Current Anthropology* 13 : 511-526.

MOVIUS H.L., 1975. *Excavation of the Abri Pataud, Les Eysies (Dordogne)*. Peabody Museum of archaeology and ethnology, Bulletin 30, 305 p.

MONGE J., MAUREILLE B. & MANN A.E., 2005. La dentition humaine. *In* : O. Dutour, J-J. Hublin & B. Vandermeersch (Eds.), *Objets et méthodes en paléoanthropologie*, CTHS, Paris : 103-135.

MÜLLER H., 1977. Caractères non-métriques du squelette de la tête chez les populations médiévales de Thoiry (Ain, France) et de Bavois (Vaud, Suisse). *Arch. Suiss. Anthrop. Ges.* 41 : 123-164.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

MURAIL P., 1996. *Biologie et pratiques funéraires des populations d'époque historique: une démarche méthodologique appliquée à la nécropole de Chantambre (Essonne, France).* Thèse de Doctorat, Université Bordeaux1, 264 p.

MURAIL P., BRUZEK J. & HOUËT F., 2000. Stability of the human pelvic sexual dimorphism pattern allows probabilistic sex diagnosis among *Homo sapiens sapiens*. *Abstracts of the 12th Congress of the European Anhropological Association*, Cambridge : 55-56.

MURAIL P., BRUZEK J., HOUËT F. & CUNHA E., 2005. DSP : a tool for probabilistic sex diagnosis using worldwide variation in hip-bone measurements. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 17 : 167-176.

MURRAY W.M., BUCHANAN T.S. & DELP S.L., 2002. Scaling of peak moments arms of elbow muscles with upper extremity bone dimensions. *Journal of Biomechanics* 35 : 19-26.

MUTAW R. J., 1986. *Human auditory ossicle variation and function.* Ph. D. Dissertation, University of Colorado, Boulder : 127 p.

NADEL D. & HERSHKOVITZ, 1991. New subsistence data and human remains from the earliest levantine Epipalaeolithic. *Current Anthropology* 32 : 631-635.

NARA T., 1994. *Etude de la variabilité de certains caractères métriques et morphologiques des Néandertaliens.* Thèse de Doctorat, Université Bordeaux1, 221 p.

NIEWOEHNER W.A., 2001. Behavioral inferences from the Skhul/Qafzeh early modern human hand remains. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 98 : 2979-2984.

NIEWOEHNER W.A., WEAVER A.H. & TRINKAUS E., 1997. Neandertal capitate-metacarpal articular morphology. *American Journal of Physical Anthropology* 103 : 219-233.

NOVOTNY V., 1975. Diskriminantanalyse der geschlechtsmerkmale auf dem os coxae beim Menschen. *Papers of the 13th Congress of Anthropologist Czechoslovak*, Czech Anthropological Society, Brno : 1-23.

OLIVIER G., 1951. Technique de mesure des courbures de la clavicule. *Comptes rendus de l'Association des Anatomistes* 69 : 753-764.

OLIVIER G., 1960. *Pratique anthropologique.* Vigot frêres Editor, Paris, 202 p.

OLIVIER G., AARON C., FULLY G. & TISSIER G., 1978. New estimations of stature and cranial capacity in modern man. *Journal of Human Evolution* 7 : 416-423.

OLSON E. & MILLER R., 1958. *Morphological integration.* University of Chicago Press, Chicago, 317 p.

OSSENBERG N.S., 1969. *Discontinuous morphological variation in the human cranium.* Ph. D. Dissertation, University of Toronto.

OWINGS-WEBB P.A. & MYERS-SUCHEY J., 1985. Epiphyseal union of the anterior iliac crest and medial clavicle in a modern multiracial sample of american males and females. *American Journal of Physical Anthropology* 68 : 457-466.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

PANY D., 2003. *An analysis of occupationally-induced stress markers on the skeletal remains from the ancient Hallstatt cemetery.* Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Magistra der Naturwissenschaften an der Universität Wien, 153 p.

PAP I., TILLIER A.-M., ARENSBURG B. & CHECH M., 1996. The Subalyuk Neanderthal remains (Hungary): a re-examination. *Annales historico-naturales musei nationalis hungarici* 88 : 233-270.

PAULISSEN E. & VERMEERSCH P.M., 1987. Earth, man and climate in the egyptian Nile valley during the Pleistocene. *In* : A.E. Close (Ed.), *Prehistory of the Arid North Africa*, Southern Methodist Univesity Press, Dallas : 29-67.

PAULISSEN E. & VERMEERSCH P.M., 1989. Le comportement des grands fleuves allogènes : l'exemple du Nil saharien au Quaternaire supérieur. *Bulletin de la Société géologique de France* 1 : 73-83.

PEARSON O.M., 2000. Postcranial remains and the origin of modern humans. *Evolutionary Anthropology* 9 : 229-247.

PEARSON O.M. & GRINE F.E., 1996. Morphology of the Border Cave hominid ulna and humerus. *South African Journal of Science* 92 : 231-236.

PEARSON O.M. & GRINE F.E., 1997. Re-analysis of the hominid radii from Cave of Hearths and Klasies River Mouth, South Africa. *Journal of Human Evolution* 32 : 577-592.

PEARSON O.M., CHURCHILL S.E., GRINE F.E., TRINKAUS E. & HOLLIDAY T.W., 1998. Multivariate analyses of the hominid ulna from Klasies River Mouth. *Journal of Human Evolution* 34 : 653-656.

PETIT-MAIRE N., 1991. Recent quaternary climatic change and Man in the Sahara. *Journal of African Earth Sciences* 2 : 125-132.

PETIT-MAIRE N. & DUTOUR O., 1987. Holocene populations of the western and southern Sahara: mechtoids and paleoclimates. *In* : Close A.E. (Ed.), *Prehistory of the Arid North Africa*, Southern Methodist University Press, Dallas : 259-285

PETTITT P.B., 2000. The Paviland radiocarbon dating programme: reconstructiong the chronology of faunal communities, carnivore activity and human occupation. *In* : Aldhouse-Green S. (Ed.), *Paviland Cave and the « Red Lady »,* West Acad Spec., Bristol : 63-71.

PETTITT P.B. & BADER N.O., 2000. Direct AMS radiocarbon dates for the Sunghir mid Upper Palaeolithic burials. *Antiquity* 74 : 269-270.

PETTITT P.B. & TRINKAUS E., 2000. Direct radiocarbon dating of the Brno 2 gravettian human remains. *Anthropologie (Brno)* 38 : 149-150.

PEYRE M., MIDDLETON P., VILET A., FALDA M., DE LECLUSE J. & RODINEAU J., 1997. Lésions de la coiffe des rotateurs. Analyse des gestes sportifs incriminés. Rappel des principes de rééducation. Eléments de prévention. *In* : S. Jacques (Ed.), *Médecine du sport 1997*, Expansion scientifique française : 97-101.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

PEYRON J.G., 1987. Epidémiologie et génétique. *In* : L. Simon, G. Loyau (Eds.), *L'arthrose : perspectives et réalités,* Masson, Paris : 12-19.

PIPERNO M. & SCICHILONE G., 1991. *Il cranio neandertaliono Circeo 1 : studi e documenti.* Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Libreria dello Stato, Roma, 546 p.

PIQUET M.M., 1956. Etude sur la robustesse de la mandibule. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, série X, t. 7 : 204-224.

PINHASI R., 1998. An odontometric investigation of the affinities of the Nazlet Khater specimen to prehistoric, protohistoric and modern African populations. *Dental Anthropology* 12 : 1–10.

PINHASI R., 2002. Biometric study of the affinities of NK – A quantitative analysis of the mandible dimensions. *In* : P. M. Vermeersch (Ed.), *Palaeolithic quarrying sites in Upper and Middle Egypt*, Egyptian Prehistory Monographs (Leuven) 4 : 283-335.

PINHASI R. & SEMAL P., 2000. The position of the Nazlet Khater specimen among prehistoric and modern african and levantine populations. *Journal of Human Evolution* 39 : 269-288.

PFEIFFER S. & ZEHR M.K., 1996. A morphological and histological study of the human humerus from Border Cave. *Journal of Human Evolution* 31 : 49-59.

PLATZER W., 1999. *Atlas de poche d'anatomie. 1. Appareil locomoteur*. Médecine-Sciences – Flammarion, Paris, 461 p.

PONCE DE LEON M.S. & ZOLLIKOFER C.P.E., 1999. New evidence from Le Moustier 1: Computer-assisted reconstruction and morphometry of the skull. *The Anatomical Record* 254 : 474-489.

POWELL T.V. & BRODIE A.G., 1963. Closure of the spheno-occipital synchondrosis. *The Anatomical Record* 147 : 15-23.

PROTSCH R., 1974. The age and stratigraphic position of Olduvai hominid I. *Journal of Human Evolution* 3 : 379-385.

PROTSCH R., 1978. The chronological position of Gamble's Cave II and Bromhead's Site (Elmenteita) of the Rift Valley, Kenya. *Journal of Human Evolution* 7 : 101-109.

PROTSCH R., 1981. The palaeoanthropological finds of the Pliocene and Pleistocene. *In* : H. Müller-Beck, W. Taute & J. Tomsky (Eds.), *Die archäologischen und anthropologischen ergebnisse der Kohl-Larsen-Expeditionen in Nord Tanzania 1933-1939*, Tübinger Monographien zur Urgeschichte, Band 3, 179 p.

PYCRAFT W.P., ELLIOT SMITH G., YEARSLEY M., CARTER J.T., SMITH R.A., HOPWOOD A.T., BATE D.M.A., SWINTON W.E. & BATHER F.A., 1928. *Rhodesian man and associated remains.* British Museum (Natural History), London, 76 p.

RAK Y., 1990. On the differences between two pelvises of mousterian context from the Qafzeh and Kebara caves, Israel. *American Journal of Physical Anthropology* 81 : 323-332.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

RAK Y., 1991. The pelvis. *In* : O. Bar-Yosef & B. Vandermeersch (Eds.), *Le squelette moustérien de Kébara 2*, Cahiers de paléoanthropologie, Editions du CNRS : 148-156.

RAK Y. & CLARKE R. J., 1979. Ear ossicle of *Australopithecus robustus*. *Nature* 279 : 62-63.

RAYNAL J-P., 1990. Essai de datation directe. *In* : J-P. Raynal & Y. Pautrat (Eds.), *La Chapelle-aux-Saints et la préhistoire en Corrèze*, L'Association pour la Recherche Archéologique en Limousin : 43-46.

REED C.A. 1965. A human frontal bone from th Late Pleistocene of the Kom Ombo plain, Upper Egypt. *Man* 95 : 101-103.

RELETHFORD J.H., 2001. *Genetics and the search for modern human origins.* Wiley-Liss, New-York, 252 p.

RIGHTMIRE G.P., 1975. New studies of Post-Pleistocene human skeletal remains from the rift valley, Kenya. *American Journal of Physical Anthropology* 42 : 351-370.

RIGHTMIRE G.P., 1978. Human skeletal remains from the southern Cape Africa. *Quaternary Research* 9 : 219-230.

RIGHTMIRE G.P., 1998. Human evolution in the Middle Pleistocene: The role of *Homo heidelbergensis*. *Evolutionary Anthropology* 6 : 218-227.

RIGHTMIRE G.P. & DEACON H.J., 1991. Comparative studies of Late Pleistocene human remains from Klasies River Mouth, South Africa. *Journal of Human Evolution* 20 : 131-156.

RINK W.J., SCHWARCZ H.P., SMITH F.H. & RADOVCIC J., 1995. ESR ages for Krapina hominids. *Nature* 378 : 24.

RIQUET R., 1970. La race de Cro-Magnon : abus de language ou réalité objective ? *In :* G. Camps & G. Olivier (Eds.), *L'homme de Cro-Magnon. Anthropologie et archéologie*, Centre de recherches anthropologiques, préhistoriques et ethnographiques, Paris : 37-58.

ROCHE J., 1963. *L'Epipaléolithique marocain*. Librairie Marcel Didier, Paris, 251 p.

ROGERS J. & WALDRON T., 1995. *A field guide to joint disease in archaeology*, John Wiley & Sons Ltd128, Chichester, 119 p.

ROOK L., BONDIOLI L. CASALI F., ROSSI M., KÖHLER M., MOYA SOLA S. & MACCHIARELLI R., 2004. The bony labyrinth of *Oreopithecus bambolii. Journal of Human Evolution* 46 : 349–356.

ROSAS A. & BERMUDEZ DE CASTRO J.M., 1998. The mauer mandible and the evolutionary signnificance of *Homo heidelbergensis*. *Geobios* 31 : 687-697.

ROSSIGNOL M., 1962. Analyses polliniques de sédiments marins quaternaires en Israël. II: Sédiments pléistocènes. *Pollen et Spores* 4 : 121-148

ROUGIER H., 2003. *Etude descriptive et comparative de Biache-Saint-Vaast 1 (Biache-Saint-Vaast, Pas-de-Calais, France.* Thèse de Doctorat, Université Bordeaux1 : 418 p.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

RUFF C.B., 1995. Biomechanics of the hip and birth in early *Homo*. *American Journal of Physical Anthropology* 98 : 527-574.

RUFF C.B., 2000. Body size, body shape, and long bone strength in modern humans. *Journal of Human Evolution* 38 : 269-290.

RUFF C.B. & HAYES W.C., 1983. Cross-sectional geometry of the Pecos Pueblo femora and tibiae-a biomechanical investigation: I. Methods and general pattern of variation. *American Journal of Physical Anthropology* 60 : 359-381.

RUFF C.B. & JONES H.H., 1981. Bilateral asymmetry in cortical bone of the humerus and tibia - sex and age factors. *Human Biology* 53 : 69-86.

RUFF C.B. & LEO K.P., 1986. The use of computed tomography in skeletal structure research, *Yearbook of Physical Anthropology* 29 : 181-196.

RUFF C.B., TRINKAUS E. & HOLLIDAY T.W., 1997. Body mass and encephalization in Pleistocene *Homo*. *Nature* 387 : 173-176.

RUFF C.B., SCOTT W.W. & LIU A.Y.C., 1991. Articular and diaphyseal remodeling of the proximal femur with changes in body mass in adults. *American Journal of Physical Anthropology* 86 : 397-413.

RUFF C.B., NISKANEN M., JUNNO J.A. & JAMISON P., 2005. Body mass prediction from stature and bi-iliac breadth in two high latitude populations, with application to earlier higher latitude humans. *Journal of Human Evolution* 48 : 381-392.

RUFF C.B., TRINKAUS E., WALKER A. & LARSEN C.S., 1993. Postcranial robusticity in *Homo*. I: Temporal trends and mechanical interpretation. *American Journal of Physical Anthropology* 91 : 21-53.

SABAN R., 1975. Les restes humains de Rabat (Maroc). *Annales de Paléonthologie* 61 : 153-207.

SABAN R., 1977. The place of Rabat man (Kébirat, Morocco) in human evolution. *Current Anthropology* 18 : 518-524.

SAHNI D., JIT I., NEELAM & SURI S., 1998. Time of fusion of the basisphenoid with the basilar part of the occipital bone in northwest indian subjects. *Forensic Science International* 98 : 41-45.

SAID R., 1990. *The geology of Egypt.* A.A. Balkema Publisher, Rotterdam, Netherlands, 734 p.

SAID R., 1993. *The river Nile. Geology, hydrology and utilization.* Pergamon Press, Oxford, 332 p.

SARASIN F., 1931. Die variationen im bau des handskeletts verschiedener menschenformen. *Zeitschriften für Morphologie und Anthropologie* 30 : 252-316.

SAUNDERS S.A., 1978. *The development and distribution of discontinuous morphological variation of the human infracranial skeleton.* National Museum of Man, Archaeological Survey of Canada 81 : 549 p.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

SAUNDERS S.A., 1989. Nonmetrics skeletal variation. *In* : M.Y. Iscan & K.A.R. Kennedy (Eds.), *Reconstruction of life from the skeleton*, Wiley-Liss, New-York : 95-108.

SAUNDERS S.A. & POPOVICH F., 1978. A family study of two skeletal variants : atlas bridging and clinoid bridging. *American Journal of Physical Anthropology* 49 : 193-204.

SCHAAFFHAUSEN H., 1858. Zur kenntnis der ältesten rassenschädel. *Archiv fuer Anatomie, Physiologie und Wissenschaftliche Medizine* 25 : 453-478.

SCHEPERS W.H., 1939. The mandible of the Transvaal fossil human skeleton from Springbok Flats. *Annals of the Transvaal Museum* 20 : 253-271.

SCHEUER L., 2002. Application of osteology to forensic medecine. *Clinical Anatomy* 15 : 297-312.

SCHEUER L. & BLACK S., 2000. *Developmental juvenil osteology.* Elsevier Acandemic Press, San Diego, 587 p.

SCHMITT A., 2001. *Variabilité de la sénescence du squelette humain. Réflexions sur les indicateurs de l'âge au décès : à la recherche d'un outil performant.* Thèse de Doctorat, Université Bordeaux1 : 345 p.

SCHMITT A., 2002. Estimation de l'âge au décès des sujets adultes à partir du squelette: des raisons d'espérer. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 14 : 51-74

SCHMITT A., 2004. Age-at-death assessment using the os pubis and the auricular surface of the ilium : a test on an identified asian sample. *International Journal of Osteoarchaeology* 14 : 1-6.

SCHMITT A., 2005. Une nouvelle méthode pour estimer l'âge au décès des adultes à partir de la surface sacro-pelvienne iliaque. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 17 : 89-101.

SCHMITT A. & BROQUA C., 2000. Approche probabiliste pour estimer l'âge au décès à partir de la surface auriculaire de l'ilium. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 12 : 279-301.

SCHMITT A., MURAIL P., CUNHA E. & ROUGÉ D., 2002. Variability of the pattern of aging on the human skeleton: evidence from bone indicators and implications on age at death estimation. *Journal of Forensic Science* 47 : 1203-1209.

SCHMITZ R.W., SERRE D., BONANI G., FEINE S., HILLGRUBER F., KRAINITSKI H., PÄÄBO S. & SMITH F.H., 2002. The Neandertal type site revisited: interdisciplinary investigations of skeletal remains from the Neander Valley, Germany. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 99 : 13342-13347.

SCHULTER-ELLIS F.P., HAYEK L.C. & SCHMIDT D.J., 1985. Determination of sex with a discriminant analysis of new pelvic bone measurements : Part II. *Journal of Forensic Science* 30 : 178-185.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

SCHULTER-ELLIS F.P., SCHMIDT D.J., HAYEK L.C. & CRAIG J., 1983. Determination of sex with a discriminant analysis of new pelvic bone measurements : Part I. *Journal of Forensic Science* 28 : 169-180.

SCHULTING R.J., TRINKAUS E., HIGHAM T., HEDGES R., RICHARDS M. & CARDY B., 2005. A Mid-Upper Palaeolithic human humerus from Eel Point, South Wales, UK. *Journal of Human Evolution* 48 : 493-505.

SCHWALBE G., 1901. Der neanderthalschädel. *Bonner Jahrbücher* 106 : 1-72.

SCHWARCZ H. P., BUHAY W. M., GRÜN R., VALLADAS H., TCHERNOV E., BAR-YOSEF O. & VANDERMEERSCH B., 1989. ESR Dating of the Neandertal Site, Kebara Cave, Israel. *Journal of Archaeological Science* 16 : 653-659.

SCHWARTZ J.H. & TATTERSALL I., 2000. The human chin revisited: what is it and who as it? *Journal of Human Evolution* 38 : 367-409.

SCOLES P.V., SALVAGNO R., VILLALBA K. & RIEW D., 1988. Relationship of iliac crest maturation to skeletal and chronological age. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 8 : 639-644.

SENUT B., 1981. *L'humérus et ses articulations chez les hominidés plio-pléistocènes*. Cahiers de Paléontologie (Paléoanthropogie), Editions du CNRS, 141 p.

SINGER R. & WYMER J., 1982. *The Middle Stone Age at Klasies River Mouth in South Africa*. The University of Chicago Press, Chicago, 234 p.

SHACKELFORD L.L., 2005. *Regional variation in the postcranial robusticity of Late Upper Paleolithic humans.* Ph.D. dissertation, Washington University, 659 p.

SHACKELFORD L.L. & TRINKAUS E., 2002. Late Pleistocene human femoral diaphyseal curvature. *American Journal of Physical Anthropology* 188 : 359-370.

SHEA J.J., 1995. Behavioural factors affecting the production of Levallois points. *In* : H. Dibble & O. Bar-Yosef (Eds.), *The definition and interpretation of Levallois technology*, Prehistory Press, Madison : 279-292.

SHEPARD P. & LUBELL D., 1990. Early Holocene maghreb prehistory : and evolutionnary approach. *Sahara* 3 : 63-69.

SLÁDEK V., TRINKAUS E., HILLSON S.W. & HOLLIDAY T.W., 2000. *The People of the Pavlovian. Skeletal catalogue and osteometrics of the gravettian fossil hominids from Dolní Věstonice and Pavlov*. The Dolní Věstonice Studies 5, 244 p.

SMITH B.H., 1984. Patterns of molar wear in hunter-gatherers and agriculturalists. *American Journal of Physical Anthropology* 63 : 39-56.

SMITH R.J., 2005. Relative size versus controlling for size. Interpretation of ratios in research on sexual dimorphism in the human corpus callosum. *Current Anthropology* 46 : 249-273.

SOLLAS W.J., 1913. Paviland cave: an aurignacian station in Wales. *Journal of the Royal Anthropological Institut* 43 : 337-364.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

SOLAN M. & DAY M.H., 1992. The Baringo (Kapthurin) ulna. *Journal of Human Evolution* 22 : 307-313.

SPOOR F., 1993. *The comparative morphology and phylogeny of the human bony labyrinth.* Ph.D. dissertation, Utrecht University.

SPOOR F., 2002. The auditory ossicles. *In* : J. Zilhao & E. Trinkaus (Eds.), *Portrait of the artist as a child. The gravettian human skeleton from the Abrigo do Lagar Velho and it's archaeological context*, Trabalhos de Arquoelogia 22 : 293-296.

SPOOR F., 2003. The semicircular canal system and locomotor behaviour, with special reference to hominin evolution. *Cour. Forsch. Senckenberg* 243 : 93–104.

SPOOR F. & ZONNEVELD F.W., 1994. The bony labyrinth in *Homo erectus:* a preliminary report. *Cour. Forsch. Senckenberg* 171: 251−256.

SPOOR F., ZONNEVELD F., 1995. Morphometry of the primate bony labyrinth: a new method based on high-resolution computed tomography. *Journal of Anatomy* 186 : 271–286.

SPOOR F. & ZONNEVELD F., 1998. Comparative review of the human bony labyrinth. *Yearbook of Physical Anthropology* 41 : 211–251.

SPOOR F., HUBLIN J.J. & KONDO O., 2002b. The bony labyrinth of the Dederiyeh child. *In*: T. Akazawa & S. Muhesen (Eds.), *Neanderthal Burials. Excavations of the Dederiyeh Cave, Afrin, Syria*. The Tokyo University Press, Tokyo : 215-220.

SPOOR F., STRINGER C. & ZONNEVELD F., 1998. Rare temporal bone pathology of the Singa Calvaria from Sudan. *American Journal of Physical Anthropology* 107 : 41-50.

SPOOR F., WOOD B. & ZONNEVELD F., 1994. Implications of early hominid labyrinthine morphology for the evolution of human bipedal locomotion. *Nature* 369 : 645–648.

SPOOR F., ESTEVES F., TECELÃO SILVA F. & PACHECO DIAS R., 2002a. The bony labyrinth of Lagar Velho 1. *In* : J. Zilhao & E. Trinkaus (Eds.), *Portrait of the artist as a child. The gravettian human skeleton from the Abrigo do Lagar Velho and it's archaeological context*, Trabalhos de Arquoelogia 22 : 287-292.

SPOOR F., HUBLIN J-J., BRAUN M., ZONNEVELD F., 2003. The bony labyrinth of Neanderthals. *Journal of Human Evolution* 44 : 141–165.

SPSS INC., 2003. *SPSS for Windows. Version 12.0*

STATLAB, 1991. *CNET-FranceTelecom-SLP. Version 2.1*

STATSOFT FRANCE, 2002. *Statistica (logiciel d'analyse de données). Version 6.*

STEELE J. & MAYS S., 1995. Handedness and directional asymmetry in the long bones of the human upper limb. *International Journal of Osteoarchaeology* 5 : 39-49.

STEEN S.L. & LANE R.W., 1998. Evaluation of habitual activities among two alaskan eskimo populations based on musculoskeletal stress markers. *International Journal of Osteoarchaeology* 8 : 341-353.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

STEFAN V.H. & TRINKAUS E., 1998. Discrete trait and dental morphometric affinities of the Tabun 2 mandible. *Journal of Human Evolution* 34 : 443-468.

STEPANCHUK V., 1994. Kiik-Koba, lower layer type industries in the Crimea. *Préhistoire Européenne* 6 : 157-173.

STEWART T.D., 1962. Neandertal cervical vertebrae with special attention to the shanidar Neandertals from Iraq. *Bibliotheca Primatologica* 1 : 130-154.

STIRLAND A.J., 1996. Femoral non-metric traits reconsidered. *Anthropologie (Brno)* 34 : 249-252.

STOCK J.T. & PFEIFFER S.K., 2004. Long bone robusticity and subsistence behaviour among Late Stone Age foragers of the forest and fynbos biomes of South Africa. *Journal of Archeaological Science* 31 : 999-1013.

STOCK J.T., PFEIFFER S.K., CHAZAN M. & JANETSKI J., 2005. F-81 skeleton from Wadi Mataha, Jordan, and its bearing on human variability in the Epipaleolithic of the Levant. *American Journal of Physical Anthropology* 128 : 453-465.

SUZUKI H. & TAKAI F., 1970. *The Amud man and his cave site*. Academic Press Japan, Tokyo, 443 p.

STRINGER C.B., 1979. A re-evaluation of the fossil human calvaria from Singa, Sudan. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology* 32 : 77-83.

STRINGER C.B., 1986. An archaic character in the Broken Hill innominate E. 719. *American Journal of Physical Anthropology* 71 : 115-120.

STRINGER C.B., 2002. Modern human origins: progress and prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society* B 357 : 563-579.

STRINGER C.B. & MCKIE R., 1997. *African Exodus. the origins of modern humanity*. New York, Henry Holt & Company, 282 p.

STRINGER C.B., CORNISH L. & STUART-MACADAM P., 1985. Preparation and further study of the Singa skull from Sudan. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology* 38 : 347-358.

STUART-MACADAM P., 1987. A radiographic study of porotic hyperostosis. *American Journal of Physical Anthropology* 74 : 511-520.

SVOBODA J., VAN DER PLICHT J., VLČEK E., 1996. *Hunters between East and West : the Paleolithic of Moravia*. Plenum Press, New York, 307 p.

SZILVÁSSY J., 1980. Age determination on the sternal articular faces of the clavicula. *Journal of Human Evolution* 9 : 609-610.

TAGUE R.G., 1989. Variation in pelvic size between males and females. *American Journal of Physical Anthropology* 80 : 59-71.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

TESCHLER-NICOLA M. & TRINKAUS E., 2001. Human remains from the austrian Gravettian : the Willendorf femoral diaphysis and mandibular symphysis. *Journal of Human Evolution* 40 : 451-465.

TESTUT L., 1889. Recherches anthropologiques sur le squelette quaternaire de Chancelade, Dordogne. Impr. Pitrat, Lyon, 119 p.

THOMA A., 1978. L'origine des Cromagnoïdes. *In* : J. Piveteau (Ed), *Les origines humaines et les époques de l'intelligence.* Masson, Paris, 261-282.

THOMA A., 1984. Morphology and affinities of the Nazlet Khater man. *Journal of Human Evolution* 13: 287-296.

THORNE A., GRÜN R., MORTIMER G., SPOONER N.A., SIMPSON J.J., MCCULLOCH M., TAYLOR L. & CURNOE D., 1999. Australia's oldest human remains: age of the Lake Mungo 3 skeleton. *Journal of Human Evolution* 36 : 591-612.

TILLIER A-M., 1991. La mandibule et les dents. *In* : O. Bar-Yosef & B. Vandermeersch (Eds.), *Le squelette moustérien de Kébara 2*, Cahiers de Paléoanthropologie, Editions du CNRS : 97-112.

TILLIER A-M., 1999. *Les enfants moustériens de Qafzeh.* Editions du CNRS, Paris, 239 p.

TILLIER A-M., 2005. La croissance des enfants dans les populations du passé. *In* : O. Dutour, J-J. Hublin & B. Vandermeersch (Eds.), *Objets et méthodes en paléoanthropologie*, CTHS, Paris : 247-269.

TILLIER A-M., 2006. Les plus anciens *Homo sapiens* (*sapiens*). Perspectives biologique, chronologique et taxinomique. *Diogène* 214 : 132-146.

TOBIAS P.V., 1967. The hominid skeletal remains of Haua Fteah. *In* : C.B.M. McBurney (Ed.), *The Haua Fteah (Cyrenaica) and the Stone Age of the Southern-East Mediterranean*, Cambridge at the University Press, London : 338-351.

TOBIAS P.V., 1971. Human skeletal remains from the Cave of Hearths, Makapansgat, Northern Transvaal. *American Journal of Physical Anthropology* 34 : 335-368.

TRINKAUS E., 1975. Squatting among the Neandertals: A problem in the behavioral interpretation of skeletal morphology. *Journal of Archaeological Science* 2 : 327-351.

TRINKAUS E., 1977. A functional interpretation of the axillary border of the Neandertal scapula. *Journal of Human Evolution* 6 : 231-234.

TRINKAUS E., 1983. *The Shanidar Neandertals*. Academic Press, New York-London, 502 p.

TRINKAUS E., 1993a. A note on the KNM-ER 999 hominid femur. *Journal of Human Evolution* 24 : 493-504.

TRINKAUS E., 1993b. Femoral neck-shaft angles of the Qafzeh-Skhul early modern humans, and activity levels among immature Near Eastern Middle Paleolithic hominids. *Journal of Human Evolution* 25 : 393-416.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

TRINKAUS E., 1996. The *M. obturator internus* sulcus on the Middle and Late Pleistocene human ischia. *American Journal of Physical Anthropology* 101 : 503-513.

TRINKAUS E., 1997. Appendicular robusticity and the paleobiology of modern human emergence. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 94 : 13367-13373.

TRINKAUS E., 2000a. Late Pleistocene and Holocene human remains from Paviland Cave. *In* : S.H.R. Aldhouse-Green (Ed.), *Paviland Cave and the 'Red Lady': A Definitive Report*, University of Wales College, Newport and National Museums and Galleries of Wales, Newport : 141-199.

TRINKAUS E., 2000b. Human patellar articular proportions: recent and Pleistocene patterns. *Journal of Anatomy* 196 : 473-483.

TRINKAUS E., 2002. The mandibular morpholoy. *In* : J. Zilhão & E. Trinkaus (Eds.), *Portrait of the artist as a child. The gravettian human skeleton from the Abrigo do Lagar Velho and its archaeological context*, Trabalhos de Arqueologia 22 : 312-325.

TRINKAUS E., 2005. Early modern humans. *Annual Review of Anthropology* 34 : 207-230.

TRINKAUS E., 2006a. Body lenght and body mass. *In* : E. Trinkaus & J. Svoboda (Eds.), *Early modern human evolution in central Europe. The people of Dolni Vestonice and Pavlov*, Oxford University Press, U.S.A. : 233-241.

TRINKAUS E., 2006b. The upper limb remains. *In* : E. Trinkaus & J. Svoboda (Eds.), *Early modern human evolution in central Europe. The people of Dolni Vestonice and Pavlov*, Oxford University Press, U.S.A. : 327-372.

TRINKAUS E., 2006c. Modern human versus Neandertal evolutionary distinctiveness. *Current Anthropology* 47 : 597-620.

TRINKAUS E. & CHURCHILL S.E., 1988. Neandertal radial tuberosity orientation. *American Journal of Physical Anthropology* 75 : 15-21.

TRINKAUS E. & CHURCHILL S.E., 1999. Diaphyseal cross-sectional geometry of Near Eastern Middle Palaeolithic humans: the humerus. *Journal of Archaeological Science* 26 : 173-184.

TRINKAUS E. & RUFF C.B., 1999. Diaphyseal cross-sectional geometry of Near Eastern Middle Palaeolithic humans: The femur. *Journal of Archaeological Science* 26 : 409-424.

TRINKAUS E., CHURCHILL S.E. & RUFF C.B., 1994. Poscranial robusticity in *Homo*. II: Humeral bilateral asymmetry and bone plasticity. *American Journal of Physical Anthropology* 93 : 1-34.

TRINKAUS E., MILOTA Ş., RODRIGO R., MIRCEA G. & MOLDOVAN O., 2003a. Early modern human cranial remains from the Peştera cu Oase, Romania. *Journal of Human Evolution* 45 : 245-253.

TRINKAUSE., MOLDOVAN O., MILOTA Ş., BÎLGĂR A., SARCINA L., ATHREYA S., BAILEY S.E., RODRIGO R., MIRCEA G., HIGHAM T., RAMSEY C.B. & VAN DER PLICHT J., 2003b. An early

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

modern human from the Peştera cu Oase, Romania. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100 : 11231-11236.

TRINKAUS E., FORMICOLA V., SVOBODA J., HILLSON S. & HOLLIDAY T., 2001. Dolní Věstonice 15 : pathology and persistance in the pavlovian. *Journal of Archaeological Science* 28 : 1291-1308.

TRINKAUS E., HILLSON S.W., FRANCISCUS R.G. & HOLLIDAY T.W., 2006. Skeletal and dental paleopathology. *In* : E. Trinkaus & J. Svoboda (Eds.), *Early modern human evolution in central Europe. The people of Dolni Vestonice and Pavlov*, Oxford University Press, U.S.A. : 419-458.

TROTTER M. & GLESER C.G., 1952. Estimation of stature from long bones of american whites and negroes. *American Journal of Physical Anthropology* 10 : 463-514.

TROTTER M. & GLESER G.C., 1958. A re-evaluation of estimation of stature based on measurements of stature taken during life and of bones after death. *American Journal of Physical Anthropology* 16 : 79-123.

TRYON C.A. & MCBREARTY S., 2002. Tephrostratigraphy and the Acheulian to Middle Stone Age transition in the Kapthurin Formation, Kenya. *Journal of Human Evolution* 42 : 211-235.

TURBÓN D., 1989. Epipaleolithic remains from the Northeast iberian peninsula. *In* : I. Hershkovitz (Ed), *People and Culture in Change.* Proceedings of the Second Symposium on Upper Palaeolithic, Mesolithic and Neolithic Populations of Europe and the Mediterranean Basin, Oxford, BAR Inter. Series 508 : 594-503.

TURBÓN D., PÉREZ-PÉREZ A. & STRINGER C.B., 1997. A multivariate analysis of Pleistocene hominids : testing hypotheses of european origins. *Journal of Human Evolution* 32 : 449-468.

TWIESSELMANN F., 1941. Méthode pour l'évaluation de l'épaisseur des parois crâniennes. *Bulletin du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique* 17/48 : 13367-13373.

TWIESSELMANN F., 1958. *Les ossements humains du gîte mésolithique d'Ishango. Exploration du Parc National Albert, Mission J. de Heinzelin de Braucourt (1950)*. Institut des parcs nationaux du Congo Belge, Fascicule 5, Bruxelles, 125 p.

TWIESSELMANN F., 1961. Le fémur Néandertalien de Fond-de-Forêt (Province de Liège). *Mémoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique* 148 : 1-164.

TWIESSELMANN F., 1991. La mandibule et le fragment de maxillaire supérieur de Loyangalani (rive est du lac Turkana, Kenya). *Anthropologie et Préhistoire* 102 : 77-95.

ULLRICH H., 2005. *The neandertal adolescent Le Moustier 1. New aspects, new results*. Staatliche Museen zu Berlin, Preußischer Kulturbesitz, 355 p.

URQUIZA R., BOTELLA M. & CIGES M., 2005. Study of a temporal bone of *Homo heildelbergensis*. *Acta Oto-laryngologica* 125 : 457-63.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

UTHSCSA, 2002. *ImageTool for Windows. Version 3.00*

UTSINGER P., 1985. Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis. *Clinics in Rheumatic Diseases* 11 : 325-341.

VALLADAS H., MERCIER N. & FROGET L., 1999. TL Dates for the neanderthal site of the Amud cave, Israel. *Journal of Archaeological Science* 26, 259-268.

VALLOIS H-V., 1932. L'omoplate humaine. Etude anatomique et anthropologique. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, série 8, t. 3 : 153 p.

VALLOIS H-V., 1937. La durée de vie chez l'homme fossile. *L'Anthropologie* 47 : 499-532.

VALLOIS H-V., 1951. La mandibule humaine fossile de la grotte du Porc-Épic près de Diré-Daoua (Abyssinie). *L'Anthropologie* 55 : 231-238.

VALLOIS H-V., 1952. *Diagrammes sagittaux et mensurations individuelles des hommes fossiles d'Afalou-Bou-Rhummel.* Travaux du laboratoire d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique du Musée du Bardo 5, 133 p.

VALLOIS H-V., 1965. Le sternum néandertalien du Regourdou. *Anthropologischer Anzeiger* 29 : 273-289.

VALLOIS H-V., 1969. Le temporal néandertalien H27 de La Quina. Etude anthropologique. *L'Anthropologie* 73 : 365-400.

VALLOIS H-V. & BILLY G., 1965. Nouvelles recherches sur les hommes fossiles de l'abri de Cro-Magnon. *L'Anthropologie* 69 : 47-74.

VALLOIS H-V. & DE FELICE S., 1976. Le sternum néandertalien du Regourdou. Note complémentaire. *Anthropologischer Anzeiger* 35 : 229-235.

VALLOIS H-V. & ROCHE J., 1958. La mandibule acheuléenne de Témara, Maroc. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 246 : 3113-3116.

VANDERMEERSCH B., 1966. Nouvelles découvertes de restes humains dans les couches Levalloiso-moustériennes du gisement de Qafzeh (Israël). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* D262 : 1434-1436.

VANDERMEERSCH B., 1969. Les nouveaux squelettes moustériens découverts à Qafzeh (Israël) et leur signification. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* D268 : 2562-2565.

VANDERMEERSCH B., 1981. *Les hommes fossiles de Qafzeh (Israël).* Cahiers de Paléontologie, Editions du CNRS, 319 p.

VANDERMEERSCH B. & TRINKAUS E., 1995. The postcranial remains of the Régourdou I Neandertal : the shoulder and arm remains. *Journal of Human Evolution* 28 : 439-476.

VANDERMEERSCH B., 2005. Les premiers hommes modernes. *In* : O. Dutour, J-J. Hublin & B. Vandermeersch (Eds.), *Origine et évolution des populations humaines*. CTHS, Paris : 105-127.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

VAN PEER P., 1991. Interassemblage variability and the levallois styles: the case of the Northern African Middle Palaeolithic. *Journal of Anthropological Archaeology* 10 : 107-151.

VAN PEER P., 1998. The Nile corridor and the Out-of Africa model. An examination of the archaeological record. *Current Anthropology* 39 : 5115-5140.

VAN PEER P., 2001. The Nubian Complex settlement system in Northeast Africa. *In* : J. Conard (Ed.), *Settlement Dynamics of the Middle Paleolithic and Middle Stone Age*. Kernsverlag, Tübingen : 45-64.

VAN PEER P., 2004a. Saï. *In* : D.A. Welsby & J.R. Anderson (Eds.), *Sudan ancient treasures*. The British Museum Press, London : 25-28.

VAN PEER P., 2004b. Did Middle stone age moderns of sub-saharan african descent trigger an upper paleolithic revolution in the lower Nile Valley? *Anthropologie (Brno)* 42 : 215-225.

VAN PEER P. & VERMEERSCH P.M., 1990. Middle to Upper Palaeolithic transition: the evidence fir the Nile Valley. *In* : P.G. Mellars (Ed.), *The Origins and dispersal of modern humans : behavioural and biological perspectives*, Cambridge : 139-159.

VAN PEER P. & VERMEERSCH P.M., 2000. The Nubian complex and the dispersal of modern humans in North Africa. *In:* L. Krzyzaniak, K. Kroeper & M. Kobusiewicz (Eds.), *Recent research into the Stone Age of Northeastern Africa*. Poznan Archaeological Museum 7 : 47-60.

VAN PEER P., FULLAGAR R., STOKES S., BAILEY R.M., MOEYERSONS J., STEENHOUD F., GEERTS A., VANDERBEKEN T., DE DAPPER M. & GEUS F. 2003. The Early to Middle Stone Age transition and the emergence of modern human behavior at site 8-B-11, Saï Island, Soudan. *Journal of Human Evolution* 45 : 187-193.

VARRELA J., 1992. Dimensional variation of craniofacial structures in relation to changing masticatory-functional demands. *The European Journal of Orthodontics* 14 : 31-36.

VERMEERSCH P.M., 2000. *Palaeolithic living sites in Upper and Middle Egypt*. Egyptian Prehistory Monographs (Leuven) 2, 330 p.

VERMEERSCH P.M., 2002a. *Palaeolithic quarrying sites in Upper and Middle Egypt*. Egyptian Prehistory Monographs (Leuven) 4, 365 p.

VERMEERSCH P.M., 2002b. Geomorphology of the Nazlet Khater area. *In* : P. M. Vermeersch (Ed), *Paleolithic quarrying sites in Upper and Middle Egypt*, Egyptian Prehistoy Monograph (Leuven) 4 : 21–25.

VERMEERSCH P. M., 2002c. Two Upper Palaeolithic burials at Nazlet Khater. *In* : P. M. Vermeersch (Ed), *Paleolithic quarrying sites in Upper and Middle Egypt*, Egyptian Prehistoy Monograph (Leuven) 4 : 273–282.

VERMEERSCH P.M. & PAULISSEN E., 1993. Palaeolithic chert quarrying and minig in Egypt. *In* : L. Krzyńaniak, M. Kobusiewicz & J. Alexander (Eds.), *Environmental change and human culture in the Nile basin and Northern Africa until the second millennium B.C.*, Poznań Archaeological Museum : 337-349.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

VERMEERSCH P.M., GIJSELINGS G. & PAULISSEN E., 1984c. Discovery of the Nalzet Khater man, Upper Egypt. *Journal of Human Evolution* 13 : 281-286.

VERMEERSCH P.M., PAULISSEN E., VANDERBEKEN T., 2002. Nazlet Khater 4. An Upper Palaeolithic undergroung chert mine. *In* : P. M. Vermeersch (Ed), *Paleolithic quarrying sites in Upper and Middle Egypt*, Egyptian Prehistoy Monograph (Leuven) 4 : 211–271.

VERMEERSCH P.M., PAULISSEN E. & VAN PEER P., 1990a. Le Paléolithique de la vallée du Nil égyptien. *L'Anthropologie* 94 : 435-458.

VERMEERSCH P.M., PAULISSEN E., VAN PEER P., 1990b. Palaeolithic chert exploitation in the limestone stretch of egyptian Nile Valley. *The African Archaeological Review* 8 : 77-102

VERMEERSCH P.M., OTTE M., GILOT E., PAULISSEN E., GIJSELINGS G. & DRAPPIER D., 1982. Blade technology in the egyptian Nile Valley: some new evidences. *Science* 216 : 626-628.

VERMEERSCH P.M., PAULISSEN E., GIJSELINGS G., OTTE M., THOMA A., CHARLIER C., 1984b. Une minière de silex et un squelette du Paléolithique supérieur ancien à Nazlet Khater, Haute-Egypte. *L'Anthropologie* 88 : 231-244.

VERMEERSCH P.M., PAULISSEN E., GIJSELINGS G., OTTE M., THOMA A.B., VAN PEER P., LAUWERS R., 1984a. 33,000-yr old chert mining site and related *Homo* in the egyptian Nile Valley. *Nature* 309 : 342-344.

VERMEERCH P.M., PAULISSEN E., STOKES S., CHARLIER C., VAN PEER P., STRINGER C. & LINDSAY W., 1998. A Middle Paleolithic burial of a modern human at Taramsa Hill, Egypt. *Antiquity* 72 : 475-484.

VERMEERSCH P.M., PAULISSEN E., STOKES S., VAN PEER P., DE BIE M., STEENHOUDT F. & MISSOTTEN S., 1997. Middle Paleolithic chert mining in Egypt. *In* : A. Ramos-Millan & A. Bustillo (Eds.), *Siliceous Rocks and Culture*, Monografica arte y arqueologia, Universidad de Granada, Granada : 173-194.

VERNEAU R., 1906. *Les Grottes de Grimaldi (Baoussé-Roussé). Tome 2, Fasc. 1*. Imprimerie de Monaco, Monaco.

VERWORN M., BONNET R. & STEINMANN G., 1919. *Der diluviale menschenfunde von Oberkassel bei Bonn*. Wiesbaden : 6-10

VESCHI S. & FACCHINI F., 2002. Recherches sur la collection d'enfants et d'adolescents d'âge et de sexe connus de Bologne (Italie) : diagnose de l'âge sur base du degré de maturation osseuse. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. s., t. 14 : 263-294.

VILLEMEUR I., 1991. *Etude morphologique et biomécanique du squelette de la main des Néandertaliens. Comparaison avec la main des hommes actuels.* Thèse de doctorat, Université de Bordeaux1 : 302 p.

VLECK E., 1991. L'homme fossile en Europe centrale. *L'Anthropologie* 95 : 409-472.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

VIOLA B., SEIDLER H. & ZUR NEDDEN D., 2004. Computer tomographic investigations of the OR- petrosals. *In* : A.P. Derevianko (Ed), *Obi-Rakhmat Grotto*. Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS Press, Novosibirsk.

VOISIN J.-L., 2001. Evolution de la morphologie claviculaire au sein du genre *Homo*. Conséquences architecturales et fonctionnelles sur la ceinture scapulaire. *L'Anthropologie* 105 : 449-468.

VON BONIN G., 1935. *The magdalenian skeleton from Cap Blanc in the Field Museum of Natural History*. University of Illinois Bulletin 32 , 76 p.

WALDEYER W., 1909. *Der processus retromastoideus*. Abhandl. Kgl. Preuss. Ak. Wiss. (Berlin) : 1-32.

WALKER-BONE K., PALMER K., READING I., COGGON D. & COOPER C., 2004. Prevalence and impact of muskuloskeletal dissorders of the upper limb in the general population. *Arthritis & rheumatism* 51 : 642-641.

WAPLER U., 1998. *Cribla orbitalia in anthropobiology: Diagnostic criterions and implications in the study of ancient skeletal populations.* Thèse de Doctorat, Université Bordeaux1, 320 p.

WEBB S., 1990. Cranial thickening in an australian hominid as a possible palaeoepidemiological indicator. *American Journal of Physical Anthropology* 82 : 403-411.

WEIDENREICH F., 1936. *The mandible of Sinanthropus pekinensis: a comparative study.* Paleontologica sinica 7, The geological surveay of China, Pekin, 150 p.

WEIDENREICH F., 1943. *The skull of Sinanthropus pekinensis.* Paleontologica Sinica 10, The geological surveay of China, Pekin, 291 p.

WENDORF F., 1968a. Late Paleolithic sites in egyptian Nubia. *In* : F. Wendorf (Ed.), *The Prehistory of Nubia. Volume 2*, Southern Methodist University Press, Dallas : 791-953.

WENDORF F., 1968b. Site 117. A Nubian final Paleolithic graveyard near Jebel Sahaba, Sudan. *In* : F. Wendorf (Ed.), *The Prehistory of Nubia. Volume 2*, Southern Methodist University Press, Dallas : 954-995.

WENDORF F. & SCHILD R., 1980. *Loaves and fishes: the Prehistory of Wadi Kubbaniya*. Southern Methodist University Press, Dallas.

WENDORF F. & SCHILD R., 1986. The Wadi Kubbaniya skeleton : a late Paleolithic burial from southern Egypt. *In* : A.E. Close (Ed.) : *The Prehistory of Wadi Kubbaniya. Volume 1*, Southern Methodist University Press, Dallas, 85 p.

WENDORF F. & SCHILD R., 2004. Late Paleolithic Warfare in Nubia : the evidence and causes. *Adumatu* 10 : 7-28.

WENDORF F., CLOSE A.E. & SCHILD R., 1987. Recent work on the Middle Palaeolithic of the Eastern Sahara. *The African Archaeological Review* 5 : 49-63.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

WENDORF F., SCHILD R. & CLOSE A.E., 1993. Summary and conclusions. *In* : F. Wendorf & R. Schild (Eds.), *Egypt during the Last Interglacial : The Middle Paleolithic of Bir Tarfawi and Bir Sahara East*, Plenum Press, New York : 552-573.

WENDORF F., CLOSE A.E. & SCHILD R., GAUTIER A., SCHWARCZ H.P., MILLER G.H., KOWALSKI K., KROLIK H., BLUSZCZ A., ROBINS D & GRÜN R., 1990. Le dernier interglaciaire dans le Sahara oriental. *L'Anthropologie* 94 : 361-391.

WESCOTT D.J. & CUNNINGHAM D.L., 2006. Temporal changes in Arikara humeral and femoral cross-sectional geometry associated with horticultural intensification. *Journal of Archaeological Science* 33 : 1022-1036.

WHITE T.D., ASFAW B., DEGUSTA D., GILBERT H., RICHARDS G.D., SUWA G. & HOWELL F.C., 2003. Pleistocene *Homo sapiens* from Middle Awash, Ethiopia. *Nature* 423 : 742-747.

WILD E.M., TESCHLER-NICOLA M., KUTSHERA W., STEIER P., TRINKAUS E. & WANEK W., 2005. Direct dating of early Upper Palaeolithic human remains from Mladeč. *Nature* 435 : 332-335.

WILLIAMS M.A. & WILLIAMS F.M., 1980. Evolution of the Nile basin. *In* : M.A.J. Williams & H. Faure (Eds.), *The Sahara and the Nile. Quaternary environments and prehistoric occupation in northern Africa*, A.A. Balkema Publisher, Rotterdam, Netherlands : 207-224.

WILLIAMS P.L., BANNISTER L.H., BERRY M.M., COLLINS P., DYSON M., DUSSEK J.E. & FERGUSON M.W.J., 1995. *Gray's anatomy. The anatomical basis of medicine and surgery - 38th edition*. Chruchill Livingston, 2092 p.

WOLPOFF M., 1986. Describing anatomically modern *Homo sapiens*: A distinction without a definable difference. *Anthropologie (Brno)* 23 : 41-53.

WOLPOFF M. H., SMITH F. H., MALEZ M., RADOVCIC J. & RUKAVINA D., 1981. Upper Pleistocene human remains from Vindija Cave, Croatia, Yugoslavia. *American Journal of Physical Anthropology*, 54 : 499-545.

WOOD B., 1984. The origin of *Homo erectus*. *Cour. Forsch. Senckenberg* 69 : 389-406.

ZILHÃO J., 2005. Burial evidence for the social differentiation of age classes in the early Upper Paleolithic. *ERAUL* 111 : 231-241.

ZILHÃO J. & TRINKAUS E., 2000. *Portrait of the artist as a child. The gravettian human skeleton from the Abrigo do Lagar Velho and its Archaeological Context*. Trabalhos de Arqueologia 22, 609 p.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ANNEXES

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ANNEXE I

DESCRIPTION DES MESURES

ET

VALEURS DE NK 2

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ANNEXE I.1 : IDENTITÉ BIOLOGIQUE

HT : Hauteur du tronc (Fransiscus & Holliday, 1992)

La hauteur du tronc est calculée comme la somme des hauteurs dorsales de tous les corps vertébraux des vertèbres thoraciques et lombaires (T1 – L5) et de la hauteur ventrale du sacrum (S1 – S5).

L'équation de régression pour estimer la longueur du fémur en fonction de la hauteur du tronc est la suivante :

$$\mathbf{Y = 0{,}177 + (0{,}914 * X)}$$

où **Y** représente le logarithme en base dix de la longueur du fémur et

X le logarithme en base dix de la hauteur du tronc.

BM : Masse corporelle

Les équations du **modèle biomécanique** se basent sur la largeur de la tête fémorale (DapCap). L'utilisation couplée des trois formules ci-dessous donne selon Ruff *et al.* (1997) un résultat cohérent (r = 0,97).

Ruff *et al.* (1991) :	**BM (♂) = (2,741 * DapCap) - 54,9**	r = 0,5
McHenry (1992) :	**BM (♂♀) = (2,239 * DapCap) - 39,9**	r = 0,98
Grine *et al.* (1995) :	**BM (♂♀) = (2,268 * DapCap) - 36,10**	r = 0,92

L'équation améliorée du **modèle géométrique** (Ruff *et al.*, 2005) se base sur la stature (ST) et la largeur bi-iliaque sur le vivant (BIBv). L'erreur standard associée à ce calcul est de 3,7 kg.

$$\mathbf{BM (♂) = (0{,}422 * ST) + (3{,}126 * BIBv) - 92{,}9} \qquad r = 0{,}913$$

La largeur bi-iliaque sur le vivant (BIBv) peut être estimée à partir de la largeur squelettique (BIBs) suivant la formule :

$$\mathbf{BIBv = (BIBs * 1{,}17) - 3}$$

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ANNEXE I.2 : MESURES DU CRÂNE[1]

Code	Martin	Howells	Autre	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
					(G)	D
Neurocrâne						
GOL	M.1	GOL		Longueur maximale : Glabelle – Opisthocranion	187,00	
NOL	M.1d	NOL		Longueur Nasion – Opisthocranion	183,00	
GIL	M.2			Longueur Glabelle – Inion	179,00	
CAH2	M.22a			Hauteur de la voûte à partir de GIL	101,00	
NIL	M.2a			Longueur Nasion – Inion	173,00	
CAH1	M.22			Hauteur de la voûte à partir de NIL	103,00	
BNL	M.5	BNL		Longueur Basion – Nasion	106,5	
BAS	M.6			Longueur Basion – Sphénobasion	24,00	
LFM	M.7			Longueur du foramen magnum	33,23	
BFM	M.16			Largeur du foramen magnum	30,10	
XCB	M.8	XCB		Largeur maximale du crâne	136,00	
BFT	M.9			Largeur minimale du frontal (Fronto-temporal – Fronto-temporal)	95,00 (°)	
XFB	M.10	XFB		Largeur maximale du frontal (Coronion – Coronion)	122,00 (°)	
STB	M.10b	STB		Largeur bi-stéphanique	92,20 (°)	

[1] Nous avons donné les 2 chiffres après la virgule en étant conscient que cette précision est relative à celle des instruments de mesure. Les mesures impaires sont dans la colonne « G ».

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Howells	Autre	Définition	Valeur NK 2	
					(G)	D
BIA	M.11			Largeur bi-auriculaire (Auriculaire – Auriculaire)	131,00	
AUB	M.11b	AUB		Largeur bi-auriculaire (Radiculaire – Radiculaire)	129,00	
ASB	M.12	ASB		Largeur bi-astérion	109,00	
BMB	M.13			Largeur bi-mastoïde	104,35	
BSM			Heinz, 1961	Largeur bi-stylomastoïde (depuis le bord médial des mastoïdes)	88,10	
MDB	M.13a	MDB		Largeur du mastoïde	16,00	15,56
MDH	M.19a	MDH		Hauteur du mastoïde	34,00	33,80
BBH	M.17	BBH		Hauteur Basion – Bregma	132,00	
BPB	Cf. M.20			Largeur bi-porion	120,00	
ABH	M.20			Hauteur auriculo-bregmatique (Porion G – Bregma – Porion D)	113,31	
Face						
BPL	M.40	BPL		Longueur de la face : Basion – Prosthion	111,46 (°)	
IML	M.41b	IML		Longueur malaire inférieure	42,15	
XML	M.41c	XML		Longueur malaire maximale	61,00	
MLS	M.41d	MLS		Flèche du malaire	11,00	
GBL	M.42			Longueur Gnathion – Basion	126,97	
FMB1	M.43 (1)			Largeur bi-frontomalaire (point interne)	112,06 (°)	

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Howells	Autre	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
					G	D
FMB2	M.43a	FMB		Largeur bi-frontomalaire (point antérieur)	121 (°)	
EKB1	M.44			Largeur bi-ectoconchion	108,00 (°)	
EKB2	M.44b	EKB		Largeur bi-ectoconchion (point antérieur de l'orbite)	112,00 (°)	
ZYB	M.45	ZYB		Largeur bi-zygomatique	148,00 (°)	
JUB	M.45 (1)	JUB		Largeur bi-jugale	128,00 (°)	
ZMB	M.46b	ZMB		Largeur bi-zygomaxillaire	104,40 (°)	
HFT	M.47			Hauteur faciale totale (Nasion – Gnathion)	123,60	
NPH1	M.48			Hauteur nasale supérieure (Nasion – Prosthion)	72,15 (*)	
NPH2		NPH		Hauteur Nasion – Prosthion (antérieur)	71,65 (*)	
NAH	M.48 (1)			Hauteur spino-alvéolaire	19,64	
WMH	M.48d	WMH		Hauteur minimale de la joue	27,50	
DKB	M.49a	DKB		Largeur bi-orbitaire interne	25,63	
IOW	M.50			Largeur bi-orbitaire externe	22,51	
MEB	M.51			Longueur de l'orbite (Maxillo-frontale – Ectoconchion)	43,72	
OBB1	M.51a			Largeur de l'orbite (Dacryon – Ectoconchion)	40,30	
OBB2		OBB		Largeur de l'orbite (Ectoconchion antérieur)	43,24	
OBH	M.52	OBH		Hauteur orbitaire	36,07	

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Howells	Autre	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
					(G)	D
NLB	M.54	NLB		Largeur du nez	27,21	
NLH	M.55	NLH		Hauteur du nez	56,77	
WNB	M.57	WNB		Largeur minimale des os nasaux	11,37	
MAL	M.60			Longueur maxillo-alvéolaire (Prosthion – Alvéolon)	60,80	
MAB	M.61	MAB		Largeur maxillo-alvéoalire (bi-ectomolaire)	68,01	
LP1	M.62			Longueur du palais (Point Orale – Staphilion)	41,53	
BP1	M.63			Largeur du palais (bi-endomolaire)	36,49	
LP2			Heinz, 1961	Longueur du palais	33,88	
BP2			Heinz, 1961	Largeur du palais	26,80	
Cordes et arcs						
Q	M.24a	Q		Arc transverse (Auriculaire – Bregma)	153,15	
ART	M.25			Arc sagittal total (Nasion – Opisthion)	363,70	
FAR	M.26			Arc frontal (Nasion – Bregma)	130,10	
PAR	M.27			Arc pariétal (Bregma – Lambda)	115,80	
OAR	M.28			Arc occipital (Lambda – Opisthion)	117,80	
FRC	M.29	FRC		Corde frontale	116,00 (°)	
FRS	M.29b	FRS		Flèche frontale	26,00	

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Howells	Autre	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
					(G)	D
FRF	M.29c	FRF		Fraction frontale	53,00	
PAC	M.30	PAC		Corde pariétale	105,00	
PAS	M.30a	PAS		Flèche pariétale	23,00	
PAF	M.30b	PAF		Fraction pariétale	59,00	
OCC	M.31	OCC		Corde occipitale	95,00	
OCS	M.31a	OCS		Flèche occipitale	28,50	
OCF	M.31b	OCF		Fraction occipitale	53,00	
LIC	M.31 (1)			Corde Lambda – Inion	65,41	
IOC	M.31 (2)			Corde Inion – Opisthion	43,60	
BAC				Corde Bregma – Astérion	135,00	
Epaisseur (Twiesselmann, 1941)						
EBR				Epaisseur au Bregma	12,50	
EBP				Epaisseur à la bosse pariétale	9,00 (*)	11,00
EOB				Epaisseur à l'Obélion	12,00	
EFCA				Epaisseur à la fosse à la cérébrale	6,00	6,00
EFCE				Epaisseur à la fosse cérébelleuse	6,00	6,00
EAS				Epaisseur à l'astérion	9,00	10,00

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Howells	Autre	Définition	Valeur NK 2	
					(G)	D
Angles (mesure en degré)						
NBA	M.32b	NBA		Angle du Nasion (Basion – Nasion – Bregma)	72,64	
SWA	M.32 (2)			Angle de Schwalbe	54,04	
FRA	M.32 (5)	FRA		Angle du frontal	131,44	
PAA	M.33e	PAA		Angle du pariétal	132,14	
OCA	M.33d	OCA		Angle de l'occipital	117,57	
PCA	M.33 (4)			Angle crânien postérieur (angle nuchal)	119,93	
AGPT	M.72			Angle du prognathisme total (profil total)	75 (°)	
AGPA	M.74			Angle du prognathisme alvéolaire	71	
PRA	M.72 (5)	PRA		Angle de Weisbach	66,99 (°)	
Indices						
ICR	I.1			Indice crânien	72,73	
IHLB	I.2			Indice de hauteur/longueur au Basion	70,59	
IHBB	I.3			Indice de hauteur/largeur au Basion	97,06	
IHMB		X		Indice mixte de hauteur au Basion	81,73	
IHLP	I.4			Indice de hauteur/longueur au Porion	69,59	
IHBP	I.5			Indice de hauteur/largeur au Porion	83,32	

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Howells	Autre	Définition	Valeur NK 2	
					(G)	D
IHMP		X		Indice mixte de hauteur au Porion	70,16	
IFP	I.13			Indice frontopariétal transverse	69,85	
IFT	I.12			Indice frontal transverse	77,87	
ICF	I.22			Indice de courbure du frontal	89,16	
ICP	I.24			Indice de courbure du pariétal	90,67	
ICO	I.25			Indice de courbure de l'occipital	80,65	
IHC	I.5 (1)			Indice de hauteur de la calotte	56,42	
IFS	I.39			Indice faciale supérieur	48,75	
ITF	I.38			Indice facial total	83,51	
ICT	I.71			Indice craniofacial transverse	108,82	
IORD	I.42b			Indice orbitaire (mesure au Dacryon)	89,50	
IORM	I.42			Indice orbitaire (mesure au Maxillofrontal)	82,50	
IIO	I.46			Indice interorbitaire	20,84	
IMA	I.54			Indice maxillo-alvéolaire	111,86	
INZ	I.48			Indice nasal	47,93	
IPLM	I.58			Indice palatin	87,86	
IPLP			Heinz, 1961	Indice palatin (avec LP 2 et BP 2)	79,10	

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Howells	Autre	Définition	Valeur NK 2	
					(G)	D
ITO	I.33			Indice du trou occipital	90,58	
IGF	I.60			Indice gnathique de Flower	104,66 (°)	
Temporal (Elyaqtine, 1995 ; mesures en mm)						
LE				Longueur de l'écaille	-	74,12
LT				Longueur totale du temporal	-	87,52
HE				Hauteur de l'écaille	-	45,80 (*)
HTZA				Hauteur du tubercule zygomatique antérieur	10,00 (*)	11,05
HPPG				Hauteur du processus post-glénoïdien	14,90	13,00
HRLZ				Hauteur de la racine longitudinale du zygoma	9,43	7,98
HMIN				Hauteur minimale du processus zygomatique	-	6,80
ZE				Largeur transverse de la cavité glénoïde	22,00	23,43
PC				Profondeur de la cavité glénoïde	7,00	6,30
LC				Longueur de la cavité glénoïde	13,80	11,23

Table I : *description des mesures sur le neurocrâne et valeurs de Nazlet Khater 2.*
***Martin** = in Bräuer (1988) ; **Howells** = Howells (1973) ; (*) valeur minimale ; (°) valeur estimée.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Critères crâniens de Liebermann *et al.* (2002)

Rétraction faciale :

La distance Nasion – Foramen Cæcum standardisée par la moyenne géométrique de quatre dimensions crâniennes (le volume endocrânien ^ 0,33 ; la distance Nasion – Prosthion, la largeur entre les deux tubérosités maxillaires et la distance depuis la tubérosité maxillaire jusqu'au Prosthion)

Valeur de NK 2 : 0,45

Sphéricité du neurocrâne :

[(Euryon – Euryon) * (Basion – Vertex)] / (Nasion – Opisthocranion) ^ 2

Valeur de NK 2 : 0,54

Mesures du *malleus*

Code	Définition	Auteurs	NK 2 (*)
LT	Longueur totale	Heron (1923) Masali (1964) Arensburg *et al.* (1981)	8,06
Lm	Longueur du manubrium	Heron (1923) Arensburg *et al.* (1981)	4,68
Lt_c	Longueur de la tête au col	Arensburg *et al.* (1981)	3,38
Lt-p	Longueur de la tête au processus latéral	Heron (1923)	4,70
Lc	Longueur du corps	Masali (1964)	5,50
Cm	Corde du manubrium	Masali (1964)	4,39
Fm	Flèche du manubrium	Masali (1964)	0,27
Bt	Largeur de la tête	Masali (1964) Arensburg *et al.* (1981)	2,60
Ba_p	Diamètre antéro-postérieur de la tête	Rougier (2003)	2,10
Am	Angle du manubrium en vue postérieure	Arensburg *et al.* (1981)	152
Am2	Angle du manubrium en vue antérieure	Heron (1923)	144
Amal	Angle du malleus	Masali (1964)	136
AprLat	Angle du processus latéral	Heron (1923)	122
IndM	Indice du malleus (Lm * 100 / LT)	Arensburg *et al.* (1981)	58,06

Table II : *description des mesures sur le malleus et valeurs de Nazlet Khater 2. (*) Les mesures ont été prises avec Uthscsa ImageTool 3.00 (2002) sur des photographies à l'échelle.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Mesures du labyrinthe osseux

Les mesures linéaires et angulaires ont été prises sur les images planaires reformatées suivant les plans sagittal et transverse selon la méthode CT-morphométrique décrite par Spoor (1993) et Spoor & Zonneveld (1995 & 1998).

Code	Définition	Valeur NK 2		Code	Définition	Valeur NK 2
SLI (*)	Indice sagittal labyrinthique	41,47		**COh/w**	Indice de forme de la cochlée	140,82
ASCh	Hauteur du canal semi-circulaire (CSC) antérieur	6,48		**CO-R**	Rayon de courbure de la cochlée	2,28
ASCw	Largeur du CSC antérieur	7,87		**ASC-%R** (+)	Proportion relative du CSC antérieur	39,49
ASCh/w	Indice de forme du CSC antérieur	82,35		**PSC-%R**	Proportion relative du CSC postérieur	32,48
ASC-R (°)	Rayon de courbure du CSC antérieur	3,59		**LSC-%R**	Proportion relative du CSC latéral	28,03
PSCh	Hauteur du CSC postérieur	5,79		**LBl**	Largeur du labyrinthe osseux	15,35
PSCw	Largeur du CSC postérieur	6,02		**LBh**	Hauteur du labyrinthe osseux	14,12
PSCh/w	Indice de forme du CSC postérieur	96,15		**ASCtor**	Angle de torsion du CSC antérieur	18,77
PSC-R	Rayon de courbure du CSC postérieur	2,95		**PSCtor**	Angle de torsion du CSC postérieur	-11,05
LSCh	Hauteur du CSC latéral	4,71		**LSCtor**	Angle de torsion du CSC latéral	-0,30
LSCw	Largeur du CSC latéral	5,48		**LSCm<CCR**	Angle entre LSCm et CCR	114,25
LSCh/w	Indice de forme du CSC latéral	85,92		**LSCm<APA**	Angle entre LSCm et APA	32,92
LSC-R	Rayon de courbure du CSC latéral	2,55		**LSC<FC3**	Angle entre LSC et FC3	77,19
COh	Hauteur de la cochlée	5,32		**LSC<PPp**	Angle entre LSC et PPp	51,39
COw	Largeur de la cochlée	3,78		**LSC<PPa**	Angle entre LSC et PPa	130,66

Table III : *description des mesures du labyrinthe osseux et valeurs de Nazlet Khater 2. Toutes les mesures ont été prises avec ImageJ (2005) par L. Bouchneb.*

Légende :

(*) SLI

L'indice SLI représente le pourcentage de largeur du canal postérieur situé en dessous du plan du canal latéral dans le plan sagittal. Il se calcule comme suit :

$$SLI = [(SLIi) / (SLIi + SLIs)] * 100$$

où **SLIi** représente la partie du CSC postérieur situé sous le plan du CSC latéral et
SLIs est la partie supérieure.

(°) Le rayon de courbure

$$R = 0,5 * [(h + w) / 2]$$

où **h** est la hauteur du canal semi-circulaire et
w est sa largeur.

(+) La proportion relative

$$\%R = [100 / (ASC\text{-}R + PSC\text{-}R + LSC\text{-}R)] * SC\text{-}R$$

où **SC-R** est le rayon de courbure du canal dont on calcul la proportion relative

Symboles

LSCm : orientation médiane du CSC latéral mesurée au niveau de la largeur maximale de l'arc dans le plan sagittal.

CCR : orientation de la partie commune entre les CSC antérieur et postérieur dans le plan sagittal.

APA : orientation de la ligne ampullaire. Il s'agit de la ligne reliant le centre des ampoules de canaux semi-circulaires antérieur et postérieur, dans le plan sagittal.

FC3 : orientation du tiers inférieur du canal du nerf facial dans le plan sagittal.

PPp : orientation de la surface pétreuse postérieure dans le plan sagittal.

PPa : orientation de la surface pétreuse antérieure dans le plan sagittal.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ANNEXE I.3 : MESURES DE LA MANDIBULE

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
LTM	M.68 (1)		Longueur de la mandibule en projection	117,00	
LCM	M.68		Longueur du corps mandibulaire	100,50	
LTW		Twiesselmann, 1958	Longueur supérieure de la mandibule	107,60	
LPM	M.68a		Corde molaire – prémolaire	25,65	24,23
BCB	M.65		Largeur bi-condylaire	124,53	
BGB	M.66		Largeur bi-goniatique	105,64	
BCoB	M.65 (1)		Largeur bi-coronoïde	101,40	
BMB	M.67		Largeur bi-mentale	48,00	
RAH1	M.70		Hauteur de la branche montante en position	64,50	64,50
RAH2	M.70a		Hauteur de la branche montante en projection	63,50	64,50
RMH	M.70 (2)		Hauteur minimale de la branche montante, parallèle à M.70	56,80	55,20
RAB	M.71		Largeur de la branche montante perpendiculaire à M.70	51,60	
RMB	M.71a		Largeur minimale de la branche montante	51,00	
BCOR			Largeur du processus coronoïde dans le sens antéro-postérieur	26,34	
HCOR	M.70 (1)		Hauteur du processus coronoïde	70,00	71,00
BCON			Largeur du condyle dans le sens antéro-postérieur	10,15	10,55
LCON	M.71b		Longueur du condyle dans le sens médio-latéral	21,72	21,47

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
BECH	M.71 (1)		Largeur de l'échancrure sygmoïde	38,80	35,00
PECH	M.70 (3)		Profondeur de l'échancrure sygmoïde	16,00	14,00
SYH	M.69		Hauteur du corps à la symphyse	37,52	
SYB		Olivier, 1960	Epaisseur de la symphyse réelle	19,10	
FMH	M.69 (1)		Hauteur du corps au foramen mentonnier	35,30	35,20
FMB	M.69 (3)		Epaisseur du corps au foramen mentonnier	15,95	15,65
M1/M2H	M.69 (2)		Hauteur du corps entre la première et la deuxième molaire	33,75	32,54
M1/M2B	M.69b		Epaisseur du corps entre la première et la deuxième molaire	16,31	16,38
P1/P2H			Hauteur du corps entre la première et la deuxième prémolaire	36,42	36,11
AGO	M.79		Angle goniaque	107,25	
AMT	M.79c		Angle mentonnier	84,00	
ASY	M.79 (1b)		Angle antérieur de la symphyse	89,00	
IMD	I.62		Indice mandibulaire avec LTM	80,70	
IMD2		Olivier, 1960	Indice mandibulaire avec LCM	93,95	
IBM	I.63		Indice de la branche montante	81,26	
ICG	I.64		Indice de largeur de la mandibule	84,83	
IHC	I.62 (1)		Indice de hauteur du corps alvéolaire	89,95	86,73
IRS			Indice de robustesse à la symphyse	50,80	
IRT	I.66		Indice de robustesse au foramen mentonnier	46,03	44,38
IRM1/M2			Indice de robustesse du corps entre la première et la deuxième molaire	48,33	50,34

Table IV : *description des mesures sur la mandibule et valeurs de Nalzet Khater 2.*

ANNEXE I.4 : MESURES DES DENTS

Dents	Latéralité	MD (M.81)	BL (M.81 (1))
Maxillaire			
P1	G	6,72	10,33
M1	G	10,02 (*)	11,74
	D	10,15	12,00
M2	G	9,74 (*)	12,70
	D	10,13	12,87
M3	G	9,56	12,12
	D	9,38	12,45
Mandibulaire			
I1	D	5,00	6,40
I2	D	6,13	6,44
M1	G	11,90 (*)	11,80
	D		11,70 (*)
M2	G	11,90	11,50
M3	G	11,70	11,10

Table V : *diamètres mésio-distaux (MD) et bucco-linguaux (BL) des dents de Nazlet Khater 2. (*) mesures minimales.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ANNEXE I.5 : MESURES DE L'OS HYOÏDE ET DU SQUELETTE INFRA-CRÂNIEN

Calcul du degré d'asymétrie standardisée

Le degré d'asymétrie standardisée (SA) est calculé selon la formule de Čuk *et al.* (2001) :

$$SA = [(D - L) / ((D + L) / 2))] * 1000$$

où **D** symbolise la valeur du côté droit et

L la valeur du côté gauche.

La standardisation de l'asymétrie permet la comparaison entre ossements, ou entre mesures de différentes unités. Le signe négatif ou positif indique la direction de l'asymétrie (négatif = gauche plus important).

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Description des mesures de l'os hyoïde, du squelette infra-crânien et valeurs de NK 2

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
Os hyoïde					
Lmax		Arensburg, 1991	Longueur (face ventrale du corps – bord postérieur des grandes cornes)	40,00	
Bmax		Arensburg, 1991	Largeur maximale du l'os (avec les grandes cornes)	36,00 (°)	
DtrC		Arensburg, 1991	Diamètre transverse maximal du corps	24,70	
HmaxC		Arensburg, 1991	Hauteur maximale du corps	11,00	
Da-pC		Arensburg, 1991	Diamètre antéro-postérieur du corps	6,60	
Ppost		Arensburg, 1991	Profondeur postérieure du corps	2,80	
Clavicule					
Lmax	M.1		Longueur maximale	145,00	
Pmid	M.6		Périmètre à mi-diaphyse	38,23	
Hmid	M.4		Hauteur à mi-diaphyse	9,50	9,12
Bmid	M.5		Largeur à mi-diaphyse	12,72	12,84
Bacr	M.7 (4)		Largeur de l'extrémité acromiale	28,68	
Hacr	M.7 (3)		Hauteur de l'extrémité acromiale	12,14	13,20
BexS	M.7 (2)		Largeur de l'extrémité sternale	22,00	19,42
HexS	M.7 (1)		Hauteur de l'extrémité sternale	23,89	25,05

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
Aest		Olivier, 1951	Angle de courbure externe	128,00	131,00
Aint		Olivier, 1951	Angle de courbure interne	152,00	148,00
IndR			Indice de robustesse (Pmid / Lmax)	26,37	
IndD			Indice diaphysaire (Hmid / Bmid)	74,69	71,03
IndBext			Indice de largeur de l'externe (Lmax / Bacr)	19,78	
IndCH			Indice clavico-huméral	45,74	46,18
Scapula					
Lbaxil	M.3		Longueur du bord axillaire	138,68	138,00 (°)
LcavG	M.12		Longueur de la cavité glénoïde		37,86
BcavG	M.13		Largeur de la cavité glénoïde		26,82
Lacrom	M.10		Longueur de l'acromion	35,62	39,40
Bacrom	M.9		Largeur de l'acromion	22,58	23,10
Ebl			Epaisseur du bord axillaire latéral au milieu	12,27	12,70
Agl	M.17		Angle axillo-glénoïdien	132,70	131,70 (°)
IndG			Indice glénoïdien (BcavG / LcavG)	70,84	
Indacrom			Indice acromial (Bacrom / Lacrom)	63,39	58,63
Humérus					
Lmax	M.1		Longueur maximale	317,00	314,00
Lphys	M.1b		Longueur physiologique	312,00	309,00

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
Ltot	M.2		Longueur jusqu'au capitulum	315,00	131,00
Dmax	M.5		Diamètre maximal à mi-diaphyse	22,10	22,20
Dmin	M.6		Diamètre minimal à mi-diaphyse	18,90	19,45
Pmid	M.7a		Périmètre à mi-diaphyse	64,20 (*)	67,25
P5/12		Endo, 1971	Périmètre au 5/12 de la diaphyse	72,60 (*)	73,00
Pmin	M.7		Périmètre minimal	65,09 (*)	66,36
Bprox	M.3		Largeur de l'extrémité proximale	44,15 (*)	44,90 (*)
Pcapi	M.8		Périmètre de la tête humérale	124,60	128,40
DtrCap	M.9a		Diamètre transverse de la tête humérale	38,80	39,90
DvrCap	M.10a		Diamètre vertical de la tête humérale	40,85	40,97
Bdist	M.4		Largeur de l'extrémité distale	62,63	62,46
BepiM		Hambucken, 1993	Largeur de l'épicondyle médial	20,00	20,00
BepiL		Hambucken, 1993	Largeur de l'épicondyle latéral	6,00	8,00
Btroch	M.11		Largeur de la trochlée	20,90	21,00
Bcapi	M.12		Largeur du capitulum	16,00	16,21
Hcapi	M.12c		Hauteur du capitulum	18,88	20,07
BartD	M.12a		Largeur de l'articulation distale	36,90	37,21
Bfoss	M.14		Largeur de la fosse olécrânienne	29,40	28,58
Hfoss		Hambucken, 1993	Hauteur de la fosse olécrânienne	20,13	22,26
Pfoss	M.15		Profondeur de la fosse olécrânienne	12,00	13,00

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
HmaxFO		Hambucken, 1993	Distance du bord proximal de la fosse olécrânienne à la trochlée	30,31	28,46
HmaxFC		Hambucken, 1993	Distance du bord proximal de la fosse coronoïde à la trochlée	22,54	21,36
BpilM		Hambucken, 1993	Largeur du pilier médial à mi-hauteur de la fosse olécrânienne	11,18	11,10
BpilL		Hambucken, 1993	Largeur du pilier latéral à mi-hauteur de la fosse olécrânienne	19,38	19,00
AconD	M.16		Angle condylo-diaphysaire	81,00	83,00
AcolD	M.17		Angle collo-diaphysaire	130,00	124,00
Ators		Olivier, 1960	Angle de torsion de l'humérus	145,00	140,00
IndR			Indice de robustesse (Longueur maximale)	20,53	21,13
IndR2			Indice de robustesse (Longueur physiologique)	20,86	21,48
IndDTub			Indice de développement de la tubérosité deltoïde (Pmin / P5/12)	89,66 (*)	90,90
IndDia			Indice diaphysaire (Dmin / Dmax)	85,52	87,61
IndExD			Indice de largeur relative de l'extrémité distale (Bdist / Lmax)	19,76	19,89
IndBD			Indice de largeur du capitulum (Bcapi / Bdist)	25,55	25,95
IndBtroch			Indice de largeur de la trochlée (Bcapi / Btroch)	76,56	77,19
IndEM			Indice de développement de l'épicondyle médial (BepiM / Bdist)	31,93	32,28
IndEL			Indice de développement de l'épicondyle latéral (BepiL / Bdist)	9,58	12,81
IndExP			Indice de l'extrémité proximale (Bprox / Lmax)	13,96 (*)	14,30
IndCap			Indice de forme de la tête humérale (DtrCap / DvtCap)	94,98	97,39
IndProx			Indice de développement proximale (Pcapi / Lmax)	39,31	40,89
IndBfos			Indice de largeur de la fosse olécrânienne (Bfoss / Bdist)	46,94	45,76

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
IndHfos			Indice de hauteur de la fosse olécrânienne (Hfoss / Bdist)	32,14	35,64
IndPil			Indice de largeur des piliers (BpilM / BpilL)	57,69	58,42
IndPosF			Indice de position de la fosse olécrânienne (HmaxFC / HmaxFO)	74,36	75,05
Ulna					
Lmax	M.1		Longueur maximale	261,00	
Lphys	M.2a		Longueur physiologique	233,00	
LolCap	M.2 (1)		Longueur olécrâne – extrémité articulaire distale	259,00	
Pmin	M.3		Périmètre minimal	36,50	36,50
Dmin			Diamètre minimal à mi-diaphyse	13,70	
Dmax			Diamètre maximal à mi-diaphyse	19,95	15,11 (*)
Da-p	M.11		Diamètre antéro-postérieur maximal	20,37	16,06
Dtr	M.12		Diamètre transverse maximal	13,42 (*)	15,16
DtrIncR	M.13		Diamètre transverse à la limite distale de l'incisure radiale	22,55	22,00
Da-pIncR	M.14		Diamètre antéro-postérieur à la limite distale de l'incisure radiale	24,44	23,60
Da-pP		McHenry *et al.*, 1976	Diamètre antéro-postérieur proximal (sous tubérosité brachiale)	19,81	18,23
DtrP		McHenry *et al.*, 1976	Diamètre transverse proximal (sous tubérosité brachiale)	20,30	19,60
HvOle	M.5		Hauteur de la voûte de l'olécrâne	6,51	6,14
HOle	M.8		Hauteur de l'olécrâne	20,64	20,72
PrTroch		Solan & Day, 1992	Profondeur de l'incisure trochléaire	12,12	12,50
DtrOle		Hambucken, 1993	Largeur de l'olécrâne	28,66	27,37

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
Bprox	M.6 (1)		Largeur de l'extrémité proximale	27,60	27,24
BminIn	M.6a		Largeur minimale de l'incisure trochléaire	18,55	19,80
BmaxIn			Largeur maximale de l'incisure trochléaire	25,60	25,70
Da-pOle	M.7		Diamètre antéro-postérieur de l'olécrâne	26,75	26,27
CordOle	M.7 (1)		Corde olécrâno-coronoïde	26,11	24,80
Da-pTr	M.7b		Diamètre antéro-postérieur de la trochlée	19,40	19,50
Da-pCor	M.7d		Diamètre antéro-postérieur du processus coronoïde	38,25	38,36
DtrCor		Solan & Day, 1992	Diamètre transverse maximal du processus coronoïde	25,77	24,43 (*)
PincR		Solan & Day, 1992	Position de l'incisure radiaire	35,08	36,72
PTubB		McHenry *et al.*, 1976	Position de la tubérosité brachiale	34,90	36,06
Ba	M.9		Largeur antérieure de la surface radiale du processus coronoïde	9,17	
Bp	M.10		Largeur postérieure de la surface radiale du processus coronoïde	13,19	
BIncR	M.9a		Largeur de l'incisure radiale	16,16	
HIncR	M.9b		Hauteur de l'incisure radiale	9,15	
BMCor		Hambucken, 1993	Largeur de la partie médiale de la surface articulaire coronoïde	15,30	15,88
BLCor		Hambucken, 1993	Largeur de la partie latérale de la surface articulaire coronoïde	8,74	9
AcTro		Hambucken, 1993	Arc de la trochlée	39,10	37,20
Da-pD	M.11a		Diamètre antéro-postérieur de l'extrémité distale	19,30	
DtrD	M.12a		Diamètre transverse de l'extrémité distale	15,50	
HD		Hambucken, 1993	Hauteur maximale de la surface articulaire distale	8,71	

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
Apost		Hambucken, 1993	Angle postérieur	170,00	170,00
Aa-pC		Hambucken, 1993	Angle de courbure antéro-postérieur de l'extrémité proximale	167,00	167,00
Atroch		Hambucken, 1993	Angle trochléaire	26,00	25,00
IndR	X		Indice de robustesse (longueur physiologique)	15,67	
IndRb			Indice de robustesse (longueur maximale)	13,98	
IndDia	X		Indice diaphysaire	65,88	94,40
IndP	X		Indice de platôlénie	92,27	93,22
IndProx			Indice de largeur proximale (Bprox / LolCap)	10,66	
IndBprox			Indice de largeur de l'olécrâne (DtrOle / Lphys)	12,30	
IndOle			Indice d'épaisseur de l'olécrâne (Da-pTr / HvOle)	93,99	94,11
IndDOle			Indice de développement de l'olécrâne (Da-pOle / Lphys)	10,33	
IndPOle			Indice de proportion de l'olécrâne (HvOle / Da-pOle)	77,16	78,87
IndDCor			Indice de développement du processus coronoïde (DapCor / Lphys)	16,42	
IndProc			Indice de longueur des processus (Da-pOle / Da-pCor)	69,93	68,48
IndIncT			Indice de forme de l'incisure trochléaire (BminIn / BmaxIn)	72,46	77,04
IndConcav			Indice de concavité de l'incisure trochléaire (CordOle / AcTro)	66,78	66,67
IndIncR			Indice de forme de l'incisure radiale (HIncR / BIncR)	56,62	
IndD			Indice de forme de l'extrémité distale (DtrD / Da-pD)	80,31	
IndHD			Indice de hauteur de la circonférence articulaire distale (HD / LolCap)	3,36	

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
Radius					
Lmax	M.1		Longueur maximale	240,00	241,00
Lphys	M.2a		Longueur physiologique	229,00	231,00
Pmin	M.3		Périmètre minimal	43,50	43,50
Pminb		Hambucken, 1993	Périmètre minimal sous la tubérosité bicipitale	40,50	41,45
Pmid	M.5 (5)		Périmètre à mi-diaphyse	42,50	43,50
Dtrmax	M.4		Diamètre transverse maximal	16,40	16,32
Da-p	M.5		Diamètre antéro-postérieur perpendiculaire à Dtrmax	1,87	11,42
Dtrmid	M.4a		Diamètre transverse à mi-diaphyse	14,14	14,80
Da-pmid	M.5a		Diamètre antéro-postérieur à mi-diaphyse	12,40	13,00 (°)
Lcol	M.1a		Longueur du col	32,10	34,00
Pcol	M.5 (4)		Périmètre du col		42,50
DtrCol	M.4 (2)		Diamètre transverse du col	13,45	12,54
Da-pCol	M.5 (2)		Diamètre antéro-postérieur du col	14,60	13,20
DmaxCol		Hambucken, 1993	Diamètre maximal du col		14,00 (*)
Pporx	M.5 (3)		Périmètre de l'extrémité proximale		63,00
DtrCap	M.4 (1)		Diamètre transverse de la tête		20,20
Da-pCap	M.5 (1)		Diamètre antéro-postérieur de la tête	19,12	19,55
DmaxCap		Hambucken, 1993	Diamètre maximal de la tête		21,31
HmaxC	M.1d		Hauteur maximale de la circonférence articulaire proximale	10,50	10,10

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
HminC		Hambucken, 1993	Hauteur minimale de la circonférence articulaire proximale		6,80
PTub		Hambucken, 1993	Périmètre à la tubérosité radiale		52,30
DtrTub		Senut, 1981	Diamètre transverse à la tubérosité radiale		18,01
LTub		Senut, 1981	Longueur de la tubérosité radiale	21,83	23,36
BTub		Senut, 1981	Largeur de la tubérosité radiale	12,75	13,61
BtrD	M.5 (6)		Largeur transverse de l'extrémité distale	32,16	31,90 (*)
Ba-pD		Hambucken, 1993	Largeur antéro-postérieure de l'extrémité distale	20,90	20,25 (*)
BincU	M.9a		Largeur de l'incisure ulnaire	10,40	
HincU	M.9b		Hauteur de l'incisure ulnaire	5,25	
Acurb		Hambucken, 1993	Angle de courbure de la diaphyse	170,00	170,00
AcolD	M.7		Angle collo-diaphysaire	165,00	163,00
IndR	X		Indice de robustesse (longueur physiologique)	19,00	18,83
IndRb			Indice de robustesse (longueur maximale)	18,13	18,05
IndDia	X		Indice diaphysaire	87,69	87,84
IndDTb			Indice de développement de la tubérosité bicipitale (Dtrmid / Dtrmax)	86,22	90,69
IBRA	X		Indice brachial	75,71	76,75
IndRcol			Indice de robustesse du col (Lcol / Pcol)		80,00
IndDcol			Indice de développement du col (Pmin / Pcol)		102,35
IndLcol			Indice de longueur du col (Lcol / Lmax)	13,38	14,11
IndBP			Indice de largeur de l'extrémité proximale (Da-pCap / Lmax)	7,97	8,11

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
IndDP			Indice de développement de l'extrémité proximale (Pprox / Lmax)		26,14
IndFP			Indice de forme de l'extrémité proximale (DtrCap / Da-pCap)		103,32
IndBD			Indice de largeur de l'extrémité distale (BtrD / Lmax)	13,40	13,24
IndFD			Indice des largeurs distales (Ba-pD / BtrD)	64,99	63,48
IndincU			Indice de forme de l'incisure ulnaire (BincU / HincU)	50,48	
Scaphoïde					
Lmax	M.1		Longueur maximale		25,37
Bmax	M.2		Largeur maximale		13,22
Hmax	M.3		Hauteur maximale		14,09
Lunatum					
Lmax	M.1		Longueur maximale	15,76	15,71
Bmax	M.2		Largeur maximale	12,00	11,87
Hmax	M.3		Hauteur maximale	17,41	16,61
Trapèze					
Lmax	M.1		Longueur maximale	16,50	
Btrap	M.2		Largeur du trapèze	21,08	
Hmax	M.3		Hauteur maximale	15,56	
MtcAH	M.5		Hauteur de l'articulation métacarpienne	12,00	
Ltub		Trinkaus, 1983	Longueur du tubercule	10,04	
Etub		Trinkaus, 1983	Epaisseur du tubercule	3,76	

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
Trapézoïde					
Lmax	M.1		Longueur maximale	13,26	14,58
Bmax	M.2		Largeur maximale	11,38	12,06 (*)
Hmax	M.3		Hauteur maximale	14,83	16,12
Capitatum					
Lmax	M.1		Longueur maximale		22,48
Bmax	M.2		Largeur maximale		13,81
Hmax	M.3		Hauteur maximale		18,21
AMtc2		Niewoehner *et al.*, 1997	Angle de la facette articulaire pour le deuxième métacarpien		55,00
Hamatum					
Lart	M.1		Longueur articulaire	21,75	
Bmax	M.2		Largeur maximale	15,61	15,53
Hmax	M.3		Hauteur maximale	20,08	
Lham		Trinkaus, 1983	Longueur proximo-distale de l'hamulus	11,82	12,08
Eham		Trinkaus, 1983	Epaisseur de l'hamulus	4,64	4,66

Table VI : *description des mesures sur l'os hyoïde, la ceinture scapulaire et le membre supérieur et valeurs de Nazlet Khater 2. (*) mesures minimales ; (°) mesures estimées.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Métacarpiens	Latéralité	Lmax	Lart	HP	BP	HD	BD	HM	BM	AFP	AFC
MTC I	G	42,79	40,98	14,78	16,31	14,06	14,80 (*)	8,38	12,30	61,00	
	D	43,50	42,27	14,78	16,08 (*)	14,70	15,60 (*)	8,55	12,00		
MTC II	G			15,74	17,97						
	D	64,51	62,61	16,79	19,48	14,02	14,75	9,45	8,71		34,00
MTC III	G	62,31	59,92	15,92	14,34	14,07	14,46	9,34	8,40		
	D	62,95	59,53	17,31	14,46	13,73	14,80	9,30	8,42		
MTC IV	G	52,80	52,47		10,60	12,64	13,23	7,63	6,76		
	D	52,3	52,12	13,74	11,71	13,40	14,09	9,22	7,26		
MTC V	G	50,50	49,05	11,39	13,36	12,83	13,09	6,77	8,60		
	D	51,56	49,85	11,78	13,73	12,05	12,32	7,33	8,05		

Table VII : *mesures des métacarpiens (MTC) de Nazlet Khater 2. Lmax = longueur maximale ; Lart = longueur articulaire ; HP = hauteur de l'extrémité proximale ; BP = largeur de l'extrémité proximale ; HD = hauteur de l'extrémité distale ; BD = largeur de l'extrémité distale ; HM = hauteur à mi-diaphyse ; BM = largeur à mi-diaphyse ; AFP = angle entre la facette articulaire proximale et l'axe de la diaphyse ; AFC = angle entre la facette articulaire pour la capitatum et l'axe de la diaphyse. (*) mesures minimales.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Phalanges	Lat	Lmax	Lart	HP	HAP	BP	BAP	HM	BM	HD	BD	BAD	DU
PP 1	G	30,48	27,82	11,94	10,49	16,03	13,39	5,88	9,29	(10,41)	(14,24)	(12,56)	
	D	30,66 (°)	27,98	12,73	11,83			6,04	9,38	9,15	12,78	11,43	
PP 2	G	39,85	37,33	11,15 (°)	9,73	15,77	10,64	5,87	8,74	7,70	11,97	10,49	
PP 3	G	44,30	42,24	12,25	10,23	15,94	11,60	6,57	9,96	7,68	12,44	11,38	
	D	43,61	42,72	11,83	10,49	15,82	11,72	6,42	9,57	7,72	11,71		
PP 4	G	43,60	41,42	11,85	10,80	15,00	12,27	6,25	9,65	7,45	11,69	10,78	
	D	42,23	40,81	11,37	9,50	14,58	10,77	6,60	9,18		10,90		
PP 5	G	33,18	31,85	10,47	8,82	14,13	9,74	5,53	7,97				
	D	33,72	32,12	10,22	9,52			5,58	8,22	6,51	9,93	9,08	
PM 2	G	23,86	23,38	8,95	6,89	12,97	11,77	5,00	8,13	5,81	10,35	8,50	
PM 3	D							5,81	9,49	(7,20)	(12,67)	9,00	
PM 4	G	29,68	27,77	9,06	7,34	14,09	11,57	5,43	9,68		11,41	9,21	
	D	30,04	28,43	8,96	7,39			5,43	9,40	6,47	11,28	10,13	
PM 5	G	21,31	20,43		6,16	11,28		4,28	7,48	5,80	9,67	8,72	
	D	21,60	20,24	7,85	5,98	10,45	9,47	4,15	7,35	5,22	9,22	8,23	
PD 1	G	(23,13)	21,49	(9,81)	(7,10)	(15,24)	(11,57)	4,94	8,35	3,92	9,69		3°
	D			8,93	7,35	14,29	12,24	5,37	8,47				

Table VIII : *mesures des phalanges de Nazlet Khater 2. légende des mesures* cf. supra*. PP, PM, PD = phalanges proximales, médiales et distales. Lat = latéralité ; HAP = hauteur articulaire proximale ; BAP = largeur articulaire proximale ; BAD = largeur articulaire distale ; DU = déviation ulnaire. (°) Mesures estimées ; les mesures entre parenthèses concernent les os présentant de l'arthrose.*

Vertèbres	HCV	BCV	IndCV
C1	29,00	27,23	106,50
C2	14,12	24,00	58,83
C3	11,49	22,66	50,71
C4	12,31	23,40	52,61
C5	13,02	25,14	51,79
C6	15,33	25,78	59,46
C7	12,95	23,94	54,09
T1	14,89	21,33	69,81
T2	15,23	18,60	81,88
T3	15,07	16,99	88,70
T4	14,90	16,20	91,98
T6	14,57	17,76	82,04
T8	15,00	19,42	77,24
T9	14,00	16,15	86,69
L1	15,41	20,43	75,43
L2	14,16	22,08	64,13
L3	11,14	22,05	50,52
L4	11,17	21,68	51,52
L5	11,70	21,44	54,57
S1	15,12	29,25	51,69

Table IX : *mesures du canal vertébral de Nazlet Khater 2. C = cervicale ; T = thoracique ; L = lombaire ; S = sacrée ; HCV = hauteur du canal vertébral ; BCV = largeur du canal vertébral ; IndCV = indice de forme du canal vertébral.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
Sternum					
Lman	M.2		Longueur du manubrium	49,61	
Bmax	M.4		Largeur maximale du manubrium	51,00	
Bmin	M.5		Largeur minimale du manubrium	26,00	
Eman	M.7		Epaisseur du manubrium	13,60	
LT		Vallois, 1965	Longueur mésosternale totale	117,00	
LS1		Vallois, 1965	Longueur de la première sternèbre	38,50	
Bmin		Vallois, 1965	Largeur minimale de la première sternèbre	24,90	
Emid		Vallois, 1965	Epaisseur au milieu de la première sternèbre	9,20	
LS2		Vallois, 1965	Longueur de la deuxième sternèbre	30,10	
Bmin		Vallois, 1965	Largeur minimale de la deuxième sternèbre	30,13	
Emid		Vallois, 1965	Epaisseur au milieu de la deuxième sternèbre	9,78	
Sacrum					
Lmax	M.2		Longueur maximale (face ventrale)	117,47	
Bmax	M.5		Largeur maximale	99,60	
Bmid	M.9		Largeur à mi-hauteur	78,16	
Bcorps	M.19		Largeur du corps de la première vertèbre sacrée	56,25	
Hauri	M.14		Hauteur de la surface auriculaire		54,40
Baile		Kimura, 1982	Largeur de l'aile	28,70	
IndB		Kimura, 1982	Indice de largeur de l'aile (Baile / Bcorps)	51,02	

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
Coxal					
DCOX	M.1		Hauteur de l'os coxal	198,00	198,00
SCOX	M.12		Largeur de l'ilium		147,00 (°)
VYMP	M.30		Hauteur du *pelvis minor*	118,13	121,60
SASA	M.13		Largeur de la fosse iliaque		92,64 (°)
ASPI		McHenry, 1975	Largeur inférieure de l'ilium		137,00 (°)
SA		Gaillard, 1960	Distance spino-auriculaire		70,38
SS		Gaillard, 1960	Distance spino-sciatique		69,50
IIMT	M.15 (1)		Hauteur de la grande échancrure	35,30	38,50
AB		Novotny, 1975	Largeur de l'incisure ischiatique	36,43	37,00
CD		Novotny, 1975	Profondeur de l'incisure ischiatique	27,00	27,61
AC		Novotny, 1975	Segment supérieur de l'incisure ischiatique	8,40	9,10
BC		Novotny, 1975	Segment inférieur de l'incisure ischiatique	28,03	27,90
AMB		Novotny, 1975	Segment supérieur de largeur de l'incisure ischiatique	41,50	44,87
AP			Côté du triangle APB	27,10	26,00
PB			Côté du triangle APB	38,05	37,00
CMB	M.31		Segment inférieur de largeur de l'incisure ischiatique	32,14	30,29
VEAC	M.22		Diamètre vertical de l'acétabulum	50,10	49,01
HOAC	M.23		Diamètre horizontal de l'acétabulum		48,85 (*)
SPU		Gaillard, 1960	Largeur pubo-acétabulaire		25,83 (*)

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
SIS	M.14 (1)		Largeur cotylo-sciatique	40,00	38,74
ISA	M.15a		Longueur de l'ischium	85,30	87,23
ISMA	M.15		Longueur de l'ischium depuis le centre de l'acétabulum	71,69	72,22
ISM		Schulter-Ellis *et al.*, 1983	Longueur de l'ischium	100,03 (*)	100,37
ISMM		Schulter-Ellis *et al.*, 1983	Longueur maximale de l'ischium	97,27 (*)	98,85
Hil	M.9		Hauteur de l'ilium	124,64	124,71
ETI		Sládek *et al.*, 2000	Epaisseur de la tubérosité ischiatique	24,79	24,57
IIB		Sládek *et al.*, 2000	Largeur iliaque inférieure		121,83 (°)
Emax		Sládek *et al.*, 2000	Epaisseur maximale de la crête iliaque (tubercule iliaque)		15,45
Emin		Sládek *et al.*, 2000	Epaisseur minimale de la crête iliaque	9,18	9,35
AuH		Sládek *et al.*, 2000	Hauteur de la surface auriculaire (parallèle au bord de l'échancrure)	53,52	53,87
AuB		Sládek *et al.*, 2000	Largeur de la surface auriculaire (perpendiculaire au bord)	32,46	33,70
Bassin					
BIB	M.2		Largeur maximale du bassin	245,00	
DTDS	M.24		Diamètre transverse du bassin	106,70	
BIAC	M.7		Largeur bi-acétabulaire du bassin	107,00	
DTDI	M.8		Largeur entre les épines ischiatiques	84,00	
DIIS	M.5		Largeur entre les échancrures ischiatiques	110,00	
LBIT	M.27		Diamètre transversal du détroit inférieur (largeur bi-tubérale)	104,00	
DOPA		Tague, 1989	Profondeur de l'espace postérieur du canal pelvien (détroit supérieur)	75,00	

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
DOMP		Tague, 1989	Profondeur de l'espace postérieur du canal pelvien (isthme pelvien)	50,00	
DOPS		Tague, 1989	Profondeur de l'espace postérieur du canal pelvien (détroit inférieur)	67,00	
Fémur					
Lmax	M.1		Longueur maximale	410,00	409,00
Lphys	M.2		Longueur physiologique	408,00	406,00
LTmax	M.3		Longueur maximale à partir du sommet du grand trochanter	394,00	394,00
LTphys	M.4		Longueur physiologique à partir du sommet du grand trochanter	389,00	387,00
LBiom		Shackelford, 2005	Longueur biomécanique	386,00	385,00
LA-Bcu	M.27		Arc de la diaphyse	307,50	307,20
Lcorde		Shackelford & Trinkaus, 2002	Corde de la diaphyse	285,00	285,00
Lflèche			Flèche au maximum de courbure de la diaphyse	19,00	15,00
Pmid	M.8		Périmètre à mi-diaphyse	87,30 (°)	91,25
Da-pmid	M.6		Diamètre antéro-postérieur à mi-diaphyse		32,00
Dtrmid	M.7		Diamètre transverse à mi-diaphyse	27,00	26,88
DtrST	M.9		Diamètre transverse sous-trochantérien	28,27	26,40
Da-pST	M.10		Diamètre antéro-postérieur sous-trochantérien	29,20	27,00
Da-pSC	M.11		Diamètre antéro-postérieur supra-condylaire		27,50
DtrSC	M.12		Diamètre transverse supra-condylaire		36,56
Lprox	M.13		Longueur de l'extrémité proximale	84,33	84,08
Bprox	M.13a		Largeur de l'extrémité proximale en projection	77,00	79,00

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
DvCol	M.15		Diamètre vertical du col fémoral	26,11	26,02
Da-pCol	M.16		Diamètre antéro-postérieur du col fémoral	24,08	24,09
PCol	M.17		Périmètre du col fémoral	84,00	84,00
DtrCap	M.18		Diamètre transverse de la tête fémorale	40,45	39,99
Da-pCap	M.19		Diamètre antéro-postérieur de la tête fémorale	40,56	39,73
PCap	M.20		Périmètre de la tête fémorale	128,90	128,90
Bdist	M.21		Largeur de l'extrémité distale	72,84 (°)	79,08
Da-pC	M.22		Diamètre antéro-postérieur du condyle latéral en projection.		60,30
Da-pCl	M.23		Diamètre antéro-postérieur du condyle latéral	56,20 (°)	59,90
Da-pCm	M.24		Diamètre antéro-postérieur du condyle médial		53,20 (*)
HCl	M.25		Hauteur du condyle latéral	30,75	30,72
HCm	M.26		Hauteur du condyle médial	32,65	32,81
Acol-d	M.29		Angle collo-diaphysaire	132,00	131,00
Acon-d	M.30		Angle condylo-diaphysaire	97,50	100,00
ATors	M.28		Angle de torsion du fémur	28,50	24,00
IndR1	X		Indice de robustesse au périmètre (Pmid / Lphys)	21,40	22,48
IndR2	X		Indice de robustesse aux diamètres [(Dapmid + Drmid) / Lphys]		14,50
IndRCap	X		Indice de robustesse de la tête fémorale [(DtrCap + DapCap) /Lphys]	41,51	41,60
IndPil	X		Indice pilastrique		119,05
IndPla	X		Indice platymérique	103,29	102,27

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
IndPop	X		Indice poplité		75,22
IndCap	X		Indice de la forme de la tête fémorale (DapCap / DtrCap)	100,27	99,35
ITLF	X		Indice de largeur de la tête fémorale (DapCap / Lphys)	9,94	9,79
IndD	X		Indice de l'extrémité distale (Bdist / Lphys)	17,85	19,48
IndCond	X		Indice des condylaire (DapC / Bdist)		76,25
Patella					
Hmax	M.1		Hauteur maximale	36,55	35,84
Bmax	M.2		Largeur maximale		41,66
Dmax	M.3		Epaisseur maximale	18,20	18,41
Harti	M.4		Hauteur de la facette articulaire	27,93	27,19
Bmed	M.5		Largeur de la facette articulaire médiale		16,92
Blat	M.6		Largeur de la facette articulaire latérale	24,89	25,21
IndP	X		Indice de hauteur / largeur de la patella		86,03
IndL	X		Indice de largeur de la patella (Lmax / Bdist Fémur)		52,68
Tibia					
Da-pN	M.8a		Diamètre antéro-postérieur au niveau du trou nourricier	33,03	
DtrN	M.9a		Diamètre transverse au niveau du trou nourricier	21,88	
PN	M.10a		Périmètre au niveau du trou nourricier	88,17	
Bprox	M.3		Largeur de l'extrémité proximale	75,87	72,45
Da-pT	M.4		Diamètre antéro-postérieur au niveau de la tubérosité du tibia	40,31	41,18

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Code	Martin	Autres	Définition	Valeur NK 2 (mm)	
				(G)	D
DtrT	M.5		Diamètre transverse au niveau de la tubérosité du tibia	34,50	34,70
EartM	M.4a		Epaisseur au niveau de la surface articulaire médiale	42,74	39,89
EartL	M.4b		Epaisseur au niveau de la surface articulaire latérale	39,15	38,57
Aretro	M.12		Angle de rétroversion	16,00	
IndC	X		Indice cnémique		
Talus					
Ltro	M.4		Longueur de la trochlée	26,16	26,33
Btro	M.5		Largeur de la trochlée	25,57	25,63
BpTro	M.5 (1)		Largeur postérieure de la trochlée	24,51	24,00
BaTro	M.5 (2)		Largeur antérieure de la trochlée	26,43	26,00
Htro	M.6		Hauteur de la trochlée	8,00	7,50
Lac	M.12		Longueur de la surface articulaire postérieure pour le calcanéus	30,08	30,36
Bac	M.13		Largeur de la surface articulaire postérieure pour le calcanéus	19,80	19,35
IndTro	X		Indice de la trochlée	97,74	97,34
Indac	X		Indice de l'articulation postérieure pour le calcanéus	65,82	63,74

Table X : *description des mesures sur le sternum, la ceinture pelvienne et le membre inférieur. Valeurs de Nazlet Khater 2. (*) mesure minimale ; (°) mesure estimée.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Propriétés géométriques des sections diaphysaires

Les ossements ont été orientés en position sagittale et coronale pour l'enregistrement scanner et les images scanners ont été réalisées perpendiculairement aux plans sagittal et coronal comme le préconisent Ruff & Leo (1986). L'épaisseur de coupe est de 0,5 mm et les images sous format Dicom ont été importées sur ImageJ (2005). La calcul des propriétés géométriques a ensuite été effectué grâce à la macro « *MomentMacroJ v1.2* » de Ruff, disponible sur internet (http://www.hopkinsmedecine.org/FAE/mmacro.htm).

Section	Lat	TA	CA	MA	%CA	I_x	I_y	I_x/I_y	I_{max}	I_{min}	I_{max}/I_{min}	J
Humérus												
50 %	G	288,65	239,45	49,20	82,96	7300,28	5853,59	1,25	7304,90	5848,98	1,25	13153,88
	D	322,15	260,97	61,18	81,01	8164,48	7945,06	1,03	8213,98	7895,57	1,04	16109,54
35 %	G	287,06	238,07	49,00	82,93	6120,22	6912,45	0,89	6961,01	6071,67	1,15	13032,68
	D	319,64	261,02	58,62	81,66	7901,74	8210,76	0,96	8281,32	7831,18	1,06	16112,50
Radius												
50 %	G	121,11	110,01	11,09	90,84	1044,72	1281,40	0,82	1323,55	1002,56	1,32	2326,11
Fémur												
80 %	D	636,60	464,33	172,27	72,94	32134,08	29188,36	1,10	35491,03	25831,40	1,37	61322,43
50 %	D	593,26	491,33	101,93	82,82	30151,76	25192,32	1,20	31394,81	23949,27	1,31	55344,09

Table XI : *propriétés géométriques des sections diaphysaires des os longs de Nazlet Khater 2. Légende* cf. infra

Légende :

Lat : latéralité

TA : surface sous-périostale totale

CA : surface corticale

MA : surface médullaire

% CA : pourcentage de surface corticale (CA / TA)

$\mathbf{I_x}$: second moment d'inertie médio-latéral

$\mathbf{I_y}$: second moment d'inertie antéro-postérieur

$\mathbf{I_x/I_y}$: rapport des seconds moments d'inertie médio-latéral et antéro-postérieur

$\mathbf{I_{max}}$: second moment d'inertie maximal

$\mathbf{I_{min}}$: second moment d'inertie minimal

$\mathbf{I_{max}/I_{min}}$: rapport des seconds moments d'inertie maximal et minimal

J : second moment polaire d'inertie

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ANNEXE I.6 : VARIATIONS ANATOMIQUES NON-MÉTRIQUES

Caractères discrets crâniens codés	NK 2	
	(G)	D
Calvarium		
Suture métopique	A	
Fissure métopique	C	
Sillon frontal	C	C
Foramen nasal	P	A
Foramen supra-trochléaire	C	C
Incisure supra-trochléaire	C	C
Fissure infra-orbitaire	C	C
Foramen infra-orbitaire accessoire	C	C
Epine trochléaire	A	C
Os zygomatique bipartite	A	C
Fora zygomatico-facial accessoire	P	C
Foramen zygomatico-facial	A	C
Tubercule zygomaxillaire	A	C
Os suturaire sagittal	A	
Os suturaire coronal	A	C
Os fontanellaire au Bregma	A	
Foramen pariétal	A	P
Os fontanellaire au lambda	A	
Os suturaire lambdoïde	P	P
Os interparietal	A	
Suture Mendosa	A	A
Suture occipitale transverse / suture bi-astérique	A	
Foramen squameux inférieur	A	C
Foramen squameux supérieur	C	C
Ecaille du temporal bipartite	A	C
Os suturaire dans la partie squameuse du temporal	A	C
Articulation fronto-temporale	P	C
Os fontanellaire au ptérion	P	C
Epine supraméatique	A	A
Dépression supraméatique	P	A
Suture squamo-mastoïdienne	A	A
Foramen mastoïdien absent	A	P
Os suturaire occipito-mastoïde	A	A
Os fontanellaire à l'astérion	P	A
Os parietal bipartite	P	C
Os de l'incisure pariétale	A	C
Suture incisive	A	

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Caractères discrets crâniens codés	NK 2	
	(G)	D
Suture palatine transverse	P	P
Os médio-palatin antérieur	A	A
Pont osseux sur le palatin	P	P
Torus palatin	A	
Torus maxillaire	A	A
Tubercule pharyngien	P	
Fossette pharyngienne	A	
Tubercule précondylaire	A	A
Canal basilaire médian	A	
Canal hypoglosse bipartite ou multiple	PA	A
Canal condylaire intermédiaire	C	C
Facette condylienne bipartite	A	A
Processus paracondylaire	C	C
Foramen occipital	P	
Canal crânio-pharyngien	A	
Foramen de Vesale	A	C
Foramen ovale incomplet	A	C
Foramen épineux ouvert	A	C
Pont ptérygo-alaire	A	C
Epine ptérygo-alaire	A	C
Pont ptérygo-spinal	A	C
Epine ptérygo-spinale	C	C
Pont foramen jugulaire	C	C
Foramen de la cavité glénoïde	A	A
Foramen post-glénoïde	A	A
Foramen de Huschke	A	A
Mandibule		
Foramen mentonnier multiple	A	A
Foramen mentonnier accessoire	A	A
Orifice du canal de Robinson	A	A
Foramen rétro-molaire	A	A
Torus mandibulaire interne	A	A
Apophyse géni	PA	
Foramen molaire	A	A
Foramen mandibulaire accessoire	P	A
Pont mylo-hyoïdien	A	A
Condyle mandibulaire bipartite	A	A

Table XII : *caractères discrets crâniens codés sur NK 2 d'après Müller (1977), Hauser & De Stefano (1989) et Crubézy (1991). A = absent ; P = présent ; PA = partiel ; C = zone cassée.*

Caractères discrets infra-crâniens codés	NK 2	
	(G)	D
Clavicule		
Insertion en fosse du ligament costo-claviculaire	A	A
Scapula		
Os acromial	A	A
Facette articulaire acromiale	A	A
Sillon circonflexe	A	P
Humérus		
Perforation olécrânienne	A	C
Processus supra-condylaire	A	A
Insertion du grand pectoral et du grand rond en fosse	A	A
Sternum		
Perforation sternale	P	
Coxal		
Marque acétabulaire	A	A
Absence du tubercule du pubis	A	A
Fémur		
Fosse de Allen	A	A
Empreinte iliaque	P	P
Troisième trochanter	A	A
Patella		
Vastus notch	P	P
Patella emarginata	A	A
Tibia		
Insertion du muscle soléaire en fosse	A	A
Calcaneum		
Facette articulaire supérieure bipartite	A	A
Talus		
Os trigone	A	A
Processus de Stieda	P	P
Facette d'accroupissement	A	A

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Colonne vertébrale		
Ossification du ligament apical sur l'axis	A	
Facette articulaire supérieur de l'atlas bipartite	P	A
Arc antérieur de l'atlas bifide	A	
Occipitalisation de l'atlas	A	
Pont postérieur sur l'atlas	A	P
Pont latéral sur l'atlas	C	A
Pont rétro-articulaire sur l'atlas	A	A
Foramen transverse de l'atlas bipartite	A	A
Foramen transverse de l'atlas incomplet	A	A
Foramen transverse de l'axis bipartite	A	A
Spina bifida	A	

Table XIII : *caractères discrets infra-crâniens codés sur NK 2 d'après Finnegan (1978) et Saunders (1978). Légende* cf. *Table XII.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ANNEXE II

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Table des planches photographiques

Planche 1: *photographie du crâne en vue verticale* XLV

Planche 2: *photographie du crâne en vue latérale droite* XLVI

Planche 3: *photographie du crâne en vue latérale gauche* XLVII

Planche 4: *photographie du crâne en vue occipitale* XLVIII

Planche 5: *photographie du crâne en vue basale* XLIX

Planche 6: *photographie du crâne en vue faciale* L

Planche 7: *photographies de la mandibule en vues antérieure et postérieure* LI

Planche 8: *photographies de la mandibule en vues supérieure et inférieure* LII

Planche 9 : *photographies de la mandibule en vues latérale droite et gauche* LIII

Planche 10 : *photographies du malleus en vues antérieure et postérieure* LIV

Planche 11 : *photographies de l'os hyoïde en vues supérieure et inférieure* LIV

Planche 12 : *photographie des clavicules droite et gauche en vue craniale* LV

Planche 13 : *photographie des scapulas gauche et droite en vue postérieure* LV

Planche 14 : *photographie des clavicules droite et gauche en vue caudale* LVI

Planche 15 : *photographie des scapulas gauche et droite en vue antérieure* LVI

Planche 16 : *photographies des os longs du membre supérieur droit en vues antérieure et médiale. De gauche à droite : humérus, radius et ulna* LVII

Planche 17 : *photographies des os longs du membre supérieur gauche en vues antérieure et médiale. De gauche à droite : humérus, ulna.et radius* LVIII

Planche 18 : *photographie des ossements de la main gauche et de la main droite en vue dorsale* LIX

Planche 19 : *photographie des ossements de la main gauche et de la main droite en vue palmaire* LX

Planche 20 : A = *photographie des premières et deuxièmes côtes droites et gauches en vue craniale ;* **B =** *photographie du sternum (manubrium et corps) en vue antérieure* LXI

Planche 21 : *photographie des côtes gauches en vue supérieure* LXII

Planche 22 : *photographie des côtes droites en vue supérieure* LXII

Planche 23 : *photographie des vertèbres en vue craniale. De haut en bas : vertèbres cervicales, thoraciques et lombaires.* LXIII

Planche 24 : *photographie des os du bassin en vue médiale pour les coxaux et en vue antérieure pour le sacrum. De gauche à droite : coxal droit, sacrum, coxal gauche* LXIV

Planche 25 : *photographie des os du bassin en vue latérale pour les coxaux et en vue postérieure pour le sacrum. De gauche à droite : coxal gauche, sacrum, coxal droit* LXV

Planche 26 : *photographies des fémurs droit et gauche en vues antérieure et médiale* LXVI

Planche 27 : *photographies des tibias droit et gauche en vues antérieure et médiale* LXVII

Planche 28 : *photographies des fibulas droite et gauche en vues antérieure et médiale* LXVII

Planche 29 : *photographie des patellas droite et gauche en vue postérieure* LXVIII

Planche 30 : *photographie des talus et calcaneus gauches et droits en vue supérieure* LXVIII

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 1 : *photographie du crâne en vue verticale.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

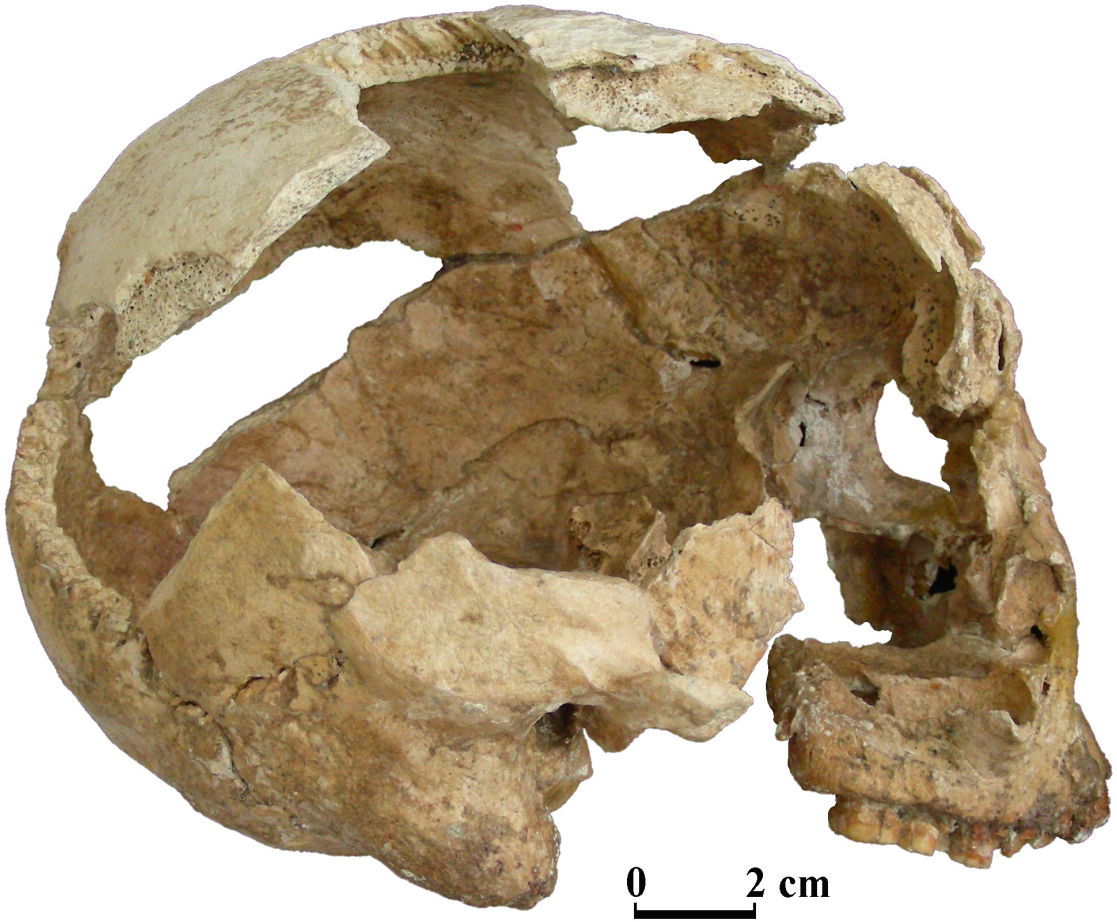


Planche 2 : *photographie du crâne en vue latérale droite.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 3 : *photographie du crâne en vue latérale gauche.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 4 : *photographie du crâne en vue occipitale.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

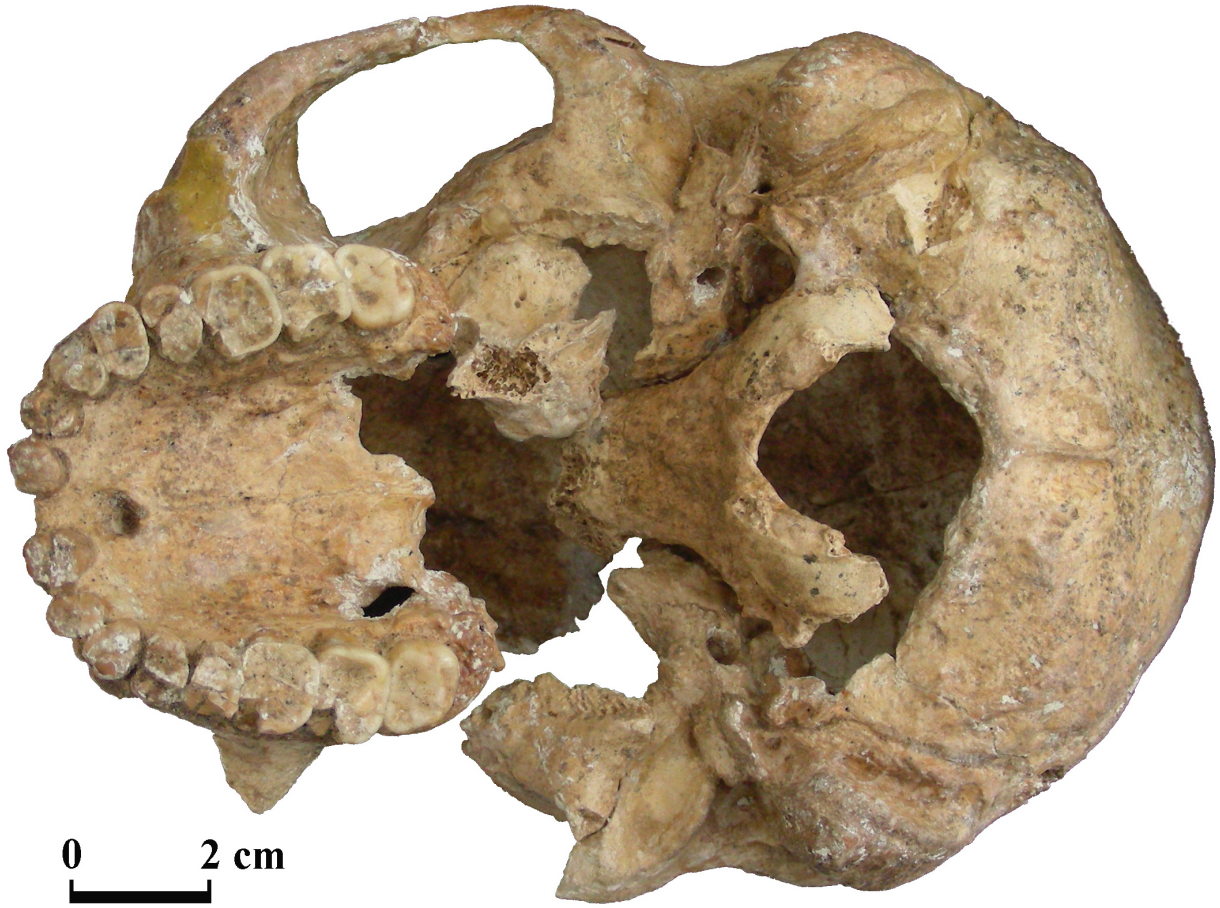


Planche 5 : *photographie du crâne en vue basale.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 6 : *photographie du crâne en vue faciale.*

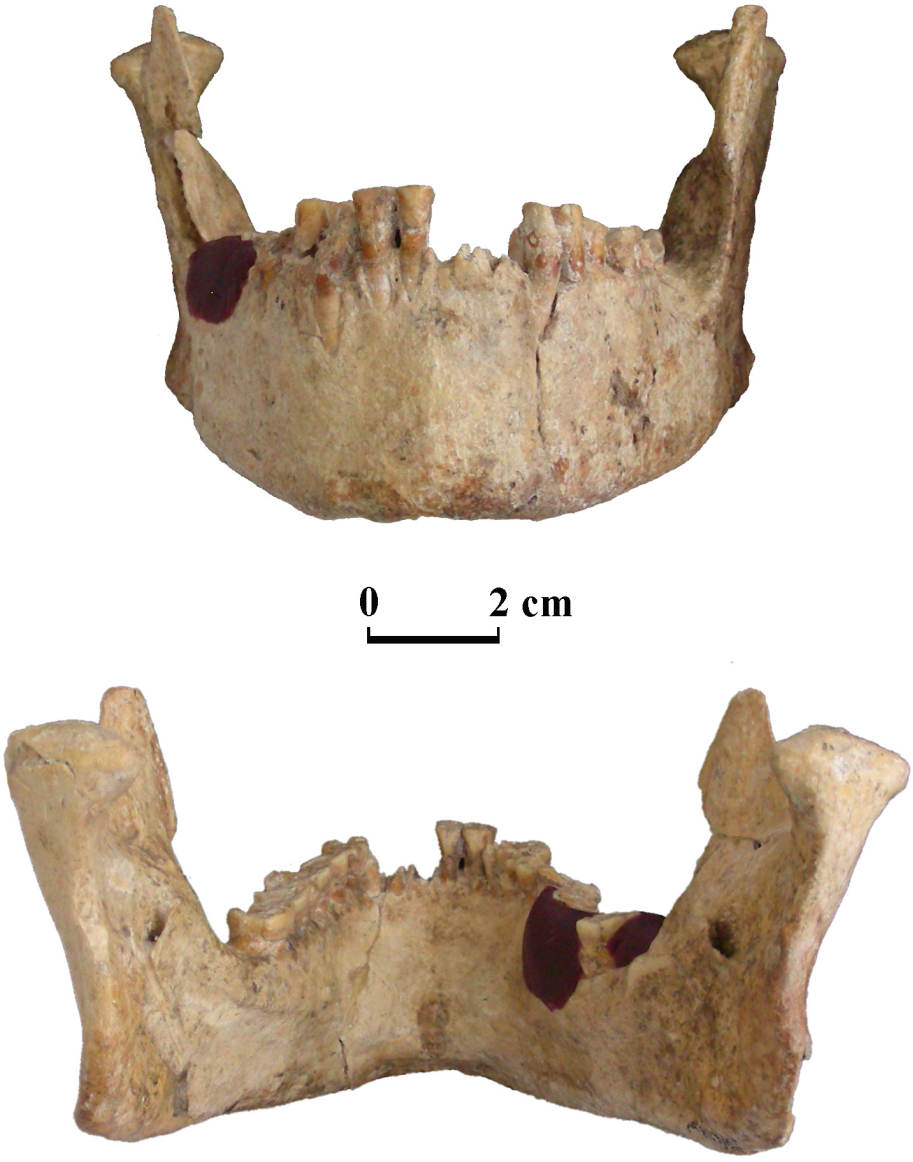


Planche 7 : *photographies de la mandibule en vues antérieure et postérieure.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

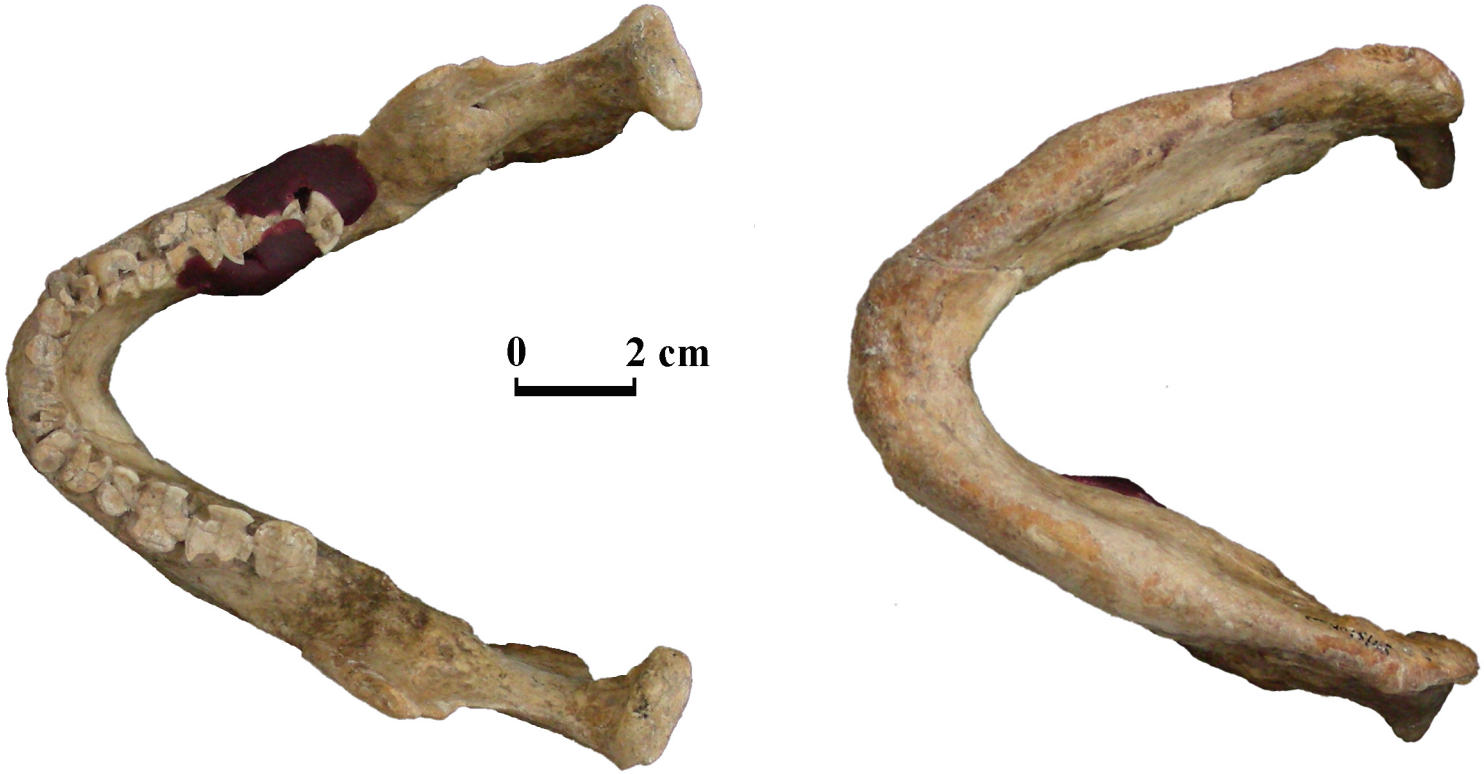


Planche 8 : *photographies de la mandibule en vues supérieure et inférieure.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

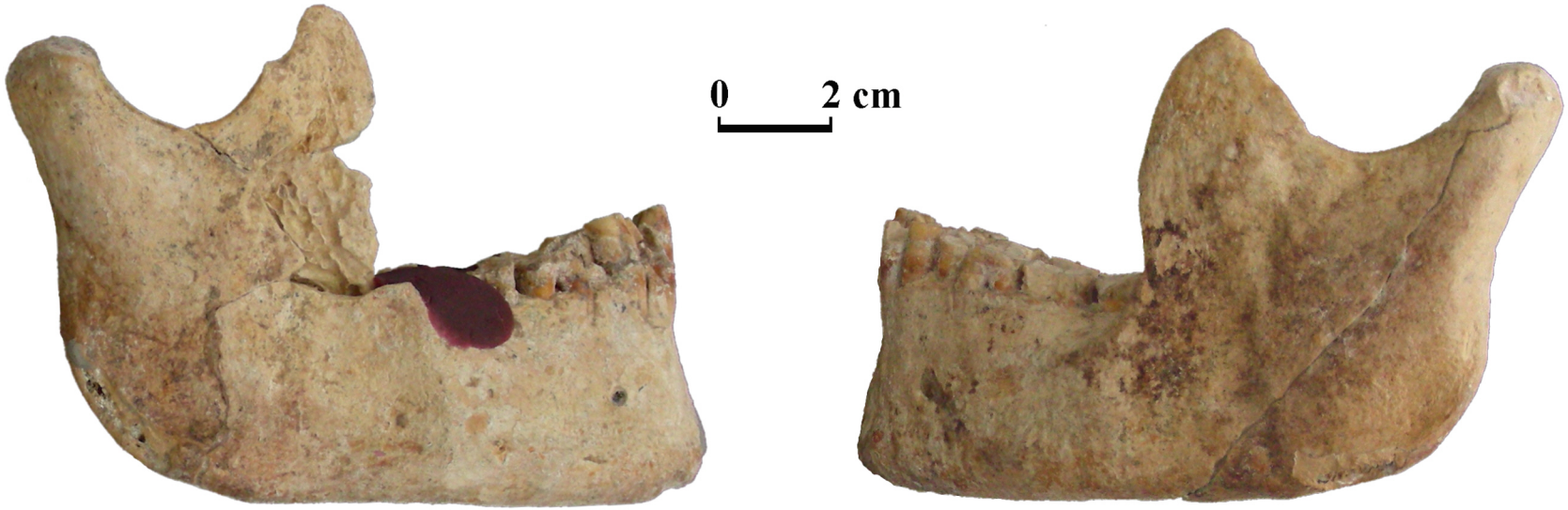


Planche 9 : *photographies de la mandibule en vues latérale droite et gauche.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 10 : *photographies du malleus en vues antérieure et postérieure.*

Planche 11 : *photographies de l'os hyoïde en vues supérieure et inférieure.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 12 : *photographie des clavicules droite et gauche en vue craniale.*

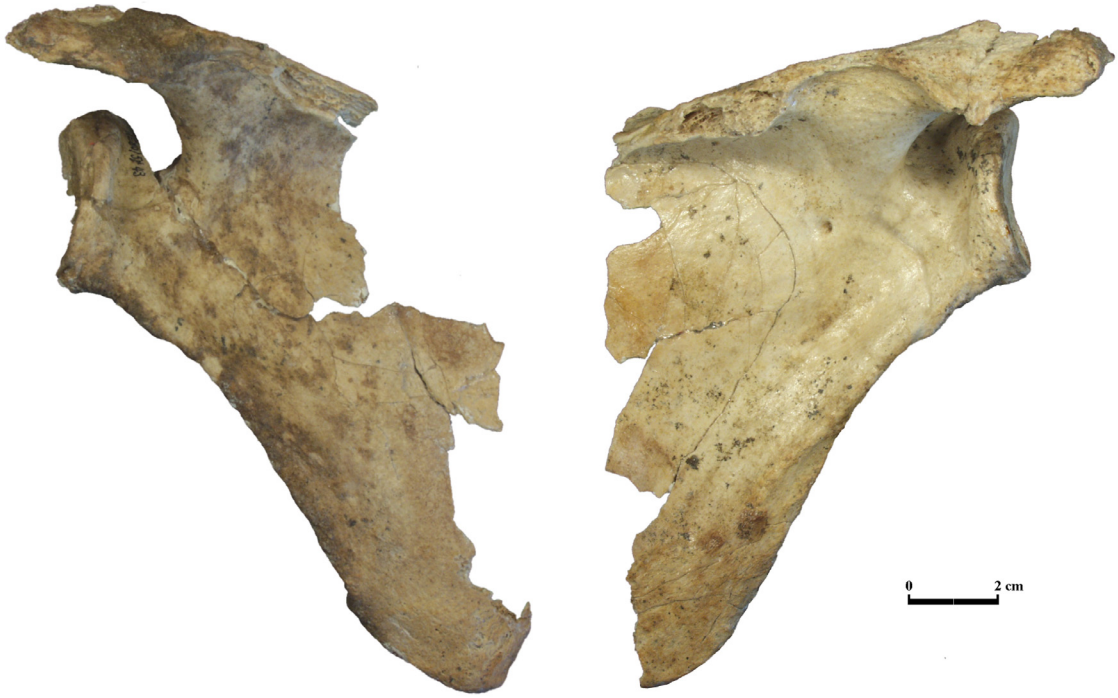


Planche 13 : *photographie des scapulas gauche et droite en vue postérieure.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 14 : *photographie des clavicules droite et gauche en vue caudale.*

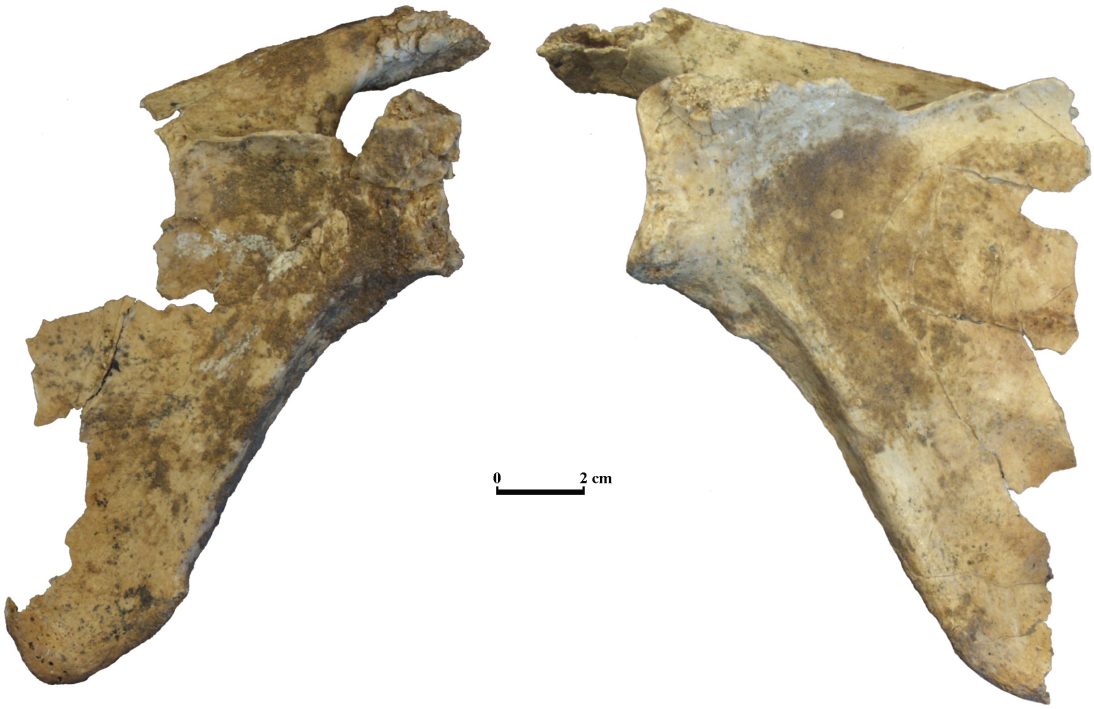


Planche 15 : *photographie des scapulas gauche et droite en vue antérieure.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 16 : *photographies des os longs du membre supérieur droit en vues antérieure et médiale. De gauche à droite : humérus, radius et ulna.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 17 : *photographies des os longs du membre supérieur gauche en vues antérieure et médiale. De gauche à droite : humérus, ulna.et radius.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 18 : *photographie des ossements de la main gauche et de la main droite en vue dorsale.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 19 : *photographie des ossements de la main gauche et de la main droite en vue palmaire.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 20 : A = *photographie des premières et deuxièmes côtes droites et gauches en vue craniale ;* **B =** *photographie du sternum (manubrium et corps) en vue antérieure.*

Planche 21 : *photographie des côtes gauches en vue supérieure.*

Planche 22 : *photographie des côtes droites en vue supérieure.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 23 : *photographie des vertèbres en vue craniale. De haut en bas : vertèbres cervicales, thoraciques et lombaires.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 24 : *photographie des os du bassin en vue médiale pour les coxaux et antérieure pour la sacrum. De gauche à droite : coxal droit, sacrum, coxal gauche.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 25 : *photographie des os du bassin en vue latérale pour les coxaux et postérieure pour la sacrum. De gauche à droite : coxal gauche, sacrum, coxal droit.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 26 : *photographies des fémurs droit et gauche en vues antérieure et médiale.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 27 : *photographies des tibias droit et gauche en vues antérieure et médiale.*

Planche 28 : *photographies des fibulas droite et gauche en vues antérieure et médiale.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Planche 29 : *photographie des patellas droite et gauche en vue postérieure.*

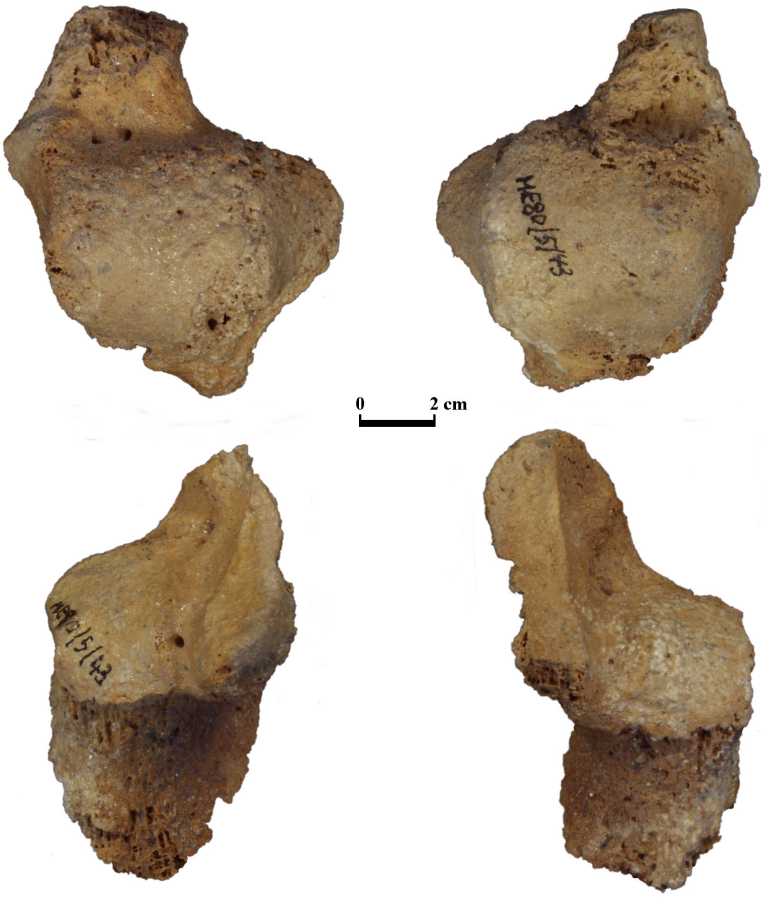


Planche 30 : *photographie des talus et calcaneus gauches et droits en vue supérieure.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ANNEXE III

SYNTHÈSES DES ANALYSES MULTIVARIÉES

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

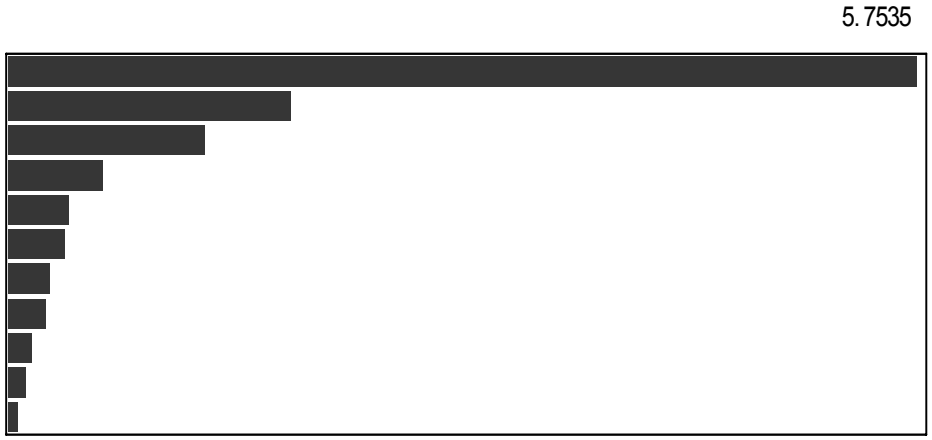
ANNEXE III.1 : ANALYSES EN COMPOSANTES PRINCIPALES (ACP)

ACP sur les variables du bassin

ACP : 92 individus
Variables : 11 variables du bassin
Données transformées selon la technique de Darroch & Mossimann (1995)

Valeurs propres de chaque nouvel axe recalculé (composante principale) :

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	5.7535	52.30	52.30
2	1.7926	16.30	68.60
3	1.2424	11.29	79.90
4	0.6033	5.48	85.38
5	0.3845	3.50	88.88
6	0.3643	3.31	92.19
7	0.2702	2.46	94.64
8	0.2398	2.18	96.82
9	0.1565	1.42	98.25
10	0.1233	1.12	99.37
11	0.0695	0.63	100.00



tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

				Composante principale (CP) 1				Composante principale (CP) 2			
Variables	Qlt	Poids	Inr	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect
LBIC	0,774	1	0,091	-0,625	0,390	0,068	-0,261	-0,617	0,381	0,213	-0,461
DTDS	0,904	1	0,091	-0,902	0,814	0,141	-0,376	-0,292	0,086	0,048	-0,218
BIAC	0,671	1	0,091	-0,757	0,573	0,100	-0,316	-0,247	0,061	0,034	-0,185
DTDI	0,812	1	0,091	-0,782	0,612	0,106	-0,326	0,437	0,191	0,107	0,327
DIIS	0,888	1	0,091	-0,927	0,859	0,149	-0,386	-0,133	0,018	0,010	-0,100
LBIT	0,727	1	0,091	-0,706	0,498	0,087	-0,294	0,474	0,225	0,125	0,354
DOPA	0,783	1	0,091	-0,665	0,442	0,077	-0,277	-0,104	0,011	0,006	-0,077
DOMP	0,841	1	0,091	-0,822	0,676	0,117	-0,343	0,396	0,157	0,087	0,296
DOPS	0,734	1	0,091	-0,628	0,394	0,069	-0,262	0,534	0,285	0,159	0,399
LASA	0,782	1	0,091	-0,698	0,488	0,085	-0,291	-0,486	0,236	0,132	-0,363
LOSA	0,873	1	0,091	0,082	0,007	0,001	0,034	-0,377	0,142	0,079	-0,282

Table XIV : *tableau des facteurs des variables et valeur des vecteurs propres pour les deux premières composantes principales. Qlt = qualités d'explication ; Inr = contributions à l'inertie ; Coord = coordonnées ; Cor = corrélations ; Ctr = contribution à la variance ; Vect = vecteur propre.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ACP sur les variables du neurocrâne

ACP : 77 individus
Variables **:** 8 variables caractérisant l'ensemble du neurocrâne, **Données transformées selon la technique de Darroch & Mossimann (1995)**

Valeurs propres de chaque nouvel axe recalculé (composante principale) :

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	3.2204	40.25	40.25
2	1.6926	21.16	61.41
3	1.0163	12.70	74.12
4	0.6683	8.35	82.47
5	0.5777	7.22	89.69
6	0.3453	4.32	94.01
7	0.2598	3.25	97.26
8	0.2196	2.74	100.00

				Composante principale (CP) 1				Composante principale (CP) 2				Composante principale (CP) 3			
Variables	Qlt	Poids	Inr	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect
GOL	0,698	1	0,125	-0,809	0,654	0,203	-0,451	0,018	0,000	0,000	0,014	-0,210	0,044	0,043	-0,208
XCB	0,769	1	0,125	-0,816	0,666	0,207	-0,455	0,239	0,057	0,034	0,183	0,216	0,047	0,046	0,214
XFB	0,592	1	0,125	-0,722	0,521	0,162	-0,402	0,027	0,001	0,000	0,021	0,266	0,071	0,070	0,264
ASB	0,771	1	0,125	-0,705	0,497	0,154	-0,393	0,519	0,270	0,159	0,399	-0,063	0,004	0,004	-0,063
BBH	0,814	1	0,125	-0,443	0,196	0,061	-0,247	-0,785	0,617	0,364	-0,604	0,020	0,000	0,000	0,020
FRC	0,699	1	0,125	-0,781	0,610	0,189	-0,435	-0,275	0,076	0,045	-0,212	0,113	0,013	0,013	0,112
PAC	0,842	1	0,125	-0,228	0,052	0,016	-0,127	-0,553	0,306	0,181	-0,425	-0,696	0,485	0,477	-0,691
OCC	0,744	1	0,125	0,155	0,024	0,007	0,086	-0,605	0,366	0,216	-0,465	0,594	0,353	0,348	0,590

Table XV : *tableau des facteurs des variables et valeur des vecteurs propres pour les trois premières composantes principales. Légende* cf. supra.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ACP sur les variables de la face

ACP 1 : 50 individus
Variables **:** 7 variables caractérisant la morphométrie de la face
Données transformées selon la technique de Darroch & Mossimann (1995)

Valeurs propres de chaque nouvel axe recalculé (composante principale) :

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	3.9866	56.95	56.95
2	1.0455	14.94	71.89
3	0.7065	10.09	81.98
4	0.4807	6.87	88.85
5	0.3882	5.55	94.40
6	0.2507	3.58	97.98
7	0.1416	2.02	100.00

				Composante principale (CP) 1				Composante principale (CP) 2				Composante principale (CP) 3			
Variables	Qlt	Poids	Inr	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect
FMB2	0,697	1	0,143	0,761	0,579	0,145	0,381	-0,341	0,117	0,111	-0,334	0,044	0,002	0,003	0,053
ZYB	0,783	1	0,143	0,877	0,769	0,193	0,439	-0,059	0,004	0,003	-0,058	-0,105	0,011	0,015	-0,124
WMH	0,910	1	0,143	0,659	0,434	0,109	0,330	0,225	0,051	0,049	0,220	-0,652	0,426	0,602	-0,776
OBH	0,929	1	0,143	0,520	0,270	0,068	0,260	0,687	0,473	0,452	0,672	0,431	0,186	0,263	0,513
NLB	0,786	1	0,143	0,750	0,562	0,141	0,376	-0,388	0,151	0,144	-0,380	0,270	0,073	0,103	0,322
NLH	0,838	1	0,143	0,817	0,667	0,167	0,409	0,412	0,170	0,163	0,403	-0,022	0,000	0,001	-0,026
MAB	0,796	1	0,143	0,840	0,705	0,177	0,421	-0,285	0,081	0,078	-0,279	0,093	0,009	0,012	0,111

Table XVI : *tableau des facteurs des variables et valeur des vecteurs propres pour les trois premières composantes principales. Légende* cf. supra.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ACP 2 : 182 individus (dont 132 actuels)
Variables **:** 7 variables caractérisant la morphométrie de la face
Données transformées selon la technique de Darroch & Mossimann (1995)

Valeurs propres de chaque nouvel axe recalculé (composante principale) :

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	3.8026	54.32	54.32
2	1.2770	18.24	72.57
3	0.6511	9.30	81.87
4	0.4399	6.28	88.15
5	0.3589	5.13	93.28
6	0.3136	4.48	97.76
7	0.1569	2.24	100.00

				Composante principale (CP) 1				Composante principale (CP) 2				Composante principale (CP) 3			
Variables	Qlt	Poids	Inr	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect
FMB2	0,762	1	0,143	0,842	0,709	0,186	0,432	-0,194	0,038	0,030	-0,172	0,126	0,016	0,024	0,156
ZYB	0,833	1	0,143	0,910	0,829	0,218	0,467	-0,050	0,002	0,002	-0,044	-0,045	0,002	0,003	-0,056
WMH	0,895	1	0,143	0,732	0,535	0,141	0,375	-0,110	0,012	0,009	-0,097	-0,590	0,348	0,534	-0,731
OBH	0,903	1	0,143	0,190	0,036	0,009	0,097	0,910	0,828	0,648	0,805	0,198	0,039	0,060	0,246
NLB	0,780	1	0,143	0,748	0,560	0,147	0,384	-0,203	0,041	0,032	-0,180	0,423	0,179	0,275	0,524
NLH	0,817	1	0,143	0,665	0,443	0,116	0,341	0,580	0,336	0,263	0,513	-0,195	0,038	0,058	-0,242
MAB	0,741	1	0,143	0,832	0,691	0,182	0,426	-0,141	0,020	0,016	-0,125	0,171	0,029	0,045	0,212

Table XVII : *tableau des facteurs des variables et valeur des vecteurs propres pour les trois premières composantes principales. Légende* cf. supra.

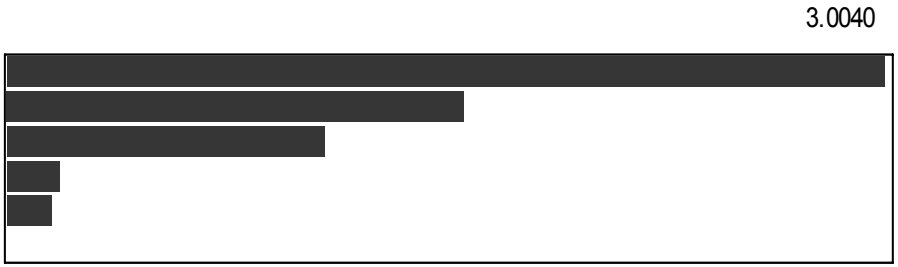
tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ACP sur les variables de l'oreille interne

ACP : 176 individus
Variables **:** 6 variables
Données brutes

Valeurs propres de chaque nouvel axe recalculé (composante principale) :

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	3.0040	50.07	50.07
2	1.5692	26.15	76.22
3	1.0891	18.15	94.37
4	0.1831	3.05	97.42
5	0.1528	2.55	99.97
6	0.0018	0.03	100.00



				Composante principale (CP) 1				Composante principale (CP) 2			
Variables	Qlt	Poids	Inr	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect
SLI	0,906	1	0,167	0,630	0,397	0,132	0,364	-0,714	0,509	0,325	-0,570
PSC-R	0,476	1	0,167	-0,685	0,469	0,156	-0,395	-0,085	0,007	0,005	-0,068
LSC-R	0,491	1	0,167	0,614	0,377	0,125	0,354	0,338	0,115	0,073	0,270
PSC-%R	0,874	1	0,167	-0,890	0,793	0,264	-0,514	-0,285	0,081	0,052	-0,228
LSC-%R	0,909	1	0,167	0,908	0,824	0,274	0,524	0,291	0,085	0,054	0,232
LSCM<APA	0,917	1	0,167	0,380	0,145	0,048	0,219	-0,879	0,772	0,492	-0,702

Table XVIII : *tableau des facteurs des variables et valeur des vecteurs propres pour les deux premières composantes principales. Légende* cf. supra.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ACP sur les variables de la mandibule

ACP : 86 individus
Variables **:** 7 variables caractérisant la morphométrie de la mandibule
Données transformées selon la technique de Darroch & Mossimann (1995)

Valeurs propres de chaque nouvel axe recalculé (composante principale) :

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	3.4352	49.07	49.07
2	0.9800	14.00	63.08
3	0.9422	13.46	76.54
4	0.7118	10.17	86.70
5	0.4219	6.03	92.73
6	0.3564	5.09	97.82
7	0.1524	2.18	100.00

				Composante principale (CP) 1				Composante principale (CP) 2				Composante principale (CP) 3			
Variables	Qlt	Poids	Inr	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect
LCM	0,831	1	0,143	0,642	0,412	0,120	0,346	0,186	0,035	0,035	0,188	0,619	0,384	0,407	0,638
BGB	0,584	1	0,143	0,649	0,421	0,123	0,350	-0,176	0,031	0,032	-0,178	-0,363	0,132	0,140	-0,374
RAB	0,673	1	0,143	0,703	0,494	0,144	0,379	-0,421	0,178	0,181	-0,426	-0,041	0,002	0,002	-0,043
RAH1	0,765	1	0,143	0,620	0,385	0,112	0,335	0,557	0,310	0,316	0,562	0,265	0,070	0,075	0,273
SYH	0,820	1	0,143	0,835	0,697	0,203	0,451	0,114	0,013	0,013	0,115	-0,332	0,110	0,117	-0,342
FMH	0,841	1	0,143	0,836	0,699	0,204	0,451	0,232	0,054	0,055	0,234	-0,296	0,088	0,093	-0,305
FMB	0,845	1	0,143	0,572	0,327	0,095	0,309	-0,600	0,361	0,368	-0,607	0,396	0,157	0,167	0,408

Table XIX : *tableau des facteurs des variables et valeur des vecteurs propres pour les trois premières composantes principales. Légende* cf. supra.

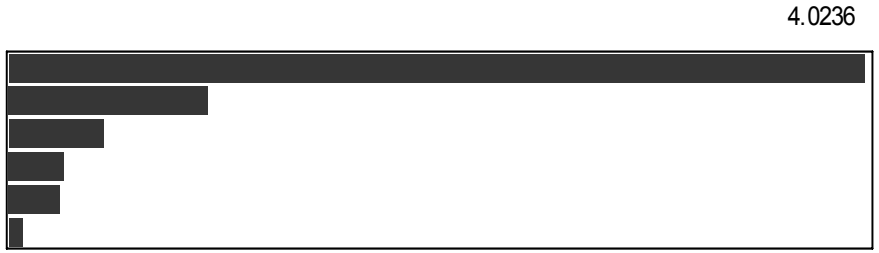
tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ACP sur les variables de l'humérus

ACP : 81 individus
Variables **:** 6 variables caractérisant l'humérus
Données transformées selon la technique de Darroch & Mossimann (1995)

Valeurs propres de chaque nouvel axe recalculé (composante principale) :

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	4.0236	67.06	67.06
2	0.9393	15.66	82.72
3	0.4515	7.52	90.24
4	0.2685	4.47	94.71
5	0.2467	4.11	98.83
6	0.0704	1.17	100.00



				Composante principale (CP) 1				Composante principale (CP) 2			
Variables	Qlt	Poids	Inr	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect
LMAX	0,987	1	0,167	0,738	0,544	0,135	0,368	-0,396	0,157	0,167	-0,408
DMAX	0,969	1	0,167	0,830	0,688	0,171	0,414	0,414	0,171	0,182	0,427
DMIN	0,937	1	0,167	0,855	0,730	0,182	0,426	0,348	0,121	0,129	0,359
PMIN	0,952	1	0,167	0,909	0,826	0,205	0,453	0,353	0,124	0,132	0,364
DVRCAP	0,954	1	0,167	0,750	0,562	0,140	0,374	-0,451	0,203	0,216	-0,465
BDIST	0,883	1	0,167	0,820	0,673	0,167	0,409	-0,404	0,163	0,174	-0,417

Table XX : *tableau des facteurs des variables et valeur des vecteurs propres pour les deux premières composantes principales. Légende* cf. supra.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ACP sur les variables de l'ulna

ACP : 53 individus
Variables **:** 6 variables caractérisant l'ulna
Données transformées selon la technique de Darroch & Mossimann (1995)

Valeurs propres de chaque nouvel axe recalculé (composante principale) :

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	3.5977	59.96	59.96
2	0.8192	13.65	73.62
3	0.5915	9.86	83.47
4	0.4662	7.77	91.24
5	0.3240	5.40	96.64
6	0.2013	3.36	100.00

				Composante principale (CP) 1				Composante principale (CP) 2			
Variables	Qlt	Poids	Inr	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect
LMAX	0,987	1	0,167	0,738	0,544	0,135	0,368	-0,396	0,157	0,167	-0,408
DMAX	0,969	1	0,167	0,830	0,688	0,171	0,414	0,414	0,171	0,182	0,427
DMIN	0,937	1	0,167	0,855	0,730	0,182	0,426	0,348	0,121	0,129	0,359
PMIN	0,952	1	0,167	0,909	0,826	0,205	0,453	0,353	0,124	0,132	0,364
DVRCAP	0,954	1	0,167	0,750	0,562	0,140	0,374	-0,451	0,203	0,216	-0,465
BDIST	0,883	1	0,167	0,820	0,673	0,167	0,409	-0,404	0,163	0,174	-0,417

Table XXI : *tableau des facteurs des variables et valeur des vecteurs propres pour les deux premières composantes principales. Légende* cf. supra.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ACP sur les variables du radius

ACP : 40 individus
Variables : 8 variables caractérisant le radius, **Données transformées selon la technique de Darroch & Mossimann (1995)**

Valeurs propres de chaque nouvel axe recalculé (composante principale) :

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	3.9921	49.90	49.90
2	1.2584	15.73	65.63
3	0.8214	10.27	75.90
4	0.6390	7.99	83.89
5	0.5396	6.75	90.63
6	0.4018	5.02	95.65
7	0.2224	2.78	98.43
8	0.1253	1.57	100.00

				Composante principale (CP) 1				Composante principale (CP) 2			
Variables	Qlt	Poids	Inr	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect
LCOL	0,813	1	0,125	0,777	0,604	0,151	0,389	-0,410	0,168	0,134	-0,366
DTRCOL	0,816	1	0,125	0,836	0,699	0,175	0,419	0,088	0,008	0,006	0,078
DA-PCOL	0,812	1	0,125	0,851	0,724	0,181	0,426	0,176	0,031	0,025	0,157
DTRCAP	0,841	1	0,125	0,712	0,507	0,127	0,357	-0,160	0,026	0,020	-0,142
DTRTUB	0,758	1	0,125	0,693	0,480	0,120	0,347	0,350	0,122	0,097	0,312
LTUB	0,911	1	0,125	0,700	0,490	0,123	0,350	-0,259	0,067	0,053	-0,231
BTUB	0,785	1	0,125	0,695	0,483	0,121	0,348	0,298	0,089	0,071	0,266
ACOLD	0,976	1	0,125	0,068	0,005	0,001	0,034	-0,865	0,747	0,594	-0,771

Table XXII : *tableau des facteurs des variables et valeur des vecteurs propres pour les deux premières composantes principales. Légende* cf. supra.

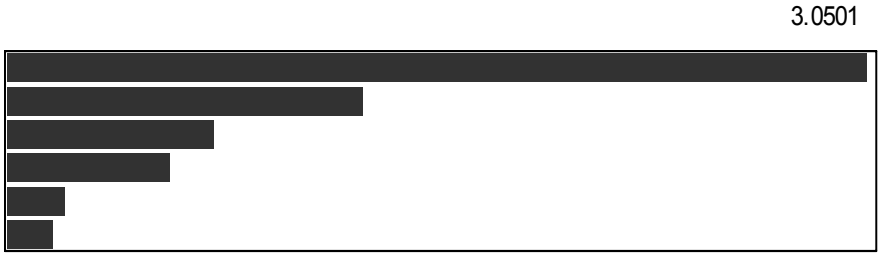
tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ACP sur les variables du fémur

ACP 1 : 50 individus
Variables **:** 6 variables caractérisant le fémur
Données transformées selon la technique de Darroch & Mossimann (1995)

Valeurs propres de chaque nouvel axe recalculé (composante principale) :

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	3.0501	50.84	50.84
2	1.2634	21.06	71.89
3	0.7323	12.20	84.10
4	0.5808	9.68	93.78
5	0.2108	3.51	97.29
6	0.1626	2.71	100.00



				Composante principale (CP) 1				Composante principale (CP) 2				Composante principale (CP) 3			
Variables	Qlt	Poids	Inr	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect
LMAX	0,938	1	0,167	0,754	0,569	0,187	0,432	-0,213	0,045	0,036	-0,189	0,569	0,323	0,441	0,664
DA-PMID	0,886	1	0,167	0,851	0,724	0,237	0,487	-0,260	0,068	0,054	-0,232	0,149	0,022	0,030	0,174
DTRMID	0,933	1	0,167	0,807	0,652	0,214	0,462	0,192	0,037	0,029	0,171	-0,404	0,163	0,223	-0,472
DTRST	0,945	1	0,167	0,699	0,489	0,160	0,401	0,541	0,293	0,232	0,481	0,163	0,027	0,036	0,190
DA-PST	0,934	1	0,167	0,783	0,612	0,201	0,448	-0,124	0,015	0,012	-0,111	-0,431	0,185	0,253	-0,503
ACOL-D	0,992	1	0,167	0,060	0,004	0,001	0,035	-0,897	0,805	0,638	-0,798	-0,107	0,011	0,016	-0,125

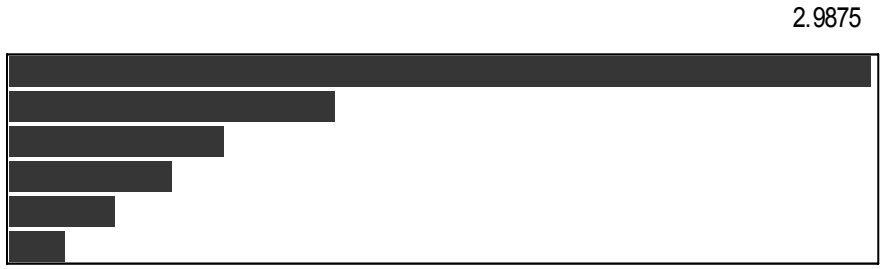
Table XXIII : *tableau des facteurs des variables et valeur des vecteurs propres pour les trois premières composantes principales. Légende* cf. supra.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ACP 2 : 73 individus
Variables **:** 6 variables caractérisant l'extrémité proximale du fémur
Données transformées selon la technique de Darroch & Mossimann (1995)

Valeurs propres de chaque nouvel axe recalculé (composante principale) :

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	2.9875	49.79	49.79
2	1.1356	18.93	68.72
3	0.7478	12.46	81.18
4	0.5666	9.44	90.63
5	0.3665	6.11	96.73
6	0.1960	3.27	100.00



				Composante principale (CP) 1				Composante principale (CP) 2				Composante principale (CP) 3			
Variables	Qlt	Poids	Inr	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect	Coord	Cor	Ctr	Vect
DA-PMID	0,909	1	0,167	-0,713	0,509	0,170	-0,413	-0,405	0,164	0,144	-0,380	-0,305	0,093	0,124	-0,352
DTRMID	0,944	1	0,167	-0,761	0,579	0,194	-0,440	-0,248	0,062	0,054	-0,233	0,382	0,146	0,195	0,441
DTRST	0,826	1	0,167	-0,799	0,639	0,214	-0,462	0,333	0,111	0,098	0,313	0,271	0,074	0,098	0,314
DA-PST	0,913	1	0,167	-0,728	0,529	0,177	-0,421	-0,383	0,147	0,129	-0,359	-0,420	0,176	0,235	-0,485
DA-PCAP	0,869	1	0,167	-0,755	0,570	0,191	-0,437	0,238	0,057	0,050	0,224	0,255	0,065	0,087	0,295
ACOL-D	0,977	1	0,167	0,402	0,162	0,054	0,233	-0,772	0,595	0,524	-0,724	0,441	0,195	0,260	0,510

Table XXIV : *tableau des facteurs des variables et valeur des vecteurs propres pour les trois premières composantes principales. Légende* cf. supra.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

ANNEXE III.2 : SYNTHÈSES DES ANALYSES DISCRIMINANTES

Analyse discriminante sur les variables du bassin

Classement : 2 groupes, n = 92 (Féminin & Masculin)
Lambda de Wilk : 0,35377
F approximatif (7,83) = 21,660
P < 0,0000

	Lambda de Wilk	Lambda Partiel	F d'exclusion (1,83)	Niveau de P	Tolérance	1-Tolérance (R^2)
Variables du modèle						
DTDI	0,396427	0,892386	10,00910	0,002177	0,502963	0,497037
DOMP	0,391068	0,904614	8,75184	0,004028	0,526605	0,473395
Bmax (sacrum)	0,398276	0,888244	10,44279	0,001766	0,289280	0,710720
DTDS	0,441846	0,800654	20,66525	0,000018	0,170088	0,829913
DIIS	0,364577	0,970347	2,53644	0,115047	0,168798	0,831202
BIAC	0,367277	0,963214	3,16982	0,078670	0,446597	0,553403
Lmax (sacrum)	0,361224	0,979353	1,74981	0,189534	0,879735	0,120265

Table XXV : *synthèse de l'analyse discriminante sur les variables du bassin.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Analyse discriminante sur les variables de l'oreille interne

Classement : 4 groupes, n = 172 (HsPm, HsPsEu, Actuel & Neand)
Lambda de Wilk : 0,22998
F approximatif (39,462) = 7,6249
P < 0,0000

	Lambda de Wilk	Lambda Partiel	F d'exclusion (3,156)	Niveau p	Tolérance	1-Tolérance (R^2)
Variables du modèle						
LSC-%R	0,338558	0,679300	24,54935	0,000000	0,347184	0,652816
SLI	0,253051	0,908840	5,21578	0,001852	0,310118	0,689882
CO-R	0,243816	0,943265	3,12766	0,027478	0,002716	0,997284
LSCh/w	0,246685	0,932294	3,77642	0,011881	0,757774	0,242226
ASCtor	0,268381	0,856927	8,68196	0,000023	0,841548	0,158452
PSC-%R	0,275172	0,835779	10,21738	0,000004	0,212079	0,787921
PSCtor	0,247596	0,928863	3,98239	0,009102	0,928726	0,071274
ASCh/w	0,245164	0,938076	3,43261	0,018533	0,821653	0,178347
PSCh	0,242453	0,948567	2,81953	0,040870	0,454036	0,545964
COw	0,245027	0,938601	3,40161	0,019291	0,001792	0,998208
COh/w	0,243620	0,944024	3,08337	0,029094	0,005044	0,994956
LSCm<CCR	0,237511	0,968305	1,70210	0,168854	0,762052	0,237948
LSCm<APA	0,234523	0,980639	1,02666	0,382509	0,314217	0,685783

Table XXVI : *synthèse de l'analyse discriminante sur les variables du labyrinthe osseux.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Analyse discriminante sur les variables de la mandibule

Classement : 6 groupes, n = 78 (HsPsEu, HsPsAs, Taforalt, EpipalNub, EpipalPo & Neand)
Lambda de Wilk : 0,04467
F approximatif (35,280) = 8,7518
P < 0,0000

	Lambda de Wilk	Lambda Partiel	F d'exclusion (5,66)	Niveau de P	Tolérance	1-Tolérance (R^2)
Variables du modèle						
LCM	0,164095	0,272223	35,28967	0,000000	0,425793	0,574207
RAB	0,110598	0,403897	19,48161	0,000000	0,421604	0,578396
BGB	0,066146	0,675330	6,34598	0,000072	0,566650	0,433350
FMB	0,061822	0,722563	5,06831	0,000543	0,672774	0,327226
SYH	0,057365	0,778703	3,75126	0,004748	0,273702	0,726298
RAH1	0,054456	0,820297	2,89173	0,020200	0,525235	0,474765
FMH	0,053222	0,839319	2,52704	0,037375	0,261248	0,738752

Table XXVII : *synthèse de l'analyse discriminante sur les variables mandibulaire.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Analyse discriminante sur les variables de l'ulna

Classement : 5 groupes, n = 50 (HsPm, HsMsa, HsPsEu, EpipalNub & Neand)
Lambda de Wilk : 0,20100
F approximatif (20,136) = 4,2597
P < 0,0000

	Lambda de Wilk	Lambda Partiel	F d'exclusion (4,41)	Niveau de P	Tolérance	1-Tolérance (R^2)
Variables du modèle						
Da-pCor	0,341848	0,587981	7,182548	0,000177	0,404949	0,595051
HOle	0,376557	0,533783	8,952575	0,000027	0,513322	0,486678
PrTroch	0,249942	0,804185	2,495822	0,057544	0,443830	0,556170
CordOle	0,226532	0,887290	1,302033	0,285262	0,493608	0,506392
Da-pOle	0,220993	0,909530	1,019560	0,408599	0,652924	0,347076

Table XXVIII : *synthèse de l'analyse discriminante sur les variables de l'ulna.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Analyse discriminante sur les variables du radius

Classement : 3 groupes, n = 37 (HsPsEu, EpipalNub & Neand)
Lambda de Wilk : 0,19323
F approximatif (14,56) = 5,0997
P < 0,0000

	Lambda de Wilk	Lambda Partiel	F d'exclusion (2,28)	Niveau de P	Tolérance	1-Tolérance (R^2)
Variables du modèle						
DtrCol	0,317461	0,608665	9,001141	0,000958	0,256292	0,743708
Da-pCol	0,240765	0,802556	3,444274	0,045989	0,223908	0,776092
DtrTub	0,256974	0,751934	4,618657	0,018472	0,497190	0,502810
DtrCap	0,273539	0,706398	5,818867	0,007704	0,523424	0,476576
LTub	0,304551	0,634467	8,065777	0,001713	0,404193	0,595807
BTub	0,255441	0,756447	4,507582	0,020086	0,342385	0,657615
AcolD	0,234492	0,824025	2,989770	0,066553	0,792172	0,207828

Table XXIX : *synthèse de l'analyse discriminante sur les variables du radius.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Analyse discriminante sur les variables du fémur

Analyse 1

Classement : 4 groupes, n = 111 (HsPm, HsPsEu, EpipalAn & Neand)
Lambda de Wilk : 0,09929
F approximatif (15,108) = 9,4282
P < 0,0000

	Lambda de Wilk	Lambda Partiel	F d'exclusion (3,39)	Niveau de P	Tolérance	1-Tolérance (R^2)
Variables du modèle						
Da-pmid	0,179186	0,554108	10,46112	0,000035	0,320188	0,679813
Dtrmid	0,145332	0,683183	6,02857	0,001782	0,369869	0,630131
DtrST	0,207474	0,478561	14,16480	0,000002	0,319165	0,680835
Lmax	0,145709	0,681418	6,07788	0,001698	0,486845	0,513155
Da-pST	0,129345	0,767626	3,93533	0,015163	0,490616	0,509384

Table XXX : *synthèse de l'analyse discriminante sur les variables du fémur utilisées dans la première analyse en composantes principales.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

Analyse 2

Classement : 4 groupes, n = 101 (HsPm, HsPsEu, EpipalAn & Neand)
Lambda de Wilk : 0,24524
F approximatif (15,174) = 7,7150
P < 0,0000

	Lambda de Wilk	Lambda Partiel	F d'exclusion (3,63)	Niveau de P	Tolérance	1-Tolérance (R^2)
Variables du modèle						
Dtrmid	0,360148	0,680929	9,84019	0,000021	0,419054	0,580946
DtrST	0,370336	0,662198	10,71257	0,000009	0,409901	0,590099
Da-pmid	0,417051	0,588023	14,71289	0,000000	0,370892	0,629108
Da-pST	0,325858	0,752584	6,90387	0,000431	0,409212	0,590788
Da-pCap	0,288467	0,850133	3,70200	0,016119	0,549280	0,450720

Table XXXI : *synthèse de l'analyse discriminante sur les variables du fémur utilisées dans la deuxième analyse en composantes principales.*

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008

SAMENVATTING
Het Nazlet Khater 2 skelet (NK 2) werd in 1980 ontdekt bij opgravingen van het *Belgian Middle Egypt prehistoric project* in de Nijlvallei (Egypte). De associatie van het skelet met de vroeg Jong-Paleolithische mijnsite van Nazlet Khater 4 (die werd uitgebaat van 35 to 40 Ka) maakt het tot het oudste *OIS* 3 modern skelet in Noord Afrika.
De Nazlet Khater 2 overblijfselen behoren toe aan een jong volwassene van het mannelijke geslacht. Ze zijn goed bewaard met uitzondering van de distale delen van de benen en de voet-beenderen. De vergelijkende analyse van het specimen onderstreept de complexe morfologie van de moderne mens in deze periode. NK 2 vertoont zekere archaïsche trekken, meer bepaald in het gezicht en de onderkaak. De structuur van het interne oor toont geheel eigen morfologische trekken die zich in de marge van de actuele variabiliteit situeren. De post-craniale overblijfselen vertonen distinctieve aanhechtingsplaatsen voor de spieren en zijn aangepast voor sterke biomechanische krachten. Bovendien heeft Nazlet Khater 2 vertebrale letsels en letsels op de ledematen die kunnen duiden op intensieve fysieke activiteit in relatie met de archeologische mijnsite van NK 4.
De studie van dit specimen geeft ons een unieke mogelijkheid onze kennis van de variabiliteit van de moderne mens gedurende deze periode (*OIS* 3), waaruit weinig menselijke resten bekend zijn, te vergroten.
Sleutelwoorden: Egypte, Nazlet Khater, Jong-Paleolithicum, moderne mens, mijn.

RESUME
Le squelette de Nazlet Khater 2 (NK 2) a été découvert en 1980 dans la vallée du Nil (Egypte) lors des fouilles du *Belgian Middle Egypt Prehistoric Project*. Son association avec le site minier du début du Paléolithique supérieur de Nazlet Khater 4 (dont la période d'exploitation s'étale de 35 à 40 Ka) en fait le plus ancien squelette complet d'homme moderne du nord de l'Afrique durant le stade isotopique 3 (*OIS* 3).
Les restes de NK 2 appartiennent à un adulte jeune de sexe masculin. Ils sont bien conservés à l'exception des parties distales des jambes et des os de pieds. Les analyses comparatives réalisées sur ce spécimen soulignent la complexité morphologique des hommes modernes de cette époque. NK 2 présente certains traits archaïques notamment au niveau de la face et de la mandibule. Les structures de son oreille interne possèdent des caractéristiques morphologiques propres qui se situent en marge de la variabilité actuelle. Les restes post-crâniens montrent des insertions musculaires marquées et sont adaptés à des contraintes biomécaniques élevées. En outre, NK 2 présentent des lésions vertébrales et des membres témoignant d'activités physiques intenses et spécialisées en relation avec les sites archéologiques miniers de NK 4.
L'étude de ce spécimen offre une opportunité unique d'accroître notre connaissance de la variabilité des hommes modernes durant cette époque (*OIS* 3) pour laquelle peu de restes humains sont connus.
Mots clefs : Egypte, Nazlet Khater, Paléolithique supérieur, homme moderne, mine.

ABSTRACT
The Nazlet Khater 2 skeleton has been discovered in 1980 during the excavations of the Belgian Middle Egypt Prehistoric Project in the Nile Valley (Egypt). Its association with the Early Upper Paleolithic chert mining site of Nazlet Khater 4 (whose exploitation period range from 35 to 40 Ka) makes it the oldest complete OIS 3 modern human skeleton in northern Africa.
The Nazlet Khater 2 remains belong to a young adult male. It is well preserved with the exception of the distal part of the legs and the foot. Comparative analyses of the specimen underline the complex morphology of modern human from this time period. NK 2 exhibits several retained archaic features notably on the face and the mandible. The inner ear structures display morphological characteristics that stand on the fringe of extant human variation. The postcranial remains have strong musular insertions and are adapted to high biomechanical strength. Furthermore, Nazlet Khater 2 has vertebral and membral lesions. All of this might be related to intensive mining activities.
The study of this specimen provides an opportunity to increase our understanding of modern human variation during this time period (OIS 3) for which very rare human remains are kown.
Key words : Egypt, Nazlet Khater, Upper Paleolithic, modern human, mine.

tel-00266294, version 1 - 21 Mar 2008