Available online at www.sciencedirect.com
ScienceDirect
C. R. Palevol 7 (2008) 51–60
COMPTES RENDUS PALEVOL
http://france.elsevier.com/direct/PALEVO/

Human palaeontology and prehistory

Discovery of an archaic *Homo sapiens* skullcap in Northeast Mongolia

Yves Coppens [a], Damdinsuren Tseveendorj [b], Fabrice Demeter [c,*], Tsagaan Turbat [d], Pierre-Henri Giscard [e]

[a] *Laboratoire de paléoanthropologie et préhistoire, Collège de France, 3, rue d'Ulm, 75005 Paris, France*
[b] *Mongolian academy of sciences, Institute of archaeology, 77, Jukov street, Ulaanbaatar-51, Mongolia*
[c] *UMR5145/USM104, Muséum national d'histoire naturelle, musée de l'Homme, 17, place du Trocadéro, 75116 Paris, France*
[d] *Department of Mongolian History, School of History and Social Sciences, , Baga-Toiruu-14, Ulaanbaatar-48, Mongolia*
[e] *Muséum national d'histoire naturelle, Institut des déserts, 6, rue Masseran, 75007 Paris, France*

Received 9 August 2007; accepted after revision 17 December 2007
Available online 5 March 2008

Abstract

This preliminary study of a human skullcap discovered at Salkhit, Northeast Mongolia, in 2006, shows a mosaic of traits. Plesiomorphies can be seen on the frontal bone: developed brow ridges and a keeled squama. Apomorphies can be observed: high and back-located parietal eminences and absence of a sagittal keel. The skullcap seems to share also some features with Neanderthals that can be observed on the lower part of the frontal bone and in the nasal and orbital region such as a supratoral sulcus, a prominent glabella, prominent rounded lateral supraorbital margins, and a well-defined inward nasion. The comparison of the dimensions of the skullcap with those of skullcaps of a reference sample by multidimensional scaling analysis shows similarities with Neanderthals, Chinese *Homo erectus*, and West/Far East archaic *Homo sapiens*. However, the too fragmentary condition of the fossil does not allow any further comparison. Nevertheless, this discovery tackles the modern human origins debate in a region of the world where no human fossil had been discovered before. ***To cite this article: Y. Coppens et al., C. R. Palevol 7 (2008).***
© 2007 Académie des sciences. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Résumé

Découverte d'une calotte crânienne d'un *Homo sapiens* archaïque dans le Nord-Est de la Mongolie. Cette étude préliminaire porte sur une calotte crânienne humaine découverte sur le site de Salkhit, dans le Nord-Est de la Mongolie, en 2006. L'étude morphologique du fossile décrit une mosaïque de caractères. Des plésiomorphies sont observées sur l'os frontal, avec le développement des arcades sourcilières et d'une carène frontale. Des apomorphies sont relevées sur les os pariétaux avec la présence de bosses pariétales situées haut et en arrière et l'absence de carène sagittale. Par ailleurs, la calotte semble partager quelques-uns des traits des Néandertaliens sur la partie antérieure de l'os frontal et dans la région nasale et orbitaire, à savoir, une gouttière sus-orbitaire, une glabelle proéminente, des bords orbitaires arrondis et une position très reculée du nasion. La comparaison des dimensions de la calotte avec celles d'autres calottes d'un échantillon de référence par une analyse multivariée montre des ressemblances avec les Néandertaliens, les *Homo erectus* chinois et avec les *Homo sapiens* archaïques d'Occident et d'Extrême-Orient. L'état trop

* Corresponding author.
E-mail address: demeter@mnhn.fr (F. Demeter).

1631-0683/$ – see front matter © 2007 Académie des sciences. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.
doi:10.1016/j.crpv.2007.12.004

fragmentaire du fossile ne permet toutefois pas de pousser la comparaison plus avant. Cette découverte exceptionnelle n'en permet pas moins de s'intéresser aux origines de l'Homme moderne dans une région du monde où aucun fossile humain n'avait encore été découvert. ***Pour citer cet article : Y. Coppens et al., C. R. Palevol 7 (2008).***
© 2007 Académie des sciences. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Late Pleistocene; Mongolia; Modern Man origins; *Homo sapiens*

Mots clés : Pléistocène supérieur ; Mongolie ; Origine de l'Homme moderne ; *Homo sapiens*

Version française abrégée

Introduction

Une calotte crânienne humaine fragmentaire à été découverte en 2006 dans le Nord-Est de la Mongolie, à Salkhit (Bïan-Oulziït, Somon), lors de prospections aurifères, par la Société Baïdan-Erdes. La *calva* a été trouvée par un ouvrier entre 5 et 6 m de profondeur dans un sondage. On y voit une succession de niveaux fluviatiles (stratifications entrecroisées) et de lœss, séparés par une épaisseur plus ou moins grande d'éboulis, à éléments très anguleux. Le fossile viendrait plutôt des terrasses.

La calotte se compose d'un frontal et de deux pariétaux incomplets. La calotte montre en surface une patine brillante, avec quelques signes d'érosion, alors que la face interne est terne et intacte. Dans cette étude, la morphologie de la calotte a été décrite et comparée à celles de calottes de fossiles d'*H. erectus*, *H. neanderthalensis*, *H. sapiens* archaïques et *H. sapiens*. Une analyse multivariée a également été menée avec cette même population de référence. L'attribution de la *calva* de Salkhit au Pléistocène supérieur a été envisagée, puisque des restes de Rhinocéros laineux ont été mis au jour dans les mêmes niveaux. Cette suggestion, seulement basée sur la biochronologie, doit évidemment être confirmée.

Cette calotte crânienne montre une mosaïque de caractères plésiomorphes et apomorphes, elle partage également avec les Néandertaliens certains de leurs traits. Bien que des études récentes montrent que des Néandertaliens étaient présents jusqu'en Sibérie du Sud, l'attribution de la calotte à cette espèce ne se justifie pas. Cette étude n'en contribue pas moins au débat sur l'origine de l'Homme moderne, dans une région du monde dépourvue de restes anthropologiques préholocènes.

Anthropologie

Description morphologique

Cette *calva* se compose d'un frontal, d'une partie des os nasaux et de deux pariétaux fragmentaires. La surface externe du frontal est convexe et montre une carène sagittale. La combinaison d'un torus sus-orbitaire développé, avec un frontal arrondi, participe à la formation d'une gouttière sus-torale peu marquée. Les deux bosses frontales (*tuber frontale*) sont plates. Les arcades sourcilières en forme de « M » sont épaisses sur le bord saillant du frontal, au niveau de la glabelle, qui est fortement développée, et s'amenuisent vers les extrémités. Les apophyses orbitaires externes sont développées et sont plutôt arrondies. Environ à mi-chemin des arcades sus-orbitaires, se trouvent les échancrures sus-orbitaires, dont la gauche est complétée d'un trou sus-orbitaire. L'épine nasale s'articule parfaitement sur chaque côté de la ligne médiane avec les os fragmentaires des nasaux, des maxillaires et des lacrymaux. La suture frontonasale est parfaitement visible et se situe en position reculée, ce qui souligne le retrait du nasion. Du milieu de l'épine nasale, les arcades nasales se projettent vers le bas et en avant des os nasaux et des apophyses montantes des maxillaires.

La surface externe des pariétaux est convexe et montre une suture sagittale plate qui s'oppose à la carène sagittale du frontal. La bosse pariétale droite (*tuber parietale*) est haute et en position reculée. Les lignes temporales hautes et basses sont bien marquées, elles s'élèvent et s'étirent vers l'arrière du crâne à partir des arcades sus-orbitaires, à environ 1 cm de la suture coronale.

La surface interne de la *calva* est concave et présente une légère patine, bien différente de celle de la surface, qui est brillante. La partie supérieure de la ligne médiane de la gouttière sagittale est bien marquée sur 1,5 cm de long, avant de s'effacer à l'approche des pariétaux. Au départ de la gouttière sagittale, la crête frontale est très développée et se termine sous un grand *foramen cecum* en s'articulant avec l'ethmoïde. Sur chaque côté de la ligne médiane, l'os présente des dépressions accentuées correspondant aux circonvolutions du cerveau, ainsi que des impressions laissées par de petits vaisseaux sanguins des branches antérieures du réseau méningé moyen. De nombreuses dépressions, résultant des granulations arachnoïdes, peuvent être vues de chaque côté de la gouttière sagittale.

L'étude de l'endocrâne réalisé grâce à un moulage en silicone présente une empreinte de la vascularisation méningée bien marquée, quoique déséquilibrée entre les régions frontales et pariétales. Les branches antérieures du réseau méningé montrent de petites réticulations inégalement développées sur les côtés gauche et droit. En opposition, les branches postérieures sont fortement marquées et plus développées. Malheureusement, l'état trop fragmentaire de la calotte ne permet pas l'étude complète de ces branches postérieures, qui ne sont préservées que sur la moitié de leur longueur. La gouttière sagittale, qui s'étend le long des bords supérieurs des pariétaux, apparaît plutôt plate et fortement ponctuée de nombreuses dépressions. Il n'y a pas de traces du sinus sphénopariétal. L'étude de l'état d'oblitération des sutures sagittales et coronales suggère un jeune individu.

Mesures

L'échantillon de référence que nous avons réuni est composé de 67 *craniae* d'*H. erectus*, de Néandertaliens, d'*H. sapiens* archaïques et d'*H. sapiens* fossiles mis au jour en Asie extrême-orientale, du Japon à l'Indonésie. Les mesures ont été relevées sur des originaux des fossiles d'*H. sapiens* du Cambodge, du Laos et du Vietnam, conservés en France, au musée de l'Homme (MNHN, Paris), d'*H. sapiens* de Chine (Liujiang et Salawusu) de l'institut de paléontologie des vertébrés et de paléoanthropologie de Pékin (IVPP), d'*H. sapiens* du Japon (Minatogawa) de l'université de Tokyo, d'*H. sapiens* d'Indonésie (Wadjak) du Muséum national d'histoire naturelle de Leyde et d'*H. sapiens* de Thaïlande (Ban Kao) du Sood Sangvichien Prehistory Museum de Bangkok. Les mesures des Néandertaliens et des *H. sapiens* archaïques ont été relevées sur des moulages, conservés aussi au musée de l'Homme. Pour cette étude, nous avons retenu 11 mesures traditionnelles (LGL, WMX, WFS, WFI, AFR, APA, CFR, CPA, WBO, WIO, WOG/D) sur les 68 crânes (Salkhit inclus). Des analyses multivariées (MDS) ont été menées à partir des données métriques, afin d'identifier graphiquement d'éventuels schémas de variations spatiales. Cette méthode d'analyse multivariée prend en considération les différences et produit un algorithme de minimisation qui évalue les différents meilleurs aménagements possibles.

Résultats

Comparé à l'échantillon de référence, l'analyse univariée montre que la calotte de Salkhit est relativement courte (LGL = 163 mm, AFR = 105,4 mm, CFR = 118 mm, CPA = 80 mm), avec un très court pariétal (APA = 81,6 mm, CPA = 80 mm). Elle reste proche, dans ses longueurs, des dimensions des *H. sapiens* archaïques européens, des Néandertaliens et des *H. sapiens* d'Extrême-Orient (Skull 5, Teshik Tash, Steinheim, Liujiang, THN13, THS13, BKInconnu, Minatogawa 2 et Jinchuan). La calotte est également relativement étroite (WMX = 126 mm, WFS = 105,4, WFI = 97,7 mm). Elle se rapproche de celles des Néandertaliens, de celles des *H. sapiens* d'Extrême-Orient et de quelques *H. sapiens* archaïques d'Australie (Steinheim, Teshik Tash, Lan Cuom 1 et 9, Da But, Pho Binh Gia, THS3, TP1, TTA, BK7, Liujiang et Kow Swamp). La face supérieure est moyennement large (WBO = 103,5, WIO = 25,8, WOG/D = 38,7) en comparaison des valeurs de l'échantillon de référence. Les largeurs de la face supérieure sont proches, respectivement, de celles des *H. sapiens* d'Extrême-Orient (LC9, LC11, LC1, PBG, THS10, THN13, THS13, DB, BKKSP), de celles des *H. erectus* extrême-orientaux (ZK1, ZK2) et de celles de quelques Néandertaliens et *H. sapiens* archaïques européens (Krapina, Sala, Ferrassie 1). L'épaisseur de l'os de la calotte de Salkhit, mesurée aux bosses frontales et pariétales, est respectivement de 0,6 mm et de 0,7 mm. Ces mesures sont conformes à celles des *sapiens* et des Néandertaliens. La capacité crânienne de $900 \pm 100\,cm^3$ a été estimée grâce à la formule de Joergensen modifiée par Olivier, en s'appuyant sur la circonférence de la *calva*.

Les résultats de l'analyse multivariée sont montrés sur la Fig. 3. Ils montrent une claire différenciation entre deux groupes de fossiles. Le premier groupe est composé des *H. sapiens* extrême-orientaux et du *sapiens* archaïque de Kow Swamp en Australie, alors que le second groupe rassemble des Néandertaliens, des *H. sapiens* archaïques de l'Ouest et d'Extrême-Orient, et des *H. erectus* chinois. Le spécimen de Salkhit appartient au second groupe. À un niveau individuel, les deux groupes se distinguent grossièrement le long de l'axe des *y* de la façon suivante.

Le premier groupe est composé des spécimens de Lang Cuom (LC1, LC4, LC8, LC5, LC11, LC2, LC13, LC9), Cau Giat (CG1, CG2, A3) Da But, Mai Da Dieu et Mai Da Nuoc, Dong Thuoc, Dong Can, Pho Binh Gia, Tam Hang (THS22, THS3, THS4, THS14, THS13, Tam Pong 1, Samron Sen, Ban Kao (BKLS2), Minatogawa 1 et 2, Wadjak 1, Salawusu, Upper Cave (UC1, UC2, UC3), Liujiang et Kow Swamp. Ce groupe représente principalement des *H. sapiens*, à l'exception de Kow Swamp, considéré comme un *sapiens* archaïque.

Le second groupe est composé de Steinheim, Krapina H6, Zuttiyeh, Broken Hill, Predmost, Sala, Amud 1, Petralona, Teshik Tash, Djebel Irhoud 1, Mont Circé,

La Ferrassie 1, La Chapelle-aux-Saints, Zhoukoudian (ZK2, ZK3, ZK reconst.), Arago 21 et Neandertal. Ce groupe représente des Néandertaliens, les *H. erectus* et les *H. sapiens* archaïques. La calotte de Salkhit appartient à ce groupe.

Discussion

La question des origines de l'Homme en Asie extrême-orientale n'a jamais perdu de son intérêt depuis la découverte en 1929, à Zhoukoudian en Chine, de la première calotte crânienne de l'homme de Pékin. Dans la région, les fossiles sont inégalement distribués. Alors que les *erectus* et les *sapiens* sont abondants en Chine, l'Indochine n'a fourni, par exemple, que quelques *sapiens* archaïques fragmentaires, et peut-être quelques restes d'*erectus*. Les questions des origines de l'Homme dans la région, comme d'ailleurs celles de l'Homme moderne et des filiations entre les *erectus* locaux et les *sapiens* locaux, sont par conséquent des sujets importants. Un autre sujet d'importance concerne les mouvements des populations de Néandertaliens. La communauté scientifique considère Neandertal comme un groupe européen de naissance, mais qui s'est déployé sur le Proche-Orient, l'Orient, et peut-être bien l'Extrême-Orient (Teshik Tash en Ouzbékistan, Okladnikov et Denisova en Sibérie du Sud).

La calotte crânienne de Salkhit montre une mosaïque de caractères : des plésiomorphies peuvent être décrites sur le frontal, ainsi que la présence d'une carène et de fortes arcades sus-orbitaires (sans toutefois former un véritable torus). L'étude de l'endocrâne souligne des plésiomorphies, avec un réseau méningé moyen fortement marqué, montrant un plus grand développement des branches postérieures qu'antérieures, seulement visibles sous forme de petites réticulations. Des apomorphies sont observées sur les pariétaux : bosses pariétales hautes et en arrière, absence d'une carène sagittale. La calotte de Salkhit montre aussi ce qui pourrait être quelques traits de Néandertaliens sur la partie basse du frontal, dans la région nasale et orbitaire : sur le frontal, une gouttière sus-torale est présente ; elle résulte d'une arcade sus-orbitaire bien développée et d'un frontal particulièrement courbe et caréné (épaisse au niveau de la glabelle et s'amenuisant au niveau des apophyses orbitaire externes). Dans la région nasale, la suture frontonasale souligne un nasion en position très reculée. Sur l'endocrâne, l'absence du sinus sphénopariétal doit être mentionnée. Ce sinus particulier a communément été accepté comme un trait autapomorphique des Néandertaliens, rarement observé dans les populations modernes et pratiquement absent chez les *erectus* asiatiques. L'analyse multivariée des mesures de l'échantillon de référence distingue clairement la calotte crânienne de Salkhit de celles des *H. sapiens* extrême-orientaux fossiles. Les statistiques soulignent des similitudes avec les Néandertaliens, les *H. erectus* chinois et les *H. sapiens* archaïques de l'Occident et de l'Extrême-Orient. L'état trop fragmentaire du fossile ne permet pas pour le moment de comparaisons plus avancées. Nous attribuons provisoirement la *calva* de Salkhit à une forme archaïque d'*Homo sapiens*.

1. Introduction

In northeastern Mongolia (Fig. 1), during gold mining prospecting by the Baidan-Erdes Company at Salkhit site (Bian-Oulziit, Somon), the discovery of a human fossil skullcap occurred in 2006 [32]. The *calva* found by a worker 6 m in depth in a pit is well-preserved, although fragmentary. In the pit can be seen a series of fluvial deposits (intertwined strata) and loess separated by a relatively thick mass of fallen rocks, with angular fragments. The fossil would rather come from terraces.

It is composed of a complete frontal bone and two incomplete parietals. The surface shows a bright patina with signs of erosion, while the inside remains unaffected. In this study, morphology of the skullcap has been described and compared to that of fossils of *H. erectus*, *H. neanderthalensis*, archaic *H. sapiens*, and *H. sapiens*. Multidimensional scaling with this same sample reference has also been performed. Concerning the dating of the fossil, the attribution of the Sal-

Fig. 1. Far East Asia chart, showing the Middle Pleistocene and Palaeolithic hominid sites studied here.

Fig. 1. Carte géographique de l'Asie extrême-orientale, représentant les sites à hominidés du Pléistocène moyen et du Paléolithique abordés dans cette étude.

khit *calva* to the Late Pleistocene has been suggested based on faunal remains (woolly rhinoceros) found in possible association. Nevertheless, this assumption, currently based on biochronology, needs to be confirmed by further fieldworks and absolute dating.

Whereas human remains of Neolithic age are well-described in Mongolia due to recent expanding fieldworks [9], older fossils from Pleistocene periods had never been discovered yet. This discovery of a well-preserved human skullcap from the Late Pleistocene shows a mosaic of both plesiomorphies and apomorphies and shares also with the Neanderthals a few features. Although recent studies showed that Neanderthals were present in southern Siberia [20], the attribution of the *calva* to this last species cannot be reasonably considered due to the too fragmentary state of the fossil. Nevertheless, this study largely contributes to the debate of the modern humans' origins [6,7,19,25,27,28,30,31,34] in a region currently deprived of data for pre-Holocene periods.

2. Anthropology

2.1. Morphological description

This *calva* (Fig. 2) is composed of the frontal squama, part of the nasal bones and of the parietals. The external surface of the frontal (*squama frontalis*) is convex and exhibits a sagittal keel. The combination of a supraorbital torus particularly developed, with a frontal squama particularly rounded, contributes to a feebly marked supratoral sulcus. Both frontal eminences (*tuber frontale*) are flat. The supercialiary arches are thick at the forward edge of the sloping frontal bone into a protuberant glabella, and then eventually taper to the sides, the whole adopting an 'M' shape. Lateral supraorbital margins are prominent and are as rounded as their medial parts. Approximately halfway across each orbit, a supraorbital process can be noticed. The indentations formed on either side of this structure are homologous to the supraorbital notches, among which the left one is completed with a supraorbital foramen. The nasal notch articulates perfectly on either side of the middle line with fragmented nasal, maxilla and lachrymal bones. The frontonasal suture is discernable and its clear inward position outlines a well-defined nasion. From the centre of the notch, the fragmented nasal process projects downward and clearly forward beneath the remaining nasal bones and frontal process of the *maxillae*.

The external surface of the parietal is convex and shows a flatten suture in opposition with the sagittal keel exhibited on the frontal squama. The right parietal eminence (*tuber parietale*) is high and back located. The upper and lower temporal lines are strongly marked, they run upward and backward from the left and right orbital process about 1 cm back to the coronal suture.

The internal surface of the *calva* is concave and presents a light patina, much different from the external

Fig. 2. Picture of the Salkhit skullcap in *norma frontalis* **(A),** *norma lateralis* **(B)**, *norma verticalis* **(C)**, and *norma basilaris* **(D)**.
Fig. 2. Photographie de la calotte crânienne de Salkhit en *norma frontalis* (**A**), *norma latelaris* (**B**), *norma verticalis* (**C**) et *norma basilaris* (**D**).

bright one. The upper part of the middle line of the sagittal sulcus is deeply marked along 1.5 cm before fading across the parietals. At the beginning of the sagittal sulcus, the frontal crest is well developed; it ends below in a wide notch, converted into a foramen (*foramen cecum*) by articulation with the ethmoid. On either side of the middle line, the bone presents accentuated depressions for the circumvolutions of the brain, and numerous deeply marked small vessels for the anterior branches of the middle meningeal vessels. Several small *fossae* (Pacchionian depressions) can be seen on either side of the sagittal sulcus for the reception of the arachnoid granulations.

The study of the silicone endocast shows a clearly marked vascular system, although unbalanced between frontal and parietal areas. The anterior meningeal branches at the frontal area show tiny reticulations unequally developed on the left and right sides. In contrast, the posterior branches are strongly marked and more developed. Unfortunately, the fragmentary state of the *calva* does not allow the complete study of the posterior meningeal branches, which are only preserved on the half of their length. The sagittal sulcus, running along the upper margins of both parietals, appears rather flat; it is strongly punctuated by several depressions (Pacchinian bodies). There are no marks of the sphenoparietal sinus (Breschet's sinus) that, when present, runs coronally from parietosagittal arachnoid granulations to cavernous sinuses. The state of obliteration of both coronal and sagittal sutures suggests a young individual.

2.2. Metrics

The reference sample consists of 67 *craniae* of *H. erectus*, Neanderthals, archaic *H. sapiens* and fossil *H. sapiens sapiens* discovered in Far East Asia from Japan to Indonesia [10]. The measurements were taken on originals, with the exception of some Neanderthals and archaic *H. sapiens* ones, whose casts are stored at the 'Musée de l'Homme' (MNHN, Paris). All original *craniae* are presently housed in different laboratories throughout the world, with the exception of fossil *H. sapiens* coming from Cambodia, Laos, together with some Vietnamese ones, which are stored in France at the 'Musée de l'Homme'. The Japanese Minatogawa fossils are housed in the University of Tokyo. The Chinese fossils, Liujiang and Salawusu, are housed in the Institute of Vertebrate Palaeontology and Palaeoanthropology of Beijing (IVPP). The Thai fossils, Ban Kao, are housed at the Sood Sangvichien Prehistory Museum of Bangkok. The Vietnamese fossils, Mai Da Dieu, Mai Da Nuoc and Dong Can, are housed in the Institute of Archaeology of Hanoi. The Indonesian Wadjak fossils are housed in the National Museum of Natural History of Leiden, The Netherlands.

Concerning the metrical aspect of this study, 11 traditional measurements have been considered (LGL, WMX, WFS, WFI, AFR, APA, CFR, CPA, WBO, WIO, WOG/D) [21] on the 68 skulls (including the Salkhit *calva*), whose area of interest had been reduced to the *calva* (Table 1). For statistics, we performed a multidimensional scaling analysis (MDS) [29] on the data in order to identify graphically possible patterns of spatial variation. This multivariate method takes a set of dissimilarities and returns a set of points such that distances among the points in the plot are close to the dissimilarities. MDS gives a configuration that best interprets the observed distances between points. In more technical terms, it uses a function minimization algorithm that evaluates different configurations with the goal of maximizing the goodness-of-fit (or minimizing the 'lack of fit').

3. Results

Compared to the reference sample, the univariate analysis shows that the Salkhit skullcap is relatively short (LGL = 163 mm, AFR = 105.4 mm, CFR = 118 mm, CPA = 80 mm) with a very short parietal (APA = 81.6 mm, CPA = 80 mm). It remains close in its length to the dimensions of European archaic *H. sapiens* and Neanderthals and also to those of East Asian and Far East *H. sapiens* (skull 5, Teshik Tash, Steinheim, Liujiang, THN13, THS13, BKInconnu, Minatogawa 2, and Jinchuan). The braincase is also relatively narrow (WMX = 126 mm, WFS = 105.4, WFI = 97.7 mm). It approaches, in its width dimensions, the Neanderthals and Far East Asian *H. sapiens* samples and one archaic *sapiens* from Australia (Steinheim, Teshik Tash, Lan Cuom 1 and 9, Da But, Pho Binh Gia, THS3, TP1, TTA, BK7, Liujiang, and Kow Swamp). The upper face is averagely broad (WBO = 103.5, WIO = 25.8, WOG/D = 38.7) compared to the reference sample dimensions. Widths of the upper face is by order respectively close to those of the Far East Asian *H. sapiens* (LC9, LC11, LC1, PBG, THS10, THN13, THS13, DB, BKKSP), then to those of the Far East Asia *H. erectus* (ZK1, ZK2), and then to a few samples from Neanderthals and archaic *H. sapiens* from Europe (Krapina, Sala, Ferrassie 1). The Salkhit thicknesses of the bone respectively taken at frontal and parietal eminences are of 0.6 and 0.7 mm; they are consistent with *sapiens* and Neanderthals characteristics. A cranial capacity of $900 \pm 100\,cm^3$ has been estimated using Joergensen's

Table 1
Measurements (in mm) of the reference sample and of the Salkhit *calva*. The measurements (in mm) defined by R. Martin are LGL: 1; WMX: 8; WFS: 10; WFI: 9; AFR: 26; APA: 27; CFR: 29; CPA: 30; WBO: 44; WIO: 50; WOG/D: 51. Definition of measurements: LGL, maximal length; WMX, maximal width; WFS, maximal frontal width; WFI, minimal frontal width; AFR, frontal arc; APA, parietal arc; CFR, frontal cord; CPA, parietal cord; WBO, bi-orbital width; WIO, inter-orbital width; WOG/D, left and right orbit widths
Tableau 1
Mesures (en mm) de l'échantillon de référence et de la *calva* de Salkhit. Les mesures (en mm) définies par R. Martin sont LGL : 1 ; WMX : 8 ; WFS : 10 ; WFI : 9 ; AFR : 26 ; APA : 27 ; CFR : 29 ; CPA : 30 ; WBO : 44 ; WIO : 50 ; WOG/D : 51. Définition des mesures : LGL, longueur maximale ; WMX, largeur maximale ; WFS, largeur maximale du frontal ; WFI, largeur minimale du frontal ; AFR, arc frontal ; APA, arc pariétal ; CFR, corde frontale ; CPA, corde pariétale ; WBO, largeur bi-orbitaire ; WIO, largeur inter-orbitaire ; WOG/D, largeurs droite et gauche des orbites

	LGL	WMX	WFS	WFI	AFR	APA	CFR	CPA	WBO	WIO	WOG/D
Amud 1	188	149.5	121	110.4	116	108	130	115	110	31	43
Arago 21	—	—	107.5	106.4	104	—	115	—	111	30	40.3
Ban Kao 7	187	145	126	98.5	130.5	120.5	120	154	96	30	37.9
Ban Kao Inconnu	160	147	115	87	120	115	102	104	96	—	37
Ban Kao KBSP	175	142	121	101	130	127	112	109	100	26	38.2
Ban Kao LS2	193	145	127	104	133	170	116	132	97	30	34.6
Broken Hill	190.5	138	117	101	117.5	110	136	116	117	34	44
Cau Giat 1	185	135	123	102	—	136	—	118.3	—	27	—
Cau Giat 2	183	133	118	103	—	138	—	120	—	—	—
Cau GiatA3	185	152	123	101	132	123	114	111	96	24	43.6
Da But	178.5	127	117	94	135	140	114	125	91	27.5	59.25
Djebel Irhoud 1	181	144.5	127.8	106.3	109	115	128	120	115	31	43.6
Dong Can	184.5	150	127	116	—	—	—	—	116	28.5	44.3
Dong Thuoc	188	132	115	95	126	—	113	117	106	20	—
Jinchuan	165	120	120	101	145	—	—	123.5	—	—	—
Jinniushian	199	140	127	119	96	127	113	140	121	39.6	41.6
Kow Swamp	186	136	116	96.7	114	139	120	140	95	29	30.5
Krapina H6	176	122	105	100.5	102	109	110	118	105.5	27	38.7
La Chapelle	189	151	131	110	106	102	120	110	106.5	28.3	43.7
La Ferrassie 1	193	160	135	110.4	120	109	135	120	108	25	44
Lang Cuom 1	181	125.5	106	96	125	142	109	129.5	—	24	—
Lang Cuom 11	172	141	118	100	127	122	111	112	102	26	40.2
Lang Cuom 13	175	133	117	94	132	133	113	118	—	24	—
Lang Cuom 2	174	123	102	83.5	128	116	110	108	82	23	33.83
Lang Cuom 4	191	130	113	86	145	144	132	125	—	22	—
Lang Cuom 5	180	140	114	92	125	130	108	117.5	—	27	—
Lang Cuom 8	177.5	130	115	101	130	120	109	112	—	23	—
Lang Cuom 9	177	130	116	97	125	142	111	123	104	26	42
Lantian	170	135	115	94.5	92	96	195	100	118.5	31.5	42
Liujiang	186	140	123	97	135	132	117	118.2	95	27.6	37.5
Mai Da Dieu	177	126.5	102	89	123	133	107	119.4	91.3	23	32.9
Mai Da Nuoc	183	131.5	117	96	130	131	113	118.4	97.3	21	36.8
Minatogawa 1	175	148.5	114.8	93.6	115.5	122	102.6	108.9	105.3	19.6	42.2
Minatogawa 2	162.5	131	114	90.4	123	117	101	103	95	20.7	36.9
Minatogawa 4	167	137	111.9	89.4	113	116	97	106	94.5	21.2	39.8
Mont Circé	187	152	125	111.2	113	110	128	115	112	27	40
Néandertal	186	148.5	127.3	111.6	106	107.5	130	142	106	30.8	38.3
Petralona	180	142	114.6	109	104	101	123	107	119	37	44.4
Pho Binh Gia 1	190	143	124	98.5	135	138	119	124	96	25	38.3
Predmost	190	141	124.6	103	117	116	132	127	106	38.3	44
Qafzeh 6	182	140	123.6	109.4	97	116	110	135	113	23.5	44.5
Sala	—	—	124	104	108	—	120	—	102	28	36.7
Salawusu	—	138	90	—	125	—	103.5	—	86.5	26	34.7
Salkhit	163	126	105.4	97.7	105.4	81.6	118	80	103.5	25.8	38.8
Skull 5	181	137.8	115	111.8	98	129	115	114	112.5	27.5	45
Som Ron Sen	180	147.7	117.6	100	131	131	115	116	—	23.5	—
Steinheim	170	123	105	96	96	97	115	105	110	28	37.2
Tam Hang N13	162	129	105	88.5	110	123	99	107.5	91	25	58
Tam Hang S10	181	144	121	94	138	127	118	113	102	28	39.5
Tam Hang S11	178	135	116	99	130	141	100	120	91	26.5	38.4

Table 1 (*Continued*)

	LGL	WMX	WFS	WFI	AFR	APA	CFR	CPA	WBO	WIO	WOG/D
Tam Hang S13	160	146	120	93	130	123	109	106	96	26	61
Tam Hang S14	179	153	125	100	140	126	121.5	112	98.12	26.9	42.3
Tam Hang S2	154	135	116	104	120	122	103	107	—	—	—
Tam Hang S22	170	120	101	86	120	125	106	109	82	22	34.7
Tam Hang S3	170	137	116	95	122	127	104	114.5	91	27	36.8
Tam Hang S4	167.5	142	115	93.5	122	133	110	113	96	34	38.9
Tam Pong 1	170	137	110	96.5	120	120	106	107	112	27	39.4
Teshik Tash	166	141	121.3	100	103	102	117	113	93.7	25.8	37.9
TTA	169	140	121	95	130	125	111	114	91	—	—
Upper Cave 1	188	143.5	124	108	132	125	114	114.5	102	27	41.1
Upper Cave 2	178	130	120	102	120	135	107	121	100	26	41
Upper Cave 3	—	132	112	103	—	—	—	—	96	26.5	37.9
Wadjak 1	189.5	152	126	98.5	132	131	113	117.6	100.4	29.5	39.9
Zhiyang	167	131	107	91.4	122	121.5	108.3	107.8	100	22	37
ZK 2	167	135	107	93.5	110	91	120	95	102.3	28.5	39
ZK 3	—	—	100.5	87.8	97	—	113	—	94	30	32.5
ZK reconst.	167	135	107	93.5	110	91	120	95	102.3	28.5	39
Zuttiyeh	—	—	110.2	98.5	111	—	122	—	106.5	26	40

formula [17] modified by Olivier [22], implying the circumference of the *calva*.

The multivariate analysis or MDS analysis of inter-specimen differences is shown in Fig. 3. This analysis shows a clear differentiation between two groups of fossils. The first one is comprised of Far East Asian *H. sapiens* fossils, except the archaic *H. sapiens* Kow Swamp from Australia, whereas the second one gathers Neanderthals, West archaic *H. sapiens* and Far East archaic *H. sapiens* and Chinese *H. erectus*. The Salkhit specimen remains close to the second group. At an individual level, the two groups can be distinguished, roughly on each side of the *y*-axis, as follows:

- the first group is comprised of specimens from Lang Cuom (LC1, LC2, LC4, LC5, LC8, LC9, LC11, LC13), Cau Giat (CG1, CG2, A3), Da But, Mai Da Dieu, and Mai Da Nuoc, Dong Thuoc, Dong Can, Pho Binh Gia, Tam Hang (THS22, THS3, THS4, THS14, THS13, Tam Pong 1, Samron Sen, Ban Kao (BKLS2, Minatogawa 1 and 2, Wadjak 1, Salawusu, Upper Cave (UC1, UC2, UC3), Liujiang, and Kow Swamp. It mainly represents *H. sapiens* specimens, with the exception of Kow Swamp, considered an archaic *H. sapiens*;
- the second group is comprised of Steinheim, Krapina H6, Zuttiyeh, Broken Hill, Predmost, Sala, Amud 1, Petralona, Teshik Tash, Djebel Irhoud 1, Mont Circé, La Ferrassie1, La Chapelle-aux-Saints, Zhoukoudian (ZK2, ZK3, ZK reconst.), Arago 21, Neanderthal. This group represents Neanderthals, *H. erectus* and archaic *H. sapiens*. The Salkhit skullcap belongs to this second group.

4. Discussion

Interest for human origins in continental Far East has never declined among scholars since the discovery in 1929 in China of the first Peking Man skull cap at the Zhoukoudian site [3]. In this region, fossils are unequally distributed. *Erectus* and archaic *sapiens* are abundant in China, whereas Indochina only yields very fragmented archaic *sapiens* and possibly *erectus* remains [11–13,18,23]. The question of human origins in the area is a main topic, since it directly concerns migrations issues with the peopling of Americas and Australasia [2,6,14], and also interests phylogeny, trying to establish or not filiations between local *erectus* and local *sapiens* [6,27,34–36]. Another debated topic in Eurasian palaeoanthropology is the issue of Neanderthals settlements [8,27,31]. The scientific community considers Neanderthals to be a European rather than an Asian group [1,4,8,16,26,31], with settlements in western Asia relatively more recent. Although based on fossil dating, this assumption should be moderated and should take more into consideration discoveries at Teshik Tash, Uzbekistan [15], and at Okladnikov and Denisova, southern Siberia [20,33] (Fig. 1).

The Salkhit skullcap shows a mosaic of archaic and modern traits. Plesiomorphies are seen on the frontal, with a keel and with developed brow ridges, although not forming a real thick torus. In addition, study of the

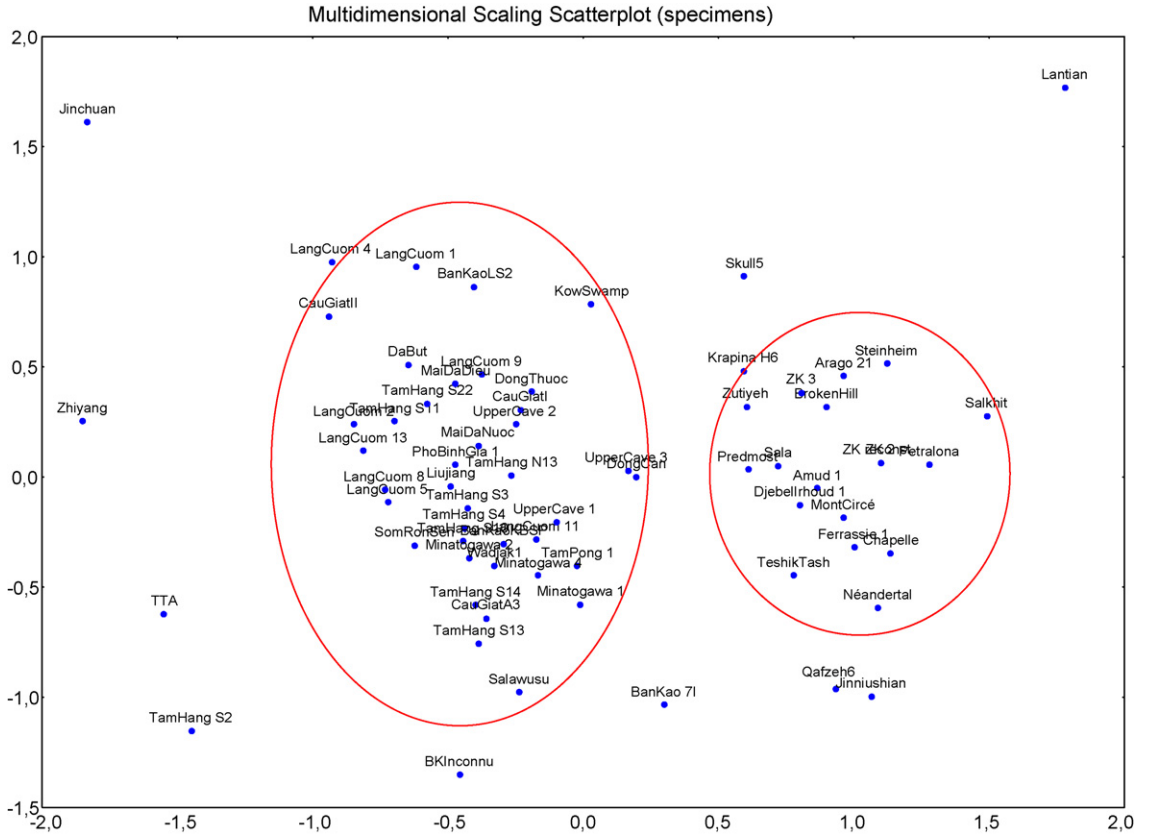

Fig. 3. Multidimensional scaling of the fossils considered in this study. The plot was computed on a distance matrix between all the 68 specimens, which takes into account 11 measures of length, width, height of the *calva*.
Fig. 3. Analyse multidimensionnelle des fossiles retenus dans cette étude. La projection des points est réalisée d'après une matrice de distance calculée sur 68 individus. Sur les *calvae* ont été retenues 11 mesures de hauteur, de longueur et de largeur.

endocast reveals plesiomorphies with a strongly marked middle-meningeal system and posterior branches more developed than the anterior ones, which are only discernable in tiny reticulations. Apomorphies are observed on the parietals, with parietal eminences high and back located, with the absence of a sagittal keel. The Salkhit skullcap exhibits a few Neanderthal features. They are located on the lower part of the frontal bone, in the nasal and orbital regions: on the frontal, a supratoral sulcus is present; it results from a supraorbital torus particularly developed, with a frontal squama particularly rounded and showing a pronounced keel. In the orbital region, although not forming a continuous thick bar, supercialiary arches are thick at the forward edge of the sloping frontal squama into a protuberant glabella, and then eventually taper to the sides, forming prominent rounded lateral supraorbital margins. Lastly, in the nasal area, the clear inward position of the frontonasal suture outlines a well-defined inward nasion. On the endocast, the absence of the sphenoparietal sinus has to be mentioned. This particular sinus has commonly been proposed as a Neanderthal autapomorphic trait, since it is more rarely observed in modern populations and poorly expressed in Asian *H. erectus* [5,24]. Multidimensional scaling analysis of the reference sample clearly differentiates Salkhit skullcap from Far East Asian *H. sapiens* fossils. On the contrary, statistics show similarities on dimensions with the archaic group composed of Neanderthals, Chinese *H. erectus*, and West/Far East archaic *H. sapiens*. Unfortunately, the incomplete fossil does not allow any reasonable further comparison. For this reason, we cautiously attribute the Salkhit *calva* to an archaic *Homo sapiens*.

Acknowledgments

The authors would like to thank Prof. Bahuchet, who facilitated the study of the specimen housed at the 'Homme, Natures, Sociétés' Department of the National Museum of Natural History in Paris, 'Musée de l'Homme' (MNHN). They also thank the Department of

Prehistory of the MNHN for giving them access to the collection of casts of Neanderthals. They would like to express their gratitude to D. Fouchier (UPR2147), who drew the map, to A. Chech, who realized the casts, to C. Baysafarova and S. Lelux for their help in organizing the fieldwork mission.

References

[1] L. Aiello, C. Dean, An Introduction to Human Evolutionary Anatomy, Academic Press, London, 1990.
[2] J. Allen, J. Golson, R. Jones (Eds.), Sunda and Sahul, Prehistoric Studies in Southeast Asia, Melanesia and Australia, Academic Press, London, 1977.
[3] D. Black, On the discovery, morphology and environnement of *Sinanthropus pekinensis*, Philos. Trans. R. Soc., Ser. B 223 (1934) 57–120.
[4] M. Boule, L'Homme fossile de La Chapelle-aux-Saints, Ann. Paleontol. 6 (1912) 1–275.
[5] E. Bruner, M. Averini, G. Manzi, Endocranial traits, Prevalence and distribution in a recent human population, Eur. J. Anat. 7 (2003) 23–33.
[6] Y. Coppens, Annuaire du Collège de France, Résumé des cours et travaux, Paris, 1987–1988, pp. 505–534 ; 1988–1989, pp. 449–475 ; 1999–2000, pp. 627–654 ; 2003–2004, pp. 727–755 ; 2004–2005, pp. 505-521.
[7] Y. Coppens, Histoire de l'Homme et Changements Climatiques, Collège de France, Fayard, Paris, 2006.
[8] C. Couture, J.-J. Hublin, Les Néandertaliens, in: Origine et évolution des populations humaines, Comm. Trav. Hist. Sci., 2005.
[9] E. Crubesy, H. Martin, P.H. Giscard, Z. Batsaikh an, S. Erdenebaatar, J.-P. Verdier, B. Maureille, Funeral practices and animal sacrifices in Mongolia at the Uigur period: archaeological and ethno-historical study of a kurgan in the Egying Gol valley, Antiquity 70 (270) (1996) 891–899.
[10] F. Demeter, New perspectives on Human peopling of Far East Asia from Late Upper Pleistocene, in: N. Tayles, M. Oxenham (Eds.), Bioarchaeology of Southeast Asia, Cambridge Studies in Biological and Evolutionary Anthropology, 43, Cambridge University Press, 2006, pp. 112–133.
[11] F. Demeter, A.-M. Bacon, Thuy S Nguyen Kim, Vu The Long, H. Matsumura, Ha Huu Nga, M. Schüster, M.H. Nguyen, Y. Coppens, An archaic *Homo* molar from Northern Viêtnam, Curr. Anthropol. 45 (2004) 535–541.
[12] F. Demeter, A.-M. Bacon, Nguyen Kim Thuy, Vu The Long, P. Duringer, S. Roussé, Y. Coppens, H. Matsumura, Y. Dodo, M.H. Nguyen, T. Anezaki, Discovery of a second human molar and cranium fragment in the Late Middle to Late Pleistocene cave of Ma U'Oi (Northern Vietnam), J. Hum. Evol. 48 (2005) 393–402.
[13] J. Fromaget, Sur la stratigraphie des formations récentes de la chaîne Annamitique septentrionale et sur l'existence de l'Homme dans le Quaternaire inférieur de cette partie de l'Indochine, C. R. Acad. Sci. Paris 16 (1936) 738–741.
[14] T. Goebel, Pleistocene Human Colonization of Siberia and Peopling of the Americas: An ecological approach, Evol. Anthropol. 8 (6) (1999) 208–227.
[15] M.A Gremyatsky, M.F. Nestourkh (Eds.), Teshik-Tash, Paleolithic Man, Moscow, University Publishers, Moscow, 1949.
[16] J.-L. Heim, Contribution du massif facial à la morphogénèse du crâne néanderthalien, in: J. Piveteau (Ed.), Les origines humaines et les époques de l'intelligence, Masson, Paris, 1978, pp. 183–215.
[17] B. Joergensen, F. Quaade, External cranial volume as an estimate of cranial capacity, Am. J. Phys. Anthropol. 14 (1956) 661–664.
[18] Kha Le Trung, L.C. Nguyen, Erste Entdeckung eines Schneidezahnes von *Homo erectus* in der Höhle Tham Kuyen (Lang Son), Neüe archäologische Entdeckungen (Hanoi), 1975, pp. 32–33.
[19] W. King, The Reputaded Fossil Man of the Neanderthal, Quat. J. Sci. 1 (1864) 88–97.
[20] J. Krause, L. Orlando, D. Serre, B. Viola, K. Prüfer, M.P. Richards, J.-J. Hublin, C. Hänni, A.P. Derevianko, S. Pääbo, Neanderthals in central Asia and Siberia, Nature online, 30 September 2007, pp. 1–3.
[21] R. Martin, in: K. Saller (Ed.), Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung, coll. G. Fischer Verlag, Stuttgart, Germany, 1928.
[22] G. Olivier, Pratique anthropologique, Vigot Frères, Paris, 1960.
[23] J.W. Olsen, R. Ciochon, A review of evidence for postulated Middle Pleistocene occupations in Viet Nam, J. Hum. Evol. 19 (1990) 761–788.
[24] R. Saban, Image of the human fossil brain: endocranial casts and meningeal vessels in young and adult subjects, in: P. Changeaux, J. Chavaillon (Eds.), Origins of the Human Brain, Clarendon Press, Oxford, UK, 1995, pp. 11–38.
[25] B. Senut, M. Pickford, J. Braga, D. Marais, Y. Coppens, Découverte d'un *Homo sapiens* archaïque à Oranjemund, Namibie, C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. IIa 330 (2000) 813–819.
[26] S. Sergi, Craniometrica e craniolografia del primo paleoantropo di Saccospastore, Ric. Morphol. 20–21 (1944) 733–791.
[27] C. Stringer, Reconstruction of Recent Human Evolution, in: M.J. Aitken, C. Stringer, P.A. Mellars (Eds.), The Origin of Modern Humans and the Impact of Chronometric dating, Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, 1993, pp. 179–195.
[28] A.M. Tillier, À propos des séquences phylogénétiques et ontogénétiques chez les Néandertaliens, in: E. Trinkaus (Coord.), L'Homme de Néandertal, vol. 3, L'anatomie, ERAUL n° 30, Liège, Belgium, 1988, pp. 125-135.
[29] W.S. Torgerson, Theory and Methods of Scaling, Wiley, New York, 1958.
[30] E. Trinkaus, The Neanderthal face: evolutionary and functional perspectives on a recent Hominid face, J. Hum. Evol. 16 (1987) 429–443.
[31] E. Trinkaus, The Neanderthals and Modern human origins, Annu. Rev. Anthropol. 15 (1986) 193–218.
[32] D. Tseveendorj, N. Batbold, T. Amgalantugs, *Mongolanthropus* was discovered in Mongolia, Studia Arch. Instit. Arch. Acad. (3) 23 (1) (2006) 5 -L16 (in Mongolian). Studia Arch. Instit. Arch. Acad. 2007, vol. (3) 23, n°1, pp. 5–20 (in English).
[33] C.G. Turner, Palaeolithic Siberian dentition from Desinova and Okladnikov caves, Altaisiy Kray, USSR/CRP, no. 7, 1990, pp. 65–66.
[34] M. Wolpoff, Modern *Homo sapiens* origins: a general theory of hominid evolution involving the fossil evidence from East Asia, in: F.H. Smith, F. Spencer (Eds.), Origins of Modern Humans: A World Survey of the Fossils Evidence, Alan R. Liss, New York, 1984, pp. 411–483.
[35] M. Wolpoff, Interpretation of multiregional evolution, Science 274 (1996).
[36] X. Wu, Human Evolution in China – A Metric Description of the Fossils and a Review of the Sites, Oxford University Press, Oxford, UK, 1995.