



DOMINIQUE GRIMAUD-HERVÉ, ROGER SABAN

LES EMPREINTES VASCULAIRES OBSERVEES SUR LES MOULAGES ENDOCRANIENS D'HOMINIDES FOSSILES ET ACTUELS

RESUME: Une étude comparative des empreintes vasculaires observées sur les moulages endocrâniens d'hommes fossiles et actuels a été entreprise. Plusieurs caractères ont pu être mis en évidence selon les stades évolutifs dont une régression de la présence des sinus pétro-squameux et sphéno-pariétal, un important développement du réseau antérieur du système méningé moyen, un accroissement du nombre des ramifications et des anastomoses et enfin, une orientation du réseau, qui de vertical va devenir oblique vers le bas et l'arrière. Les caractéristiques du réseau vasculaire des *Homo erectus*, des *Homo sapiens neanderthalensis* et des *Homo sapiens sapiens* ont pu être précisées.

MOTS-CLES: Système méningé moyen – Homme fossile – Quadrillage vasculaire

ABSTRACT: A comparative study of vascular prints observed on fossil and actual endocasts has been done. Some characteristics have been showed in relation with the evolution stage of the hominids, like a diminution of the petrosquamous and spheno-parietal sinuses, an important development of the anterior branch of the middle meningeal system, an increasing ramification with a complex progression of the anastomotic squaring and finally a change in the orientation of the system from vertical to backwards curved in recent populations. Characteristics of the vascular system of *Homo erectus*, *Homo sapiens neanderthalensis* and *Homo sapiens sapiens* could be studied in further detail.

KEY WORDS: Middle meningeal system – Fossil man – Vascular network

Il est maintenant bien établi (Saban 1984, 1986, 1993) que le système artério-veineux méningé s'intègre au sein d'un appareil vasculaire complexe, d'une grande importance physiologique et qui, d'après nos connaissances sur l'homme actuel, a une incidence sur le bon fonctionnement du cerveau.

Il comprend quatre systèmes superposés qui sont:

- au niveau du péricrâne, le système artério-veineux fronto-temporo-occipital,
- au niveau du crâne, le système veineux diploïque composé de trois faisceaux: frontal, temporo-pariétal et occipital situé dans l'épaisseur des os de la voûte,

- au niveau de la dure-mère, le système artério-veineux méningé groupant les vaisseaux méningés moyens avec leurs trois branches, les vaisseaux méningés antérieurs et les sinus veineux dure-mériens,
- au niveau du cerveau, le système artério-veineux encéphalique.

Tous ces systèmes sont reliés entre eux par les voies veineuses, avec pour relais les sinus dure-mériens, ceux-ci communiquant avec les veines de l'encéphale. L'interaction de ces divers systèmes forme ainsi un dispositif régulateur de la circulation encéphalique.

Ainsi, l'importance du réseau artério-veineux méningé, seul visible chez les hommes fossiles, constitue la seule possibilité de connaître le degré de vascularisation de l'encéphale et par là même de refléter son évolution. Les empreintes visibles sur la face endocrânienne sont dues aux vaisseaux contenus dans la dure-mère: les sinus crâniens, les lacs sanguins, les artères et les veines méningées. Les sinus sont emprisonnés dans les replis dure-mériens au niveau de leur insertion crânienne, alors que le réseau méningé est contenu dans le feuillet externe de la dure-mère au contact de la paroi endocrânienne, comme les lacunes veineuses, annexes des sinus au niveau de la voûte crânienne.

Seuls six des vingt-trois sinus veineux nous intéressent par les rapports directs qu'ils offrent avec le réseau méningé. Pour la voûte:

- le sinus sagittal supérieur (*sulcus sagittalis superior*) impair, qui suit la ligne sagittale de la voûte et se termine au confluent sinusien où il reçoit le sinus droit,
- le sinus latéral (*sulcus lateralis*) pair, composé de deux parties transverse et sigmoïde, qui se termine par la veine jugulaire externe. Son orientation est franchement oblique vers le bas et l'avant chez les mammifères quadrupèdes. Il s'abaisse chez les primates non-humains pour devenir pratiquement horizontal chez l'Homme. Ces modifications seraient liées à l'apparition de la station bipède (Fontaine 1955).
- le sinus occipital postérieur (*sulcus occipitalis posterior*) pair, correspondant à une région crânienne rarement conservée.

Et pour la base:

- le sinus caverneux (*sulcus cavernous*) pair, situé de part et d'autre de la selle turcique est également rarement conservé,
- le sinus pétro-squameux (*sulcus petrosquamous*) pair, présent chez le fœtus mais qui peut persister chez l'adulte. Il relie le sinus latéral au tronc commun des veines méningées moyennes,
- le sinus sphéno-pariétal (*sulcus sphenoparietalis*) pair, particularité occasionnelle de la branche antérieure des veines méningées moyennes, qui relie le sinus sagittal supérieur au sinus caverneux.

Le système méningé regroupe le réseau méningé moyen, le plus important qui recouvre la région pariéto-temporale, et le réseau méningé antérieur correspondant à la région frontale.

Le réseau méningé moyen, qui seul sera décrit dans cet article, comprend trois branches sur chaque hémisphère: antérieure ou bregmatique, moyenne ou obélique et postérieure ou lambdatique. Chacune de ces branches présente de nombreuses ramifications qui s'anastomosent entre elles pour constituer un quadrillage vasculaire caractéristique de l'homme adulte. De nombreux essais de classification de leurs schémas ont été tentés par plusieurs auteurs dont Giuffrida-Ruggieri (1913), Adachi et Hasebe

(1928), Bazocchi (1933) ou Marcozzi (1942).

Le réseau méningé moyen montre une complication progressive de la naissance jusqu'à l'âge de 7 ans environ où sa topographie est pratiquement celle de l'adulte. Saban (1984) observe une augmentation de l'arborisation des trois branches jusqu'à l'âge d'un an, puis un accroissement important du nombre d'anastomoses entre leurs rameaux. Le réseau peut également présenter une persistance du sinus sphéno-pariétal chez l'adulte, ainsi que du sinus pétro-squameux dont la présence, rappelons-le, est constante chez tous les primates non-humains (Saban 1977).

L'observation et l'analyse de ces empreintes a permis la mise en évidence de quelques caractères évolutifs dont une synthèse sous forme de schémas est présentée dans le *Tableau 1*.

MATERIEL

La population étudiée comprend 46 moulages endocrâniens d'hommes fossiles provenant d'Asie et d'Europe.

Une grande partie de notre matériel a été mise au jour sur l'île de Java (Indonésie) où les endocrânes des hommes de Trinil 2, Sangiran 4, Sangiran 2, Sangiran 10, Sangiran 12 et 17 ont été étudiés. De plus, pour la première fois la série complète des moulages endocrâniens des hominidés de Ngandong a été réalisée et mise à notre disposition. Nous avons ainsi pu analyser Ngandong 1, Ngandong 2, Ngandong 3, Ngandong 5, Ngandong 6, Ngandong 7, Ngandong 9, Ngandong 10, Ngandong 11 et Ngandong 12.

Ce matériel asiatique est complété par les moulages endocrâniens des hommes fossiles découverts à Zhoukoudian Lower Cave en Chine; il s'agit de Ckn.D 1. PA.17 (Sinanthrope II), Ckn.E 1. PA.16 (Sinanthrope III), Ckn.L 1. PA.98 (Sinanthrope X), Ckn.L 2. PA.99 (Sinanthrope XI) et Ckn.L 3. PA.100 (Sinanthrope XII).

Une comparaison a été effectuée avec le matériel fossile découvert en Europe, dont la période chronologique recouvre celle des fossiles asiatiques. Ainsi, les moulages endocrâniens de Arago 21 et 47, Swanscombe 1, Biache-Saint-Vaast 1, Ehringsdorf 9, Gibraltar 1 et 2, Néanderthal 1, Le Moustier 1, Teshik Tash 1, Engis 2, La Ferrassie 1, La Quina H5, La Chapelle-aux-Saints 1, Crô-Magnon 3, Předmostí 3, 4, 9 et 10, Brno 3, Dolní Věstonice 1 et 2, et Combe Capelle 1 ont été étudiés.

Une cinquantaine de moulages endocrâniens d'hommes actuels conservés au Laboratoire d'Anthropologie du Muséum National d'Histoire Naturelle provenant essentiellement, comme les hommes fossiles de cette étude, d'Asie et d'Europe, a également été analysée.

LES SINUS DURE-MERIENS

- Le sinus sphéno-pariétal (*Figure 1*) a fréquemment été remarqué sous une forme atténuée sur les

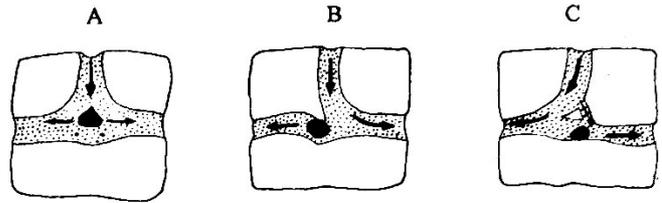
encéphales asiatiques anciens de Trinil 2, Sangiran 2, 10, 12, des Sinanthropes III, X, XI et XII par exemple; il devient volumineux sur ceux des néandertaliens comme les hominidés de Néanderthal ou de La Chapelle-aux-Saints. En revanche, il n'a pas été observé sur les populations de Ngandong ou sur les hommes actuels de référence.

- Le sinus pétro-squameux correspond à la veine méningée moyenne postérieure qui va se jeter dans le sinus latéral. Son empreinte a été remarquée sur la plupart des fossiles étudiés; quelques exceptions ont été remarquées sur les fossiles de Sangiran 10, Ngandong 6 et 7. Sa fréquence diminue sur les encéphales de notre population actuelle où il n'a été observé que dans 30% des cas.

Ainsi, pouvons-nous noter que ce sinus, présent sur les Australopithèques, les *Homo habilis*, les *Homo erectus* et les *Homo sapiens neanderthalensis*, voit sa fréquence fortement diminuer chez les *Homo sapiens sapiens*.

- Le confluent sinusien postérieur, situé au niveau de la protubérance occipitale interne, est le lieu de rencontre de six sinus. Véritable carrefour veineux, la disposition du pressoir d'Hérophile est sujette à des variations. Les travaux de Testut (1911) et plus récemment de Delmas et Chifflet (1950) montrent que sa configuration peut présenter deux types selon que la disposition des sinus est symétrique ou pas (Figure 2).

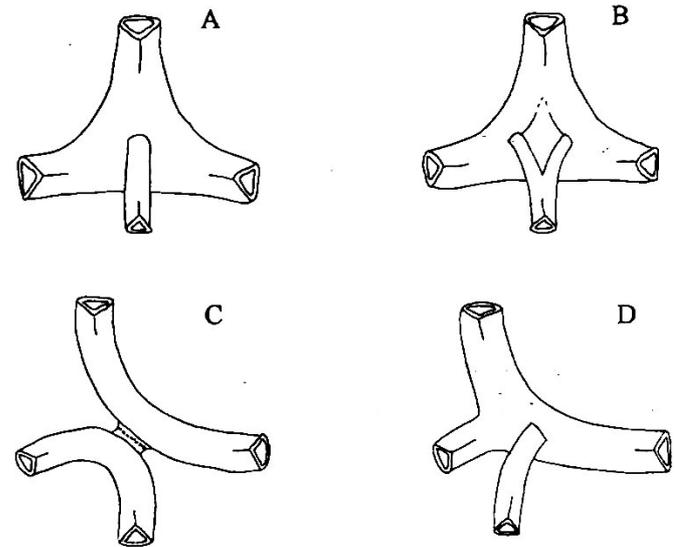
Cette région, aussi bien sur les moulages endocrâniens fossiles qu'actuels de notre étude, présente, selon Testut, indifféremment un schéma de type B (Sangiran 2, 10, 17, Sinanthropes III, XI, Ngandong 1, 6 et 12) ou C (Sangiran 12, Sinanthropes



A: pressoir d'Hérophile

B: sinus sagittal supérieur aboutissant au sinus latéral droit, le sinus droit se jetant dans le sinus latéral gauche

C: sinus sagittal supérieur se poursuivant en grande partie avec le sinus latéral gauche et envoyant un petit bras au sinus latéral droit, tandis que le sinus droit se jette presque exclusivement dans ce dernier sinus.



A: type symétrique avec sinus droit unique

B: type symétrique avec dédoublement du sinus sagittal supérieur et du sinus droit (type en îlot)

C: type asymétrique adossé

D: type asymétrique avec latéralisation du sinus droit

FIGURE 2. Types morphologiques de convergence des sinus dure-mériens au niveau du pressoir d'Hérophile (en haut selon Dumont dans Testut 1911, en bas selon Delmas et Chifflet 1950).

Morphological types of cranial sinuses convergence at the level of the occipital region (up according to Dumont in Testut 1911, and down in Delmas and Chifflet 1950).

Ckn.E.1.PA.16 (Sinanthrope III)

Ngandong 1

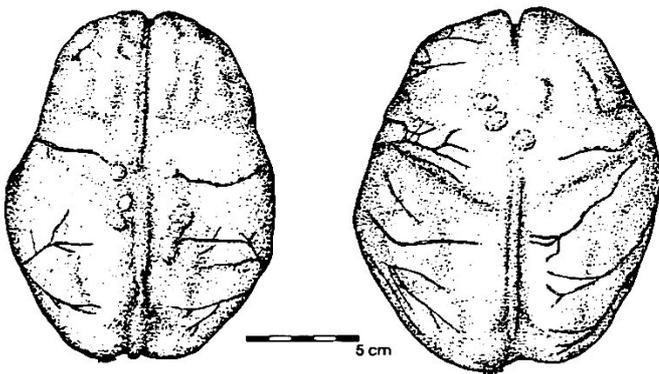


FIGURE 1. Le sinus sphéno-pariétal: présent sur le Sinanthrope III et absent sur Ngandong 1. Symétrie du réseau sur le Sinanthrope III et asymétrie avec prédominance gauche sur Ngandong 1. (Dessins P. Hervé)

Spheno-parietal sinus present on Sinanthropus III and absent on Ngandong 1. Symmetrical vascularization on Sinanthropus III and asymmetrical network with left predominance on Ngandong 1 endocrasts. (Drawings by P. Hervé)

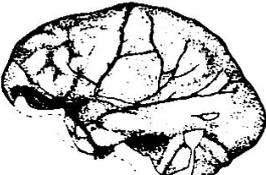
X, XII, Ngandong 3, 7 et 11); aucune tendance particulière n'a été mise en évidence.

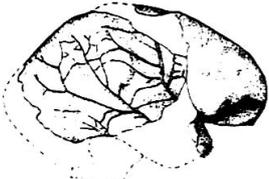
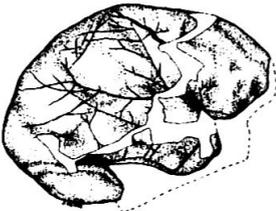
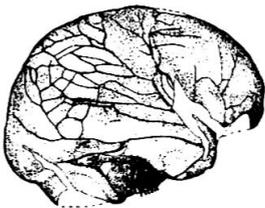
Le sinus sagittal supérieur se poursuit par le sinus latéral droit sur la plupart des individus étudiés (85% sur les fossiles et 80% sur les actuels). La symétrie ou l'asymétrie du pressoir d'Hérophile semble liée, selon Delmas et Chifflet (1950) à l'orientation des sinus qui serait le résultat du développement prépondérant de l'un ou l'autre des hémisphères.

Cette latéralisation serait donc présente dès le stade le plus ancien des endocrânes de notre série.

TABLEAU 1. Synthèse schématique des caractères évolutifs du réseau méningé moyen.
Schematic synthesis of evolutive characteristics of the middle meningeal system.

HOMINIDES DU PLEISTOCENE MOYEN DE

	SANGIRAN	ZHOUKOUDIAN	NGANDONG
Présence du sinus sphéno-pariétal	++	++	0
Présence du sinus pétro-squameux	+++	+++	++
Empreinte du sinus latéral sur l'os pariétal	non	non	oui
Prédominance du rameau méningé	3 = 2 ant.	5 post.	2 post. 2 = 4 ant.
Présence d'anastomoses	0	0	rare
Surface encéphalique recouverte par les deux rameaux méningés			

EUROPE	NEANDERTALIENS	HOMMES		RESUME
		MODERNES	ACTUELS	
++	++++	+	0	
++	++	++	+	
oui	oui	oui		
1 = 2 ant.	2 = 5 ant.	antérieur		Post. → Ant.
rare	peu nombreuses	très nombreuses		
				

LE RESEAU MENINGE MOYEN

Le réseau méningé moyen qui, rappelons-le, est composé d'une artère et de deux veines satellites, présente un schéma différent selon le stade évolutif de l'hominidé considéré. Plusieurs phénomènes, concernant le développement et l'orientation de ce réseau, et se produisant simultanément, ont été mis en évidence.

1. Le développement phylétique de la vascularisation artério-veineuse méningée moyenne peut se décomposer en 3 étapes:

- L'ensemble postérieur du réseau est largement prédominant, comprenant une branche oblique développée. Ce schéma a été rencontré sur les moulages endocrâniens de Zhoukoudian.
- Puis, cette branche peut avoir une origine double, et les ensembles vasculaires antérieur et postérieur être équivalents en importance et en développement. C'est le cas des hominidés de Sangiran et Trinil.
- Enfin, sur les individus plus récents comme par exemple les hommes fossiles européens, le schéma rencontré le plus fréquemment montre un ensemble antérieur dont la branche oblique est très ramifiée; l'importance de cette branche s'amplifiant avec le stade évolutif.

2. Un caractère traduisant le développement des branches méningées correspond à la surface qu'elles recouvrent sur l'encéphale.

- Le réseau méningé moyen antérieur s'étend des régions postérieures des circonvolutions frontales (*gyri frontales*) jusqu'à la pariétale ascendante (*post-centrale*) sur les hominidés de Zhoukoudian. Sur ceux du Pléistocène moyen de Java et d'Europe, il s'étend vers l'arrière jusqu'aux parties antérieures des circonvolutions pariétales.

Le réseau antérieur se développe jusqu'à atteindre la région médiane du lobule marginal de Gratiolet (*gyrus supramarginalis*) chez les *Homo sapiens neanderthalensis*, ou même du lobule du pli courbe (*gyrus angularis*) chez les hominidés du Pléistocène supérieur.

Il couvre la surface correspondant à la partie postérieure du lobe frontal et à la presque totalité du lobe pariétal sur les encéphales actuels.

- L'ensemble méningé postérieur suit l'évolution inverse de celle du réseau antérieur, avec une importance qui décroît notablement.

En effet, sur les hominidés de Sangiran, Trinil, Ngandong et Zhoukoudian, il s'étend de la région médiane du lobule marginal de Gratiolet (*gyrus supramarginalis*) à la partie postérieure du pli courbe (*gyrus angularis*).

Il n'occupe plus que la surface endocrânienne correspondant au pli courbe sur certains hominidés d'Europe comme Swanscombe 1, Ehringsdorf 9, ainsi que sur tous les individus fossiles plus récents

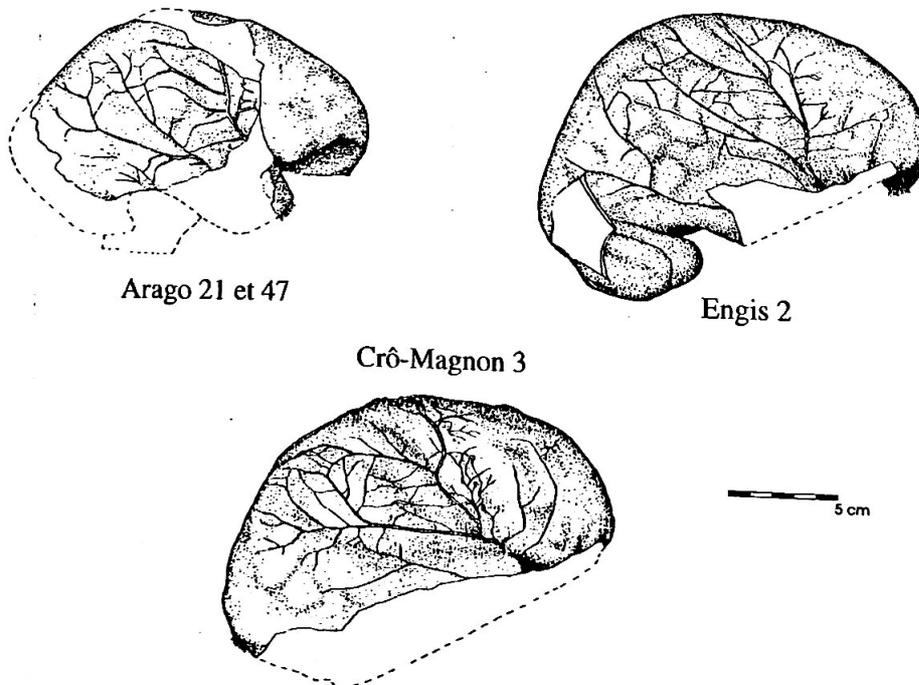


FIGURE 3. Arago 21 - Engis 2 - Crô-Magnon 3.
Constitution et progression du quadrillage anastomotique (Dessins P. Hervé).
Constitution and development of anastomotic squaring (Drawings by P. Hervé).

(néandertaliens et hominidés du Paléolithique supérieur).

Il est réduit à un vaisseau très peu ramifié sur les encéphales actuels de référence.

3. Le nombre des ramifications augmente considérablement. Elles commencent à former des anastomoses sur les hominidés du Pléistocène moyen d'Europe. Elles se révèlent au contraire rares sur les néandertaliens (Saban 1986), ainsi que sur les hominidés fossiles asiatiques de Java ou de Chine étudiés.

D'abord lâche, le quadrillage constitué devient dense sur les encéphales plus récents comme ceux de Předmostí ou de Crô-Magnon, par exemple. En effet, une complication du maillage anastomotique va se produire (Saban 1993). Toute la surface de la voûte va être recouverte d'un véritable quadrillage vasculaire débutant par le réseau méningé moyen pariéto-temporal, puis par le réseau antérieur dans la région frontale. Ce quadrillage ne cessera de s'accroître de 400.000 ans jusqu'à maintenant; les anastomoses vont gagner latéralement la région frontale et atteindre un maximum de densité chez l'homme actuel (*Figure 3*).

4. Dans le même temps, l'orientation du réseau méningé moyen varie.

Le tronc principal de l'ensemble antérieur est en général vertical sur l'ensemble des encéphales étudiés.

Les ramifications postérieures suivent un trajet parallèle à ce tronc chez les hominidés anciens, puis deviennent de plus en plus obliques vers l'arrière sur les individus plus récents, ceci étant naturellement à mettre en rapport avec le phénomène de bascule occipitale.

L'ASYMETRIE

Le réseau méningé moyen paraît plus développé sur l'hémisphère gauche des endocrânes de Sangiran et Ngandong, et droit des hominidés du Pléistocène moyen d'Europe; il est équivalent sur les deux côtés des endocrânes de Zhoukoudian (*Figure 1*).

Un développement du réseau méningé plus important à gauche, avec des ramifications plus longues et des anastomoses plus nombreuses a été observé sur les endocrânes fossiles plus récents, ainsi que sur ceux de la population actuelle de référence.

CONCLUSION

Ainsi, au cours des stades évolutifs, nous observons (*Tableau 1*):

- une régression de la présence des sinus pétrosquameux et sphéno-pariétal,
- un important développement du réseau antérieur de l'ensemble artério-veineux méningé moyen, lié à une réduction du réseau postérieur,
- ceci entraînant une augmentation de la surface

encéphalique recouverte par ce réseau antérieur qui, localisé sur la frontale ascendante (*gyrus precentralis*) sur les encéphales anciens, s'étend sur l'ensemble du lobe pariétal chez les hommes actuels,

- un accroissement du nombre des ramifications et des anastomoses qui constituent un quadrillage de plus en plus dense et serré,
- une orientation générale du réseau plus oblique vers le bas et l'arrière, liée au phénomène de bascule occipitale.

Les *Homo erectus* se caractérisent par un réseau méningé moyen dont les trois branches sont représentées; l'ensemble postérieur, qui comprend une branche oblique, est en général plus développé. La persistance du sinus pétrosquameux a été remarquée sur la plupart de ce groupe d'hommes fossiles. L'empreinte du sinus sphéno-pariétal est beaucoup plus atténuée.

Les *Homo sapiens neanderthalensis* se singularisent par un sinus sphéno-pariétal particulièrement volumineux présent sans exception chez tous les représentants de ce groupe. Le réseau méningé moyen est très pauvre, peu développé avec de rares ramifications, les anastomoses les reliant sont quasiment absentes. L'ensemble antérieur prédomine néanmoins.

Les *Homo sapiens sapiens*, quant à eux, voient leur réseau méningé moyen se développer fortement, avec une augmentation du nombre de ramifications et une progression importante des anastomoses. D'abord localisées uniquement dans la partie supérieure de la voûte, elles vont s'étendre; l'ensemble de la surface pariétale va devenir totalement quadrillée, puis la multiplication des anastomoses va gagner la région temporale. Le quadrillage vasculaire atteint alors son maximum de densité pour devenir identique à ce que présente l'homme actuel. L'ensemble antérieur, comprenant une branche oblique très ramifiée, est particulièrement bien développé; il couvre la presque totalité des lobes pariétaux ainsi que les régions postérieure frontale et antérieure occipitale. Quant à la branche lambdatique, elle est réduite à un vaisseau unique.

BIBLIOGRAPHIE

- ADACHI B., HASEBE K., 1928: *Das arteriensystem der Japanern*, Kyoto, Kais. Jap. Univ., I. 440 pp. Supt. Act. Sch. Med. Univ. Imp. Kyoto 1928, 9: 9-102.
- BAZZOCHI C., 1933: Sui Solchi andocranini della arteriameningea media nei crani con "canalis infrasquamosus". *Riv. Anthropol.* 30: 223-234.
- DELMAS A., CHIFFLET J., 1950: Le pressoir d'Hérophile. *C. R. Ass. Anat.*, Louvain: 123-131.
- FONTAINE J., 1955: *Evolution des sinus veineux de l'arrière-crâne en fonction de celle des sutures osseuses*. Thèse de Doctorat, Lille. 44 pp.
- GRIMAUD-HERVE D., 1991: *L'évolution de l'encéphale chez l'Homo erectus et l'Homo sapiens*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Provence. 925 pp.
- GIUFFRIDA-RUGGERI V., 1913: *Variabilità delle ramificazioni terminali dell'arteria meningea media nell'uomo*. *Giubilaro in onore di L. Bianchi*. 7 pp., 6 fig.
- MARCOZZI V., 1942: L'arteria meningea negli uomini recenti, nel Sinantropo, e nelle Scimmie. *Riv. Anthropol.* 34: 407-436.
- SABAN R., 1977: Evolution du réseau des veines méningées moyennes chez les Primates, d'après les empreintes pariétales endocrâniennes. *C. R. Acad. Sc.*, Paris 285, 18: 1451-1454.
- SABAN R., 1984: *Anatomie et évolution des veines méningées chez les hommes fossiles*. ENSB-CTSH Eds., Paris. 289 pp.
- SABAN R., 1986: Les rapports des veines méningées moyennes avec la paroi endocrânienne chez l'homme, au cours de la croissance. *Nova Acta Leopoldina* 58, 262: 425-437.
- SABAN R., 1993: *Aux sources du langage articulé*. Collection Préhistoire, Masson. 263 pp.
- TESTUT L., 1911: *Traité d'anatomie. Angéiologie. Système nerveux central*. II. 1096 pp.

Dominique Grimaud-Hervé
UMR 9948 du CNRS
Laboratoire de Préhistoire du M.N.H.N.
1 rue René Panhard
75013 Paris
France
Fax: +33 1 43 31 22 79

Roger Saban
Professeur honoraire au Muséum
National d'Histoire Naturelle
Laboratoire d'Anatomie comparée
55 rue Buffon
75005 Paris
France