

# ANTROPOLOGIA PORTUGUESA

•  
*Colecções Osteológicas  
do Museu Antropológico  
da Universidade de Coimbra*

Vol. 13  
1995

---

DEPARTAMENTO DE ANTROPOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

## **L'âge au décès dans les populations inhumées: comparaison de méthodes et de résultats**

**Jean-Pierre Bocquet-Appel**

*CNRS, Laboratoire d'Anthropologie  
17, place du Trocadéro, F 75116 Paris*

**Claude Masset**

*URA 275 CNRS, "Ethnologie Préhistorique"  
44, rue de l'Amiral Mouchez, F 75014 Paris*

**Résumé.** L'intérêt d'un indicateur d'âge ne se mesure pas simplement à l'intensité de sa corrélation avec l'âge. Même avec la nouvelle technique itérative d'estimation de la moyenne d'âge des squelettes d'adultes, des erreurs systématiques d'estimation peuvent être commises si le patron biologique d'échantillon de référence est inadéquat pour mesurer le processus de vieillissement dans la population de cimetière. Cette inadéquation du patron de référence pourrait être causée par une variation séculaire du processus de vieillissement, au sein d'une même population géographique. Il semble que ce soit le cas des sutures crâniennes, mais pas des têtes fémorales.

**Mots-clés:** estimation de l'âge; technique itérative; estimateurs démographiques; paléodémographie.

**Sumário.** O interesse dum indicador etário não se avalia, simplesmente, com base na sua maior ou menor correlação com a idade. Mesmo com a nova técnica iterativa de estimação da média de idade dos esqueletos adultos, os erros sistemáticos de estimação podem ser cometidos se o padrão biológico da amostra de referência for inadequado para medir o processo de envelhecimento da população do cemitério. Esta inadequação do padrão de referência poderá ser causada por uma variação secular do processo de envelhecimento no seio de uma mesma população geográfica. Parece ser este o caso das suturas cranianas mas não o das cabeças femorais.

**Palavras chave:** estimação da idade; técnica iterativa; estimadores demográficos; paleodemografia.

## **Introduction**

Depuis longtemps déjà, nombre de chercheurs s'efforcent de reconstituer les structures de mortalité des populations de squelettes à partir des fouilles de cimetières (parmi bien d'autres: Hooton 1930, Vallois 1937, Angel 1947, Acsádi & Nemeskéri 1970). Nous avons exprimé ailleurs les graves réserves que nous inspire cette démarche (Bocquet-Appel & Masset 1982, 1985). En effet, dans l'état actuel des connaissances, la liaison entre l'âge et l'évolution du squelette n'est pas assez étroite pour autoriser pareille ambition (Bocquet 1978). A ces causes d'erreurs aléatoires s'ajoutent des biais systématiques, telle que "l'attraction de la moyenne" ("regression to the mean": Galton 1889), et plus encore l'influence qu'exerce inéluctablement sur les estimations la distribution par âges de la "population de référence" (c'est à dire de l'ensemble de squelettes d'âges connus auxquels on compare un échantillon de cimetière; voir par exemple Masset 1989, Konigsberg & Frankenberg 1992).

Jusqu'au printemps de 1994 ne restait que la voie détournée procurée par ce que nous avons appelé "estimateurs paléodémographiques" (Bocquet-Appel & Masset 1977, Masset & Parzys 1985). Depuis peu s'ouvre toutefois, comme on le verra ci-dessous, grâce à une technique mathématique itérative la possibilité d'appréhender directement la moyenne d'âge au décès d'un ensemble de squelettes adultes. On peut donc commencer à confronter les résultats obtenus par ces deux procédés, estimateurs paléodémographiques d'une part et technique itérative d'estimation de la moyenne d'âge d'autre part. Théoriquement, les deux groupes de résultats, issus d'un même échantillon démographique de populations inhumées, ne devraient pas être trop éloignés. Mais qu'en est-il en pratique? Dans cet article nous allons comparer pour une même nécropole, d'une part les résultats fournis par la même technique itérative mais appliquée à deux indicateurs biologiques différents (les sutures crâniennes et les têtes fémorales), d'autre part les résultats fournis entre les deux méthodes (technique itérative et estimateurs paléodémographiques).

## **Méthode démographique et méthode ostéologique**

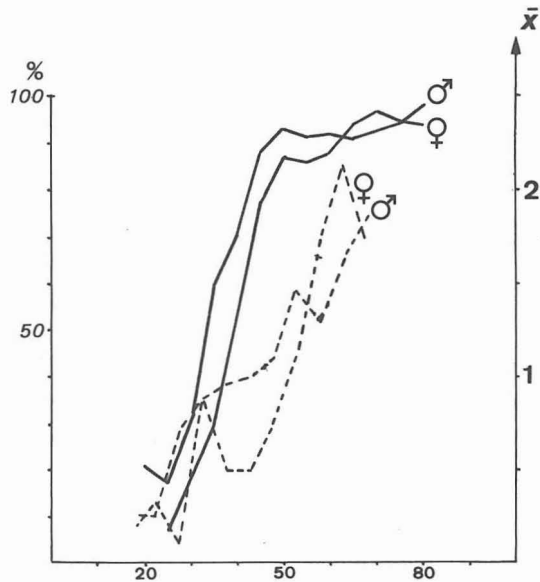
Les "estimateurs paléodémographiques" sont des fonctions qui fournissent la relation entre des paramètres démographiques calculés sur des populations historiques et un paramètre que l'on peut obtenir facilement dans une nécropole.

Ils permettent d'apprécier notamment l'espérance de vie à la naissance et la mortalité infantile, en tirant parti des bonnes corrélations existant entre ces paramètres et un "indice de juvénilité au décès", qui est le rapport entre l'effectif décédé entre 5 et 15 ans et l'effectif décédé après 20 ans; en abrégé,  $\frac{D5-14}{D20-\omega}$  (Bocquet-Appel et Masset 1977).

La méthode permettant d'apprécier sans biais la moyenne d'âge au décès d'un groupe de squelettes adultes est née de tentatives infructueuses visant à reconstruire la distribution par âges d'une population de cimetière. A partir d'une distribution d'un indicateur d'âge observée dans une nécropole, et d'une matrice de référence qui représente, dans une distribution par âges uniforme, la distribution par stades de l'indicateur d'âge observée sur un échantillon de squelettes, la technique fournit, par itérations, une très bonne approximation de la moyenne d'âge des squelettes inconnus qui ont généré la distribution par stades. Par exemple, étant donné un nombre d'individus observé dans un cimetière, classés dans les stades I, II, ..., VI, etc., d'un indicateur quelconque, la technique itérative fournira une bonne approximation de la moyenne d'âge des individus de la distribution par âges inconnue, qui a produit cette distribution par stades. En d'autres termes, si la distribution des décès par âges reste inaccessible, sa moyenne ne l'est pas.

L'erreur conceptuelle essentielle, qui a freiné la mise au point d'une technique d'estimation non biaisée, consistait à voir, dans cet ensemble de squelettes qu'on a pris la mauvaise habitude d'appeler "population de référence", une sorte de "population-mère" dont l'échantillon à étudier serait issu: ce n'est vrai que dans le cas très spécial où ce dernier en a été artificiellement extrait à des fins d'examen de laboratoire. Dans le cas général, le seul qu'on puisse attendre en paléodémographie, cet ensemble utilisé comme référence n'est lui-même qu'un échantillon statistiquement équivalent à celui qu'on veut étudier: de façon non moins aléatoire que ce dernier, il est en effet lui aussi tiré d'une population-mère plus vaste et inconnue.

La largeur de la fourchette au sein de laquelle se trouve l'âge moyen au décès dépend des effectifs considérés, ainsi que de la qualité de la corrélation entre l'indicateur d'âge et l'âge. Même quand les conditions ne sont pas très favorables cette fourchette reste, en général, assez réduite. On trouvera ailleurs une présentation de la méthode (Bocquet-Appel s.p. Bocquet-Appel et Masset 1994). Disons brièvement que cette méthode regroupe, en fait, deux techniques itératives d'une même famille mathématique, l'une bayésienne (Konigsberg et Frankenberg, 1992) l'autre appelée "procédure d'ajustement proportionnel" (iterative proportional fitting procedure, en abrégé IPFP). Ces deux techniques donnent les mêmes résultats. Des simulations intensives, à partir d'une population-mère fictive de 50.000 sujets et en faisant varier différents paramètres, ont permis de vérifier que la méthode itérative est réellement sans biais.



**Fig. 1.** Évolution avec l'âge de l'oblitération du premier segment de la suture lambdaïdoïde (pars lambdaïdoïdea) dans deux populations ayant vécu à un siècle de distance.

—(tiré): deux cimetières de Lisbonne (Portugal: collection Ferraz de Macedo); sujets décédés en 1876; moyenne de synostose.

— (trait plein): salles de dissection de Prague (Hajnis & Novák 1976; sujets décédés vers 1970; pourcentage d'oblitération.

— Bien que les paramètres retenus pour ces deux populations ne soient pas les mêmes, chez la plus récente d'entre elles une plus grande précocité paraît se manifester dans la synostose des sutures crâniennes.

Pour qu'elle donne à coup sûr des résultats justes dans l'étude des populations inhumées, il suffit donc que la relation entre un indicateur d'âge, en fonction de l'âge, soit *grosso modo* la même dans l'échantillon de référence et dans l'échantillon inhumé. En d'autres termes, que cette relation biologique soit demeurée approximativement constante depuis l'époque où sont intervenues les inhumations. Cette hypothèse de base de la paléodémographie, est-elle toujours acceptable? Pour tenter d'éclaircir ce point, nous allons comparer les résultats selon deux indicateurs d'âges parmi les plus employés, la synostose des sutures crâniennes d'une part, de l'autre l'évolution des travées osseuses de l'épiphyse proximale du fémur.

Disons d'emblée qu'une certaine suspicion pèse d'ores et déjà sur la synostose des sutures. L'un de nous avait été frappé par une différence significative dans l'oblitération de crânes hongrois d'âges connus, morts à cinquante ans de distance (Masset 1982, p. 24 bis à 42). Les plus anciens différant peu d'une

série portugaise du XIX<sup>ème</sup> siècle, il pouvait être intéressant de rapprocher cette dernière de crânes plus récents encore: la fig. 1 montre qu'à un siècle de distance, on voit évoluer plus vite, en fonction de l'âge, un segment de suture spécialement éloquent; d'une façon atténuée les autres segments livrent le même message. Plus récemment, C. Simon (1987) a fait apparaître en Suisse, entre le Néolithique moyen et l'époque mérovingienne (l'époque gauloise occupant une position intermédiaire), une élévation de l'âge au décès quand on l'apprécie à partir des seules sutures du crâne. Sans être démontrée, l'idée qu'ait pu exister une variation séculaire dans l'oblitération de ces sutures paraît donc une hypothèse relativement bien fondée.

Qu'en est-il de l'application de notre nouvelle méthode à des populations néolithiques? Remarquons d'abord que, pour cette période reculée, il existe peu de séries dont l'effectif soit suffisant pour répondre à nos critères. C'est approximativement le cas de l'hypogée champenois de Loisy-en-Brie, où l'effectif adulte inhumé est 114 (Bocquet 1977 p. 101; Chertier, Nicolardot, Nicolardot 1994). Une première estimation de l'âge y a été réalisée, à partir de l'évolution des travées osseuses de la tête fémorale, avec 96 fémurs droits utilisables. L'échantillon de référence est constitué de 421 fémurs provenant des squelettes du laboratoire d'anthropologie de Coimbra (Portugal) et datant du début du XX<sup>ème</sup> siècle. L'âge moyen au décès est estimé à  $52 \pm 3$  ans, à un écart-type près (Bocquet-Appel, 1994). Une deuxième estimation a été effectuée à partir des sutures exo-crâniennes, avec pour échantillon de référence celui constitué au siècle dernier à Lisbonne par Ferraz de Macedo (849 crânes de 18 à 70 ans), augmenté de 65 crânes de Coimbra d'âge au décès supérieur ou égal à 70 ans (cf. Masset 1982). Quatre stades ont été créés à partir de la somme arithmétique des segments des sutures coronales (3 segments, gauche ou droit), sagittales (4 segments) et lambdoïdes (3 segments, gauche ou droit). Selon le critère habituel (depuis Broca, 1875; Acsádi et Nemeskéri, 1970, chacun des segments s'est vu attribué un score qui peut aller de 0 (ouvert) à 4 (complètement fermé). Le score maximum d'un crâne peut donc être 40. Le stade I va de 0 à 9, II de 10 à 19, III de 20 à 29, et le IV, plus long d'une unité, 30 à 40. Cette répartition en quatre stades est justifiée par le fait que les 40 degrés d'oblitération d'origine n'apportent aucune précision supplémentaire pour l'estimation de l'âge. La table 1 (p. 22) fournit la matrice de référence (dite matrice F dans la technique) qui a été utilisée pour l'estimation. Cette matrice a été construite sous l'hypothèse d'une égalité des proportions entre individus du sexe féminin et masculin dans la nécropole. Il s'agit donc d'une matrice composite, créée en faisant la somme pondérée des deux matrices par sexe de l'échantillon de crânes d'origine. Dans la sépulture collective de Loisy-en-Brie, il n'y avait que 59 crânes dont les sutures soient utilisables. Ils se répartissent dans les quatre stades d'oblitération suivant: I = 31, II = 9, III = 3, IV = 16. Notons en passant que la rareté des crânes utilisables provenant d'un site

archéologique du type sépulture collective, souligne la supériorité des têtes fémorales, au moins pour ce type de nécropole. Néanmoins, même avec cet effectif très modeste, nous avons appliqué notre méthode. Elle fournit un âge moyen au décès de 39 ans. L'écart-type n'a pas été calculé, car l'effectif est en deçà des valeurs simulées (Bocquet-Appel, 1994), mais on peut penser qu'il est d'environ  $\pm 8$  ans. Cette information paraît incompatible avec celle fournie par les travées osseuses des têtes fémorales: 52 ans au lieu de 39. Mais le trop petit nombre des crânes empêche de tirer une conclusion bien ferme.

**Table 1.** Matrice de référence (F) pour l'estimation itérative de l'âge moyen par les sutures exo-crâniennes. Elles représente la distribution de 4 stades dans 4 classes d'âges. Cette matrice a été conçue sous l'hypothèse d'une équi-distribution des hommes et des femmes dans une nécropole. Les collections de référence sont décrites dans le texte.

		l'âge			
		70.90	31.95	26.05	8.33
		17.00	32.60	25.40	14.20
l'indicateur		7.90	25.15	37.60	45.19
		4.20	10.25	10.90	32.28

Il est permis de rapprocher de Loisy-en-Brie une autre sépulture collective du Néolithique final, elle aussi de culture "Seine-Oise-Marne", l'allée mégalithique de la Chaussée-Tirancourt près d'Amiens (Leclerc et Masset 1980). Le nombre des crânes utilisables y est 155, ce qui est bien plus satisfaisant;. Voici la distribution des crânes dans chacun des 4 stades: I = 63, II = 28, III = 54, IV = 10, ce qui fournit un résultat exactement identique à celui de Loisy, à savoir  $39 \pm 4$ . L'examen des fémurs de la Chaussée-Tirancourt n'a pu encore être réalisé. Les indications en notre possession semblent néanmoins indiquer une différence importante entre l'âge évalué à partir des sutures crâniennes, et l'âge à partir des travées osseuses des têtes fémorales.

Devant des résultats aussi contradictoires, qui ne dépendent pas des biais méthodologiques habituels, auquel des deux indicateurs d'âge faire confiance? Les considérations évoquées plus haut ne sont pas à l'avantage des sutures crâniennes. Dans le cas de l'estimation par les fémurs, un âge moyen au décès de 52 ans pour un ensemble d'adultes correspond à une espérance de vie à 20 ans égale à 32 ans

( $e_{20} = 52 - 20 = 32$ ). Ce chiffre est à rapprocher de ce qu'on connaît des populations pré-jenneriennes, c'est à dire antérieures à l'introduction de la vaccination: par exemple dans la population paysanne française d'Ancien Régime entre 1740 et 1749, Blayo (1975) donne 35 ans pour  $e_{20}$ , avec 25 ans pour  $e_0$ . Calculées à partir de populations un peu plus récentes (à partir de 1816 dans différents continents), populations indépendantes de celles de Blayo, les tables types de Ledermann (1969; réseau 100,  $Q = 30$ ) fournissent, quand l'espérance de vie à la naissance  $e_0 = 27$ , une valeur de 35 ans pour  $e_{20}$ . Dans les deux cas, les données sont donc très proches de l'estimation fournie par les fémurs à Loisy. En revanche, ce qu'indiquent les sutures crâniennes correspondrait, pour l'espérance de vie à 20 ans, à une valeur de 19 ans, chiffre tellement bas qu'aucune population connue n'en offre d'exemple.

Un autre recouplement nous est proposé par les estimateurs paléodémographiques qui, rappelons-le, permettent d'apprécier entre autres l'espérance de vie à naissance à partir du rapport de juvénilité. Inapplicable à la Chaussée-Tirancourt où apparaît clairement une sélection à l'encontre des immatures, cette méthode paraît utilisable à Loisy-en-Brie, quoique la modicité de l'effectif inhumé risque d'en limiter l'application. Dans l'hypothèse où cette population aurait été "stationnaire" (natalité et mortalité s'y trouvant à la fois stables et égales l'une à l'autre), l'espérance de vie à la naissance  $e_0$  y aurait été égale à 24,7. Indépendamment du caractère assez onéreux de cette hypothèse de stationnarité, la fourchette de l'estimation est très large: à un écart-type près,  $e_0$  est compris entre 19,5 et 28,5 ans. Si imprécis que soit ce résultat, il s'accommode bien de l'information apportée par les travées osseuses des têtes fémorales, et médiocrement de ce que suggère la synostose des sutures crâniennes: pour  $e_{20}$  égal à 19 ans, l' $e_0$  (bien que non calculée par Lederman, car très basse) doit être de l'ordre de 15 ans, c'est-à-dire très différente de celle fournie par l'indice de juvénilité à Loisy (24,7 ans).

### Conclusion

Il apparaît donc ici que l'intérêt d'un indicateur d'âge ne se mesure pas seulement à l'intensité de sa corrélation avec l'âge: l'utilisation de certains d'entre eux pourrait être source d'erreurs systématiques, dues sans doute à l'inadéquation du patron biologique de l'échantillon de référence pour mesurer le processus de vieillissement qui se déroula dans la population de cimetière. Un nouveau problème surgit, qui n'est plus de nature statistique comme celui de ces dernières années: L'échantillon de référence biologique, peut-être à cause d'une variation séculaire du processus de vieillissement ou de certains de ces aspects, pourrait n'en être pas un pour toutes les populations.



Si les sutures crâniennes paraissent sortir vaincues de cette épreuve, la victoire des travées osseuses des têtes fémorales reste évidemment soumise à vérification. Provisoirement nous leur ferons confiance, et étendrons bientôt ce type de recherche à d'autres indicateurs d'âge. Ce nouveau procédé itératif, qui permet d'estimer une moyenne d'âge au décès, améliore grandement la précision des comparaisons. Il fournit par ailleurs, quand l'indicateur d'âges est fiable, l'espérance à vingt ans d'un ensemble de squelettes adultes, ce qui représente en paléodémographie une avancée notable, assurant à l'avenir une meilleure connaissance des populations disparues.

### Remerciements

Nos remerciements vont à Jean-Michel Casiez qui a bien voulu nous communiquer ses données sur les sutures crâniennes de Loisy en Brie.

### References

- Acsádi, G.; Nemeskéri, J. 1970. *History of Human Life Span and Mortality*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 346 p.
- Aiello, L. C.; Molleson, T. 1993. Are microscopic Ageing Techniques more accurate than Macroscopic Ageing Techniques ? *Journal of Archaeological Science*, 20: 689-704.
- Angel, J. L. 1947. The Length of Life in Ancient Greece. *Journal of Gerontology*, 2:18-24.
- Blayo, Y. 1975. La mortalité en France de 1740 à 1829. *Population*, 30<sup>e</sup> année, n<sup>o</sup> spécial "Démographie Historique": 123-142.
- Bocquet, J. P. 1977. *Perspectives paléodémographiques*. Thèse d'Anthropologie Historique, École des Hautes Études en Sciences Sociales.
- Bocquet, J. P. 1978. Méthodes d'estimation de l'âge au décès des squelettes d'adultes et structure démographique des populations du passé. M. D. Garralda & R. M. Grande (dir.) *I Simposio de Antropologia Biologica de España*, Madrid: 37-47.
- Bocquet-Appel, J. P. 1994. The Life Expectancy in a Neolithic Rock-cut Chamber. *Manuscript soumis*.
- Bocquet-Appel, J. P. 1994. Estimating the Average for an Unknown Age Distribution in Anthropology. *Statistical Tools in Human Biology*. Proceedings of the 17<sup>th</sup> Course of the International School of Mathematics "G. Stampacchio", World Scientific Publ. Co. London. (sous presse): 197-202.

- Bocquet, J. P.; Bergot, C. 1976. Étude systématique en fonction de l'âge de l'os spongieux et de l'os cortical de l'humérus et du fémur. *Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthrop. de Paris*, série 13, t. 3: 215-242.
- Bocquet-Appel, J. P.; Masset, C. 1977. Estimateurs en Paléodémographie. *L'Homme*, 17 (4) 65-90.
- Bocquet-Appel, J. P.; Rocha, M. A. Almeida Tavares da ; Xavier de Morais, M. H. 1980. Peut-on estimer l'âge au décès à l'aide du remaniement osseux? *Biométrie Humaine*, 15: 51-56.
- Bocquet-Appel, J. P.; Masset, C. 1982. Farewell to Paleodemography. *Journal of Human Evolution*, 11: 321-333.
- Bocquet-Appel, J. P.; Masset, C. 1985. Paleodemography: Resurrection or Ghost? *Journal of Human Evolution*, 14: 107-111.
- Bocquet-Appel, J. P.; Masset, C. 1994. Paleodemography: Expectancy and False Hope. *American Journal of Physical Anthropology* (à paraître).
- Broca, P. 1875. Instructions craniologiques et craniométriques. *Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 2, 2<sup>ème</sup> série.
- Chertier, B.; Bouttier-Nicolardot, C.; Nicolardot, J. P.; coll. C. Masset. 1994. L'hypogée néolithique de Loisy-en-Brie (Marne), lieu-dit Les Gouttes d'Or. *Préhistoire et Protohistoire en Champagne-Ardenne*, 18: 23-54.
- Galton, F. 1889. *Natural Inheritance*. London, MacMillan.
- Hajnis, K.; Novak, J. T. 1976. The Concrecence of Cranial Sutures at the Lamina Externa of the Calva. *Zbornik Radova u spomen Dr. Antonu Pogacniku*, Beograd: 63-78.
- Hooton, E. A. 1930. *Indians of Pecos Pueblo. A Study of their Skeletal Remains*. New Haven, Yale University Press, 391 p.
- Konigsberg, L. W. ; Frankenberg, S. R. 1992. Estimation of Age Structure in Anthropological Demography. *American Journal of Physical Anthropology*, 89: 235-256.
- Leclec, J.; Masset, C. 1980. Construction, remaniements et condamnation d'une sépulture collective néolithique: La Chaussée-Tirancourt (Somme). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 77 (2) 57-64.
- Ledermann, S. 1969. *Nouvelles tables-types de mortalité*. Paris, Presses Universitaires de France, Travaux et Documents de l'INED, cahier n° 53.
- Masset, C. 1982. *Estimation de l'âge au décès par les sutures crâniennes*. Thèse de Sciences Naturelles, Université Paris 7.
- Masset, C. 1989. Age Estimation on the Basis of Cranial Sutures. M. Y. Iscan (ed.) *Age Markers in the Human Skeleton*, Charles C. Thomas publ., Springfield, Illinois: 71-103.

- Masset, C.; Parzysz, B. 1985. Démographie des cimetières? Incertitude statistique des estimateurs en paléodémographie. *L'Homme*, 25 (2) 147-154.
- Simon, C. 1987. Évolution de la synostose des sutures crâniennes dans quelques populations anciennes. In: Duday et Masset (dir.) *Anthropologie physique et archéologie*. Paris, Ed. du CNRS: 239-244.
- Ubelaker, H. D. 1974. *Reconstruction of Demographic Profiles from Ossuary Skeletal Samples. A Case Study from the Tidewater Potomac*. Smithsonian Contributions to Anthropology 18, Washington DC, Smithsonian Institution Press.
- Vallois, H. V. 1937. La durée de la vie chez l'homme fossile. *L'Anthropologie*, 47: 499-532.
- Vesale, 1542. *De corporis humani fabrica*, 1, § 6 "de octo capitis ossibus".
- Welcker, H. 1866. Kraniologische Mitteilungen. *Archiv für Anthropologie*, 1: 89-162 (notamment: 113-119).