

## La mobilité des os du crâne chez l'adulte et l'adolescent : une théorie scientifiquement discutable

J.C. FERRÉ (1), J.M. SALAGNAC (2)

(1) Docteur d'état en médecine et en biologie humaine, Docteur en sciences odontologiques, ancien ingénieur de recherche auprès du laboratoire d'anatomie de l'UFR de médecine et techniques médicales de Nantes, 34, boulevard Albert-Thomas, F 44000 Nantes.

(2) Docteur en chirurgie dentaire, Docteur en sciences Odontologiques attaché de consultation au CHR de Nantes.

*De cette discussion que nous tentâmes de rendre objective et impartiale il est évident que « l'ensemble crânien » est une structure extraordinairement rigide et non susceptible de mouvements rythmiques. Ceci est encore plus vrai pour le LCR, incompressible et non pulsatile.*

*Devons nous faire état de notre exaspération totale face aux spécialistes en pathie : étiopathes, naturopathes, ostéopathes crâniens ? Nous n'admettons que les homéopathes et les ferrovipathes.*

*Nous osons espérer et souhaitons que cet article nous apportera de nombreuses lettres d'insultes, lettres auxquelles nous sommes particulièrement sensibles. Ne fûmes-nous pas traité d'antipastorien ?*

*Après tout « il n'est pire volupté que de passer pour un imbécile aux yeux des sots » (Georges Courteline).*

### QU'EN EST-IL ?

D'emblée, il doit être précisé que la mobilité des os du crâne est réelle et évident chez le jeune enfant dont les diverses pièces osseuses ne sont pas encore synostosées. Ainsi, par exemple, utilise-t-on les fontanelles pour procéder à des échographies.

De même, en cas d'hypertension intra-crânienne (hydrocéphalie). Les sutures présentent une modification considérable avec une hyperfertilité en relation avec la pression intra-crânienne excessive.

Tout ceci est classique et admis. Par contre, la disjonction des sutures est exceptionnelle chez l'adulte en dehors de rares traumatismes provoquant une disjonction de la suture pariéto-occipitale observées dans le service de neuro-traumatologie du CHU de Nantes (Pr Roger Robert).

### LE SYSTÈME SUTURAL DE LA BOÎTE CRÂNIENNE

Rappelons que les os du crâne et de la face (mandibule exclue) ont deux origines différentes.

Les uns, constituant une grande partie de la base du crâne, de même que quelques os de la face naissent de la destruction puis du remplacement de la maquette cartilagineuse primitive (ossification endochondrale). Ils demeurent ensuite séparés par les synchondroses que l'on définit comme une variété d'articulation cartilagineuse constituées de pièces osseuses réunies entre elles par du cartilage hyalin. L'ossification

### Introduction

On invoque par trop souvent une hypothétique mobilité des os du crâne pour justifier les manipulations de celui-ci. En dépit de notre titre, quelque peu « énergique », notre but n'est autre que de dépassionner le débat en utilisant des arguments scientifiquement indiscutables empruntés à l'anatomie moderne ainsi qu'à la neuro-chirurgie.

secondaire de ce cartilage provoque la fusion de deux os.

Les autres, la calvaria, une partie de la base du crâne et la majeure partie des os de la face naissent par apparition et extension de noyaux d'ossification directement au sein du conjonctif mésenchymateux initial. Ils restent un certain temps séparés par des bandes de tissus conjonctifs fertiles, les sutures, dans la plupart desquelles Dhem et Dambrun ont trouvé du tissu chondroïde.

Ce bref rappel ne nous a pas semblé inutile pour différencier les synchondroses des sutures.

### CHONDROCRÂNE ET SYNCHONDROSES

Le chondrocrâne est une solide cornière cartilagineuse constituée de la partie basilaire de l'os occipital, de celle, latérale, de ce même os ainsi que de la partie inférieure de l'écaïlle, bref, du pourtour du foramen magnum ; du corps et des petites ailes de l'os sphénoïde, de l'os éthmoïde, de la partie pétreuse de l'os temporal et des processus mastoïdes. Cette cornière joue un rôle important dans la croissance de la base du crâne et de la face, car de toutes les structures crânio-faciales, elle est celle dont la croissance est probablement la plus génétiquement programmée encore que nous démontrâmes qu'elle pouvait, tout au moins partiellement, se déformer sous l'influence de sollicitations musculaires anormales : torticolis congénitaux syndromes de l'arc brachial ankyloses temporo-mandibulaires unilatérales (à l'origine du Facial Pattern des auteurs anglo-saxons).

Le rôle de cette cornière endochondrale est mécanique, elle assure en effet au crâne une rigidité suffisante avant son ossification, la calvaria était à ce stade une coiffe molle et en extensive sous l'influence du développement de l'encéphale. Ce chondrocrâne sert donc à ce stade de tuteur, ou mieux, de hamac à celui-ci (A. Dhem).

Notons d'ailleurs que ce type d'ossification n'existe que dans les zones soumises à d'importantes contraintes mécaniques.

La croissance du chondrocrâne est assurée par de minces bandes fertiles, les synchondroses, fonctionnant comme les cartilages d'accroisse-

ment des os longs, à la différence de ceux-ci que leur action est bipolaire, comme d'ailleurs au niveau des arcs vertébraux.

A la naissance, les synchondroses sont au nombre de 4 : (*fig. 1*)

– trois impaires et frontales :

a. les synchondroses fronto-ethmoïdales et sphéno-ethmoïdales, synostosées entre l'âge de 7 et 8 ans ;

b. la synchondrose basi-sphénoïde – basi-occipitale (ou sphéno-occipitale) synostosée à la fin de l'adolescence ;

c. une paire sagittale : les synchondroses réunissant les grandes ailes au corps de l'os sphénoïde, synostosée vers l'âge de 3 ans (*tableau I*).

Ainsi est-il logique de confirmer que les mouvements des os appartenant aux fosses crâniennes antérieure et moyenne semblent improbables à partir de l'âge de 8 ans et que seule une possibilité, d'ailleurs théorique, de mobilité existe pour ceux appartenant à la fosse crânienne postérieure.

Pour la même raison, la plicature progressive de la base du crâne conséquence de sollicitations mécaniques de la synchondrose sphéno-occipitale en semble guère possible après la fin de l'adolescence.

### LES SUTURES

Pour l'anatomie de celles-ci, nous renvoyons le lecteur aux classiques : (l'édition Française du répertoire illustré d'Anatomie de Feneis. Édition Française : A. Dhem, Le Rouvière et Delmas).

Les sutures assurent l'accroissement en volume de la boîte crânienne. Les sollicitations mécaniques, primum movens de leur fertilité dépendent elles-mêmes du développement de l'encéphale et donc, de son changement de volume. Dès que ce dernier atteint sa taille définitive, il se produit une mise au repos progressive des sutures débutant par la lame interne et aboutissant progressivement à leur totale synostose. Il est d'ailleurs classiquement admis en anatomie que ce phénomène intervient en même temps que la disparition des cartilages d'accroissement des os longs. Sauf, cependant pour la suture métopique, (*fig. 2*) synostosée chez l'homme avant la fin de la deuxième année tandis que chez les pongidés,

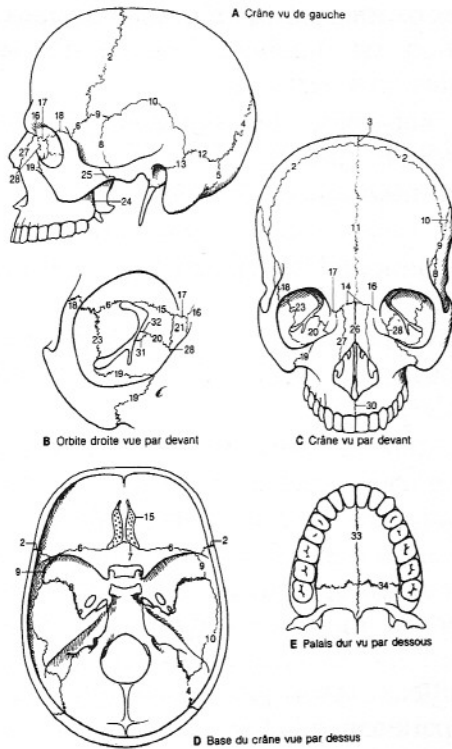


FIG. 1. — Sutures crâniennes.

In Heinz Feneis « Répertoire illustré d'anatomie humaine », Édition Française Antoine Dhem, Medsi édit., 6, avenue Daniel Lesueur, F 75007 Paris.

(fig. 3) et ceci pour une raison inconnue de nous, elle ne se synostose pas.

Pourtant, tant qu'il persiste des dents sur l'arcade, la partie latérale des sutures calvariennes peut avoir une certaine activité mais, limitée. De même, pour des raisons mécaniques évidentes, la pose de grands bridges maxillaires peut entraîner des modifications osseuses au niveau de la partie latérale de ces mêmes structures. Néanmoins, il s'agit là d'un phénomène secondaire, vraisemblablement d'un remodelage par apposition-résorption, conséquence, lui-même, d'une modification locale de la distribution et probablement de l'intensité des contraintes en une zone précise mais certainement pas d'un regain de fertilité de sutures généralement disparues depuis longtemps (fig. 4) au moment où il y a lieu de remédier à une importante édentation. Des phénomènes analogues se produisent probablement au niveau de la base du crâne et plus particulièrement des fosses crâniennes antérieure et moyenne.

De plus, bien qu'ayant pratiqué un très grand nombre de coupes du crâne et de la face, nous

TABLEAU I. — Répertoire des structures du crâne en référence à la figure 1.

1 <b>SUTURES CRANIENNES OU DU CRANE</b> , «suturae cranii (craniales)».	19 <b>Suture zygomatico-maxillaire</b> , «sutura zygomaticomaxillaris.» Au plancher de l'orbite, entre les os zygomatique et maxillaire. A B C
2 <b>Suture coronale</b> , «sutura coronalis.» Entre l'os frontal et les deux os pariétaux. A C D	20 <b>Suture ethmoïdo-maxillaire</b> , «sutura ethmoidomaxillaris.» Dans l'orbite, entre la lame orbitaire de l'os ethmoïde et l'os maxillaire. B C
3 <b>Suture sagittale</b> , «sutura sagittalis.» Sur la ligne médiane, entre les os pariétaux droit et gauche. C	21 <b>Suture ethmoïdo-lacrymale</b> , «sutura ethmoidolacrimalis.» Dans l'orbite, entre les os lacrymal et ethmoïde. B
4 <b>Suture lambdaïde</b> , «sutura lambdaïde.» Entre les os pariétaux et occipital. A D	22 <b>Suture sphéno-vomérienne</b> , «sutura sphenovomeriana.» Dans le septum nasal, entre l'os sphénoïde et le vomer.
5 <b>Suture occipito-mastoïdienne</b> , «sutura occipitomastoïde.» Continuation de la suture lambdaïde sur la base du crâne. A D	23 <b>Suture sphéno-zygomatique</b> , «sutura sphenozygomatica.» Dans la paroi latérale de l'orbite, entre la grande aile de l'os sphénoïde et l'os zygomatique. B C
6 <b>Suture sphéno-frontale</b> , «sutura sphenofrontalis.» Sur le côté du crâne, cheminant légèrement en haut et en arrière entre la grande aile de l'os sphénoïde et l'os frontal. A l'intérieur du crâne, cette suture se trouve entre l'os frontal et la petite aile de l'os sphénoïde. A B D	24 <b>Suture sphéno-maxillaire</b> , «sutura sphenomaxillaris.» Inconstante, entre le processus ptérygoïde et l'os maxillaire; au côté latéral de l'os palatin. A
7 <b>Suture sphéno-ethmoïdale</b> , «sutura sphenomethmoidalis.» En avant du jugum sphénoïdal, à l'intérieur du crâne, entre les os sphénoïde et ethmoïde. D	25 <b>Suture temporo-zygomatique</b> , «sutura temporozygomatica.» Sur l'arcade zygomatique, entre l'os zygomatique et le processus zygomatique de l'os temporal. A
8 <b>Suture sphéno-squameuse</b> , «sutura sphenosquamosa.» Entre l'écaïlle de l'os temporal et la grande aile de l'os sphénoïde. A C D	26 <b>Suture internasale</b> , «sutura internasalis.» Entre les os nasaux droit et gauche. C
9 <b>Suture sphéno-pariétale</b> , «sutura sphenoparietalis.» Continuation de la suture sphéno-frontale au-delà de la suture coronale. A C D	27 <b>Suture naso-maxillaire</b> , «sutura nasomaxillaris.» Entre l'os nasal et le processus frontal de l'os maxillaire. A C
10 <b>Suture squameuse</b> , «sutura squamosa.» Entre les os pariétal et temporal. A C D	28 <b>Suture lacrymo-maxillaire</b> , «sutura lacrimomaxillaris.» Située en avant du crâne, au bord de l'os lacrymal, entre celui-ci et l'os maxillaire. A B C
11 <b>[Suture métopique ou frontale</b> , «sutura frontalis (sutura metopica).»] Entre les moitiés droite et gauche de l'os frontal, s'ossifie au cours de la cinquième ou sixième année. C	29 <b>Suture lacrymo-conchale</b> , «sutura lacrimoconchalis.» Visible dans la cavité nasale, entre l'os lacrymal et le cornet nasal inférieur.
12 <b>Suture pariéto-mastoïdienne</b> , «sutura parietomastoïde.» Située en arrière, entre l'os pariétal et le processus mastoïde. A	30 <b>Suture intermaxillaire</b> , «sutura intermaxillaris.» Suture médiane, antérieure, entre les os maxillaires droit et gauche. C
13 <b>[Suture squamoso-mastoïdienne</b> , «sutura squamosomastoïde.»] Entre le processus mastoïde et l'écaïlle de l'os temporal; s'ossifie très tôt. A	31 <b>Suture palato-maxillaire</b> , «sutura palatomaxillaris.» Située en arrière dans l'orbite et sur la paroi latérale de la cavité nasale, entre les os palatin et maxillaire. B
14 <b>Suture fronto-nasale</b> , «sutura frontonasalis.» Située à l'avant du crâne, entre l'os frontal et les os nasaux. C	32 <b>Suture palato-ethmoïdale</b> , «sutura palatoethmoidalis.» Située en arrière dans l'orbite, entre les os palatin et ethmoïde. B
15 <b>Suture fronto-ethmoïdale</b> , «sutura frontoethmoidalis.» Dans le crâne, entre les os frontal et ethmoïde. B D	33 <b>Suture palatine médiane</b> , «sutura palatina mediana.» Visible dans la cavité orale, entre les deux moitiés du palais dur. E
16 <b>Suture fronto-maxillaire</b> , «sutura frontomaxillaris.» Au côté latéral de l'os nasal, entre le processus frontal de l'os maxillaire et la partie nasale de l'os frontal. A B C	34 <b>Suture palatine transverse</b> , «sutura palatina transversa.» Entre le processus palatin de l'os maxillaire et la lame horizontale de l'os palatin. E
17 <b>Suture fronto-lacrymale</b> , «sutura frontolacrimalis.» Entre les os frontal et lacrymal. A B	
18 <b>Suture fronto-zygomatique</b> , «sutura frontozygomatica.» Au bord latéral de l'orbite, entre les os frontal et zygomatique. A B C	

n'avons jamais observé, chez l'adulte, de sutures qui ne soient pas synostosées. Bien au contraire, les sutures calvariennes se présentent toujours comme une région particulièrement compacte et résistante (fig. 5, fig. 6).

On a coutume d'affirmer que les sutures calvariennes et faciales sont de même nature histologique. Sont-elles pour cela de même nature mécanique ? Il est permis d'en douter : en effet, s'il existe bien au niveau de la face des disjonctions traumatiques (les fractures de Lefort III, par exemple) celles-ci n'existent pas au niveau de la calvaria, même dans le cas d'un choc direct : le trait de fracture n'empruntant que très excep-



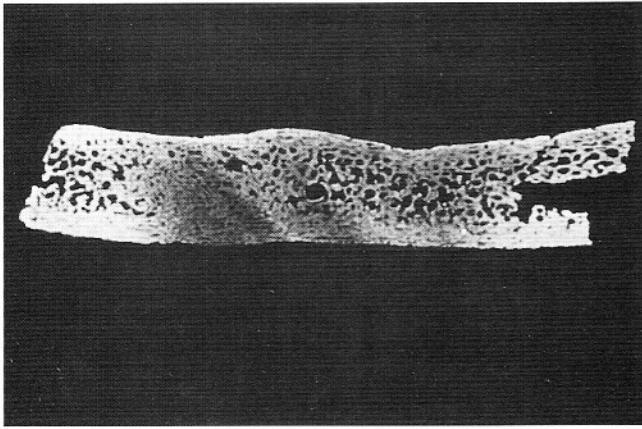


FIG. 2. – Microradiographie d'une suture métopique.  
A noter la totale synostose de la suture.  
(Document Antoine Dhem, Unité d'Anatomie humaine,  
UCL Louvain-en-Woluwe, Belgique).

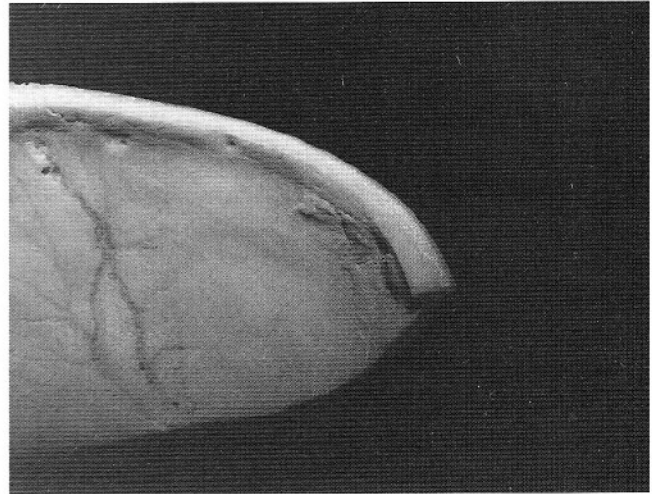


FIG. 4. – Coupe sagittale passant  
par le centre de la suture coronale  
totalement synostosée et se présentant sous forme d'os dur.

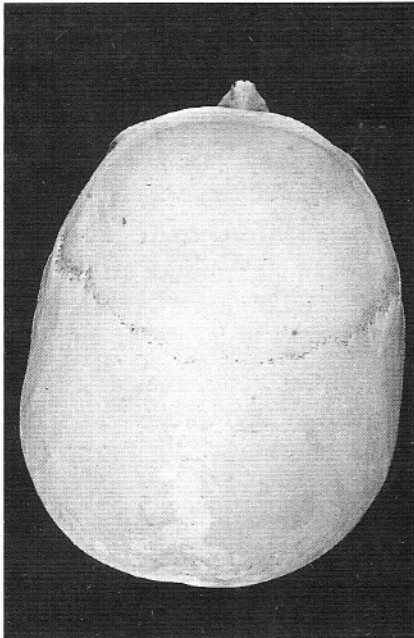
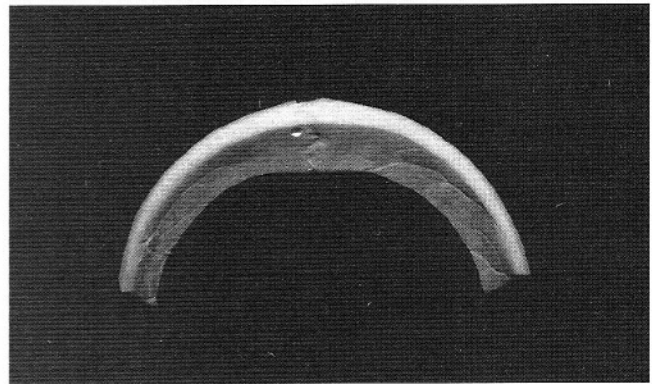


FIG. 3. – Vue par dessus  
d'un crâne adulte.  
A noter la synostose des sutures.  
(Doc. Antoine Dhem,  
Unité d'Anatomie humaine,  
UCL Louvain-en-Woluwe, Belgique).



▲ FIG. 5.

Coupes frontales épaisses de la calvaria au niveau de la suture coronale.

A noter sur les deux figures que ces sutures totalement synostosées subsistent au niveau de la lame interne sous la forme de dentelure de faible profondeur.

L'Y inversé, visible sur la figure du bas, représente l'extrémité de la suture coronale et la suture lambdaïdoïde.

▼ FIG. 6.



tionnellement le trajet d'une suture (hormis le cas cité supra).

Un argument est fréquemment utilisé par les tenants de la mobilité des os du crâne : c'est la possibilité d'obtenir un crâne dit « éclaté » pour disposer d'os isolés afin que les étudiants puissent les décrire.

La technique en est délicate : il convient d'abord de choisir un crâne dont les sutures sont bien visibles. On remplit ensuite la cavité crânienne avec des haricots secs et le tout est plongé dans l'eau. La pression développée par l'hydratation lentement progressive de ceux-ci est telle qu'il est préalablement nécessaire d'enserrer solidement le ou les crânes à préparer (car on y arrive pas toujours la première fois) de nombreux tours d'une corde épaisse faute de quoi celui-ci explose littéralement. Si les sutures sont peu ou mal visibles on observe alors des fracas aberrants.

Ceci ne peut donc être considéré comme un argument valable, les pressions utilisées dépassant largement les conditions physiologiques.

Au total, chez l'adulte les os du crâne sont totalement synostosés, ceci nous a été confirmé par l'examen de nombreux crânes dans le cadre du laboratoire d'Anatomie et par les nombreuses coupes que nous y avons effectué.

#### BIODYNAMIQUE CRÂNIO-FACIALE, FLEXION DE LA BASE DU CRÂNE

On sait qu'il se produit une flexion progressive de la base du crâne débutant dès la vie intra-utérine pour se terminer à la fin de l'adolescence avec la synostose de la synchondrose sphéno-occipitale. Ainsi cette dernière est-elle soumise durant la croissance à d'importantes contraintes. De même, la vie durant, elle demeure l'une des zones les plus sollicitées puisque c'est à son niveau qu'aboutissent les contraintes développées par la statique et la robotique de la tête lui imposant une structure mécanique de renfort tout à fait particulière.

Certains auteurs admettent le rôle dynamique du haubannage de la calvaria sur la base du crâne par l'intermédiaire des méninges. Mais ceci suppose que le cerveau se développerait dans un milieu de contraintes mécaniques importantes. Or le système nerveux ne peut se développer dans de telles conditions. Les nerfs, par exemple, empruntent toujours dans un os soumis à des contraintes en flexions ce qu'on appelle la fibre neutre, qui comme son nom l'indique échappe à toute contrainte le canal mandibulaire en est le meilleur exemple.

Les méninges sont de ce fait un système de soutien mécaniquement neutre dont le rôle est d'amarrer l'encéphale au crâne auquel il est suspendu et de le protéger des accélérations cinétiques et, sous certaines limites, des petits chocs.

On retrouve un système un peu semblable dans les noix dont les deux hémisphères sont séparés par une cloison ligneuse.

Il semble également peu possible, et pour les mêmes raisons, que les très importantes contraintes générées par la contraction des muscles nuchaux et des muscles sterno-cleïdo-mastoïdiens puissent également être transmises aux méninges par l'intermédiaire de la galéa-aponévrotique. Celle-ci est en effet une lame fibreuse, coiffant la calvaria sur laquelle elle glisse. Les muscles nuchaux sont si puissants que leurs insertions sont exclusivement osseuses, les contraintes qu'ils développent ne se transmettent que très partiellement à la galéa-aponévrotique. Quant à cette dernière, sachant que dans sa majeure partie elle glisse sur la calvaria nous saisissons mal comment elle pourrait transmettre des forces à cette dernière.

Revenons à la flexion progressive de la base du crâne. Elle ne peut s'expliquer qu'en faisant appel à la théorie de l'externation crânienne de Sakka.

La croissance de l'encéphale n'est nullement homothétique : certaines zones se développent plus rapidement que d'autres et le gradient de diminution de courbure lié à l'accroissement en volume de la boîte crânienne n'est pas égal en tous points : au cours de la croissance on assiste d'abord à un redressement du front puis à la migration vers l'avant des Eurions.

Quant à la partie postérieure du crâne il s'agit non pas d'une bascule mais d'une poussée, d'une expansion, d'une globalisation en des directions privilégiées.

Est-il nécessaire de préciser qu'il n'est guère possible chez l'adulte d'agir sur cette flexion crânienne ?

#### CALVARIA ET BASE DU CRÂNE : UNITÉ MÉCANIQUE

La calvaria et la base du crâne, en dépit de leur origine différente forment un tout au plan méca-

nique, chacune des deux participant à la rigidité de l'ensemble.

Au niveau de la base du crâne, deux zones s'opposent dont la selle turcique représente la frontière, ou mieux, la ligne de partage des eaux : en avant, la fosse crânienne antérieure, dorsalement la fosse crânienne postérieure, à laquelle il faut adjoindre l'écaïlle de l'os occipital tout au moins jusqu'au sillon du sinus transverse, par la lame interne, et les lignes nuchales supérieures voire suprêmes, pour la lame externe. Cet ensemble est classiquement comparé par Testut à un « bateau à quille » dont la base du crâne et certains os de la face serait la carène. Poussant plus loin la comparaison, pourquoi ne pas admettre alors que la calvaria en est le pont et qu'elle contribue de ce fait à la rigidité du bateau ?

Ces deux zones correspondent à deux fonctions mécaniques différentes :

- la fosse crânienne antérieure semble avoir été « pensée » pour résister aux contraintes développées par la mastication tandis que la fosse crânienne postérieure paraît avoir été « dessinée » pour supporter celles développées par la statique cervicale et au cours des mouvements de la tête ;

- la fosse crânienne moyenne est tout à fait singulière, c'est une zone de transition, assurant à la fois les deux fonctions mécaniques. Le rôle du sinus sphénoïdal semble revêtir une importance majeure, dans la mesure où il est mécaniquement analogue à un « gousset », disposition mécanique jouant entre autre le rôle d'un rupteur de forces.

Sans entrer dans des détails qui dépasseraient le cadre de ce travail, rappelons que ces contraintes, qu'elles soient générées par la mastication ou la robotique céphalique, sont importantes. De plus, certaines d'entre elles font appel à des « moments », d'autres sont asymétriques. Ainsi se produit-il au niveau de la base du crâne des contraintes en flexion, en torsion ou en cisaillement. Il semble donc utile de comprendre, au moins succinctement, comment cette dernière est organisée pour y résister.

Les fosses antérieure et moyenne font appel à des « structures en caisson » renforcées à leur périphérie par des « cadres » de telle sorte que les forces encaissées par la semelle alvéolaire soient réparties d'abord sur la quasi totalité du massif

facial, puis renvoyées au niveau de la base du crâne ou elles sont dispersées par le sinus sphénoïdal, celui-ci jouant probablement aussi le rôle de « rupteur » entre les contraintes développées par la mastication de celles développées par la statique et la dynamique céphalique. Des jambes de force, la crête frontale interne et le bord dorsal des petites ailes de l'os sphénoïde, renvoient une partie des efforts vers la calvaria, ceci pouvant peut être expliquer les remaniements osseux observés lors de la pose de grands bridges maxillaires au niveau de la lame externe de celle-ci.

L'inertie de la fosse crânienne postérieure fait appel à des systèmes de solides poutres à remplissage alvéolaire et à parois minces.

Ils sont au nombre de deux :

- le V pétro-mastoïdien constitué des poutres pétreuses pyramidales en continuité avec les processus mastoïdes et qui s'oppose à des contraintes en cisaillement localisées au niveau des bords latéraux du clivus, elles-mêmes engendrées par la contraction des muscles sterno-cléïdo-mastoïdiens. L'écaïlle de l'os occipital de par sa nature (matériau composite précontraint) (ibid) et de par la présence de raiisseurs (les berges du sillon du sinus transverse) joue probablement aussi un rôle dans la stabilité horizontale de ce V pétromastoïdien et dans la constance de son angulation. Sollicitée au cours de l'extention crânienne, elle le demeure, la vie durant par l'action des muscles nuchaux ;

- la zone foramino-clivienne dont nous avons déjà précisé qu'elle était soumise à d'intenses contraintes en fléchissement et en flambage est renforcée par la solide poutre clivienne, sans solution mécanique de continuité avec le robuste anneau périforaminien. Deux jambes de forces, les jambes clivo-foraminiennes décrites par nous contribuent encore à la solidité de l'ensemble.

Ainsi, examinée avec l'œil du biomécanicien et de l'ingénieur, la base du crâne fait appel à des solutions mécaniques aéronautiques (du type de celles utilisées dans les Airbus) associant l'extrême robustesse à la légèreté.

De tels dispositifs de renfort ne s'observent que là où existent d'importantes contraintes et aboutissent à donner au crâne (base et calvaria) une exceptionnelle légèreté. Aussi, la notion de sutures libres, de déplacement des os du crâne



nous semble-t-elle en contradiction avec le mode de construction de celui-ci.

Mais ceci entre dans le domaine de la pathologie neuro-traumatologique.

Le problème est donc de savoir si ces mouvements cérébraux sont bien transmis à la calvaria et palpables au niveau celle-ci.

#### PULSATIONS CRÂNIENNES ET LIQUIDE CÉRÉBRO-SPINAL

Précisons d'emblée que nous nous élevons contre les affirmations de certains auteurs estimant que les liquides sont compressibles. Ils sont incompressibles et c'est une loi de physique élémentaire bien connue des élèves de seconde.

Par contre, lorsque nous faisons des volets, précise le Pr Robert, il est certain que le cerveau est animé de mouvements, mais ces mouvements sont mixtes : il existe en effet d'une part une dilatation systolique avec des battements correspondant à la fréquence artérielle et qui sont bien visibles. Il est également incontestable qu'il existe des modifications de tension intra-crânienne et donc du volume cérébral en fonction de la respiration, ceci provenant des répercussions liées au changement de pression lors de la vidange des veines jugulaires dans les cavités droites. De même, une compression jugulaire est responsable d'une turgescence cérébrale. Ce geste est habituellement pratiqué notamment pour mettre en évidence des rhinorrhées cérébro-spinales, la compression du LCR permettant alors son évacuation par les brèches traumatiques de la base du crâne.

Aucune anatomiste n'admettra « la mobilité inhérente du cerveau et de la moelle », ni « qu'à l'écoute crânienne, la main puisse percevoir la pulsation de trois rythmes différents : une pulsation cardiaque, une pulsation pulmonaire et une onde différente de la pulsation cardiaque et pulmonaire » (ibid). On peut d'ailleurs penser que l'opérateur perçoit surtout ses propres pulsations capillaires pulpaire.

Pour des raisons anatomiques et physiologiques, il est difficile de croire à une hypothétique pulsation du liquide céphalo-rachidien parce que celui-ci, comme tous les liquides est,

rappelons-le, incompressible et que sa pression est faible (de l'ordre de 0,4 Newton, à peu près 400 g/m<sup>2</sup>). Une telle pression, même en admettant qu'elle puisse cycliquement varier, se situe dans une plage beaucoup trop faible pour pouvoir agir au niveau des sutures (cf. supra) (fig. 7).

De plus, le liquide cérébro-spinal est contenu dans l'espace sub-arachnoïdien non-extensible, car traversé par des mailles fibreuses contribuant à l'amarrage du cerveau et s'opposant à toute dilatation rythmique.

Enfin, secrété par les plexus choroïdes, drainé par les ouvertures du 4<sup>e</sup> ventricule dans l'espace sub-archnoïdien, le liquide céphalo-rachidien jouit de son propre système de sécurité constitué par :

- les citernes sub-arachnoïdiennes, élargissements localisés de l'espace sub-arachnoïdien. Ce système fonctionne à l'inverse des systèmes à venturi, c'est-à-dire que la dilatation d'un conduit ralentit la vitesse du flux liquidien et diminue sa pression (perte de charge) ;
- la citerne cérébello-médullaire située entre le cervelet et la moelle allongée.

Les granulations archnoïdiennes, évaginations villeuses avasculaires de l'espace sub-arachnoïdien dans le sinus longitudinal supérieur et dans les veines diploïques qui drainent l'excès de LCR et fonctionnent comme des soupapes de décharge (Waste Gate).

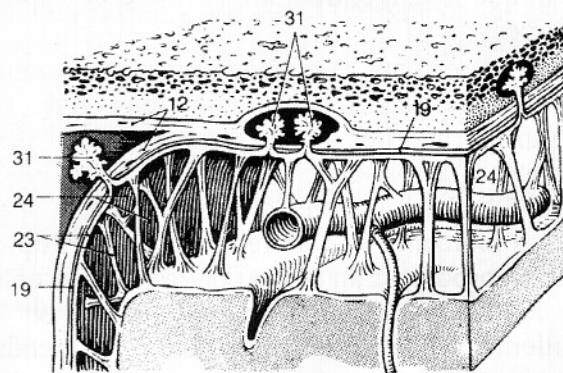


FIG. 7. - In Heinz Feneis.  
*Répertoire illustré d'anatomie humaine,*  
Édition Française Antoine Dhem, Medsi édit.,  
6, avenue Daniel Lesueur, F 75007 Paris.

- |                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| 12. Dure-mère de l'encéphale     | 19. Espace subdural        |
| 23. Arachnoïde de l'encéphale    | 24. Espace subarachnoïdien |
| 31. Granulations arachnoïdiennes |                            |

Les pulsations observées lors de l'ouverture du crâne sont celles du système vasculaire cérébral pie-mérien. Celles qui pourraient, à la rigueur être perçues à la palpation sont en relation avec le système vasculaire du scalp dont on connaît la richesse et la tendance aux hémorragies lors des traumatismes.

## Références

1. UPLEDGER JE, KARNI Z. Stain plethysmography and the cranial rhythm. Prox XII intern. Conf. on Med. and Biol. Eng. Jerusalem Israël août 19-24, 1979. Part IV, 69, 5 (traduit par J.C. Herniou).
2. KARNI Z, UPLEDGER JE. Early step of biomedical engineering. Sciences, Technicien. Israël, Institut of Technology Haïfa Israël Research report 79, 1979.
3. SUTHERLAND WG. The cranial bowl. Free press co, Monkato Minn, 1939.
4. MONRO. Observations on the structure and functions of the nervous system Edimburgn, 1783.
5. KELLIE. Trans Med Chir Soc Edimburgn, 1824.
6. FERRE JC. Moyens d'exploration modernes de l'ostéo-architecture mandibulaire, technique et résultats. *Actual odontostomatol* 156 : 715-734, 1986.
7. FERRE JC, LEGOUX R, HELARY JL *et al.* Study of the mandible under static constraints by holographic interferometry. New biomechanical deductions. *Anat Clin* 1985 ; 7 : 193-203.
8. BAERT G. Contribution à l'étude du comportement mécanique de l'os. Thèse pour le diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie dentaire. Bordeaux, 1986.
9. FERRE JC, ALBUGUES F, LE FLOC'H C *et al.* Study of the deformations of the isolated mandible under static constraint by simulation on a physico-mathematical model. *Anat Clin* 1985 ; 7 : 183-192.
10. GANDIA JL, SALVADOR R, CANUT JA *et al.* Analisis mediante interferometria holografica de la deformacion craneofacial producida por traccion anterior del maxilar. *Rev Esp Ortod* 1986 ; 16 : 103-112.
11. FERRE JC. Contribution à l'étude du « syndrome asymétrique cranio-facial ». Thèse pour le doctorat de 3<sup>e</sup> cycle en sciences odontologiques, Nantes, 1972.
12. FERRE JC, CHEVALIER C, ROBERT R *et al.* Réflexions on the mechanical structure of the base of the skull on the face. Part 1 : classical theories observed structures. *Surg Radiol Anat* 1989 ; 2/1 : 41-48. Part 2 : Discussion, current concept and theorie. *Surg Radio Anat* 1989 ; 2/2 : 135-140.
13. FERRE JC, CHEVALIER C, BARBIN JY. Réflexions sur la biomécanique de la base du crâne et de la face. *Rev Stomatol Chir maxillo-fac* 1990 ; 91/1 : 1-8.
14. FERRE JC, BARBIN JY. Réflexions sur la structure mécanique de la calvaria (voûte du crâne). *Ortho Fr* 1986 ; 57 : 729-39.
15. FENEIS H édition française A. Dhem. Répertoire illustré d'anatomie humaine fondée sur la nomenclature internationale, index latin et français. A partir de la 5<sup>e</sup> édition allemande revue et corrigée. Bruxelles, Prodim, 1986.

## COMMENTAIRE CONCERNANT LA PRESSION DU LIQUIDE CÉPHALO-RACHIDIEN

Lorsque nous faisons des volets (d'ouverture du crâne) il est certain que le cerveau est animé de mouvements, mais que ces mouvements sont mixtes. Il existe d'une part une dilatation systolique avec des battements correspondants bien sûr à la fréquence artérielle qui sont indiscutables, et parfaitement bien visibles. Il est incontestable également qu'il existe des modifications de tension intra-crânienne et donc de volume cérébral en fonction de la respiration, ceci provenant des répercussions du changement de pression lors de la vidange des veines jugulaires dans les cavités droites. De même, une compression jugulaire est, elle, responsable d'une turgescence cérébrale, geste que l'on pratique notamment pour mettre en évidence les rhinorrhées cérébro-spinales, la compression alors du liquide céphalo-rachidien permettant son évacuation par les brefs chocs traumatiques de la base du crâne.

Professeur R. Robert, Neurochirurgien, Chef de Service, Clinique Neurotraumatologique CHRU de Nantes.