

## Le concept ostéopathique crânien, réalité ou illusion ?

J.-C. FERRE, C. CHEVALIER, J.-L. HELARY, A. Y. LE CLOAREC, R. LEGOUX, J.-P. LUMINEAU, H. MORA, J.-Y. BARBIN

C.N.E.R.B. (Centre Nantais d'Études et de Recherches Biophysiques), 15, rue Charles-Monselet, F 44000 Nantes.



### Introduction

Connu depuis longtemps, le concept ostéopathique crânien semble actuellement jouir d'un regain d'audience : nombreux, en effet, étant les articles ou les ouvrages dans lesquels il a été récemment exposé ou auquel il a été fait référence. C'est pourquoi il nous semble utile d'exposer dans cette revue, le point de vue d'ingénieurs, de médecins, de chirurgiens, d'anatomistes et de biomécaniciens particulièrement intéressés par les problèmes de morphologie fonctionnelle, céphalique, axiale et appendiculaire.

### Le « concept ostéopathique crânien »

#### LE RYTHME CRÂNIEN

Ce concept, initialement décrit par Sutherland en 1939 (25), a été repris par Z. Karni, J. E. Upledger et coll. (18, 27) ainsi que dans les travaux plus actuels d'ostéopathes crâniens dont Clauzade et Daraillans (4).

De leur synthèse, il résulte que :

– L'encéphale est un système liquidiens biphasique. Selon les données actuelles de la physique, un tel système correspond, soit à deux états d'un même matériau, soit à deux matériaux différents, mais intimement unis au sein d'une même structure (1, 10-13). Cet « ensemble liquidiens » clos par « les membranes dures-mériennes » a, précisent-ils, une double origine : dans les

espaces sous-arachnoïdiens fluctue le liquide céphalo-rachidien, tandis que l'espace sous-pie-mérien contient du liquide interstitiel.

– Ces « conditions hydriques » sont sujettes aux mouvements pulsatiles du système artériel, du système nerveux et du système pulmonaire qui transmettent leurs efforts à la dure-mère par des connexions vertébrales sur les segments cervicaux de la colonne vertébrale (18, 27). Si les mouvements pulsatiles du système artériel nous paraissent correspondre à la réalité, nous avouons avoir été surpris par la suite de la proposition à tel point que nous avons craint une erreur de traduction. Il n'en est rien puisque Clauzade et Daraillans (4) écrivent que dans le cerveau, comme dans la moelle spinale, « il existe une pulsation pleine de vie, continuellement active, dynamique et extrêmement mobile... capable de mouvements en tous sens » (4). Laissons à ces auteurs la responsabilité de leur assertion sur laquelle nous reviendrons ultérieurement.

– On sait que le liquide cérébro-spinal ou le liquide interstitiel est, comme tous les liquides, incompressible tandis que la calvaria et la base du crâne, totalement synostosées chez l'adulte, constituent un système fermé indéformable. Cette incompressibilité des liquides est une loi élémentaire de physique ne souffrant d'exceptions que dans le domaine des très hautes pressions (de l'ordre du kilobar/cm<sup>2</sup>).

Or, pour les ostéopathes (18, 27), le liquide céphalo-rachidien et le liquide interstitiel sont compressibles : une « masse modulaire » par eux définie comme la quantité d'augmentation de la pression, conséquence de leur changement de volume, a été mesurée, les auteurs affirmant

de plus que les valeurs de cette « masse modulaire » indiquent que ces variations du volume des liquides ne peuvent être en totalité absorbées par leur compressibilité : par conséquent, la partie de cette augmentation du volume du liquide céphalo-rachidien et du liquide interstitiel, non absorbée par la compressibilité, l'est alors grâce au déplacement des os constitutifs de la calvaria et de la base du crâne.

Ainsi pour Z. Karni (18), l'os pariétal se déplace de 10 à 25  $\mu$  dans le sens médiolatéral tandis que pour Sutherland (25) il n'existe jamais de synostoses des sutures, celles-ci demeurant au contraire mobiles la vie durant.

Ces « mouvements libres » sont perceptibles à la palpation, y compris chez l'adulte, puisque pour les ostéopathes, les os de la calvaria sont réunis par des « tissus mous suturaux », chaque pièce osseuse étant animée d'un mouvement propre s'intégrant à une direction commune.

Bref, les changements de pression interne du système liquidien provoquent des translations de chaque pièce osseuse, la somme de celles-ci aboutissant à un déplacement rythmique de l'ensemble de la calvaria. Ce « rythme crânien », pivot de l'ostéopathie crânienne, fonctionne conjointement avec le cerveau, les ventricules, les membranes intracrâniennes. Il a, pour Sutherland (25), une fréquence de 6 à 12 cycles par minute, et l'amplitude du déplacement des os pariétaux est au cours de cette « respiration primaire » et toujours pour le même auteur, de 1 mm. Ce rythme respiratoire primaire étant palpable aux extrémités distales, les pouces en particulier.

— Toute cause susceptible de limiter cette mobilité physiologique précise l'origine d'une symptomatologie jusque-là considérée comme idiopathique d'où « l'intérêt » des manipulations crâniennes destinées à libérer les os du crâne et à rétablir ainsi le rythme respiratoire primaire.

#### LES FACIAE CRÂNIENS, MEMBRANES DE TENSION RÉCIPROQUE, L'UNITÉ CRÂNIO-SACRÉE

Pour Delaire (in 6 et 7), Deshaye (6, 7), Clauzade et Daraillans (4) une certaine dynamique anime le squelette crâno-facial en perpétuelle évolution grâce au système membranaire dure-mérien.

Celui-ci, double, est constitué par :

— un système sagittal médian (faux du cerveau, faux du cervelet) tendu du foramen magnum à la crista galli et qui cintre la partie sagittale médiane de la calvaria, laissant libre, par contre, les zones latérales (fronto-pariétales, temporo-occipitales, ainsi que les faces endocrâniennes des grandes ailes de l'os sphénoïde) ;

— un système horizontal (tente du cervelet, parois du sinus caverneux, dure-mère adhérente à la fosse crânienne antérieure) qui tend la base du crâne et maintient sensiblement sur le même plan la lame criblée de l'os éthmoïde, le sommet des processus clinoïdiens antérieurs et postérieurs, le bord supérieur de la partie pétreuse de l'os temporal et le corps de l'os sphénoïde ;

— la rectitude de la fosse crânienne antérieure, le niveau et l'orientation de la partie pétreuse de l'os temporel, le niveau et l'orientation du foramen magnum, la localisation des protubérances occipitales interne et externe, l'orientation de la crista galli et donc, pour ces mêmes auteurs, celle de la lame perpendiculaire de l'os éthmoïde sont sous la dépendance de ce système membraneux de tension réciproque et, par son intermédiaire puis par celui de la galéa aponévrotique, également tributaire des muscles nucléaux et de ceux s'insérant sur et autour des processus mastoïdiens (fig. 1).

Deshaye (6, 7) précise la pensée de Delaire en indiquant que les modifications du tube neural soumettent précocement le feuillet mésodermique primitif à des tensions aboutissant à un haubanage endocrânien de la calvaria. Ces tensions au sein de la voûte membraneuse délimitent des territoires osseux selon une tectonique des plaques en dessinant des lignes d'accrolement entre les deux feuillets mésodermiques qui recouvrent les vésicules neurales. Dans ces zones d'accrolement s'entrecroisent des trousseaux fibreux ultérieurement colonisés par des spicules osseux. Ainsi, l'orientation des travées osseuses est déterminée par les tensions membranaires. Conséquence de ce qui précède, l'ossification des berge osseuses va finalement tailler des biseaux successivement endo- puis exocrâniens, signature osseuse de ces tensions

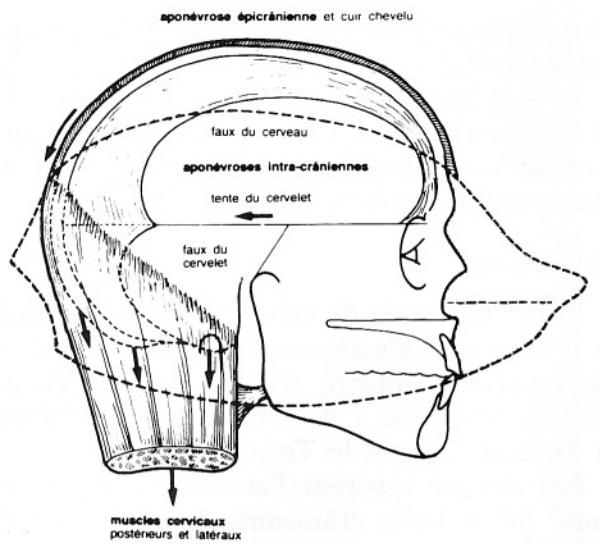


FIG. I. – Action des muscles cervicaux postérieurs et latéraux sur l'écaillle de l'occipital, les rochers, la voûte du crâne (par l'aponévrose épacrâniennes et les fauves du cerveau et du cervelet) et la base du crâne (par la tente du cervelet). La bandelette sterno-maxillaire qui unit le sterno-cléido-mastoïdien à l'angle de la mandibule contribue à la morphogenèse de cet os. (In J. Delaire 1989. – La réhabilitation fonctionnelle, chirurgicale et orthopédique des fentes labio-maxillo-palatines congénitales, tome II, p. 141, ALPS).

réciproques, et chaque pièce squelettique, guidée par ses enveloppes et ses attaches dure-mériennes, possède une plage fonctionnelle d'adaptation au phénomène de flexion de la base.

Il existe une explication classique à cette existence, bien réelle, de biseaux taillés tantôt aux dépends de la lame externe, tantôt aux dépends de la lame interne : lors de la délivrance, il se produit un chevauchement, souvent très marqué, des pièces osseuses constitutives de la calvaria. Cette accommodation crânienne, lors du franchissement du détroit inférieur, est évidemment favorisée par ce dispositif anatomique.

L'harmonie, ou concordance crânofaciale serait un équilibre entre ce phénomène d'accompagnement évolutif, des pièces constitutives de la calvaria et la flexion croissante de la base du crâne, liée à la sollicitation de la synchondrose sphéno-occipitale.

Certains ostéopathes (4) n'hésitent pas à franchir un pas de plus, en affirmant que lors de chaque contraction des cellules de la névrogie, l'axe neural subit un mouvement d'ascension vers le crâne, tandis que le sacrum, entraîné dans

ce même mouvement, se verticalise en même temps. Ceci, expliquant pour eux par le fait que la membrane intraspinales s'insère crânialement sur le pourtour du foramen magnum jusqu'au niveau de C2 C3, reste libre ensuite dans la totalité du canal rachidien pour prendre enfin ses insertions caudales au niveau de S2.

Conclusion de ces derniers auteurs (4), à qui nous en laissons d'ailleurs la responsabilité : toute lésion ostéopathique crânienne a une influence sur la situation du sacrum, cette unité physiologique crâno-sacrée étant par eux nommée liaison Core Link.

## Discussion

Un certain nombre de faits infirment les concepts précédemment exposés. Déjà, mettre en doute l'incompressibilité des liquides suffirait à décourager le lecteur.

## 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, et 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 constituée de pièces osseuses réunies entre elles par du cartilage hyalin, l'ossification secondaire de ce cartilage entraîne 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 puis extension de noyaux d'ossification directement au sein du conjonctif mésenchymateux initial. Ils restent un certain temps séparés par des bandes de tissu conjonctif fertile, les sutures, dans la plupart desquelles plusieurs auteurs dont Dhem et Dambrain (19-21) ont retrouvé du tissu chondroïde.

## *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'écaillle, 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 pour les stomatologues 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 (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 extension sous l'influence du développement de l'encéphale. Ce chondrocrâne sert donc à ce stade de tuteur, ou mieux, de hamac à celui-ci (9).

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'accroissement des os longs, à la différence de ceux-ci que leur action est bipolaire, comme d'ailleurs au niveau des arcs vertébraux (21).

A la naissance, les synchondroses sont au nombre de 4 (22, 25) :

- trois impaires et frontales :
- a) les synchondroses fronto-éthmoïdales et sphéno-éthmoïdales, totalement 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 ;
- une paire, sagittale : les synchondroses réunissant les grandes ailes au corps de l'os sphénoïde, synostosée à l'âge de 3 ans.

Ainsi est-il logique de confirmer que les mouvements des os appartenant aux fosses crâniennes antérieure et moyenne sont impossibles 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 à des sollicitations mécaniques de la synchondrose sphéno-occipitale n'est plus 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 (8), le Rouvière et Delmas (23) ou le Testut (26)].

Les sutures assurent l'accroissement en volume de la boîte crânienne. Les sollicitations mécaniques, *primum movens* de leur fertilité dépendent elles-même 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, synostosée chez l'homme avant la fin de la deuxième année tandis que chez les ponginés, et ceci pour une raison inconnue de nous, elle ne se synostose pas (fig. 2).

Pourtant, tant qu'il persiste des dents sur l'arcade, la partie latérale des sutures calvariales (13, 14) peut avoir une certaine activité mais, limitée. De même, pour des raisons mécaniques évidentes (13, 14), la pose de grands bridges maxillaires peut entraîner des modifications osseuses au niveau de la partie latérale de

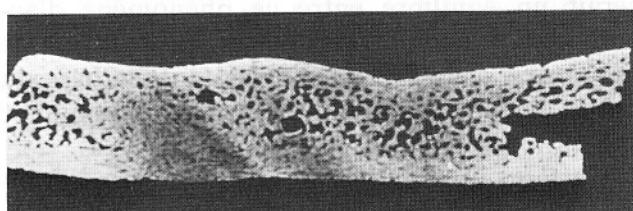


FIG. 2. – Microradiographie d'une suture métopique. Noter la totale synostose de la suture. (Doc. A. Dhem. Unité d'Anatomie humaine UCL Louvain en Wolvè - Belgique).

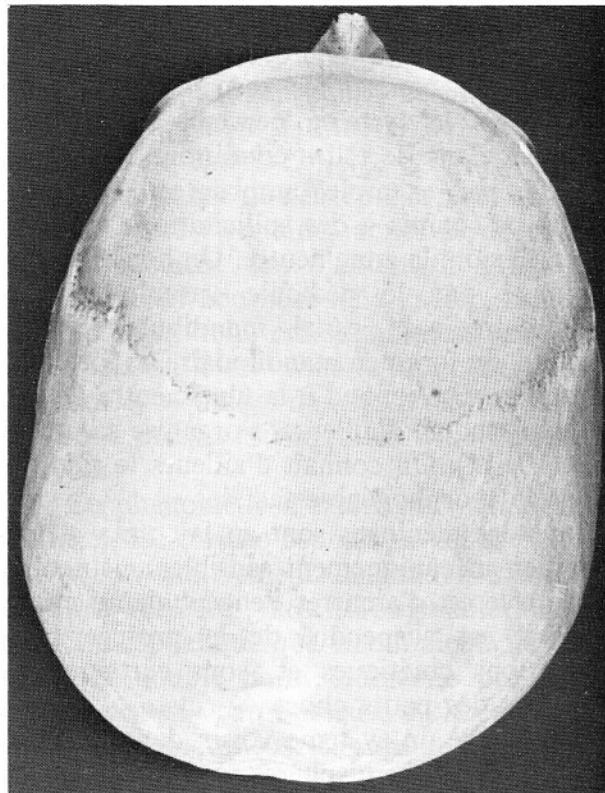


FIG. 3. - Vue par dessus d'un crâne adulte. Noter la totale synostose des sutures. (Doc. A. Dhem. Unité d'Anatomie Humaine UCL Louvain en Woluvé - Belgique).

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 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 n'avons jamais observé, chez l'adulte, de sutures qui ne soient synostosées. Bien au contraire, les sutures calvariales se présentent toujours comme une région particulièrement compacte et résistante (fig. 3, 4, 5 et 6).

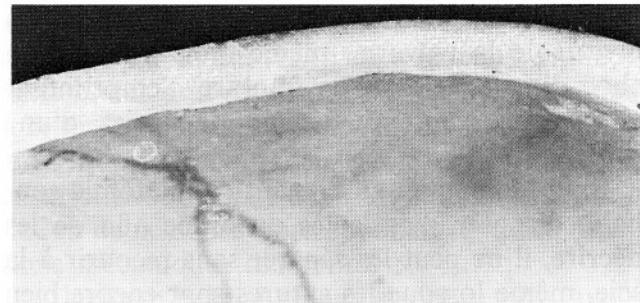


FIG. 4. - Coupe sagittale passant par le centre de la suture coronale totalement synostosée et se présentant chez l'adulte comme une zone d'os compact. (Doc. J.C. Ferre, C. Chevalier).

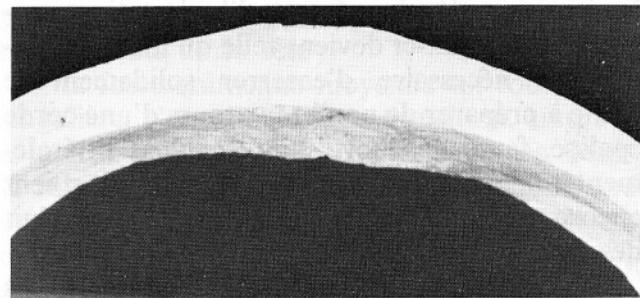


FIG. 5

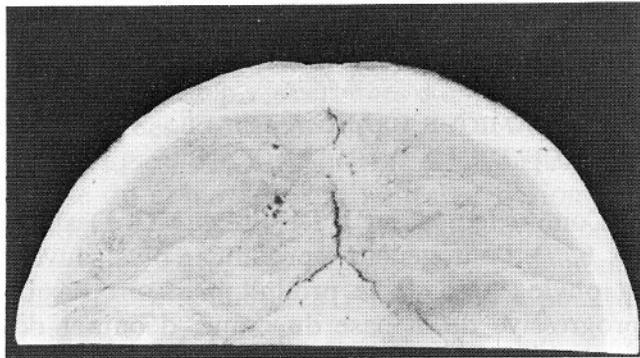


FIG. 6

FIG. 5 et 6. - Coupes frontales épaisses au niveau de la suture coronale. Noter sur ces deux photographies que ces sutures, totalement synostosées, subsistent au niveau de la lame interne sous forme de dentelures de faible profondeur. L'Y inversé visible sur la photographie du bas représente l'extrémité de la suture coronale et la suture lambdoïde. (Doc. J.C. Ferré, C. Chevalier).

On a coutume d'affirmer que les sutures calvariales 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 Le-

fort 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 exceptionnellement le trajet d'une suture.

Enfin, lorsqu'un enseignant en anatomie souhaite disposer d'os isolés du crâne afin de les décrire, il ne peut les séparer sans recourir à la scie, même lorsque les sutures sont encore bien visibles à la surface de l'os.

Pour obtenir un crâne «éclaté», il est nécessaire de remplir la cavité crânienne de haricots secs et de plonger le tout dans l'eau. La pression développée par l'hydratation progressive de ceux-ci devient telle qu'il est préalablement nécessaire d'enserrer solidement le crâne à préparer de nombreux tours d'une corde épaisse, faute de quoi celui-ci explose littéralement, mais ceci à condition que les sutures soient encore visibles. Dans le cas inverse, il se produit des fracas aberrants.

Si, pour ces conditions très extrêmes, les sutures calvariales représentent une zone de faiblesse, on ne voit vraiment pas comment une hypothétique respiration primaire pourrait disjoindre des sutures aussi solides !

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

Comme le pensent J. Delaire et M.J. Deshayé (4, 6, 7), l'ontogénèse reproduit le plus souvent la phylogénèse. Il se produit bien 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. Cette dernière est soumise, durant la croissance, à d'importantes contraintes. De plus, la vie durant, cette région demeure l'une des zones mécaniquement 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, comme nous l'avons montré, une structure mécanique de renfort tout à fait particulière (13-15).

En accord avec J. Delaire et M.J. Deshayé (4, 6, 17) sur le principe, nous divergeons quant aux explications données à ce phénomène : admettre le rôle dynamique du haubanage de

la calvaria sur la base du crâne par les méninges revient à admettre que le cerveau se développe au milieu de contraintes mécaniques importantes. Mais le système nerveux ne peut se développer dans de telles conditions : en effet, les nerfs, par exemple, empruntent toujours, dans un os soumis à des sollicitations mécaniques en flexion, la zone neutre. Un bon exemple est donné par le pédicule vasculo-nerveux mandibulaire : le canal mandibulaire qu'il emprunte, du foramen mandibulaire au foramen mentonnier, correspond à la fibre neutre de cet os autour duquel d'ailleurs, s'organise sa croissance (10, 11). On connaît d'ailleurs le rôle du V dans la morphogénèse faciale.

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

On retrouve un système voisin dans les noix dont les deux hémisphères sont séparés et maintenus par une cloison ligneuse.

Nous ne croyons pas non plus, et pour les mêmes raisons, que les très importantes contraintes générées par la contraction des muscles nuchaux et des muscles sterno-cléido-mastoïdiens puissent 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. Elle est tendue des muscles occipitaux aux muscles frontaux dont elle constitue le tendon intermédiaire même si elle s'insère, dorsalement, sur la protubérance occipitale externe et le tiers latéral de la ligne nuchale supérieure et, ventralement, par un prolongement médian s'enfonçant entre les muscles frontaux jusqu'à la jonction de ces derniers sur la ligne médiane. Latéralement, elle se termine sur la ligne supra-mastoïdienne, dorsalement par rapport au muscle temporal (23).

Les muscles nuchaux sont si puissants que leurs insertions sont essentiellement osseuses, les contraintes qu'ils développent ne se transmettent à la galéa aponévrotique que très partiellement. 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.

Pour expliquer la flexion progressive de la base du crâne, tenir compte du principe que l'ontogénèse peut reproduire la phylogénèse, il faut faire appel à la théorie de l'externation crânienne de Sakka (24) :

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

– Ce phénomène d'externation crânienne et d'émergence cervico-céphalique est caractérisé : par « un mouvement tangentiel, s'observant chez les vertébrés, liés à l'augmentation de la capacité céphalique qui, notamment, fait disparaître la double paroi crânienne primitive et explique que la paroi osseuse de la calvaria soit d'origine membraneuse, la capsule cartilagineuse primitive profonde ayant disparue à sa partie supérieure puis refoulée à la périphérie ». « Il s'agit, pour la partie postérieure du crâne non pas d'une bascule mais d'une poussée, d'une expansion, d'une globalisation en des directions privilégiées » (Sakka [24]).

#### STRUCTURE MÉCANIQUE DE LA BASE DU CRÂNE ET DE LA CALVARIA

Dans une série de travaux récents consacrés à la structure mécanique de la base du crâne et de la calvaria (13-15), nous avons abouti à certaines constatations :

– la calvaria et la base du crâne, malgré leur origine différente, forment un tout au plan mécanique : 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'écaille de l'os occipital tout au moins jusqu'au sillon du sinus transverse, pour la lame interne, et les lignes nuchales supérieures voire suprêmes, pour la lame

externe. Cet ensemble est classiquement comparé par Testut (25) à un « bateau à quille » dont la calvaria 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. Mais 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 (13, 14).

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 où 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 ptreuses 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-cléido-mastoïdiens. L'écailler de l'os occipital de par sa nature (matériau composite précontraint) (ibid) et de par la présence de raidisseurs (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'externation crânienne, elle le demeure, la vie durant par l'action des muscles nucaux.

– 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 force, les jambes clivo-foraminiennes décrites par nous (15) 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 totale contradiction avec le mode de construction de celui-ci.

#### PULSATIONS CRÂNIENNES ET LIQUIDE CÉRÉBRO-SPINAL

L'expérience montre que, lors de l'ouverture de la boîte crânienne chez le sujet vivant,

l'encéphale présente, en effet, un phénomène de pulsation. Le problème est de savoir quel en est l'origine exacte et s'il se transmet à la calvaria devenant ainsi, comme l'affirme certains ostéopathes, perceptible à la palpation.

Aucune anatomiste n'admettra « la mobilité inhérente du cerveau et de la moelle » (5) 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 pulpaires.

Pour des raisons anatomiques et physiologiques évidentes, il est, de même, difficile de croire à une hypothétique pulsation du L.C.S., 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  $400 \text{ g/m}^2$ ). 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).

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-arachnoïdien (fig. 7), le liquide céphalorachidien 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 arachnoïdiennes, évaginations villeuses et avasculaires de l'espace sub-arachnoïdien dans le sinus longitudinal supérieur et dans les veines diploïques qui drainent l'excès de L.C.R. et fonctionnent comme des soupapes de décharge (Waste Gate).

Les pulsations observées lors de l'ouverture du crâne sont celles du système vasculaire

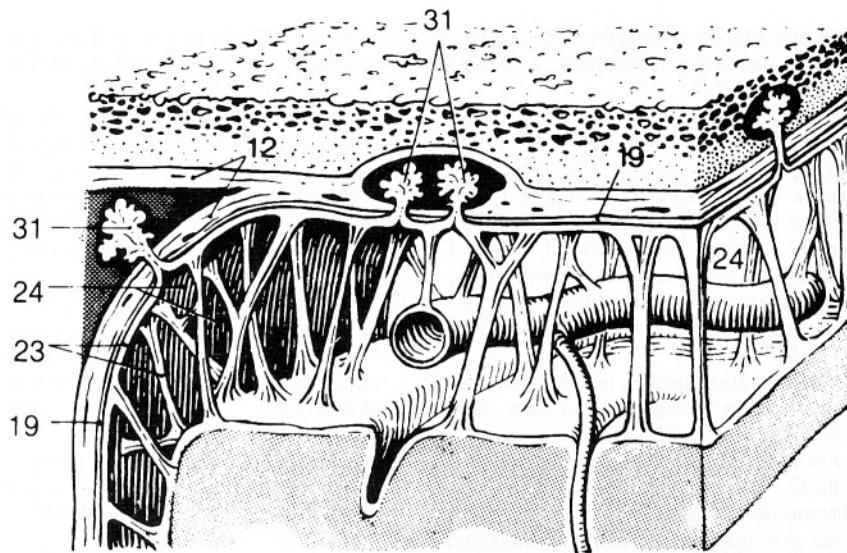


FIG. 7. - 12 - Dure-mère de l'encéphale. 19 - Espace subdural. 23 - Arachnoïde de l'encéphale. 24 - Espace subarachnoïdien. 31 - Granulations arachnoidiennes. (In Heinz Feneis Répertoire illustré d'anatomie humaine édition Française : Antoine Dhem. Medsi, éditeur, Paris).

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 traumas.

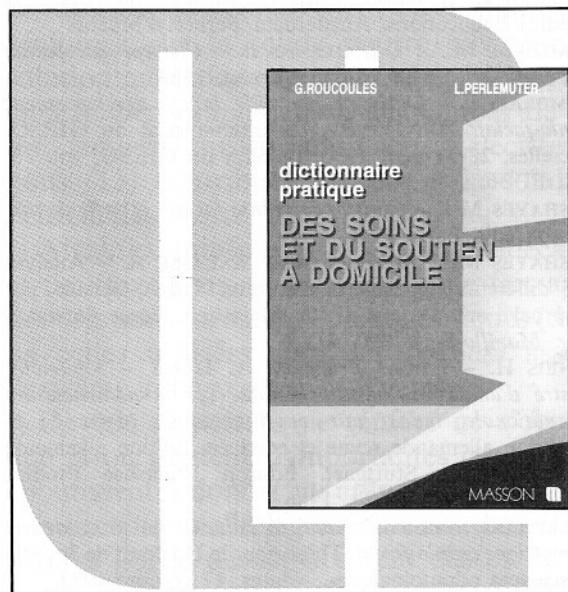
## Conclusion

De cette discussion objective et impartiale des faits, nous sommes contraints de constater que la théorie de la « respiration primaire » ne repose sur aucune base scientifique. Bien mieux, elle est en contradiction complète avec la physique, l'anatomie, la physiologie, la biomécanique, et même, la clinique. Dans ces conditions, nous ne voyons pas quelles applications thérapeutiques sérieuses pourraient en découler.

## Références

1. BAERT G. - *Contribution à l'étude du comportement mécanique de l'os*. Thèse pour le diplôme d'État de Docteur en chirurgie dentaire, Bordeaux, jeudi 15 mai 1986.
2. LENGELE B. G., DHEM J. - Length of Styloid Process of the Temporal Bone. *Arch. Otolaryngol Head Neck Surg.*, 1988, 114.
3. BLAYNEY A. W., DHEM A., ERRE J.-P., TEYSONNEAU G.A., PORTMANN M. - Experimental mastoid obliteration with hydroxyapatite tricalcium phosphate and fibrin glue. *Transplants and implants in Otology. Proceed. Intern. Symp.* 6-9 April 1987, Venice, Italy, PP 81-88. 1988 Kugler and Ghedini Publications, Amsterdam/Berkeley/Milano.
4. CLAUZADE M.A., DARAILLANS B. - *Concept ostéopathie de l'occlusion*. SEEQ édit. Perpignan, 1989.
5. DAMBRAIN E. - *Le tissu chondroïde dans le développement crânio-facial*. XXXIV<sup>e</sup> congrès international du GIRSO. Bruxelles, 28-30 avril 1990, Bulletin du GIRSO, vol. 33, n° 1, PP 36.
6. DESHAYES M.J. - *Croissance crânio-faciale et orthodontie*. Masson édit. Paris, 1986.
7. DESHAYES M.J., DAMBRICOURT-MALASSE A. - Analyse des différents types architecturaux crânio-faciaux par l'approche ontogénique de l'hominisation. *Revue Stomatol. Chir. Maxillo-fac.*, 1990, 91.
8. 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. Édition allemande Thieme Verlag Stuttgart. Édition Française Prodim Bruxelles et Medsi Paris, 1986.
9. FERRE J.C. - *Contribution à l'étude du « syndrome asymétrique crânio-facial*. Thèse pour le Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle en sciences odontologiques, Nantes, 17 octobre 1972.
10. FERRE J.C., LEGOUX R., HELARY J.L., LUMINEAU J.-P., LE CLOAREC A.Y., CHEVALIER C., ORIO E., BARBIN J.Y. - Study of the mandible under static constraints by holographic interferometry. New biomechanical deductions. *Anat. Clin.*, 1985, 7, 193-203.
11. FERRE J.C., ALBUGUES F., LE FLOC'H C., BOUTEYRE J., HELARY J.L., LUMINEAU J.P., CHEVALIER C., LEGOUX R., LE CLOAREC A.Y., ORIO E., BARBIN J.Y. - Study of the deformations of the isolated mandible under static constraints by simulation on a physico-mathematical model. *Anat. Clin.*, 1985, 7, 183-192.

12. FERRE J.C. – Moyens d'exploration modernes de l'ostéo-architecture mandibulaire, technique et résultats. *Actualités odontologiques*, 1986, 156, 715-734.
13. FERRE J.C., BARBIN J.Y. – Réflexions sur la structure mécanique de la calvaria (voûte du crâne). *Ortho. Fr.*, 1986, 57, 729-739.
14. FERRE J.C., CHEVALIER C., ROBERT R., DEGREZ J., LE CLOAREC A.Y., LEGOUX R., ORIO E., BARBIN J.Y. – Réflexions on the mechanical structure of the base of the skull on the face. Part 1 : Classical theories observed structures. *Surgical and Radiologic anatomy* vol. II number 1, 41-48. Part 2 : Discussion, current concept and theorie. *Surg. Radiol. Anat.*, 1989, 2, 135-140.
15. FERRE J.C., CHEVALIER C., BARBIN J.Y. – Réflexions sur la biomécanique de la base du crâne et de la face. *Rev. Stomatol. Chir. maxillo-fac.*, 1990, 91, 1-8.
16. GANDIA J.L., SALVADOR R., CANUT J.A., DALMASES E., BUENDIA M., ROMERO C., CIBRIAN, R., ROLDAN C. – Análisis mediante interferometria holografica de la deformacion craneofacial producida por traccion anterior del maxilar. *Rev. Esp. orod.*, 1986, 16, 103-112.
17. GORET-NICAISE M., MANZANARES M.C., BULPA P., NOLMANS E., DHEM A. – *Calcified tissues involved in the ontogenesis of the human cranial vault*. Anatomy and Embryology, Springer Verlag, 1988, 178, 399-406.
18. KARNI Z., UPLEDGER J.E. – *Early step of Biomedical Engineering*. Sciences, Technicien-Israel Institut of Technology Haïfa Israel Research report, 1979.
19. LENGELE B., DHEM A. – Microradiographic and Histological Study of the Styloid Process of the Temporal Bone. *Acta Anat.*, 1989, 135, 193-199.
20. MANZANARES M.C., GORET-NICAISE M., DHEM A. – Metopic sutural closure in the human skull. *J. Anat.*, 1988, 161, 203-215.
21. NYSSEN-BEHETS C., VANDERSMISSSEN A., ANSAY M., DHEM A. – Micro-radiographic study of bone and tooth alterations in bovine fluorosis. *Int. J. Tiss. Reac.*, 1989, 11, 31-37.
22. PONLOT R. – *Le radiocalcium dans l'étude des os*. Masson, éd., Paris, 1960.
23. ROUVIERE H., DELMAS A. – *Anatomie humaine, descriptive topographique et fonctionnelle*. Tome 1, Tête et cou. Masson, édit., Paris, 1985.
24. SAKKA M., AGUIRREBENGOA C. – *Vascularisation ménin-gée. Définition et origine de l'homme. Morphogénèse du crâne et anthropogénèse*. Publié sous la direction de Michel Sakka. Table Ronde internationale CNRS, Paris 5-8 juillet, Édition du CNRS, 1983.
25. SUTHERLAND W.G. – *The cranial Bowl*. Free Press co, Monkato Minn, 1939.
26. TESTUT L. – *Traité d'anatomie humaine*. Doin, édit., Paris, 1896.
27. UPLEDGER J.E., KARNI Z. – Stain pléthysmography and the cranial rythm. *Proc XXII intern. Conf. on Med. and Biol. Eng.* Jerusalem Israel Aout 19-24 Past IX, 69,5 (traduit par J.C. Herniou), 1979.



**MASSON**

**5%**

de remise  
pour les abonnés de  
la revue

**Commande**  
à compléter et à retourner

Nom \_\_\_\_\_  
Prénom \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Code postal \_\_\_\_\_  
Ville \_\_\_\_\_ Pays \_\_\_\_\_

## DICTIONNAIRE PRATIQUE DES SOINS ET DU SOUTIEN À DOMICILE

G. ROUCOULES,  
L. PERLEMUTER

Collection des Dictionnaires pratiques  
Dirigée par L. PERLEMUTER  
1990, cartonné, 464 pages, 190 figures,  
15 X 21, 292F\*

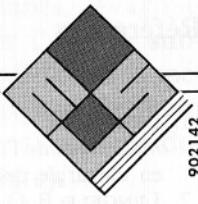
Ce dictionnaire permet la recherche rapide de toute information répondant aux problèmes que soulèvent le traitement et le soutien d'une personne à domicile et propose les adresses utiles. Les soins à domicile sont réclamés par les malades et de plus en plus acceptés par les pouvoirs publics, étant plus humains, plus efficaces et au moins aussi économiques que les structures classiques. Ils constituent la gageure médicale des années à venir.

En vente en librairie ou à :  
LA MAISON DU LIVRE SPÉCIALISÉ.

Je désire commander : \_\_\_\_\_ exemplaire(s)  
de : **Dictionnaire pratique des soins et du soutien à domicile**  
par G. ROUCOULES, L. PERLEMUTER (ISBN 2-225-81308-6) à  
292F\*.

\* Prix public TTC unitaire au 1.1.1991 + Frais d'envois : pour 1 vol.  
20 FF (étranger : 30 FF), pour chaque volume supplémentaire 10 FF.  
Envoi par avion : nous consulter. Franco de port pour toute commande  
supérieure à 1 000 FF.

Ci-joint mon chèque de \_\_\_\_\_ F libellé à l'ordre de M.L.S.



902142