

Le développement «adaptatif» de la base du crâne Justification du traitement précoce des dysmorphoses de classe III



The “adaptive” development of the cranial base A justification for early treatment of Class III discrepancies

Jean DELAIRE

RÉSUMÉ

Les conceptions classiques selon lesquelles le développement de la base du crâne dépend fondamentalement de l'activité de croissance de type «cartilagineux primaire» de la synchondrose sphéno-basilaire (et serait, de ce fait, totalement prédéterminé) sont obsolètes.

Quatre territoires doivent être individualisés à la base du crâne. Deux se développent suivant la même chronologie et de la même quantité que les éléments du système nerveux central à leur contact (croissance de type «neurale»).

Ils s'étendent :

- du foramen cæcum à la selle turcique,*
- du basion au plus grand bombé postérieur de l'écaille de l'occipital.*

Les deux autres se développent jusqu'à la fin de la croissance staturale (croissance de type «squelettique général»).

Ils s'étendent :

- du foramen cæcum au nasion (territoire «frontal antérieur»),*
- des apophyses clinoides postérieures au basion (territoire «sphéno-basilaire»).*

Le développement du territoire frontal antérieur est fortement influencé par les forces occlusales antéro-latérales qui lui sont transmises par les apophyses montantes maxillaires. Il est habituellement insuffisant dans les classes III. Celui du territoire sphéno-basilaire dépend des postures cervico-céphaliques, lesquelles sont toujours perturbées dans les importantes dysmorphoses dento-faciales. La correction précoce (idéalement avant 6 ans) des anomalies et des fonctions occlusales (et plus généralement oro-faciales et cervicales) améliore le développement de ces deux territoires et, dans les meilleurs cas, celui de l'ensemble du squelette cranio-facial.

Adresse de
correspondance :
J. DELAIRE,
8, rue Horace Vernet,
44100 Nantes

ABSTRACT

The classical conception of the development of the cranial base, which proposes that it proceeds, basically, as "primary cartilaginous" growth of the spheno-basilar synchondrosis, which would make it totally predetermined, is obsolete.

Four areas at the base of the skull must reach independence individually. Two of them develop according to the same timetable and to the same extent as the elements of the central nervous system with which they are in contact ("neural" growth type.) They extend from :

- the foramen cæcum to sella turcica, and
- from basion to the greatest posterior bulging of the occipital plate.

The two others continue to grow until mature stature has been achieved ("general skeletal" growth). They extend from:

- the foramen cæcum to nasion (the "anterior frontal" area), and
- the posterior clinoid processes to basion (the "spheno-basilar").

Occlusal antero-lateral forces, transmitted to it through the lateral processes of the maxilla, strongly influence the anterior frontal area. This type of growth is usually inadequate in Class III cases. Growth of the spheno-basilar area is tied to cervico-cephalic posture, which is always disturbed in cases of serious dento-facial discrepancies. Early treatment (ideally undertaken before the patient is six years-old) of these anomalies and of occlusal function (and, also, in general, of all oro-facial and cervical structures) improves the development of these two areas, and in best-case scenarios, improves the development of the entirety of the cranio-facial skeleton.

MOTS CLÉS

Croissance faciale – Base de crâne – Classes III.

KEYWORDS

Facial growth – Cranial base – Class III.

1 - INTRODUCTION

En Orthopédie Dento-Faciale, il est classique d'enseigner que, à partir de la naissance, la croissance de la base du crâne (du nasion au basion) est fondamentalement assurée par les synchondroses basi-crâniennes, notamment par la synchondrose sphéno-occipitale physiologiquement identique aux cartilages diaphyso-épiphysaires des os longs. De type «cartilagineuse primaire» et «génétiquement prédéterminée» elle serait insensible aux influences de l'environnement.

Sans nier l'importance des facteurs «génétiques», l'orthodontiste doit néanmoins connaître le rôle des fonctions oro-faciales et cervicales dans le développement (accroisse-

Students of Dento-Facial Orthopedics traditionally learn that, beginning with birth, growth of the cranial base (from nasion to basion) is basically controlled by the basi-cranial synchondroses, especially the spheno-occipital synchondrosis, which is physiologically identical with the diaphyso-epiphyses of the long bones. Because this "primary cartilaginous" type growth is "genetically pre-determined" it would not, by definition, be influenced by the biological forces that envelop it. Without ignoring the importance of these "genetic" factors, orthodontists should, nevertheless, take into account the role that oro-facial and cervical play in the develop-

ment, position, orientation, conformation) de certains de ses «territoires». De leur état dépend, en effet, celui de la face et certaines possibilités thérapeutiques des dysmorphoses dento-faciales.

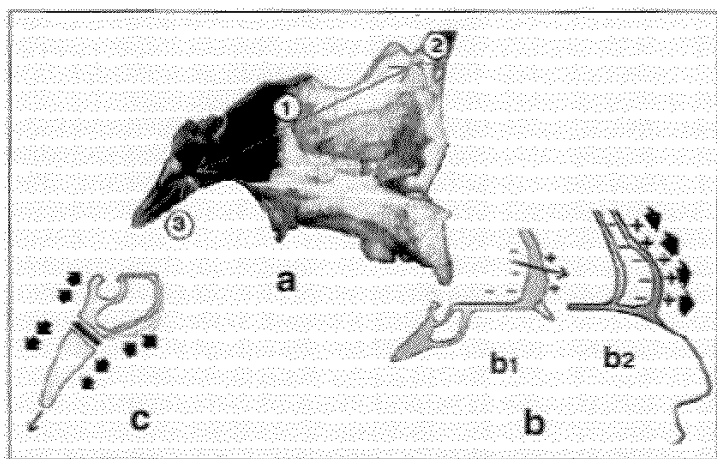
ment (growth, positioning, orientation, formation) of some of the areas that make it up. How all this plays out will also affect the face and the therapeutic possibilities of treating any resultant dento-facial disharmonies.

2 - CROISSANCE DE LA BASE DU CRÂNE ; CONCEPTIONS CLASSIQUES (rappel schématique)

2 - GROWTH OF THE CRANIAL BASE: CLASSICAL CONCEPTIONS (schematic recollection)

Elle dépend de l'évolution du chondrocrâne et de ses synchondroses résiduelles. À la naissance, le basi-présphénoïde et le basi-postsphénoïde sont fusionnés (ou sur le point de le faire). À 12-18 mois l'ossification de la lame criblée est normalement terminée (elle a atteint ses dimensions définitives). Après 1-2 ans la longueur du segment allant du foramen cæcum à la synchondrose sphéno-occipitale n'augmente plus⁹ (fig. 1 a). L'allongement ultérieur de la base, du nasion au basion, se produira seulement à ses parties antérieure (frontale) (fig. 1 b), par appositions périostées, et postérieure (basi-occipitale) (fig. 1 c), grâce à l'activité «primaire» de la synchondrose sphéno-occipitale.

Growth of the cranial base is dependant upon the growth of the chondrocranium and of the residual synchondroses. At birth, the basal-presphenoid and the basal-postsphenoid are fused (or about to be). At 12 to 18 months the cribriform plate has usually completed its calcification (and attained its adult dimensions). After 1 to 2 years, the length of the segment extending from the foramen cæcum to the sphenoid-occipital synchondrosis has been completed⁹ (fig. 1 a). Additional lengthening of the cranial base, from nasion to basion, only takes place in the anterior (frontal) sectors (fig. 1 b), by periosteal apposition, and posteriorly (at the occipital base) (fig 1 c), thanks to the "primary" action of the sphenoid-occipital synchondrosis.



Figures 1 a à c

Croissance de la base du crâne. Conceptions Classiques.

a : les «segments de croissance» de la base du crâne, à 1 an (d'après J.H. Scott) : à la fin de la 1^{re} année la lame criblée a atteint ses dimensions définitives. La longueur du segment sphéno-ethmoïdal ① ne change pas ;
b : le développement de la région fronto-nasale (d'après Enlow) : b1 avant apparition des sinus frontaux, b2 après celle-ci ;
c : la croissance cartilagineuse «primaire» de la synchondrose sphéno-occipitale déplace «activement» le basi-occipital en bas et en arrière.

Figures 1 a to c

Growth of the cranial base. Classic Concepts.

a: The "growth segments" of the cranial base, from 1 year of age (After J. H. Scott): at the end of the first year, the cribriform plate has reached its adult dimensions. The length of the sphenoid-ethmoidal segment ① doesn't change;
b: The development of the fronto-nasal region (after Enlow): b1 before the appearance of the frontal sinuses, b2 after their appearance;
c: Cartilaginous "primary" growth of the sphenoid-occipital synchondrosis "actively" displaces the basi-occipital downward and backwards.

**3 - CRITIQUE DES CONCEPTIONS CLASSIQUES.
DONNÉES NOUVELLES**

**3 - CRITIQUE OF CLASSICAL CONCEPTS.
NEW DATA**

Ces conceptions sont actuellement très controversées. En effet :

- La base du crâne ne se limite pas au segment étendu du nasion au basion ; elle comprend aussi la loge occipitale.

- L'assimilation de la synchondrose sphéno-occipitale à un cartilage de croissance est contestée.

- Le chondrocrâne dont elle est issue, n'est pas du cartilage «primaire». Il provient en quasi-totalité de l'ectomésenchyme des crêtes neurales.

- Elle ressemble plus aux sutures membranées qu'aux cartilages diaphyso-épiphysaires des os longs.

- Le développement des parties antérieures du frontal est influencé par les forces «manducatrices» (mastication et déglutition).

- Celui de l'apophyse basilaire et de la région occipitale varie selon les postures céphaliques.

3 - 1 - La base du crâne ne se limite pas à ses parties antérieures et médianes (du nasion au basion)

Pour les anatomistes, ses limites supérieures (fig. 2 a) correspondent à «une ligne sinueuse qui s'étend du sillon naso-frontal à la protubérance occipitale, en passant par l'arcade orbitaire, l'arcade zygomatique et la ligne courbe supérieure de l'occipital» soit, encore plus schématiquement, toutes les parties de la «boîte crânienne» situées au-dessous du plan horizontal allant du nasion à la protubérance occipitale externe.

À première vue, cette délimitation semble très artificielle. Pourtant le mode d'ossification des éléments squelettiques ainsi délimités est bien différent. En effet, chez le fœtus, tous ceux situés au-dessus de ce plan horizontal se forment directement dans le mésenchyme embryonnaire (ossification «membraneuse») ; au contraire, ceux situés au-dessous sont précédés par une formation cartilagineuse (le chondrocrâne) (fig. 2 b).

Critics are attacking long-accepted concepts about the cranial base in these ways, asserting that:

- It is not limited to the nasion-basion sector; it also includes the occipital fossa.

- It is not established that the spheno-occipital synchondrosis joins with a growth cartilage.

- The chondrocranium from which the cranial base develops isn't made up of "primary" cartilage. Rather, the cranial base stems, almost in its entirety, from the ectomesenchyme of the neural crests.

- It resembles membranous sutures more than the diaphyso-epiphysaires of the long bones.

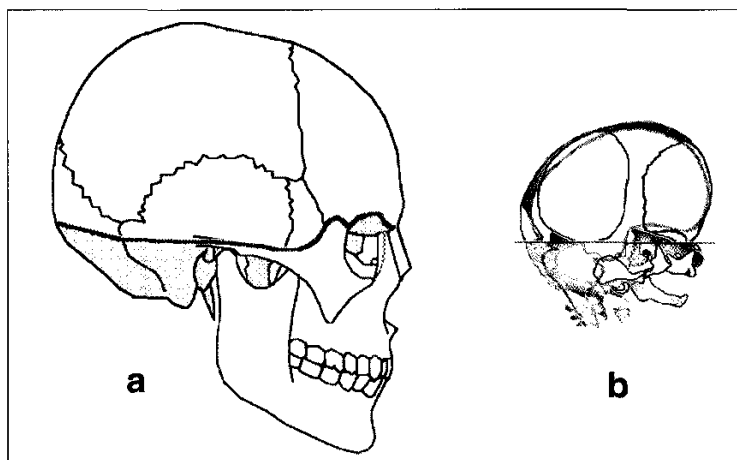
- The development of the anterior portions of the frontal bone is influenced by "masticatory" forces (chewing and swallowing).

- The basilar apophysis's development and that of the occipital region vary according to cephalic postures.

3 - 1 - The cranial base doesn't consist only of its anterior and medial sectors (from nasion to basion)

For anatomists, a "sinuous line which extends from the naso-frontal depression to the occipital bulge, passing the orbital arch, the zygomatic arch and the upper curvature of the occipital bone" marks the upper limit of the cranial base (fig. 2 a), which is, schematically, all the parts of the "cranial box" located below the horizontal plane running from nasion to the external occipital protuberance.

At first sight, this topographic limitation seems artificial. Still, the type of calcification of the skeletal elements included in this varies extensively. In fact, in the fetus, all elements located above the horizontal plane derive their formation from the embryonic mesenchyme ("membranous" calcification); on the other hand, those elements located below it are formed from a cartilaginous structure (the chondrocranium) (fig. 2 b).



Figures 2 a et/and b

Les limites entre la voûte et la base du crâne.

The lines of demarcation between the cranial vault and the cranial base.

a : selon les anatomistes :

b : représentation schématique du chondrocrâne chez le fœtus de 3 mois (80 mm) (d'après Warwick et Williams). Tous les éléments situés au-dessus du plan horizontal passant par le nasion s'ossifient directement dans l'ectomésenchyme «neural» (ossification «membraneuse»). Ceux situés au-dessous passent par un stade cartilagineux transitoire (le chondrocrâne).

a: According to the anatomists:

b: A schematic representation of the chondo-cranium in an 80 mm 3 month-old fetus (after Warwick and Williams). All the elements located above the horizontal plane passing through nasion calcify directly in the neural ectomesenchyme (membranous calcification). The elements located below this plane go through a transitory cartilaginous stage (the chondocranium).

3 - 2 - L'assimilation de la synchondrose sphéno-occipitale à un cartilage de croissance est contestée

Dès 1936, Scammon⁸ avait signalé que la croissance de la base du crâne était calquée sur celle de l'encéphale, que 90 % de ses dimensions finales étaient atteintes à 7-10 ans, et l'avait qualifiée de «type neural».

Selon M.L. Moss⁷ «tous les cartilages du crâne fonctionnent comme les sutures membraneuses», en réponse aux influences provenant à la fois du cerveau, du liquide céphalo-rachidien, de la musculature et des «espaces pharyngés».

D.H. Enlow et M.G.Hans⁵, de même, ont qualifié de «anachronique» la théorie considérant que la synchondrose sphéno-occipitale était le «pace-maker» du développement de la base du crâne.

3 - 2 - The union of the synchondrosis with a growth cartilage is actively disputed

Since 1936 Scammon⁸ has maintained that the cranial base's growth closely followed that of the encephalon, that 90% of its final dimensions were attained by the ages of 7 to 10, and that its development could be described as "neural type".

According to M. L. Moss⁷ "all the cranial cartilages function as membranous sutures" and respond to influences coming both from the brain, from the cephalo-rachidian fluid, and from the musculature of the "pharyngeal spaces".

D. H. Enlow and M.G. Hans⁵ have, similarly, described the theory that considers the spheno-occipital synchondrosis to be the "pace-maker" of the cranial base's development as "anachronistic".

3 - 3 - Le chondocrâne dont dérive cette synchondrose n'est pas du cartilage primaire

En effet :

- il est précédé par une ébauche «membraneuse» (le desmocrâne), en continuité directe avec le mésenchyme de la voûte des premiers îlots cartilagineux n'apparaissant qu'à la 7^e semaine, en avant et de part et d'autre de la corde dorsale ;

- ses parties antéro-latérales et les parties de la face situées au-dessous d'elles ont la même origine ecto-mésenchymateuse ;

- les différences du mode d'ossification de la voûte et la base du crâne ne résultent pas d'une prédétermination génétique mais des effets «biokinétiques»¹ différents subis par le mésenchyme embryonnaire de part et d'autre du plan qui les délimite.

Ainsi, le chondocrâne (dans sa quasi-totalité) est d'origine «neurale».

3 - 4 - Les synchondroses de la base du crâne ont de nombreux points de ressemblance avec les sutures membraneuses

En particulier : leur «bipolarité» histologique, leur siège et leur orientation (directement en rapport avec les effets mécaniques qu'elles subissent), leurs dates de fermeture (très différentes les unes des autres et des plaques diaphyso-épiphysaires des os longs).

Il est logique de penser qu'elles sont, en réalité, des «sutures temporairement chondrifiées».

Au total, les conceptions classiques attachaient trop d'importance à la nature cartilagineuse des «synchondroses-sutures» de la base du crâne et en avaient abusivement déduit que leur croissance était «primaire» et autonome⁹.

Le développement de la plus grande partie de la base du crâne et celui des éléments du système nerveux central situés à leur contact sont synchrones et de type «neurale».

Il en est ainsi notamment au niveau des territoires «sphéno-ethmoïdal» (des clinoides postérieures au foramen cæcum)

3 - 3 - The chondocranium from which this synchondrosis is derived is not primary cartilage.

In fact:

- A slim "membranous" framework (the desomocranium), which directly abutted the mesenchyme of the vault, preceded the chondocranium, the first small islands of cartilage don't make their appearance until the 7th week of life, ahead of, but in harmony with, the dorsal column.

- These antero-lateral parts of the face located below them originate from the same ecto-mesenchyme.

- The differences in the type of calcification of the cranial vault and of the cranial base don't stem from genetic predetermination but from different "biokinetic" effects¹ that act on the embryonic mesenchyme within the plane that defines them.

Therefore, the chondocranium (almost in its entirety) can be said to have a "neural" origin.

3 - 4 - The synchondroses of the cranial base resemble membranous sutures in many ways

Especially in: their histological "bipolarity", their location, their orientation (which directly follows the mechanical pressures they undergo), the times at which they reach closure (which vary widely as do the diaphyso-epiphysial plates of the long bones). It seems logical to consider that they are actually, "temporarily cartilaganalized sutures".

In sum, proponents of classical concepts attach too much importance to the cartilaginous nature of the "synchondrosis-sutures" of the cranial base and, as a result, have mistakenly deduced that their growth is "primary" and autonomous⁹.

The development of the greater part of the cranial base and of the elements of the central nervous system in contact with it are synchronous and equally of the "neural" type.

The same type of situation exists in the spheno-ethmoidal region (from the posterior clinoid processes to the foramen cæcum) and in the posterior occipital area

et «occipital postérieur» (du basion à la partie la plus postérieure de l'écaïlle de l'occipital).

Deux autres territoires ont une croissance différente : les territoires «frontal antérieur» (en avant du méséthmoïde cartilagineux et de ses dérivés : lame criblée, masses latérales de l'éthmoïde) et «sphéno-basilaire» (des apophyses clinoides postérieures au basion).

(from basion to the most exterior extent of the occipital plate).

Two other areas have a different growth pattern: "The anterior frontal" region (anterior to the mesethmoid cartilage and the structures which derive from it: the cribriform plate and the lateral extensions of the ethmoid bone) and the "spheno-basilar" region (from the posterior clinoid processes to basion.)

4 - DÉVELOPPEMENT DU TERRITOIRE «FRONTAL ANTÉRIEUR» DE LA BASE DU CRÂNE

4 - DEVELOPMENT OF THE "ANTERIOR FRONTAL" REGION OF THE CRANIAL BASE

Il conditionne celui des parties sous-jacentes de la face. Toutes ses particularités doivent donc être bien connues.

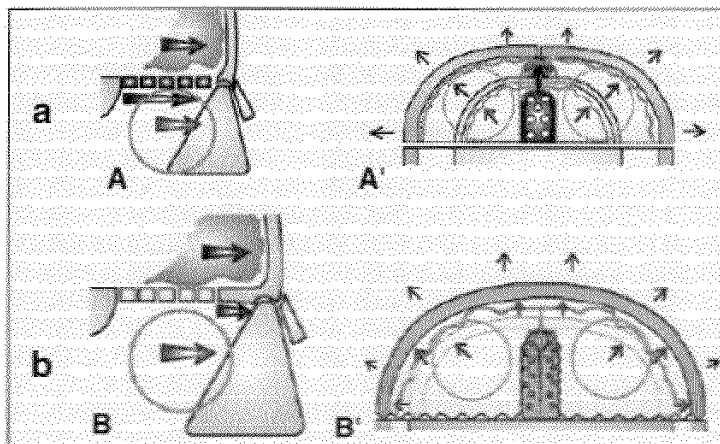
4 - 1 - De la naissance à un an / 18 mois (fig. 3 a)

Il se produit sous l'influence des poussées exercées, d'arrière en avant, par le méséthmoïde cartilagineux, le cerveau et les globes

Development of the frontal area exercises control of development of the related regions of the face. So all of its ramifications should be thoroughly understood.

4 - 1 - From birth to the age of one to one 1/2 (fig. 3 a)

This action takes place under the influence of forces exerted, from the posterior forward, by the cartilaginous mesethmoid tis-



Figures 3 a et/and b

Développement du territoire frontal de la naissance à 7 ans. Représentation schématique.
a : de la naissance à 1 an-18 mois (A : vue latérale, A' : vue verticale endo-crânienne) ;
b : de 1 an-18 mois à 6-7 ans (B : vue latérale, B' : vue verticale endo-crânienne).

Development of the frontal region from birth to 7 years of age. Schematic representation.
a : from birth to the age of one to one 1/2 (A : lateral view ; A' : vertical endo-cranial view) ;
b : from 1 year/18 months to 6/7 years of age (B : lateral view ; B' : vertical endo-cranial view).

oculaires. L'avancée des deux moitiés de l'os frontal (encore dédoublé) provoque l'ossification compensatrice des sutures fronto-sphénoïdale, fronto-ethmoïdale et médio-frontale ou «métopique» (qui se ferme normalement à partir de la fin de la première année).

4 - 2 - De 1 an / 18 mois à 6/7 ans (fig. 3 b)

La lame criblée, complètement ossifiée, a perdu son action dynamique. La «synchondrose» sphéno-ethmoïdale est devenue une suture fibreuse. La partie du septum cartilagineux médian, située au dessous de la lame criblée, s'ossifie dès l'âge de un an pour donner la lame perpendiculaire de l'ethmoïde. Ses parties les plus antérieures, situées entre la *crista galli* et les os propres du nez, conservent par contre leur potentiel autonome d'accroissement. L'expansion des contenus orbitaires se poursuit jusqu'à la 4^e année (date où les globes oculaires ont acquis leur taille quasi définitive), celle des lobes frontaux jusqu'à 6-7 ans. L'os frontal continue donc à avancer et à s'accroître en avant de la lame criblée, au niveau de la suture fronto-ethmoïdale. Ainsi se développe le secteur «pré-criblé» (en avant de la *crista galli*) dont la longueur est habituellement d'environ 1 centimètre (fig. 4).

Il peut être plus important si les poussées encéphaliques sont plus fortes, par exemple dans les scaphocéphalies secondaires à la synostose prématurée des sutures sagittale médiane et pariéto-temporales (fig. 5)

4 - 3 - De 7 ans à l'âge adulte (fig. 6)

À 6-7 ans, le contenu crânien a atteint environ 90 % de son volume adulte. Après cette date, la lame interne du frontal reste au contact des lobes antérieurs du cerveau et n'avance pratiquement plus. Par contre, la lame externe continue d'avancer sous l'influence :

- du septum cartilagineux nasal qui la décolle et la pousse en avant ;
- des forces oclusales qui lui sont transmises par les apophyses montantes maxillaires.

Ce dédoublement des corticales de l'os frontal (à l'origine des sinus frontaux) est

sues, the brain, and the orbital bodies. The advance of the two halves of the frontal bone (which is still divided) stimulates the compensatory calcification of these sutures: the fronto-sphenoidal, the fronto-ethmoidal, and the medio-frontal or "metopique" (which normally closes at the end of the first year of life).

4 - 2 - From 1 year/ 18 months to 6/7 years of age (fig. 3b)

The cribiform plate, now completely calcified, has lost its capacity for action. The sphenoidal "synchondrosis" has become a fibrous suture. The part of cartilaginous median septum, located below the cribiform plate, has become calcified by the age of one year to become the perpendicular portion of the ethmoid bone. Its most anterior sectors, located between the *crista galli* and the nasal bone, on the other hand, retain their capacity for autonomous growth. The contents of the orbits continue to expand until the fourth year (when the eyes will have virtually attained their mature dimensions). The frontal lobes also keep growing, until 6 to 7 years as the frontal bone continues to move forward and to grow ahead of the cribiform plate, at the level of the fronto-ethmoidal suture. In this way the area anterior to the cribiform (ahead of the *crista galli*) develops to reach its usual length of about 1 centimeter (fig. 4).

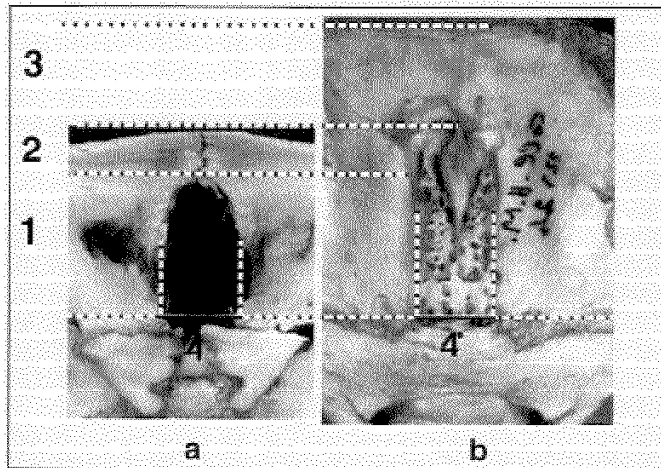
Such growth can be more substantial if pressure from the encephalic region is greater, for example, in the secondary scaphocephalic regions, with premature synostosis of the median sagittal and parieto-temporo sutures (fig. 5).

4 - 3 - From 7 years to adulthood (fig. 6)

At 6 to 7 years, cranial tissues have reached 90% of their adult volume. From then on the internal plate of the frontal bone remains in contact with the anterior lobes of the cerebrum so that it can only grow slightly, if at all. On the other hand, the external frontal plate continues to grow forward under the influence of:

- the cartilaginous nasal septum, which disengages it and thrusts it forward;
- occlusal forces which are transmitted to it through the vertical maxillary processes.

Anthropologists and anatomists have known about this redoubling of the cortical plates of



Figures 4 a et b

État de la lame criblée et du secteur «pré-criblé»

a : à la naissance ;

b : à la fin de la croissance staturale (mesures d'après Ford) ;

1 : longueur de l'ébauche cartilagineuse de la lame criblée. 2 : croissance sagittale de la lame criblée de la naissance à 2 ans : environ 5 mm (de 20,4 à 25,5 m/m en moyenne). 3 : croissance du secteur pré-criblé de 2 ans à 6-7 ans = environ 10 m/m (très variable selon les sujets). 4 et 4' : largeur de l'ébauche cartilagineuse à la naissance et à l'âge adulte (environ 10 m/m).

Figures 4 a and b

Condition of the cribriform plate and of the "pre-cribiform" region

a: at birth;

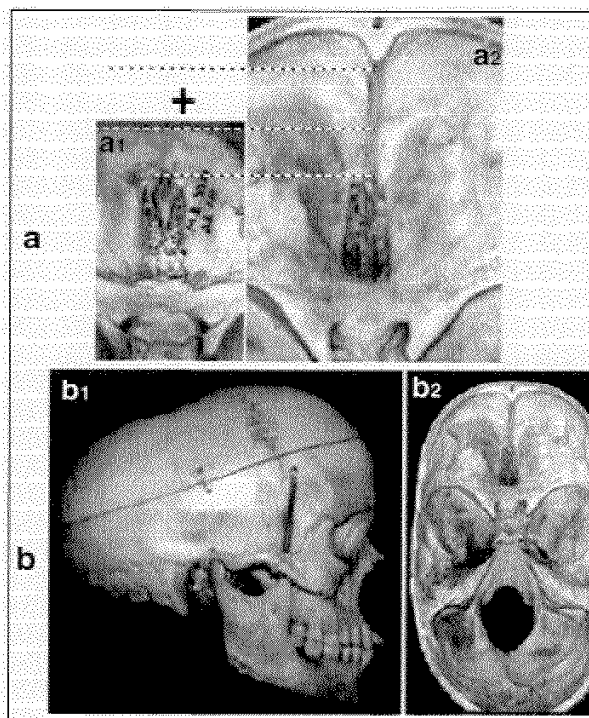
b: at the close of statural growth (measurements taken from Ford);

1: length of the beginning cartilaginous cribriform plate;

2: early sagittal growth of the pre-cribiform plate region from birth to 2 years of age: about 5 mm (from 20,4 mm to 25.5 mm on average);

3: growth of the pre-cribiform sector from the age of 2 to 6 or 7= about 10 mm (very variable from person to person);

4 and 4': length of cartilaginous beginning from birth to adulthood (about 10 mm).



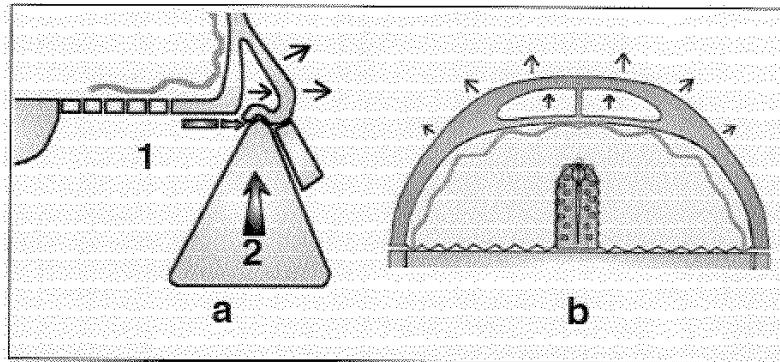
Figures 5 a et/and b

a : vues endocrâniennes de la lame criblée et du secteur «pré-criblé». a1 état normal, a2 dans un cas de scaphocephalie secondaire à la synostose prématurée des sutures sagittale médiane et pariéto-temporales ;

b : vues générales (exocrânienne latérale et endocrânienne) du crâne scaphocéphale.

a: Endocranial views of the cribriform plate and of the "pre-cribiform" region. a1 normal condition, a2 a case of scaphocephaly secondary to the premature synostosis of the median sagittal and the parieto-temporal sutures.

b: general views (lateral exocranial and endocranial) of a scaphocephalic cranium.



Figures 6 a et/and b

Représentation schématique de la formation et du développement des sinus frontaux, de 7 ans à l'âge adulte.

a : de profil ;

b : vue verticale endo-crânienne (aspect général).

De 7 ans à la fin de la croissance la corticale endocrânienne du frontal reste au contact des lobes frontaux (et n'avance plus). La corticale exocrânienne du frontal, au contraire, continue d'avancer sous l'influence des poussées du septum cartilagineux nasal médian (1) et des forces occlusales (2) qui s'exercent sur lui, par l'intermédiaire des apophyses montantes maxillaires.

A schematic representation of the formation and the development of the frontal sinus from age 7 to adulthood. a: profile view;

b: vertical endocranial view (general aspect).

From the age of 7 until the end of the growth period, the cortical endocranial surface of the frontal bone remains in contact with the frontal cerebral lobes (and stops advancing). The exocranial cortical surface of the frontal bone, on the other hand, continues to advance under the stimulus of pressures from the cartilaginous median nasal septum (1) and occlusal forces (2) which work on it by way of an intermediary path through the vertical maxillary processes.

connu de longue date des anthropologistes et anatomistes. Dès 1881, Topinard¹⁰ écrivait, en effet : «Le crâne est formé de deux lamelles indépendantes, n'obéissant pas aux mêmes influences physiologiques... Tandis que la lame interne est gouvernée par le cerveau, la lame externe, infiniment plus importante est en rapport avec la vie extérieure».

Pour De Coster², le sinus frontal joue un rôle essentiel dans l'équilibre de la face et des dents : «Il s'agit d'une formation dynamique en rapport avec la direction des forces de mastication par rapport au frontal. Dans beaucoup de cas c'est la formation du sinus qui est parvenue à ramener à l'équilibre des situations dents-crâne qui autrement n'auraient pas pu se stabiliser sans le désenclavement des dents de devant».

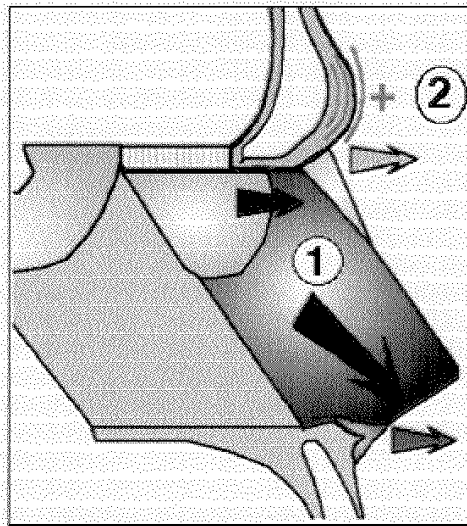
the frontal bone (at the origin of the frontal sinuses) for a long time. As long ago as 1881, Topinard¹⁰ wrote, "The cranium is formed from two independent lamellae which respond to different physiological influences... the cerebrum governs the internal lamella, the external lamella, which is infinitely more important, responds to stimuli from the external world."

According to De Coster², the frontal sinus plays an essential role maintaining equilibrium between the face and teeth, affirming that : "What's involved is a dynamic formation taking place in relation to the direction of the forces of mastication with regard to the frontal bone. In many cases, it is the formation of the sinus which contrives to recover equilibrium in tooth-cranium relationships that would otherwise not have been able to stabilize themselves without a liberation of the anterior teeth."

Au total, de 2 ans à l'âge adulte, l'allongement du segment foramen cæcum - nasion, serait (en moyenne) d'environ 10 à 15 mm⁹.

4 - 4 - Autres points importants concernant les facteurs responsables du développement particulier du territoire frontal de la base du crâne

- Les poussées du septum cartilagineux nasal provoquent l'avancée des parties médianes de la corticale antérieure du frontal et des os propres du nez (fig. 7).



- Les forces occlusales, issues des parties antéro-latérales de l'arcade dentaire supérieure, agissent plus latéralement par l'intermédiaire des branches montantes maxillaires dont les sommets sont solidaires des corticales externes du frontal (fig. 8 a). Elles sont rejointes par celles provenant des molaires supérieures qui cheminent par les apophyses orbitaires externes puis les arcades sourcilières. Elles diffusent ensuite à l'ensemble des corticales antérieures du frontal (fig. 8 b), y provoquant à la fois leur avancée et le renforcement de la glabelle. Les extrémités supérieures des branches montantes maxillaires, qui se déplacent en avant avec la

In total, from two years to adulthood, the segment of the cranial base extending from the foramen cæcum to nasion grows, on average, about 10 to 15 mm⁹.

4 - 4 - Some additional important points about the factors responsible for the particularized growth of the frontal area of the cranial base

- Pressure from cartilaginous nasal septum stimulates the forward movement of the medial sectors of the anterior cortical plate of the frontal bone and of the nasal bones (fig. 7).

Figure 7

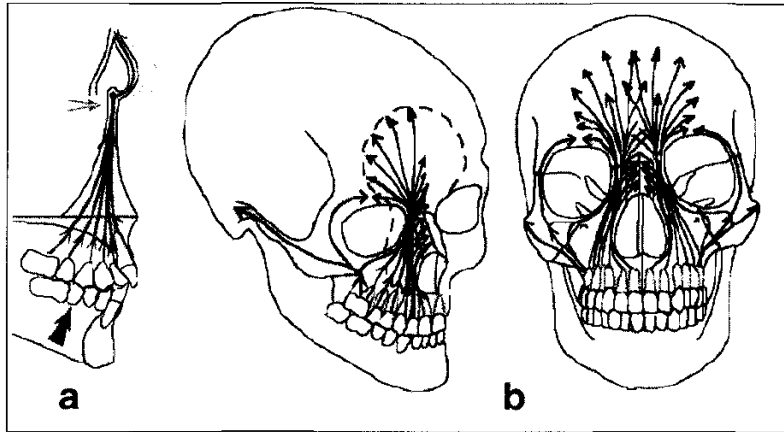
Rôle du septum cartilagineux nasal dans la formation et le développement des sinus frontaux (représentation schématique).

Les poussées du cartilage septal ① s'exercent sur le plan médian. Elles agissent directement sur les os propre du nez et les corticales frontales antérieures qu'elles avancent ② et seulement indirectement sur les apophyses montantes maxillaires (qui en sont séparées par les sutures fronto et naso-maxillaires).

The role of the cartilaginous nasal septum in the formation and the development of the frontal sinuses (a schematic representation).

Pressures from the nasal cartilage ① operate along the medial plane. They act directly on the nasal bone and upon the anterior cortical section of the frontal bone propelling it forward ② and only indirectly upon the vertical processes of the maxillary bone (which are separated from it by the frontal and naso-maxillary sutures).

- The occlusal forces arising from the antero-lateral sections of the upper arch work primarily in a lateral direction through the vertical sectors of the maxillary bone whose summits articulate with the external cortical plates of the frontal bone (fig. 8 a). Forces emanating from the upper molars, which pass through the external orbital, processes and then the superciliary arches join them. They are then all diffused into the ensemble of the external cortical plates of the frontal bone (fig. 8 b), which stimulates their forward movement and reinforces the glabella. The upper extremities of the vertical maxillary processes, which have



Figures 8 a and b

The distribution of occlusal forces (schematic representation).

Emanating from the upper dental arch, occlusal forces pass through the vertical maxillary processes (a) and the external orbital processes of the frontal bone, then become concentrated at the level of the sub-orbital arches, at the glabella, and then are diffused throughout the ensemble of the external cortical plates of the frontal bone (b).

Figures 8 a et b

La diffusion des forces occlusales (représentation schématique).

Issues de l'arcade dentaire supérieure, elles passent par les apophyses montantes maxillaires (a) et les apophyses orbitaires externes du frontal, puis se concentrent au niveau des arcades sus-orbitaires, de la glabelle et diffusent à l'ensemble des corticales externes de l'écaïlle du frontal (b).

paroi antérieure des sinus frontaux, s'éloignent ainsi des masses latérales de l'éthmoïde situées en arrière d'elles. Les os unguis (ou «lacrymaux») occupent l'espace qui les sépare du «planum» (paroi orbitaire de l'éthmoïde) (fig. 9).

On comprend ainsi pourquoi toute diminution ou mauvaise application des forces «manducatoires» (secondaire par exemple à une malocclusion de classe III) provoque un moindre développement du territoire frontal de la base du crâne (celle-ci, en retour, retentira défavorablement sur celui de la face supérieure).

– L'avancée des corticales antérieures (exocrâniennes) du frontal résulte principalement de leur déplacement en avant (par rapport aux corticales internes) et seulement accessoirement des «appositions-résorptions périostées superficielles» qui les renforcent (fig. 7).

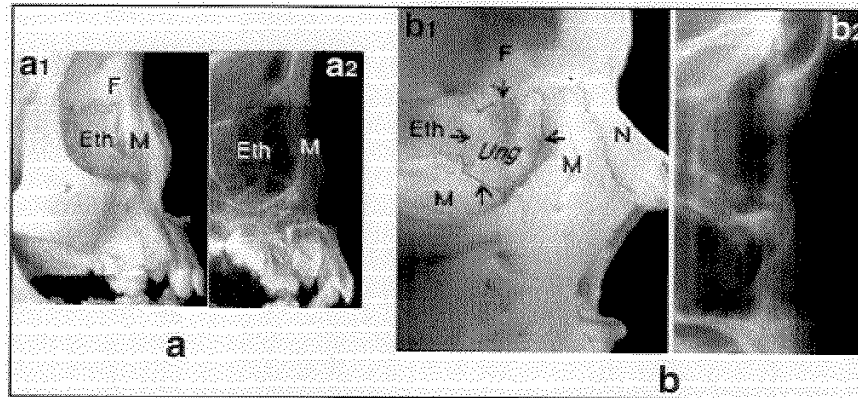
– L'état de la région frontale antérieure (dimensions des sinus frontaux, situation du sommet des apophyses montantes maxillaires par rapport à sa base, aspect plus ou moins bombé et plus ou moins épais et densifié des corticales externes) renseigne donc à la fois sur l'importance des poussées du septum cartilagineux nasal et sur les fonctions de «manducation».

moved forward along with the anterior chamber of the frontal sinus, elongate, as do the lateral bodies of the ethmoid bone located behind them. The unguis, (or «lachrymas») occupy the space which separates them from the «planum» (the orbital chamber of the ethmoid bone) (fig. 9).

This makes it clear why any diminution or faulty functioning of the masticatory apparatus (such as might follow the development of a Class III malocclusion) would tend to impede the development of the frontal area of the cranial base (which, in turn, would exert an unfavorable braking action on the development of the upper face).

– The advancement of the anterior (exocranial) cortical plates derives primarily from their forward displacement (with respect to the internal cortical plates) and only secondarily results from «superficial periosteal resorptions and appositions» which serve to reinforce it (fig. 7).

– The condition of the anterior frontal region (dimensions of the frontal sinuses, locations of the summits of the vertical processes with respect to their base, the aspect more less inflated or more less thickened and dense of the external cortical plates) demonstrates, therefore, both the importance of the pressures emanating from the nasal septum and of the «masticatory function».



Figures 9 a et/and b

Aspects de l'extrémité supérieure des apophyses montantes maxillaires et de l'unguis.
a : à 18 mois l'unguis est réduit à la gouttière lacrymale (entre Eth et M). Noter l'absence des os nasaux ;
b : à l'âge adulte un territoire important d'os unguis s'est développé en arrière de la gouttière lacrymale.
Les flèches indiquent les sutures le séparant de l'os frontal, du planum ethmoïdal et du maxillaire (apophyse montante et plancher orbitaire). La radiographie b2 (prise sur un sujet normal) ne correspond pas à la pièce anatomique b1.

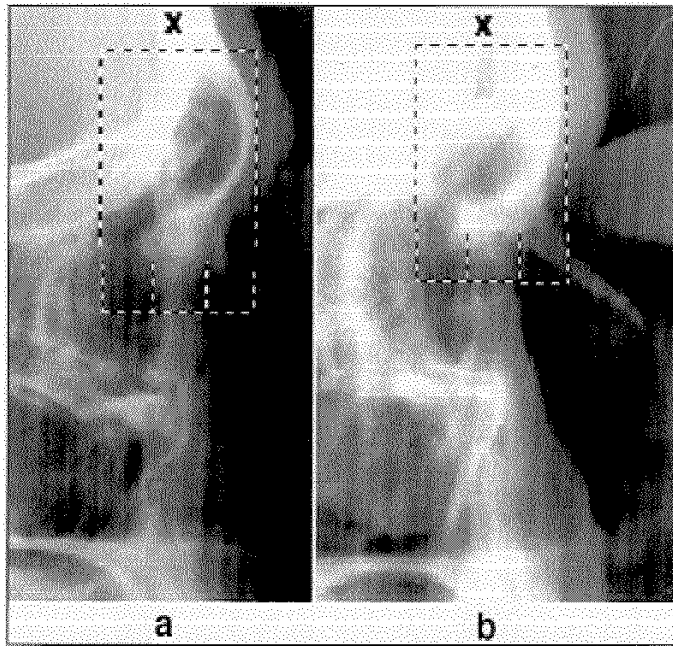
Aspects of the upper extremity of the vertical maxillary processes and of the unguis.
a: at 18 months the unguis is reduced to the groove of the lachrymal bone (between Eth and M). Note the absence of the nasal bones;
b: in the adult, an important area of the unguis is developed behind the lachrymal groove. The arrows indicate the sutures separating it from the frontal bone, the ethmoidal planum and the maxillary bone (the vertical processes and the floor of the orbit). The radiograph b2 (taken on a normal subject) doesn't correspond to the anatomical piece b1.

Chez le Caucasicn dont le développement facial est normal (fig. 10), le sommet des apophyses montantes maxillaires se projette habituellement en regard du tiers moyen (x) de la base des sinus frontaux dont la paroi antérieure est bien bombée et d'épaisseur régulière. Ces aspects sont néanmoins variables en fonction des dimensions du septum cartilagineux nasal.

Dans les malocclusions de classe III (surtout si elles sont associées à une béance frontale antérieure), le territoire frontal antérieur tend à être moins développé que normalement, les sinus frontaux sont moins développés, le sommet des apophyses montantes maxillaires est souvent insuffisamment avancé par rapport à la paroi postérieure de ceux-ci et les corticales externes sont moins bombées (fig. 11). Dans ces cas, la correction la plus précoce possible des troubles occlusaux s'impose (idéalement avant 6 ans : âge

In Caucasian children developing normally (fig. 10) the summit of the vertical processes usually thrusts itself toward the middle level (x) of the base of the frontal sinus whose anterior chamber is considerably extended but of regular thickness. These relationships can fluctuate with varying dimensions of the cartilaginous nasal septum.

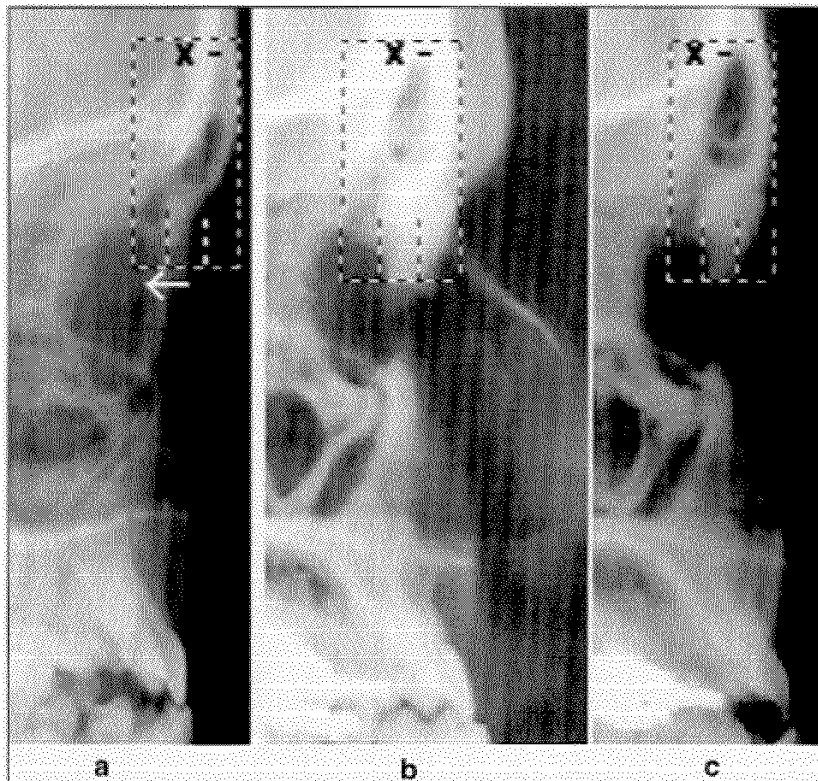
In Class III malocclusions (especially those associated with an anterior open bite) the anterior frontal region tends to be less developed than normally, as are the frontal sinuses. The summit of the vertical maxillary processes is, in these cases, not as close to their posterior chambers as in normal cases and the external cortical plates are less extended than usual (fig. 11). In these cases, occlusal disharmonies should be corrected as early as possible (ideally before the age of 6, while the cranial sutures can



Figures 10 a et/and b

Exemples de sujets caucasiens dont l'occlusion est de classe I et le développement facial normal. Dans les deux cas, le sommet des apophyses montantes maxillaires se projette en regard du tiers moyen de la base des sinus frontaux. La corticale externe du frontal (au dessus du nasion) est bien bombée et «normalement» épaisse.

Examples of Caucasian patients with Class I occlusion and normal development. In both cases, the summits of the vertical processes are orientated toward the middle third of the frontal sinus. The external cortical plate of the frontal bone (above nasion) is well extended and of "normal" thickness.



Figures 11 a à/et c

Sujets porteurs d'une malocclusion de classe III.

Les sinus frontaux sont moins développés. Le sommet des apophyses montantes maxillaires est souvent insuffisamment avancé par rapport aux parois postérieures de ceux-ci (a). Les corticales externes sont moins bombées.

Patients with Class III malocclusion.

The frontal sinuses are less well developed. The summits of the vertical maxillary processes are often insufficiently advanced from their posterior bases (a) the external cortical plates are less extended or "inflated".

où les sutures crâniennes sont encore capables de répondre favorablement aux sollicitations dynamiques qui leurs parviennent). Une reprise du développement de ce territoire et des parties antérieures du maxillaire peut ainsi être observée (fig. 12).

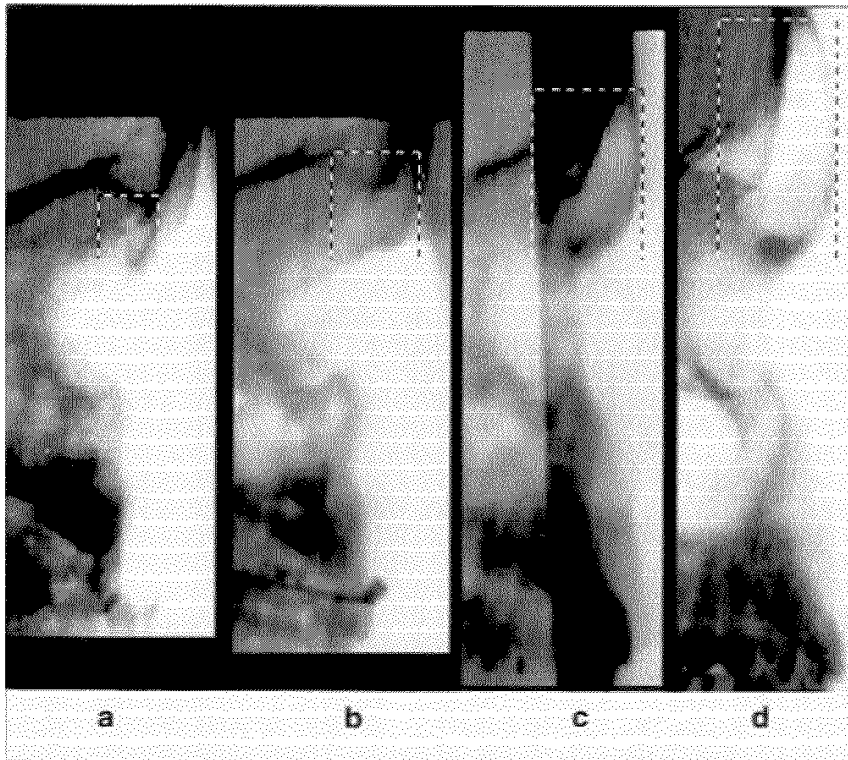
Les meilleurs résultats ne peuvent cependant être obtenus que si, parallèlement, les muscles des lèvres agissent aussi normalement sur les faces antérieures du maxillaire, ce qui nécessite :

- une bonne respiration nasale,
- une bonne anatomie et de bons mouvements des muscles labio-narinaux.

still respond favorably to any dynamic stimulation that engages them). After proper intervention, the anterior maxillary sectors will begin to resume their growth (fig. 12).

It is nevertheless true that the best results can only be obtained if, in conjunction with this intervention, the lip muscles are able to react normally upon the anterior aspects of the maxilla, which requires:

- correct breathing, and,
- normal anatomical structure and normal movements of the labio-nasal musculature.



Figures 12 a à/d

Évolution favorable du sinus frontal dans une classe III, traitée précocement par tractions sur masque orthopédique (+ Bionator III).

Favorable formation of the frontal sinus in a patient with a Class III malocclusion who was treated early with anterior traction supplied by an orthopedic face mask (+ Bionator III).

a : 01/09/75 (4 ans 1/2) avant traitement / (4 1/2 years-old) before treatment;

b : 17/08/76 (5 ans 1/2), après 10 mois de traitement / (5 1/2 years-old) after 10 months of treatment;

c : 09/01/80 (9 ans), 3 ans 1/2 après arrêt des tractions / (9 years-old), 3 1/2 years after completion of face mask therapy;

d : 29/10/84 (12 ans 1/2) 7 ans 1/2 après arrêt du traitement / (12 1/2 years-old) 7 1/2 years after the completion of treatment.

**5 - DÉVELOPPEMENT DU TERRITOIRE
«SPHÉNO-BASILAIRE»
DE LA BASE DU CRÂNE**

(des apophyses clinoides postérieures au basion).

**5 - DEVELOPMENT OF
THE "SPHENO-BASILAR" REGION OF
THE CRANIAL BASE**

(from the posterior clinoid processes to basion).

De type «squelettique général», il se prolonge jusqu'à la fin de la croissance staturale.

Ceci pourrait être interprété comme une confirmation des conceptions classiques selon lesquelles l'allongement de l'apophyse basilaire résulterait fondamentalement de la croissance primaire de la synchondrose sphéno-occipitale.

Mais ceci n'est qu'une hypothèse. Le rôle exact de cette synchondrose dans la croissance de l'apophyse basilaire doit donc être reconsidéré.

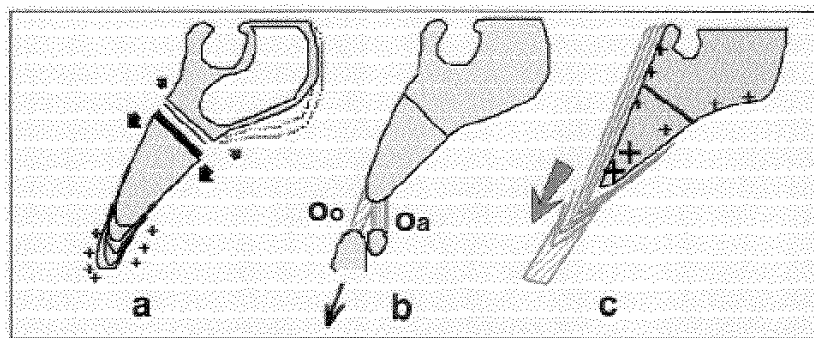
En fait, l'allongement de l'apophyse basilaire, qui atteindrait en moyenne 15,5 mm de 18 mois à l'âge adulte⁶, provient à la fois (fig. 13) de la croissance de la face inférieure de la synchondrose sphéno-occipitale

The "general skeletal" type. It continues growth until adult stature is attained.

This could be interpreted as a confirmation of the classical concepts according to which the lengthening of the basilar process would be the result, basically, of primary growth of the spheno-occipital synchondrosis.

But this is nothing more than a hypothesis. The exact role of this synchondrosis in the growth of the basilar process should, accordingly, be reconsidered.

In fact, the lengthening of this process, which will find it adding, on average, 15.5 mm of growth from the age of 18 months to adulthood⁶ as a result both of (fig. 13) growth of the lower surface of the spheno-occipital synchondrosis (appa-



Figures 13 a à/ to c

Représentation schématique du développement du corps du sphénoïde et de l'apophyse basilaire de 18 mois à l'âge adulte (coupes sagittales).

a : la croissance de la synchondrose sphéno-occipitale se produit essentiellement sur son versant inférieur (occipital) ;

b : le basion s'accroît principalement par appositions périostées sous l'effet des tractions des ligaments occipito-odontoidien médian (Oo) et occipito-atloïdien antérieur (Oa) ;

c : le développement en épaisseur de l'apophyse basilaire et du corps du sphénoïde résulte des appositions-résorptions périostées et duremériennes sur leurs faces exo et endo-craniennes.

Schematic representation of the development of the body of the sphenoid bone and the basilar process from 18 months old to adulthood (in sagittal sections).

a: The growth of the spheno-occipital synchondrosis occurs essentially on its lower (occipital) surface;

b: Basion grows primarily by periosteal apposition as a result of stimulation flowing from the median occipito-odontoid ligaments (Oo) and anterior occipito-atloidian (Oa);

c: Apposition and resorption of the periosteum and of the duremerian on its basilar process and body combine to effect the development of the sphenoid bone.

(vraisemblablement plus «secondaire» que «primaire») et d'importantes appositions osseuses au niveau du basion (lesquelles résultent essentiellement des tensions exercées sur le périoste des bords antérieurs et latéraux du trou occipital par les ligaments occipito-atloïdien antérieur et occipito-odontoïdien médian). Il s'y ajoute des appositions-résorptions duremériennes et périostées sur les faces endo et exo-crâniennes sphénoïdales et basi-occipitales.

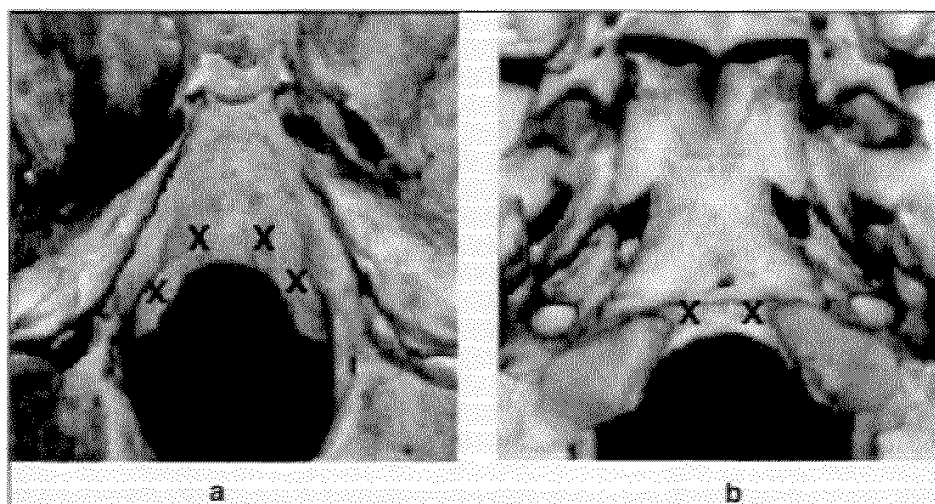
Des phénomènes périostés particulièrement importants ont été observés au bord antérieur du trou occipital («basion»), lors d'expériences animales, en radiologie humaine, et à l'étude de crânes secs (fig. 14, cf. aussi fig. 5 b).

La «longueur projetée» de l'apophyse basilaire (en vue latérale) varie aussi selon l'ouverture de l'angle sphénoïdal fonction, elle-même, des orientations du basi-occipital

rently more "secondary" than "primary") and of large osseous appositions in the basion region (which stem, essentially, from tensions exerted on the periosteum of the anterior and lateral borders of the occipital opening by the anterior occipito-atloidian and the median occipito-odontoidian ligaments). To this should be added the action of the duremerian and periosteal appositions and resorptions on the endo and exo-cranial sphenoidal and basi-occipital bones.

Researchers have noted particularly strong periosteal activity at the anterior border of the occipital foramen ("basion") in animal studies, on human radiographs, and in the examination of dry skulls (fig. 14 and fig. 5 b).

The "projected length" of the basilar process (in lateral view) varies according to the angle of sphenoidal function itself, of the orientations of the basi-occipital bone with regard to the bodies of the sphenoidal bones



Figures 14 a et/and b

État de l'apophyse basilaire et des parties antéro-latérales du trou occipital dans un crâne scaphocéphale.

a : vue endo-crânienne ;

b : vue exocrânienne ;

(cf. aussi fig. 5 b).

Noter l'importante apposition périostée aux parties antérieures du trou occipital (parties postérieures de l'apophyse basilaire). Les secteurs x sont excédentaires.

Condition of the basilar process and antero-lateral sectors of the occipital opening in a scaphocephalic cranium.

a: endocranial view;

b: exocranial view (cf. also fig. 5 b).

Note the considerable periosteal apposition to the anterior sectors of the occipital opening (posterior sections of the basilar process). Notice excess x sectors.

par rapport au corps du sphénoïde (fig. 15). Celles-ci dépendent fondamentalement de la posture cervico-céphalique des sujets. Les influences posturales ne se limitent d'ailleurs pas au basi-occipital. Elles s'étendent à l'ensemble de l'os occipital et aussi aux temporaux, qui lui sont liés par d'étroites connexions anatomiques.

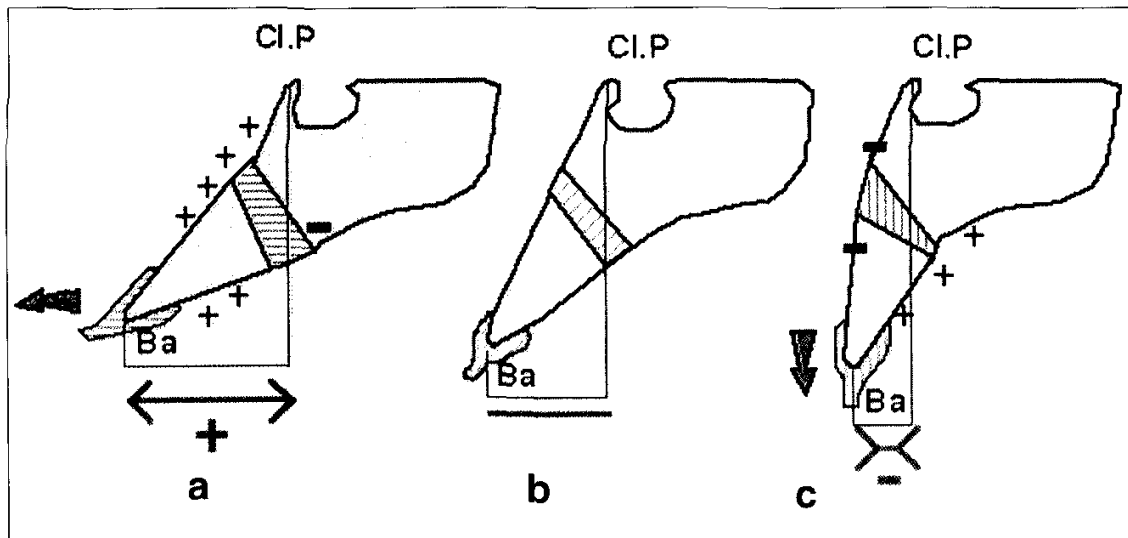
En phylogénèse, la fermeture de l'angle sphénoïdal et l'ouverture de l'angle des rochers font partie de la «rotation occipito-temporale» (anti-horaire, en vue latérale droite) caractéristique de l'homínisation du crâne³.

En ontogénèse humaine, elles se produisent de la naissance aux premiers pas, sous l'influence des muscles cervicaux assurant le redressement de la tête. On observe alors, à la fois (fig. 16) une rotation occipito-temporale (avec fermeture de l'angle

(fig. 15) These depend, basically, on the cervico-cephalic postures of individual patients. It isn't, though, just the basi-occipital region upon which postural habits exercise an influence. They affect the entire occipital bone and the temporal as well, which are closely associated because of their intimate anatomical connections.

In phylogeny, the closing of the sphenoidal angle and the opening of the angle of the mastoid make up part of the "occipito-temporal rotation" (counter-clockwise in a right lateral view), which is an element of the evolutionary process that has given the cranium its human characteristics³.

In human ontogeny, these angular adjustments operate from birth to the beginning of walking, under the influence of the cervical muscles that control head posture. At this time (fig. 16) both an occipito-temporal rotation (with closing of the sphenoidal angle), a



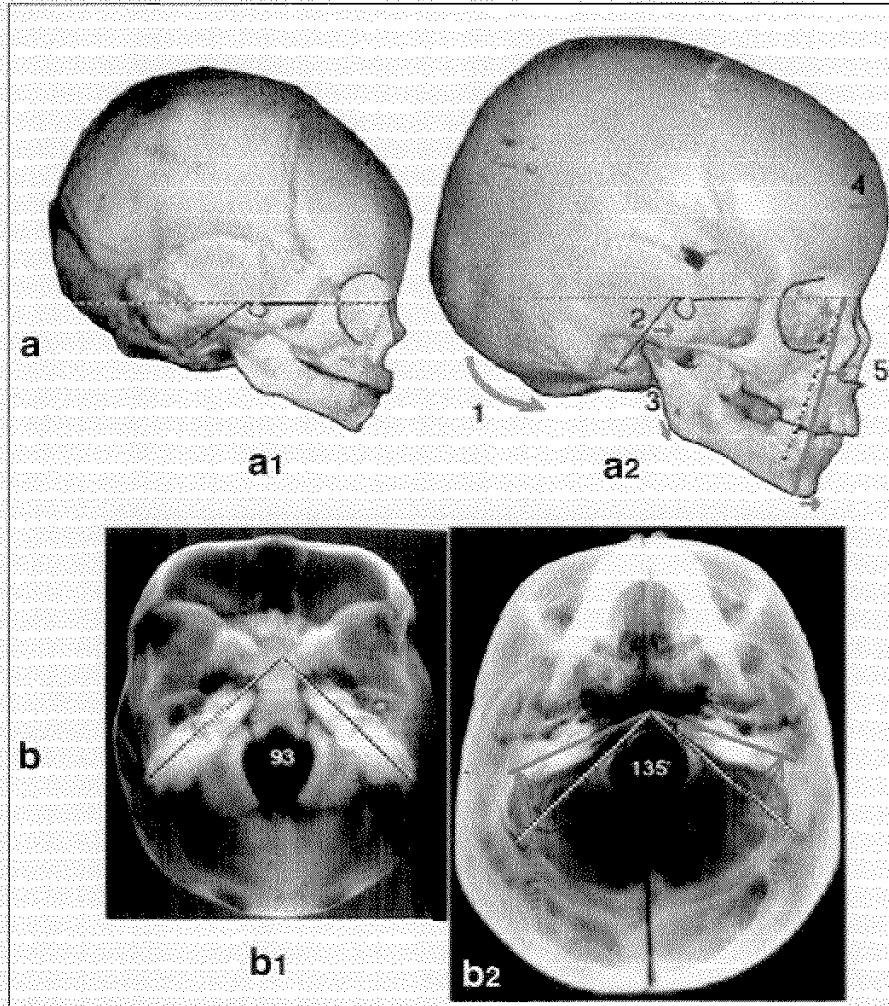
Figures 15 a à/c

Variations de la longueur projetée de l'apophyse basilaire (des apophyses clinoides postérieures au basion) en fonction de l'orientation du basi-occipital par rapport au corps du sphénoïde.

L'angle formé par ces changements d'orientation est secondairement nivelé par des appositions (+) et résorptions (-) osseuses endo et exo-crâniennes. Il n'est donc visible que chez les jeunes enfants. Cl.P : apophyse clinoides postérieure. Ba : basion.

Variations of the projected length of the anterior sections (from the posterior clinoid processes to basion) as a function of the orientation of the basi-occipital region with regard to the body of the sphenoid.

The angle formed by changes of orientation leveled out secondarily by bony endo and exo-cranial appositions (+) and resorptions (-). It can, therefore, only be seen in young children. Cl.P: posterior clinoid process. Ba: basion.



Figures 16 a and b
 Schematic representation of the principal skeletal cranial modifications resulting from the acquisition of erect posture.
 a : lateral view, from birth (a1) to 24 months (a2);
 1: occipito-temporal rotation ;
 2: closing of the sphenoidal angle;
 3: downward and forward movement of the TMJ and of the mandible;
 4: swelling of the frontal bone;
 5: global anterior and facial rotation.
 b : vertical radiographs, from birth (b1) to 30 months (b2). Note the opening of the angle formed by the petrous pyramids (in this case from 93° to 135°).

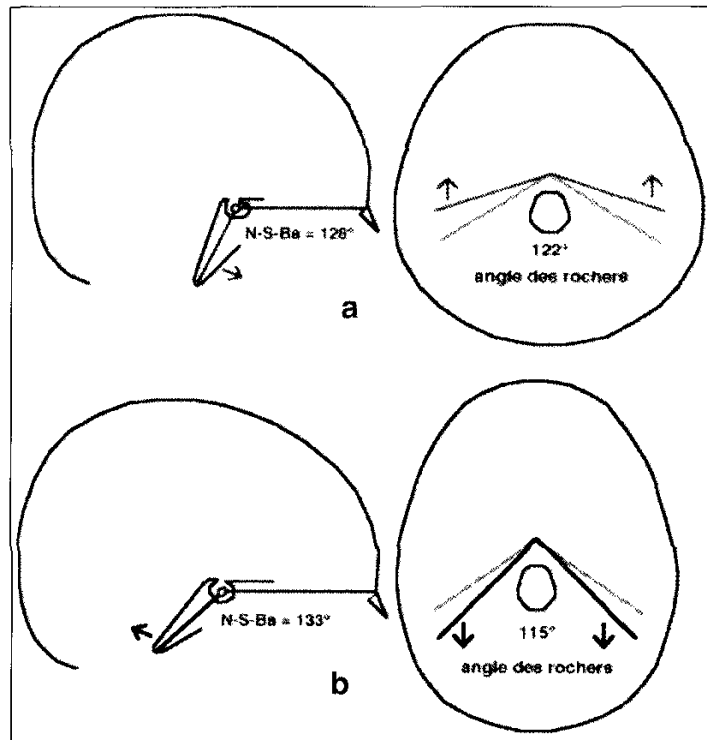
Figures 16 a et b
 Représentation schématique des principales modifications squelettiques crâniennes provoquées par l'acquisition de la station érigée.
 a : vue latérale, de la naissance (a1) à 24 mois (a2).
 1 : rotation occipito-temporale ;
 2 : fermeture de l'angle sphénoïdal ;
 3 : abaissement et avancée des A.T.M. et de la mandibule ;
 4 : bombement du frontal ;
 5 : rotation faciale antérieure globale ;
 b : radiographies verticales, de la naissance (b1) à 30 mois (b2). Noter l'ouverture de l'angle formé par les pyramides pétreuses (ici de 93° à 135°).

sphénoïdal) une rotation faciale globale (amenant plus en avant les parties basses du maxillaire et la mandibule) et une ouverture de l'angle formé par les pyramides pétreuses.

En clinique, les corrélations étroites existant entre l'état du crâne et de la face sont bien connues⁴. L'excès de rotation occipito-temporale et l'ouverture de l'angle des rochers favorisent les dysmorphoses de classe III, et inversement (fig. 17). L'emploi systématique de l'analyse céphalométrique architecturale chez les sujets jeunes atteints de malocclusion de classe III nous a montré la fréquence de la flexion basi-crânienne excessive et sa réduction sous l'in-

global rotation of the face (causing a forward movement of the lower portions of both the maxilla and the mandible), and an opening of the angle formed by the petrous pyramids.

In clinical practice, orthodontists frequently encounter evidence of the strong correlations between the condition of the cranium and that of the face⁴. An excessive occipito-temporal rotation and over-opening of the angle of the mastoids encourage Class III deformities, while low readings of these formations discourage them (fig. 17). In a systematic architectural cephalometric analysis of patients displaying signs of Class III malocclusion, we found evidence of excessive flexion of the cranial base, a condition



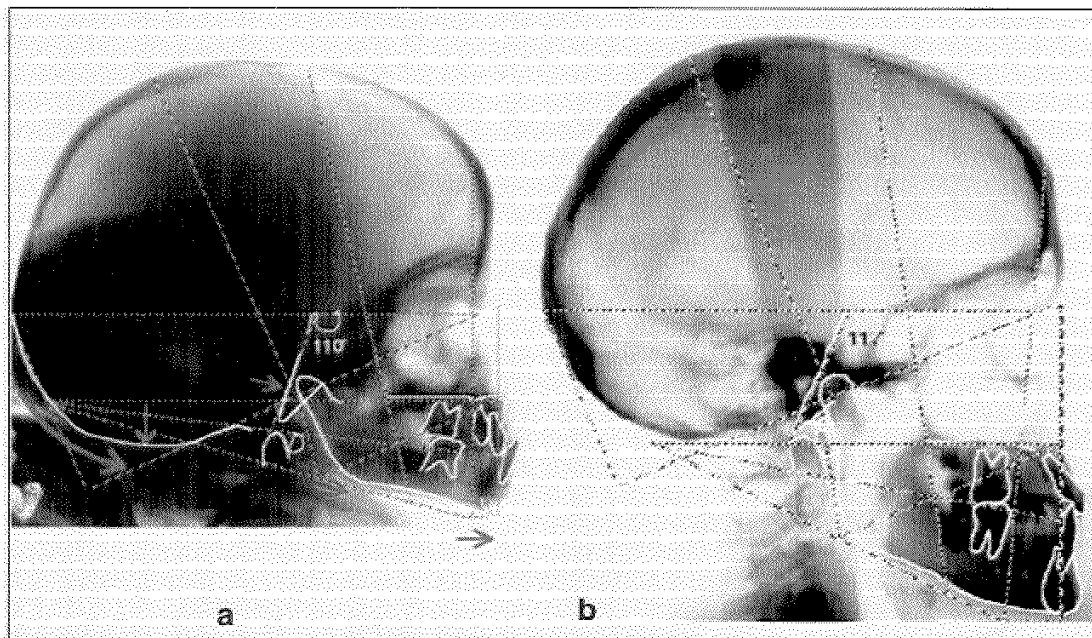
Figures 17 a et/and b

Valeur de N-S-Ba et de l'angle des rochers dans les dysmorphoses de classe III (a) et de classe II (b). (Moyennes statistiques, d'après J. Le Pochat).

Value of the N-S-Ba angle of the mastoid portion of the temporal bone in Class III (a) and Class II (b) disorders. (Statistical averages after J. Le Pochat).

fluence du traitement orthopédique (fig. 18). Il s'y associe habituellement des changements de l'état du rachis cervical, rectitude ou convexité antérieure, notamment en regard du versant postérieur du massif lingual, laquelle (en modifiant l'état de la cavité pharyngée) provoque l'avancée de la mandibule. La réduction des anomalies crâniennes et cervicales (obtenue parallèlement à l'amélioration de la dysmorphose dento-maxillaire) et la stabilité à long terme de ces modifications squelettiques globales, confirment leur responsabilité (au moins partielle) dans le déterminisme des classes III.

we noted was improved after orthopedic treatment (fig. 18). This condition is usually associated with changes in the posture of the spinal column, whether straight or convex anteriorly especially in relation to the posterior surface of the tongue, which by altering the pharyngeal cavity, provokes a forward movement of the mandible. The lessening of cranial and cervical anomalies (obtained in conjunction with a correction of dento-facial deformities) and the long-term stability of these global skeletal modifications confirms their (at least partial) responsibility for the creation of Class III malocclusions.



Figures 18 a et/and b

Classe III (DEC... Valérie). Résultats du traitement orthopédique. Tractions extra-orales sur masque orthopédique pendant 6 mois (de 5 ans 1/2 à 6 ans) suivies par un bionator III (pendant 1 an 1/2).

a : 3 ans 1/2. Noter l'importante rotation occipito-temporale anti-horaire et la fermeture de l'angle sphénoïdal ; b : 17 ans : la rotation occipito-temporale a disparu. L'angle sphénoïdal (M-Clp-Od) est normal. La face (de type transfrontal) est convenablement équilibrée.

Class III (DEC... Valérie). Results of orthopedic treatment. Extra-oral Force applied with an orthopedic face mask for 6 months (from 5 1/2 to 6 years of age) followed by bionator III treatment (for a year and a half);

a : 3 1/2 years. Note the considerable counter-clockwise occipito-temporal rotation and the closing of the sphenoidal angle;

b : 17 years: the occipito-temporal rotation has disappeared. The sphenoidal angle (M-Clp-Od) is normal. The face (transfrontal type) is in good equilibrium.

6 - CONCLUSION

Le développement sagittal de la base du crâne n'est pas déterminé par la prolifération «primaire» de ses synchondroses.

Quatre territoires de croissance doivent y être individualisés (fig. 19).

Deux d'entre eux se développent selon la même chronologie que les éléments du système nerveux central situés à leur contact immédiat (croissance de type «neural»). Ce sont :

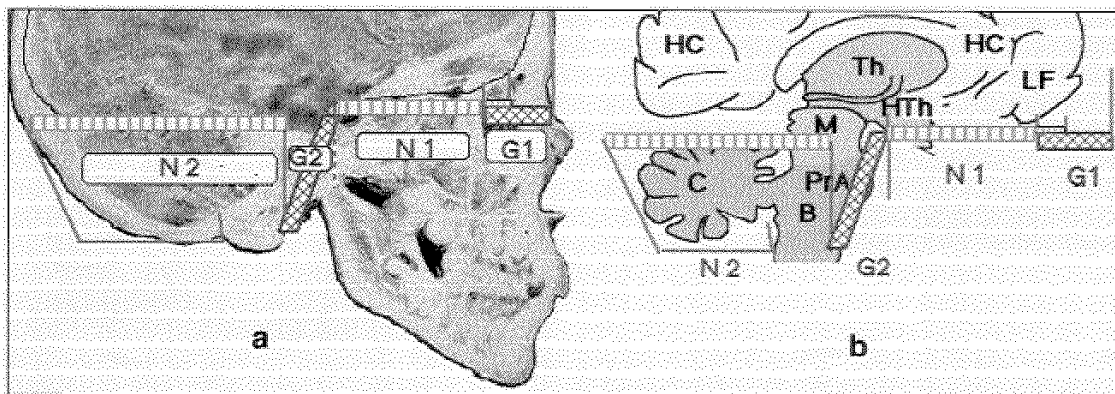
- le territoire sphéno-ethmoïdal (de la selle turcique au foramen cæcum) dont la croissance s'arrête à 1 an/18 mois. On peut y ajouter le segment frontal pré-criblé (endo-crânien) qui s'accroît encore jusqu'à la 7^e année ;
- le territoire occipital postérieur (comprenant le trou occipital et l'écaïlle occipitale) dont le développement est terminé vers 6/7 ans.

“Primary” tissue proliferation from the synchondroses does not control the sagittal development of the cranial base.

Four growth areas associated with this process must be considered individually (fig. 19).

Two of them develop along the same time line as the one followed by elements of the central nervous system located in close approximation to them (“neural” type of growth). They are:

- the spheno-ethmoidal area (of the sella turcica and the cæcum foramen), where growth ends between the ages of 1 year and 18 months. A limited area of the frontal bone (the endo-cranium) continues to grow until the 7th year;
- the posterior occipital area (including the occipital depression and the occipital shelf) whose development ends between 6 and 7 years of age.



Figures 19 a et/and b

Représentation schématique des «territoires de croissance» de la base du crâne.

a : les territoires (de croissance neurale) «sphéno-ethmoïdal» (N1) et «occipital postérieur» (N2) et (de croissance squelettique générale) «frontal antérieur» (G1) et «sphéno-basilaire» (G2) ;

b : leurs correspondances neurologiques : B : bulbe, C : cervelet, HC : hémisphères cérébraux, HTh : hypothalamus, LF : lobes frontaux, M : mésencéphale, PrA : protubérance annulaire, Th : thalamus.

Schematic representation of the “growth areas” of the cranial base.

a: Growth areas: Neural, spheno-ethmoidal (N1) and posterior occipital (N2) and General skeletal growth: anterior frontal (G1) and spheno-basilar (G2);

b: Their neurological relationships: B: bulb, C: cerebellum, HC: cerebral hemispheres, HTh: hypothalamus, LF: frontal lobes, M: mesencephalon, PrA: annular protuberance, Th: thalamus.

Deux autres territoires se développent comme le reste du squelette : jusqu'à la fin de l'adolescence (croissance de type «squelettique général»). Ce sont :

– le territoire frontal antérieur (du foramen cæcum au nasion : au dessous du sinus frontal). Son développement (normalement parfaitement coordonné avec la croissance de la face supérieure) est souvent insuffisant dans les classes III, suite aux troubles fonctionnels associés à ces dysmorphoses. La correction précoce (idéalement avant 6 ans) des anomalies occlusales, des troubles de la mastication (mastication + déglutition + mouvements des lèvres et des joues) et la suppression des troubles de la ventilation aérienne supérieure (respiration buccale) peuvent relancer son accroissement.

– le territoire «sphéno-basilaire», étendu des apophyses clinoides postérieures au basion. Son développement est directement influencé par les postures céphaliques qui conditionnent aussi l'état du rachis cervical, du crâne et de la face. La normalisation précoce des troubles posturaux céphaliques, fréquents dans les classes III, contribue à leur correction.

Two other areas develop in the same way the rest of the skeletal does: until the end of adolescence (this "general skeletal" type growth). They are:

– the anterior frontal area (from the foramen cæcum to nasion: below the frontal sinus). The development of this area (which is normally coordinated perfectly with the growth of the upper face) is often insufficient in Class III cases, following the functional problems that accompany these disorders. The early correction (ideally before the age of 6 years) of occlusal discrepancies, chewing problems (mastication + swallowing + proper action of the lips and cheeks) and the elimination of any upper airway difficulties (associated with mouth breathing) can get correct development re-started.

– the "spheno-basilar" area, which extends from the posterior clinoid processes to basion. Head posture directly influences development of this region as well as of the spinal column, the cranium, and the face. Assisting children, as early as possible, in correcting faulty cephalic posture patterns, which frequently accompany or cause Class III deformities, can help in their treatment.

BIBLIOGRAPHIE

REFERENCES

1. Blechschmidt E. Biokinetics and Biodynamics of Human Differentiation. Principles and Application. Springfield : Thomas, 1977.
2. De Coster L. La croissance de la face et des dents. *Orthod Fr* 1952;21-124.
3. Delattre A, Fenart R. L'homínisation du crâne. Paris. CNRS éd., 1960.
4. Delaire J. et Coll. : Bases physiologiques de l'équilibre du maxillaire supérieur. Incidences en ce qui concerne le mode d'action des forces lourdes extra-orales. *Actual Odontostomatol* 1979;128:611-44.
5. Enlow DH, Hans MG. *Essentials of Facial Growth*. WB Saunders, 1996.
6. Ford EHR. Growth of the Human Cranial Base. *Am J Orthod* 1958;44:498-506.
7. Moss ML. Experimental alteration of basi-synchondrosal cartilage growth in rat and mouse. Symposium on Development of the basicranium. Bethesda, Maryland : Bosma JF. ed. Dhew Publication No. (NIH) 76-939, 1976;30:541-75.
8. Scammon RE. The measurement of the body in childhood. In : Harris JA, Jackson CM, Paterson DG, Scammon RE. *The Measurement of Man*. Minneapolis : University of Minnesota Press, 1930.
9. Scott JH. *Dento-facial development and growth*. Oxford: Pergamon Press, 1967.
10. Topinard P. *L'homme dans la nature*. Paris: F. Alcan, 1981.