

**L'analyse architecturale et structurale
cranio-faciale (de profil)
Principes théoriques. Quelques exemples d'emploi
en chirurgie maxillo-faciale**

par

J. DELAIRE

Clinique Stomatologique, Hôtel-Dieu, 44000 Nantes

SUMMARY

***Architectural and structural craniofacial analysis (lateral view)
Theoretical principles. Some examples of its use in maxillofacial surgery***

Based upon the study of the mutual equilibrium of the various bony structures of the skull and face, cranio facial architectural and structural analysis studies successively the skull (vault and base), then the face in relation to the skull and to the cranio-spinal joint.

Its value lies in avoiding statistical averages, rather relying upon individual measurements, influenced by the special features of each skeleton.

It places the dentition within its cephalic context, thereby making it possible to demonstrate certain pathogenic factors of dento-facial dysmorphoses, not demonstrated by traditional types of orthodontic analysis.

It is particularly useful to the maxillofacial surgeon in clearly demonstrating all maxillofacial malformations and the pathological equilibria which it must transform.

In the most severe types of craniofacial dysmorphism it offers better possibilities than other methods of analysis of detecting the various cranial and facial abnormalities which characterise these conditions.

* * *

Toutes les structures céphaliques, molles et dures (viscères (encéphale, yeux), muscles, et squelette) naissent, s'accroissent et s'organisent en équilibre mutuel.

A tout moment, le squelette cranio-facial est donc le reflet des influences subies de la part des éléments avoisinants et des conditions fonctionnelles auxquelles il est soumis.

L'analyse architecturale et structurale cranio-faciale (sur la téléradiographie de profil) :

— objective l'équilibre mutuel des diverses structures osseuses du crâne et de la face : « pièces squelettiques », « unités squelettiques » (qui composent celles-ci), groupement de pièces en « complexes » et « massifs squelettiques » ;

— individualise (pour mieux les étudier) certaines de ces structures et précise leurs relations, normales ou pathologiques.

Dans ce but, elle comporte successivement l'analyse :

- du crâne : voûte et base ;
- de la face, par rapport :
 - au crâne,
 - à l'articulation crania-rachidienne.

I. — ANALYSE DU CRANE

1. — PRINCIPES THÉORIQUES.

Soutenu par le rachis, le crâne porte à sa partie antérieure le massif facial dont le poids est compensé par le tonus des muscles de la nuque, dont l'action se poursuit à l'intérieur de la cavité crânienne par l'intermédiaire des faux du cerveau, du cervelet et de la tente du cervelet : cloisons fibro-aponévrotiques dure-mériennes unies entre elles (en regard de la protubérance occipitale interne) et, d'autre part, aux divers éléments osseux de la base et la voûte du crâne. Dès leur apparition (qui précède celle des premiers points d'ossification), ces muscles et cloisons ont, ainsi, une importance fondamentale dans la morphogenèse du crâne et, par voie de conséquence, de la face.

L'importance de leur action morphogénétique, intimement liée à la statique crania-cervicale, impose le rappel détaillé de leur anatomie et de leur physiologie (fig. 1 à 5) : (13), (16), (20) :

La *tente du cervelet* est une cloison transversale en forme de *toit à deux versants latéraux*, comprise entre le cerveau (situé au-dessus d'elle) et le cervelet (situé en dessous). L'*arête médiane et antéro-postérieure* de ce toit, longue de 5 cm environ, étendue du bord libre (ou petite circonférence) au bord adhérent (ou grande circonférence) de la tente, donne insertion *a)* sur son versant supérieur à la base postérieure de la faux du cerveau, *b)* sur son versant inférieur à la base supérieure de la faux du cervelet. Son *bord postérieur* ou grande circonférence (ou bord adhérent), convexe en arrière, s'étend d'une apophyse clinoïde postérieure à l'autre, en longeant sur la paroi crânienne la ligne de séparation entre les étages moyen et postérieur du crâne. Il s'insère de dedans en dehors : sur la protubérance occipitale interne, sur les deux lèvres de la gouttière du sinus latéral, sur le bord supérieur du rocher, enfin sur l'apophyse clinoïde postérieure. Son *bord antérieur* ou petite circonférence (ou bord libre), fortement concave en avant, présente la forme d'un fer à cheval et limite, avec l'extrémité antérieure de la gouttière basilaire, un large orifice : le foramen ovale de Pacchioni (dont le grand axe long de 4 à 5 cm chez l'adulte) est allongé dans le sens antéro-postérieur. A chacune de ses extrémités, le bord antérieur de la tente du cervelet croise, près de la pointe du rocher, la grande circonférence, passe au-dessus et en dehors d'elle, et va s'attacher à l'apophyse clinoïde antérieure. Les *extrémités des deux bords de la tente du cervelet* forment, après leur croisement, les deux côtés d'un triangle dont le troisième côté est représenté par une ligne antéro-postérieure unissant les deux apophyses clinoïdes. Cet espace triangulaire est comblé par une lame dure-mérienne, formant le toit du sinus caverneux, des trois bords de laquelle partent trois expansions de dure-mère qui descendent vers la base du crâne et forment les parois externe, interne, et postérieure du sinus caverneux (rejoignant ainsi la dure-mère de la

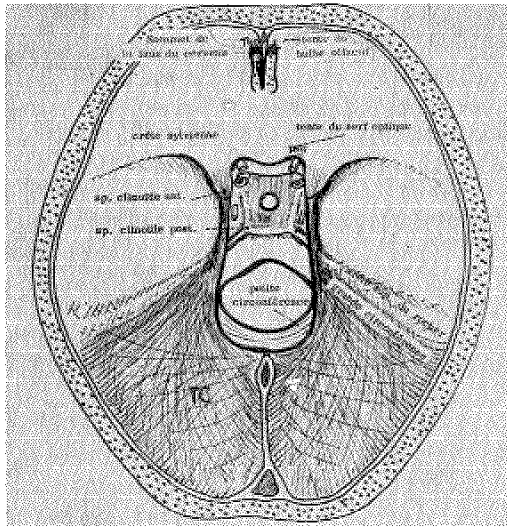


FIG. 1a.

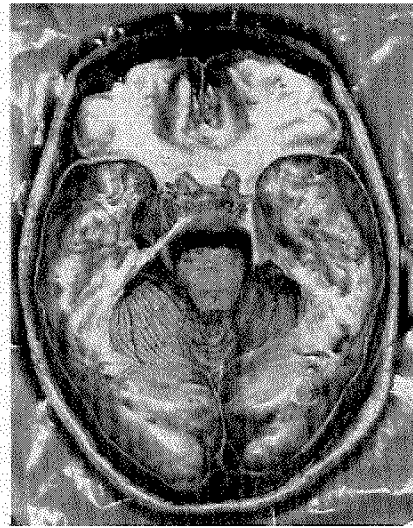


FIG. 1b.



FIG. 1c.

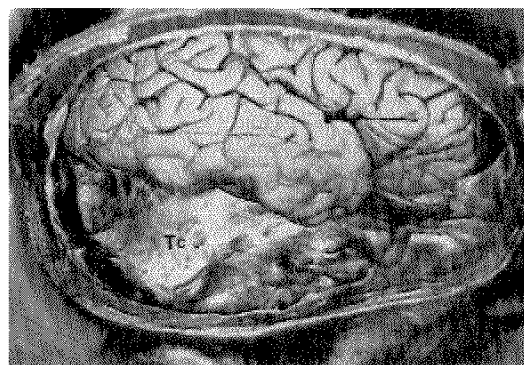


FIG. 1d.

FIG. 1. — Les tentes méningées de la base du crâne, vue supérieure :

a) représentation schématique des tentes du cervelet (TC), de l'hypophyse (TH), du nerf optique (Tno), du bulbe olfactif (Tbo) ;

b) la tente du cervelet a été réséquée au niveau du foramen de Pacchioni, et de part et d'autre de lui. Il en a été de même de la moitié gauche de la petite circonférence de cette tente, du toit des sinus caverneux et de la tente de l'hypophyse.

On voit bien, ainsi, les différences d'orientation du mode de croisement, et d'insertion des extrémités (antérieures) de la petite et la grande circonférence de la tente du cervelet sur les apophyses clinoides antérieures et postérieures.

c) détail des insertions des extrémités antérieures de la tente du cervelet (après résection de la tente de l'hypophyse et du toit du sinus caverneux) :

- à droite : insertion de la petite circonférence (pc) sur l'apophyse clinoides antérieure,
- à gauche : insertion de la grande circonférence sur l'apophyse clinoides postérieure ;

d) sur cette préparation, on voit bien que la tente du cervelet (TC) se prolonge par les autres éléments dure-mériens de la base du crâne et réalise non seulement une cloison entre les loges cérébrales et cérébelleuses, mais aussi le système tenseur de la base.

fosse sphénoïde, du fond de la selle turcique, du bord antérieur du rocher et de la lame quadrilatère du sphénoïde). En dedans, la lame triangulaire du toit du sinus caverneux se continue avec la *tente de l'hypophyse*, tendue au-dessus de la selle turcique et de la glande pituitaire (cf. plus loin).

La *faux du cerveau* est une cloison médio-sagittale interposée entre les deux hémisphères cérébraux, d'aspect falciforme (d'où son nom). On lui distingue une base postérieure, un sommet antérieur, deux bords (supérieur et inférieur) et deux faces latérales. Sa *base*, oblique en bas et en arrière, longue de 5 cm environ (chez l'adulte) est implantée sur le faite de l'arête médiane de la tente du cervelet. Son inclinaison, par rapport à la ligne naso-iniaque est en moyenne de 45 à 50° chez l'adulte. Son *sommet* s'insère sur les bords antérieur et postérieur de l'apophyse cristagalli et se prolonge en avant de celle-ci dans le trou borgne. En arrière de l'apophyse, cette insertion s'étend sur la ligne médiane, entre les gouttières olfactives, jusqu'au voisinage de la suture sphéno-ethmoïdale. Son *bord supérieur*, adhérent et convexe, longe la ligne médiane du trou borgne à la protubérance occipitale interne. Son *bord inférieur*, libre, est concave et mince.

La *faux du cervelet* est, comme la précédente, une lame verticale et médiane située entre les deux hémisphères cérébelleux. Sa *base* supérieure s'unit au versant inférieur de l'arête médiane de la tente du cervelet, dans son tiers postérieur seulement, sur une largeur qui, chez l'adulte, ne dépasse pas 2 cm. Son *bord postérieur*, convexe et adhérent, s'insère sur la crête occipitale interne. Son *bord antérieur*, libre, concave, s'unit avec le précédent un peu au-dessus et en arrière du trou occipital. Son *sommet*, formé par cette réunion, se bifurque en deux parties qui se perdent sur les côtés du trou occipital.

Ces trois solides cloisons dure-mériennes (tente du cervelet, faux du cerveau et du cervelet), intimement unies en regard de la protubérance occipitale interne, sont en état de tension permanente mutuelle, leurs faisceaux étant, en effet, solidaires et « orientés de telle sorte qu'ils utilisent » à plein « leurs propriétés mécaniques à savoir : a) résistance considérable à la traction longitudinale ; b) résistance moindre à la pression transversale ; c) peu de résistance au fléchissement » (13). Dans l'espace, ces cloisons forment un système orthogonal dont l'axe creux est représenté par le sinus droit. Chaque moitié de la tente du cervelet est composée de deux ordres de fibres enchevêtrées les unes avec les autres ; les unes sont disposées dans un sens radiaire, les autres circulairement. Les fibres radiaires passent de la tente du cervelet dans la faux du cerveau. Les fibres circulaires irradient des apophyses clinéoïdes vers la base des deux faux et passent en majeure partie dans la faux du cervelet.

Au système des faux du cerveau, du cervelet, et de la tente du cervelet, s'associent, par ailleurs, les tentes de l'hypophyse, du nerf optique et du bulbe olfactif.

La *tente de l'hypophyse*, solidement fixée en arrière au bord supérieur de la lame quadrilatère du sphénoïde et aux apophyses clinéoïdes postérieures, et unie latéralement aux lames triangulaires inter-clinéoïdiennes, passe en pont au-dessus de la selle turcique et de la glande pituitaire pour s'insérer en avant à la lèvre postérieure de la gouttière optique, au tubercule de la selle, et aux apophyses clinéoïdes antérieures.

La *tente du nerf optique*, est un repli falciforme tendu entre le limbus sphénoïdalis en dedans et le bord interne de l'apophyse clinéoïde antérieure en dehors. Son bord libre postérieur, mince et tranchant, dessine un arc de cercle à concavité postérieure. Il recouvre le nerf optique à son entrée dans le crâne, prolongeant ainsi plus ou moins le canal optique. Latéralement, elle prolonge en arrière la racine supérieure du sphénoïde sur laquelle elle s'insère.

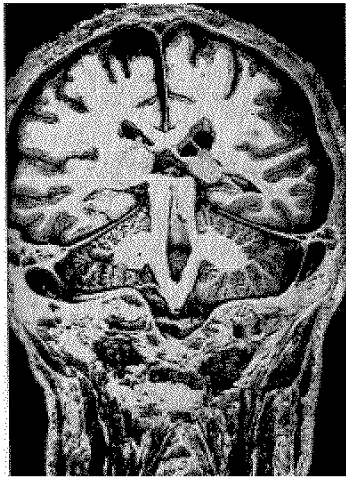


FIG. 2a.

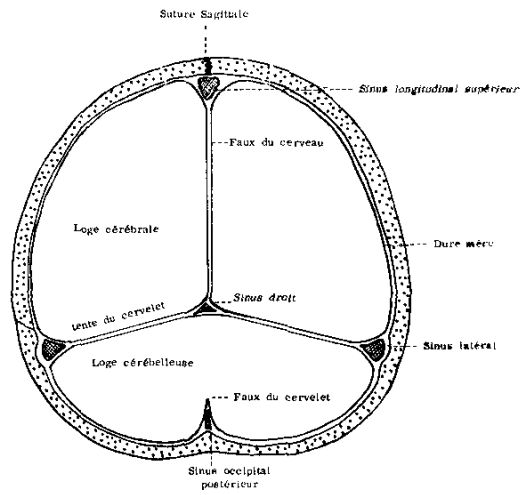


FIG. 2b.

FIG. 2.

a) Coupe frontale passant, en avant de l'extrémité antérieure de la base de la faux du cerveau, par le foramen de Pacchioni, montrant bien l'orientation oblique en bas et en dehors des deux versants de la tente du cervelet ;

b) Coupe frontale passant en arrière du foramen, par la base de la faux du cerveau.

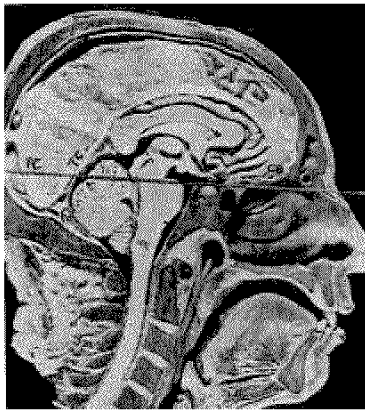


FIG. 3b.

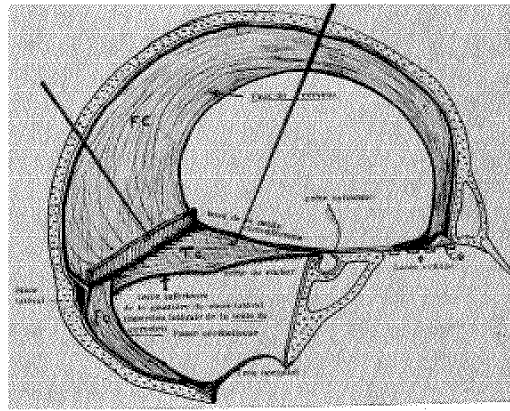


FIG. 3a.

FIG. 3. — Les faux dure-mériennes :

a) représentation schématique, sur une vue latérale un peu oblique,

b) coupe sagittale para-médiane droite. Noter plus particulièrement :

- l'obliquité en bas et en arrière, de la base postérieure de la faux du cerveau (ou grande faux FC),
- la direction verticale de ses attaches antérieures sur l'apophyse crista-galli (CG) et la crête postérieure de celle-ci,
- l'orientation rectiligne du versant endo-crânien de la partie antérieure de la base du crâne.

La tente du bulbe olfactif est constituée par un petit repli transversal et horizontal, situé à la partie antérieure de la fosse olfactive, compris entre la partie antérieure de la base et la crista-galli en dedans et la suture fronto-ethmoïdale en dehors. Ce repli, en forme de croissant et long d'environ 3 à 4 mm, transforme la gouttière olfactive en un petit recessus ostéo-dural dans lequel se loge l'extrémité antérieure du bulbe olfactif.

Rappelons, d'autre part, que la *dure-mère crânienne*, pratiquement inextensible, passe en pont sur toutes les sutures et au niveau des orifices crâniens où elle est traversée par des vaisseaux et des nerfs. Sa face externe recouvre régulièrement la face interne du crâne et s'unit intimement au périoste. « La distinction entre le périoste et la dure-mère proprement dite apparaît nettement au trou occipital où la dure-mère, jusque-là confondue avec le périoste, se sépare de celui-ci pour se continuer avec la gaine dure-mérienne spinale. Ce détail précisé, nous décrirons, comme tous les auteurs, sous le nom de dure-mère crânienne, la membrane fibreuse formée par la fusion du périoste avec la dure-mère proprement dite » (16). L'adhérence de cette dure-mère avec les os qu'elle recouvre est néanmoins très variable : comme l'adhérence du périoste. Ainsi, sur la voûte, la dure-mère se laisse facilement détacher de la surface interne des os, ceci surtout chez le sujet jeune, et n'adhère assez fortement que le long des sutures. Le décollement est particulièrement facile dans la région décrite par G. Marchand sous le nom de « zone décollable », laquelle s'étend : « 1) d'avant en arrière, depuis le bord postérieur des petites ailes du sphénoïde jusqu'à 2 ou 3 cm de la protubérance occipitale interne ; 2) de haut en bas, de quelques centimètres en dehors de la faux du cerveau à une ligne horizontale qui, partant du bord postérieur des petites ailes, rencontre le bord supérieur du rocher et passe au-dessus de la portion horizontale du sinus latéral » (16). Sur la base, par contre, la dure-mère adhère fortement à la paroi osseuse et notamment à l'apophyse crista-galli, la lame criblée, la selle turcique, les apophyses clinoides antérieures et postérieures, la gouttière basilaire, le pourtour du trou occipital, et latéralement, au bord postérieur des petites ailes du sphénoïde (crête sylvienne), et aux bords supérieurs des rochers.

EN RÉSUMÉ : Il existe à l'intérieur du crâne un système fibro-aponévrotique dure-mérien, maintenant sous tension la base et la voûte du crâne, auquel on peut distinguer (fig. 6) :

A. — Un système horizontal, tenseur de la base, maintenant et alignant sur le même plan (sensiblement horizontal) : le pourtour et la face supérieure de la lame criblée, les petites ailes du sphénoïde et notamment leurs bords postérieurs, le toit de la tente de l'hypophyse, les apophyses clinoides (antérieures et postérieures), le bord supérieur des rochers. Les faces latérales du corps du sphénoïde sont étroitement solidaires de ce plan horizontal, par l'intermédiaire des parois des sinus caverneux, eux-mêmes appendues aux lames inter-clinoïdiennes. Ce système tenseur horizontal est essentiellement représenté par les tentes du cervelet, de l'hypophyse, et de la gouttière optique.

B. — Un système sagittal et médian, tenseur de la voûte, étendu du trou occipital à l'apophyse crista-galli. Lié au système horizontal (1. à la tente du cervelet, en regard de la protubérance occipitale interne, 2. à l'extrémité antérieure et au pourtour de la lame criblée), il cintre la voûte, sur le plan sagittal médian, laissant au contraire libre les parties latérales, pariéto-temporales, de celle-ci (où la dure-mère est décollable).

Ces deux systèmes, intimement liés entre eux, sont maintenus en état de tension permanente par les muscles postérieurs et latéraux du cou, notamment par les muscles de la nuque et les sterno-cleïdo-mastoldiens des os temporaux. On comprend ainsi pourquoi et comment :

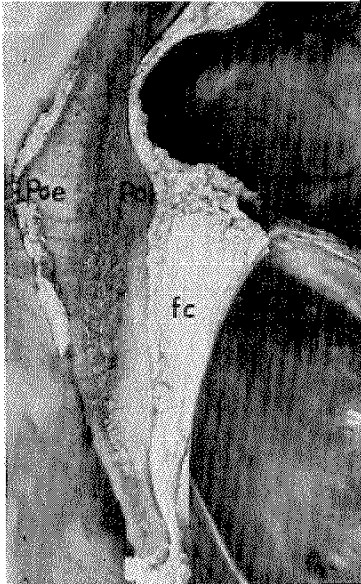


FIG. 4a

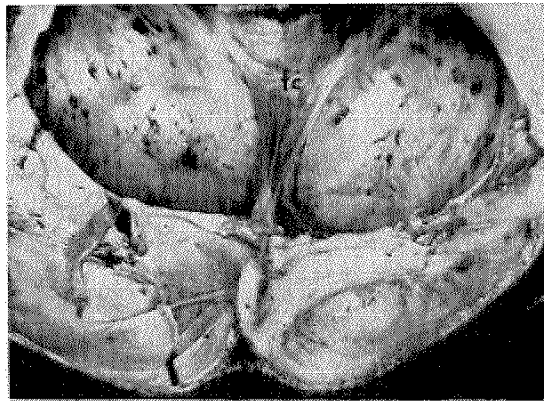


FIG. 4b

FIG. 4. -- La faux du cervelet (petite faux : fc),

a) vue para-médiane droite : noter la situation de la protubérance occipitale interne (p. o. i.) exactement en regard de la protubérance occipitale externe (p. o. e.) ;

b) vue supérieure (après résection partielle de la tente du cervelet et ablation partielle de celui-ci). Noter le dédoublement du sommet de la faux du cervelet, de part et d'autre du trou occipital.

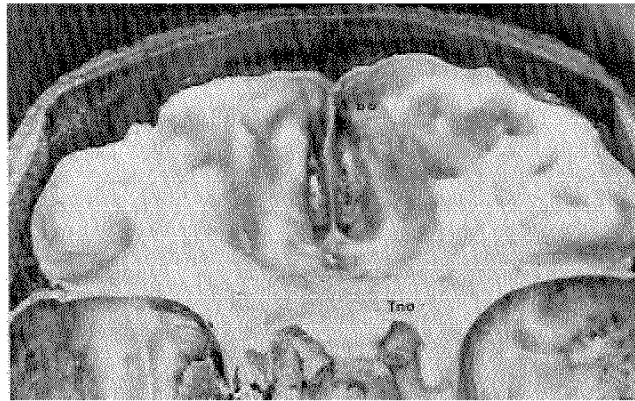


FIG. 5. — Détails de la tente du nerf optique (Tno) et de la tente du bulbe olfactif (Tbo). Noter aussi le mode d'insertion du sommet de la faux du cerveau sur l'apophyse crista-galli et la crête qui prolonge celle-ci, en arrière.

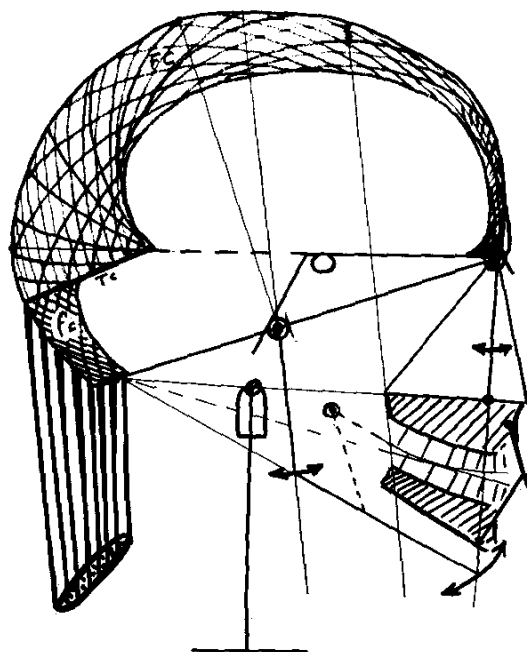


FIG. 6. — Schéma de l'équilibre crano-facial et cervical. Le poids de la face, appendue à la base antérieure du crâne, est compensé par le tonus des muscles de la nuque, dont l'action se prolonge dans la boîte crânienne par l'intermédiaire des faux du cerveau et du cervelet (qui cintent la voûte) et de la tente du cervelet (qui tend la base antérieure du crâne).

Par ailleurs, les articulations cranio-rachidienne, temporo-mandibulaires, le maxillaire, et la mandibule, sont liés par l'équilibre mutuel.

1) toutes les pièces squelettiques du crâne (initialement indépendantes et unies par des sutures souples) s'ordonnent, s'orientent, et se conforment de telle sorte que : a) la partie endo-crânienne de la base (de l'apophyse crista-galli aux apophyses clinoides postérieures) est rectiligne (fig. 7) ; b) la voûte est régulièrement cintrée, du trou occipital à la crista-galli ;

2) la courbure de la voûte du crâne, la situation (et l'orientation) du trou occipital, et l'angle sphénoïdal varient selon la statique ;

3) il existe des corrélations étroites entre la pente de la lame quadrilatère du sphénoïde et la gouttière basilaire de l'occipital (segment postérieur de l'angle sphénoïdal) et l'angulation des rochers (15) ;

4) il est possible de figurer certains segments crâniens par des courbes et droites, et d'analyser leur forme et leur équilibre mutuel par des constructions géométriques.

2. — TRACÉS UTILISÉS POUR L'ANALYSE ARCHITECTURALE ET STRUCTURALE DU CRANE (fig. 8).

Les lignes utilisées sont au nombre de quatre : C 1 à C 4.

A. — La ligne C 1 (ou ligne de « base crano-faciale ») figurant la limite inférieure du crâne et sa frontière avec la face, s'étend de l'articulation fronto-maxillaire, en avant,



7a.



7b.

FIG. 7. — La partie endocrânienne de la base du crâne est rectiligne, de la base de l'apophyse crista-galli aux apophyses clinoides postérieures :

a) vue coupe para-médiane gauche,

b) vue coupe para-médiane droite.

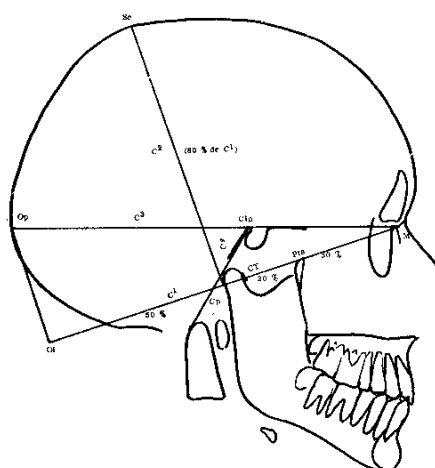


FIG. 8. — Tracés utilisés pour l'analyse architecturale et structurale du crâne.

à la partie la plus postérieure de l'écaïlle de l'occipital. Ses points repères sont d'avant en arrière :

— M (selon Enlow) : point de convergence des sutures fronto-nasale, fronto-maxillaire, et maxillo-nasale,

— CT (point condylien temporal) : à la partie inférieure du versant postéro-inférieur du condyle temporal.

La ligne M-CT est prolongée jusqu'en regard de l'écaïlle de l'occipital, c'est-à-dire jusqu'au point OI (point occipital inférieur) situé à l'intersection de la ligne de base cranio-faciale et de la perpendiculaire, élevée sur cette ligne et tangente à la face externe de l'écaïlle de l'occipital.

Dans son trajet, elle coupe le versant postérieur du condyle mandibulaire en un point CP.

Normalement :

a) CP est situé exactement au milieu de M-OI (c'est-à-dire que $M-CP = CP-OI$); en d'autres termes : la ligne de base cranio-faciale comporte deux segments égaux, que nous appelons : « champ cranio-facial » et « champ cranio-rachidien » (cf. plus loin) ;

b) M-CP passe au sommet de la fente pterygo-maxillaire, par le point Pts (point pterygoidien supérieur) équivalent du point CC de Ricketts (situé au milieu du segment de courbe limitant la partie postéro-supérieure de cette fente).

— Chez le sujet bien équilibré :

— $M-Pts = 60 \%$ de MCP (soit 30% de M-OI).

— $Pts-CP = 40 \%$ de M-CP (soit 20% de M-OI).

B. — La ligne C 2 (ou « hauteur du crâne »), perpendiculaire à la ligne C 1, élevée par le milieu de la distance M-OI, coupe la voûte du crâne en un point SC.

Normalement :

a) SC correspond au point le plus élevé du crâne (par rapport à C 1) ;

b) la voûte du crâne décroît régulièrement en avant et en arrière de ce point ;

c) la longueur de C 2 (de SC à la ligne C 1) équivaut à environ 80% (de 75 à 85%) de M-OI (longueur totale de C 1).

C. — La ligne C 3 (ou « ligne supérieure de la base du crâne »), joint M à Clp (sommet des apophyses clinoides postérieures), puis est prolongée en arrière de celle-ci jusqu'à la corticale externe de l'écaïlle de l'occipital, qu'elle coupe en OP (point occipital postérieur).

Normalement :

a) le segment M-Clp, sensiblement parallèle à la lame criblée (le long de son versant endo-cranien), passe à proximité immédiate du sommet des apophyses clinoides antérieures et du tubercule pituitaire.

b) OP est très proche du point occipital de tangence à la perpendiculaire à la ligne C 1 élevée par OI.

D. — La *ligne C 4* (ou « *pente basilaire* »), joint Clp à la partie inférieure du versant postérieur du sommet de l'apophyse odontoïde.

Normalement :

a) elle suit le versant postérieur de la lame quadrilatère du sphénoïde puis de la gouttière basilaire de l'occipital et passe par le basion ;

b) elle est très voisine du versant postéro-supérieur du condyle mandibulaire et assez souvent tangente à lui.

II. — ANALYSE DE LA FACE PAR RAPPORT AU CRANE ET A L'ARTICULATION CRANIO-RACHIDIENNE

1. — PRINCIPES THÉORIQUES.

A. — La face, implantée au-dessous de la base antérieure du crâne, s'édifie en fonction des *dimensions*, de la *forme*, et de l'*orientation* des pièces squelettiques qui constituent celle-ci, notamment de certains éléments des os :

a) frontal : versant inférieur de la portion horizontale ;

b) ethmoïde : versant inférieur de la lame criblée, lame perpendiculaire, masses latérales ;

c) sphénoïde : face inférieure des petites et grandes ailes, faces inférieure et antérieure du corps, faces antérieures de l'extrémité des apophyses ptérygoïdes ;

d) temporaux : de chaque côté : face antéro-inférieure du rocher et partie articulaire temporo-mandibulaire.

Sur la téléradiographie de profil, le « champ de construction de la face » (ou « champ cranio-facial »), correspondant au segment M-Cp de la ligne de base cranio-faciale (C 1), s'arrête, en arrière, au niveau du versant antérieur de l'os tympanal et du bord postérieur du condyle mandibulaire (point CP).

Nous avons vu précédemment qu'il égale le champ cranio-rachidien (Cp-OI) et est divisé en deux segments M-Pts et Pts-Cp, équivalant respectivement aux 3/5^e et 2/5^e de M-Cp (ou 30 % et 20 % de M-OI). Nous appelons M-Pts : « champ maxillaire » et Pts-Cp : « champ mandibulaire », parce que la totalité des structures maxillaires sont situées en avant des apophyses ptérygoïdes dont les faces antérieures sont normalement alignées sur le bord antérieur des branches montantes mandibulaires (1).

Normalement, de plus, les bords antérieur et postérieur de ces branches montantes sont parallèles.

B. — Implanté au-dessous de l'os frontal et l'ethmoïde (et latéralement des os malaïres), le *maxillaire* reçoit les chocs de mastication qu'il transmet à ses bases « support ».

Ces chocs sont donnés par la mandibule, animée par les muscles masticateurs insérés sur le sphénoïde et les temporaux.

Il en résulte, entre « l'enclume » (maxillaire, ethmoïde, et frontal), d'une part, et le « marteau » (mandibule, sphénoïde, et temporaux) d'autre part, l'apparition puis la persistance d'une « *grande ligne suturale de brisure* » formée par :

— le « système coronal » (de la voûte à la base du crâne et sur celle-ci) comprenant (fig. 9) les sutures :

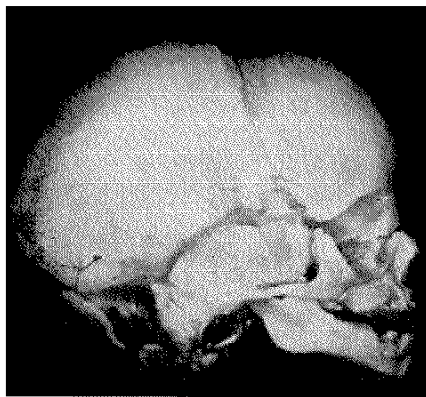


Fig. 9a.

FIG. 9. — La « grande ligne de brisure coronale » sur un crâne de nouveau-né :

a) vue latérale du squelette céphalique : la suture coronale, d'abord fronto-pariétale, se prolonge par la suture fronto-sphénoïdale (qui rejoint la base du crâne). Elle a la même direction que la fente ptérygo-maxillaire ;

b) vue verticale du versant endo-crânien de la base du crâne. La suture coronale se prolonge, au niveau de la base, par les sutures fronto-sphénoïdales (entre portion horizontale de l'os frontal et grandes ailes (Ga), puis petites ailes (pa) du sphénoïde), puis par la suture ethmoïdo-sphénoïdale (entre lame criblée (ici enlevée) et corps du sphénoïde).



Fig. 9b.

- fronto-pariétales,
- fronto-sphénoïdales (entre os frontal et grandes ailes, puis petites ailes du sphénoïde)
- fronto-ethmoïdale et sphéno-ethmoïdale, circonscrivant la lame criblée ;
- les fentes ptérygo-maxillaires puis les sutures maxillopalatine transverse et ptérygo-palatines.

Normalement, la frontière entre ces structures (qui donnent et reçoivent les chocs de mastication) est bien figurée par la ligne qui va du bregma au sommet des fentes ptérygo-maxillaires.

C. — Dans toutes les races animales, l'orientation du maxillaire, par rapport à la base du crâne (« degré de prognathisme maxillaire ») est fonction de la statique, ceci classiquement sous l'influence de la gravité (et compte tenu du type de mastication) (6).

Sans doute faut-il aussi tenir le plus grand compte de l'action de la faux du cerveau (et de ses changements de direction, selon la statique cervico-céphalique) qui s'insère solidement sur la crista-galli (et la crête médiane qui lui fait suite) et de ce fait conditionne l'orientation de la lame criblée et de l'ensemble de l'ethmoïde.

Chez l'homme, dont la statique est verticale (et la lame criblée horizontale) (cf. plus haut), le maxillaire est lui-même orienté verticalement (comme l'extrémité antérieure de la faux du cerveau). De plus, la perpendiculaire à la lame criblée (dont la direction, rappelons-le, est figurée par la ligne C 3), abaissée par l'implantation supérieure des os maxillaires supérieurs (articulations fronto-maxillaire) passe, normalement, par l'entrée supérieure du canal naso-palatin (17).

D. — Les mouvements de la tête agissant à la fois sur la morphogenèse du crâne (voûte et base) et de la face, il en résulte que le plan supérieur du palais osseux (versants supérieurs des palais primaire (pré-maxillaire) et secondaire (lames palatines) est normalement aligné sur l'articulation crania-rachidienne, et plus particulièrement sur le sommet de l'apophyse odontoïde (laquelle, embryologiquement, correspond au corps vertébral de l'atlas et est solidement liée au basion par les très résistants ligaments occipito-odontoïdiens) (fig. 10).

Normalement, de plus, chez l'homme, compte tenu de sa statique érigée, la ligne bi-spinale est horizontale (donc parallèle à C 3).

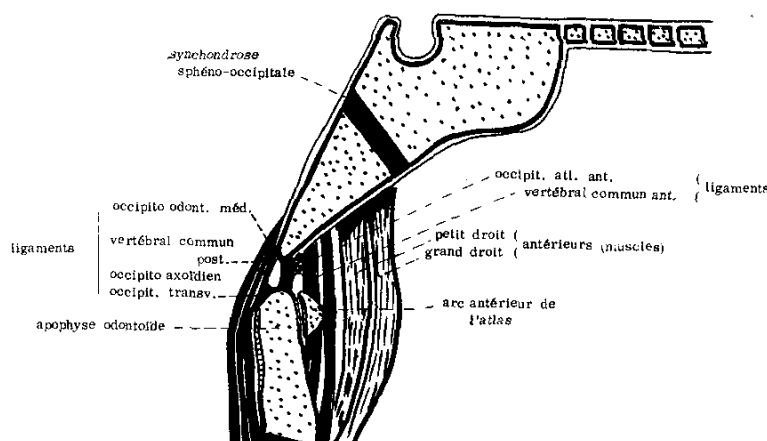


FIG. 10. — Articulation crania-rachidienne.

E. — Divers travaux récents ont montré que la mandibule et, plus généralement, tous les tissus de l'étage mandibulaire (notamment le massif lingual) se « positionnent » en tenant le plus grand compte de la « référence maxillaire » (14-19) et de la statique cervicale (3).

Il en résulte qu'il existe entre :

- a) l'orientation et la situation du maxillaire par rapport au crâne et à l'articulation crania-rachidienne,
- b) l'orientation et la situation de la mandibule et notamment de sa partie dentée, des rapports d'équilibre qui conditionnent le plan occlusal normal ou pathologique.

Un de ceux-ci règle la *hauteur antérieure des étages supérieur et inférieur de la face* : Cliniquement, il est admis que normalement les distances ophryon-point sous-nasal et point sous-nasal-point sous-mental sont *égales*.

Sur la téléradiographie de profil (où les points de repère sont différents), Wendel Willie a précisé que la hauteur faciale antérieure représentée par la ligne Na (nasion) — niveau du point menton osseux (Me) présente deux segments (de part et d'autre du sommet de l'épine nasale antérieure), lesquels sont normalement dans les rapports : ENA — Na = 45 % et ENA — niveau de Me = 55 % (de la hauteur faciale antérieure totale).

D'autres rapports d'équilibre, moins étudiés, lient *l'orientation du bord basilaire de la mandibule (et du plan d'occlusion)* :

a) à la *région occipito-rachidienne* et notamment à la partie la plus basse de l'écaille de l'occipital (qui elles-mêmes sont liées par de nombreuses connexions ligamentaires et musculaires) ;

b) à la situation de *l'articulation temporo-mandibulaire*.

Ces rapports expliquent les *modifications mandibulaires* observées durant la phylogenèse en fonction des modifications de la statique : avec notamment augmentation de hauteur des branches montantes, parallèlement à l'adoption d'une station de plus en plus érigée, et corrélativement, rapprochement des articulations cranio-rachidienne et temporo-mandibulaire (l'une par rapport à l'autre et par rapport à l'articulation fronto-maxillaire).

2. — TRACÉS UTILISÉS POUR L'ANALYSE DE LA FACE PAR RAPPORT AU CRANE ET A L'ARTICULATION CRANIO-RACHIDIENNE.

Huit lignes sont nécessaires (CF 1 à CF 8) :

— CF 1, CF 2 et CF 3 étudient l'*équilibre antéro-postérieur* des structures faciales par rapport à la partie antérieure du crâne (fig. 11) ;

— CF 5 (tracée la 5^e) et CF 8 (tracée habituellement la 8^e) étudient les rapports d'*équilibre vertical* (antérieurs (étage supérieur et inférieur) et postérieur) de la face (fig. 12) :

— CF 5 sert de référence pour le tracé de CF 6 et pour cette raison est tracée avant elle,

— CF 8 objective l'égalité normale des segments : C 1 — épine nasale et C 1 — angle mandibulaire. Dans les cas d'importantes anomalies des branches montantes mandibulaires ou de l'écaille de l'occipital, cette ligne est tracée la 6^e (nous y reviendrons) ;

— CF 4, CF 6 et CF 7 analysent les rapports d'*équilibre des plans palatin, mandibulaire et occlusal*, par rapport à l'articulation cranio-rachidienne et à la partie postéro-inférieure du crâne (fig. 13).

A. — La *ligne CF 1* (ou ligne « *antérieure* » d'équilibre cranio-facial) est tracée *perpendiculairement* à C.3 à partir de FM (point fronto-maxillaire) : point « construit » à l'intersection de C.3 et de la ligne qui prolonge la crête lacrymale antérieure.

En pratique, cette crête est généralement bien visible, dans l'axe médian de l'extrémité supérieure (orbitaire) de la branche montante maxillaire ; elle se dirige vers le noyau de renforcement (lui-même surmonté par une petite crête osseuse de cloisonnement sinusien) qui déforme la base du sinus frontal (cf : fig. 7).

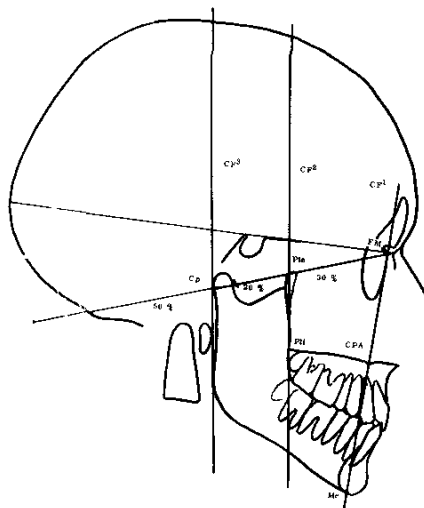


FIG. 11.

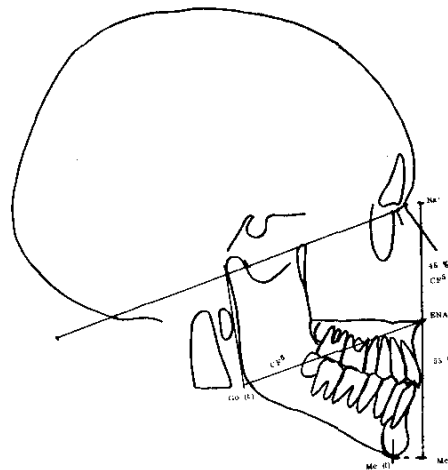


FIG. 12.

FIG. 11. — Lignes étudiant l'équilibre antéro-postérieur des structures faciales par rapport à la partie antérieure du crâne.

FIG. 12. — Lignes étudiant les rapports d'équilibre de la face, dans le sens vertical.

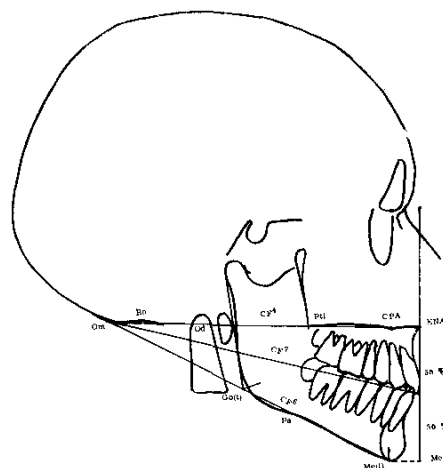


FIG. 13. — Lignes étudiant les rapports d'équilibre des plans palatin, mandibulaire et occlusal par rapport à l'articulation crânio-rachidienne et à la partie inférieure du crâne.

Normalement, CF 1 se confond avec le « pilier antérieur maxillaire » (3), (17) qui, à partir de FM, suit la crête lacrymale antérieure (de haut en bas), passe juste en avant du point orbitaire inférieur, puis par la berge antérieure de l'orifice supérieur d'entrée du canal naso-palatin (CPA) et par l'hypomochlion de la canine supérieure permanente (chez l'enfant : par l'hypomochlion de la canine temporaire, si elle n'est pas rhizalisée, ou, après rhizalyse, par le germe de la canine permanente).

Au-delà du plan oclusal, CF 1 passe normalement par : l'apex de l'incisive centrale inférieure, l'union des 1/3 postérieur et moyen de la symphyse, et le point menton osseux (Me).

Vers le haut, son prolongement divise le sinus frontal en deux parties, de base sensiblement égale, mais de hauteur nettement différente (au profit de la partie antérieure).

Précisons cependant que ces *conditions idéales d'équilibre* cranio-facial, où CF 1 est parfaitement perpendiculaire à C 3 et où, d'autre part, tous les points repères maxillaires et mandibulaires sont bien alignés, ne sont pas absolument indispensables.

La face, en effet, peut être *convenablement équilibrée*, malgré une augmentation du pilier antérieur maxillaire, par rapport à C 3, un peu différente de 90°, à la *condition toutefois que tous les points repères* (maxillaire et mandibulaire : de FM à Me) *soient exactement sur la même ligne*.

Chez le sujet jeune, notamment, avant la fin de la croissance mandibulaire, il est même fréquent que le pilier antérieur soit un peu basculé en arrière.

Ceci confirme les conceptions classiques et l'opinion des cliniciens selon lesquels à côté du type *ortho-frontal* (« idéal »), où le profil labio-mentonnier est tout entier inscrit entre les plans de Izard et Simon, on doit considérer comme *également normaux* les types *trans et cis frontaux*.

B. — La *ligne CF 2* (ou ligne « moyenne » d'équilibre cranio-facial) est tracée de Br (sommet de la suture fronto-pariétale = point bregma) à Pts, et prolongée vers le bas jusqu'à son intersection avec le bord basilaire de la mandibule.

Normalement, cette ligne :

a) passe également par Pti (point ptérygoïdien inférieur : identique au point T de Chateau = intersection de l'axe de la fente ptérygo-maxillaire et du bord supérieur du palais, dans le prolongement immédiat du sommet de la fente ptérygo-maxillaire) ;

b) suit, au-dessous de Pti, le bord antérieur de la branche montante de la mandibule (1) ;

c) coupe le bord basilaire de la mandibule approximativement au milieu de la distance gonion-gnathion.

Nous appelons le segment Pts-Pti : « pilier moyen ptérygoïdien ».

C. — La *ligne CF 3* (ou ligne « postérieure » d'équilibre cranio-facial) est tracée, parallèlement à CF 2, tangentiellement au bord postérieur du condyle mandibulaire.

Normalement, elle est, aussi, tangente au bord postérieur de l'angle mandibulaire et se confond, par suite, avec le « pilier postérieur mandibulaire » (tangente condylogoniaque).

D. — La *ligne CF 4* (ou ligne « cranio-palatine ») est tracée de ENA (épine nasale antérieure) à l'articulation cranio-rachidienne.

Normalement, en position « naturelle » de la tête (18), CF 4 passe successivement par :

- l'arc antérieur de l'atlas (moitié supérieure) ;
- le sommet de l'apophyse odontoïde (Od : un peu au-dessous de l'extrémité supérieure de cette apophyse) ;
- l'encoche rétro-condylo-occipitale (Bo : point Bolton).

D'autre part, normalement, CF 4 :

- a) est parallèle à C 3 (ligne antérieure de la base du crâne),
- b) suit exactement le versant supérieur du palais osseux (primaire et secondaire), lequel est rectiligne,
- c) passe par Pti,
- e) affleure, ou coupe sur une très faible hauteur, la partie la plus basse de l'écaille de l'occipital.

E. — La ligne CF 5 (ou hauteur faciale « théorique ») est tracée *perpendiculairement* à CF 4, par ENA.

En haut, elle s'arrête au point Na' : projection de Na (normalement Na' est un peu en avant de Na).

En bas, elle s'arrête au point Me' : situé à une distance de ENA égale à 55 % de la distance Na'—Me' (Na'—ENA = 45 % de Na'—Me'). En pratique, on mesure la distance Na'—Me' en doublant Na'—ENA et en y ajoutant le neuvième de cette somme.

Notons que Me' définit très exactement la situation du point menton osseux « idéal » (Me), lequel est situé à l'intersection de CF 1 et de la parallèle à CF 4 passant par Me'.

Normalement, de plus, CF 5 est sensiblement tangente au bord des incisives centrales supérieures, ou passe juste en avant de celles-ci.

F. — La ligne CF 6 (ou ligne cranio-mandibulaire) passe par Me (idéal) et est tangente à la partie basse de l'écaille de l'occipital.

Normalement, cette ligne longe le bord basilaire de la mandibule, de Me à Pa (encoche pré-angulaire = No de Bimler), mord un peu sur l'angle, et se termine en coupant CF 4 en Om (point occipito-manducateur), voisin du point de tangence à l'occipital.

Il faut noter, toutefois, que la partie postéro-inférieure de l'écaille de l'occipital peut elle-même présenter des modifications telles que cette référence postérieure de CF 6 est inutilisable. Il est alors préférable de se référer à la hauteur de la branche montante mandibulaire, si celle-ci est normale (ce qu'on vérifie par le tracé de la ligne CF 8 : parallèle à C 1, passant par ENA (cf. plus loin). Cette ligne, en effet, coupe normalement CF 3 en Go (t) (gonion théorique), lequel est donc normalement situé à l'intersection de CF 3, CF 6 et CF 8 (fig. 14).

Lorsque l'écaille de l'occipital est anormale, on tracera donc CF 6 en joignant Me(t) à Go(t) repéré à l'intersection de CF 3 et CF 8.

G. — La ligne CF 7 (ou ligne cranio-occlusale), joint Om au milieu du segment ENA—Me' (Elle est ainsi située très peu au-dessus de la bissectrice de l'angle ENA—Om—Me(t)).

Normalement, CF 7 est tangente aux faces occlusales des prémolaires, et passe un peu au-dessous du bord des incisives inférieures.

H. — *La ligne CF 8*, est la parallèle à C 1 passant par ENA et, normalement, par l'intersection de CF 3 et CF 6 (Go(t)), soit très peu au-dessus de l'angle mandibulaire. Lorsque CF 8 coupe CF 3 plus haut, il s'agit soit d'une hypoplasie maxillaire verticale, soit d'un excès de longueur de la branche montante mandibulaire (par exemple en cas d'hypercondylie). C'est l'inverse, en cas d'hypocondylie.

Dans les cas, les mieux équilibrés, enfin, l'arc de cercle de rayon FM — face occlusale des prémolaires, passe par le centre du condyle mandibulaire.

3. — **ANALYSE ARCHITECTURALE ET STRUCTURALE CRANIO-FACIALE COMPLÈTE** (fig. 14) telle que nous venons de la décrire, emprunte aux diverses analyses téléradiographiques, connues en orthopédie dento-faciale, plusieurs points et lignes repères. Elle comporte, aussi, de nombreuses analogies avec les constructions et conceptions de Broadbent, M. Chateau, Wendel-Willie, Bimler, Sassouni, Enlow, Ricketts, Leroi-Gourhan, Delattre et Fénard, Gudin, etc... (12).

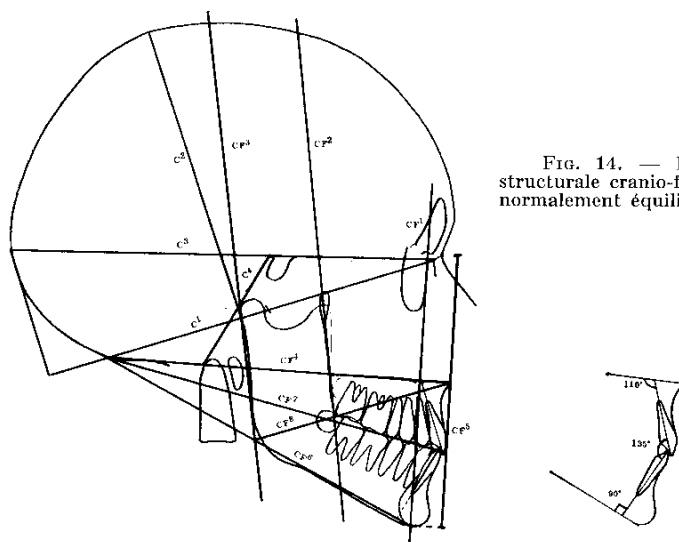


FIG. 14. — L'analyse architecturale et structurale craniofaciale, complète, d'un sujet normalement équilibré.

Son originalité est :

1) *de ne pas se référer à des moyennes statistiques mais seulement à des proportions, influencées par les particularités individuelles de chaque squelette dans le cadre de sa propre architecture craniofaciale ;*

2) *de prendre en considération l'ensemble des structures squelettiques (crâniennes et faciales), ce qui permet, en se référant à celles qui sont restées normales, de retrouver la forme qu'auraient dû, normalement, avoir les régions malformées ;*

3) *pour l'orthodontiste : de placer la denture dans son contexte céphalique et d'objectiver, ainsi, certains facteurs pathogéniques des dysmorphoses dento-faciales (tels, par exemple, que les anomalies de la base du crâne ou de la région cervico-occipitale) ;*

4) pour le chirurgien maxillo-facial :

- de bien objectiver l'ensemble des malformations cranio-faciales et ainsi :
 - de mieux comprendre leur étiopathogénie,
 - de mieux choisir ses opérations,
 - d'accroître la qualité de ses résultats ;

— au besoin, de dessiner la face « équilibrée » propre au patient, dans le cadre de son architecture squelettique céphalique particulière, dessin qui lui servira de référence pour préparer et accomplir ses actes opératoires.

Il est bien évident, néanmoins, que nous nous garderons d'accorder une confiance totale à ces tracés analytiques ou reconstructions théoriques, qui seront nécessairement complétés :

1) par l'étude détaillée de la téléradiographie et de toutes les structures dures et molles que l'on peut y distinguer : sinus frontal, os propres du nez, orbite, sinus maxillaire ; forme de l'épine nasale, de l'os alvéolaire (et notamment des étages sus et sous-alvéolaires), du menton osseux, du palais osseux, du voile, du condyle, du coroné, de l'angle mandibulaire, de la langue, de l'os hyoïde, des vertèbres cervicales, etc...

2) par l'examen clinique minutieux ;

3) éventuellement par une autre analyse céphalométrique : notamment par l'analyse architecturale et structurale de la face (17), (21), (22), (23), avec étude de l'orientation des incisives supérieures et inférieures par rapport aux plans mandibulaire et palatin, et entre elles.

Normalement :

$$i/CF\ 6 \neq 90^\circ, \quad I_i/CF\ 4 \neq 110^\circ (\pm 2) \quad I/i = 135^\circ (\pm 5^\circ) ;$$

4) en cas d'assymétrie faciale : par une analyse tridimensionnelle (associant à la téléprofil des téléradiographies de face et en incidence verticale).

III. — EXEMPLES D'ANALYSES CRANIO-FACIALES

Leur choix, obligatoirement limité, a été guidé par le désir de montrer les possibilités de la méthode, des cas les plus simples aux cas extrêmes (lorsque notamment certains repères de l'analyse sont absents ou nettement pathologiques).

EXEMPLE N° 1. — R... François, 13 ans (fig. 15).

C 1, C 2, C 3, C 4 : R. A. S. : crâne (voûte et base) parfaitement équilibré.

CF 1 : par rapport à cette ligne d'équilibre, le pilier antérieur maxillaire est un peu basculé en arrière, mais passe, comme normalement, par la crête lacrymale antérieure, le versant antérieur de l'orifice d'entrée du canal palatin antérieur, l'hypomochlion de la canine supérieure, l'apex de l'incisive centrale inférieure et le point menton osseux.

Il existe donc un bon équilibre maxillo-mandibulaire antéro-postérieur.

Par contre :

- le peu de concavité des courbes alvéolaires sous-épineuse et sus-mentale,
- et la vestibulo-version des incisives supérieures et inférieures :

$$(I/CF\ 4 = 116^\circ (+ 6^\circ) \text{ --- } i/CF\ 6 = 99^\circ (+ 9^\circ) \text{ --- } I/i = 122^\circ \text{ (--- } 13^\circ))$$

objectivent l'existence d'une bi-pro-alvéolie d'importance moyenne.

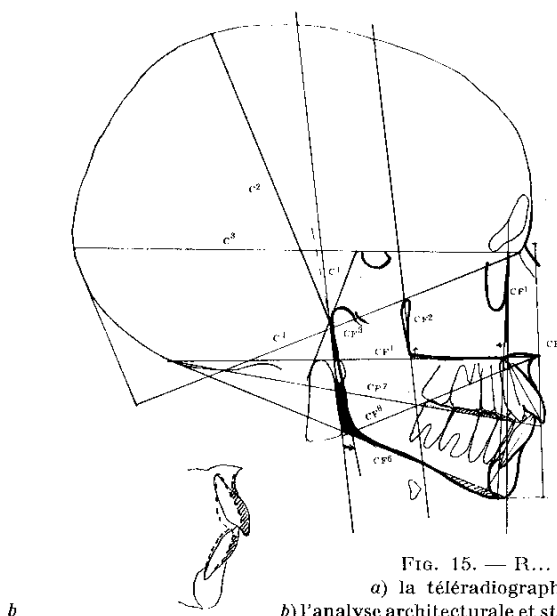
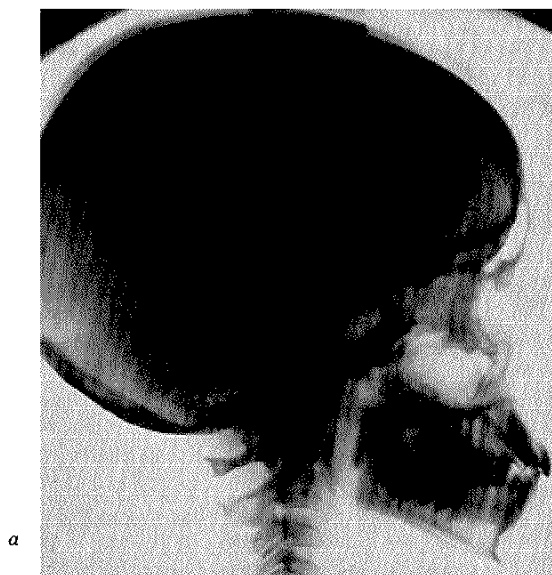


FIG. 15. — R... François :

a) la téléradiographie de profil ;

b) l'analyse architecturale et structurale cranio-faciale.

CF 2 : passe (normalement) par le pilier moyen ptérygoïdien et sensiblement par le milieu du bord basilaire de la mandibule.

CF 3 : par rapport à cette ligne d'équilibre, le pilier postérieur mandibulaire est assez nettement basculé en avant.

CF 4 : peut être considérée comme normale, bien qu'elle coupe nettement l'écaille de l'occipital. A noter une légère surélévation de la partie postérieure du palais osseux.

CF 5 : est de même normale :

- 1) $Na'-ENA : 45 \%$ et $ENA-Me' = 55 \%$ de $Na'-Me'$,
- 2) Me' est exactement au même niveau que Me .

(Noter toutefois que cette ligne coupe la couronne des incisives centrales supérieures, ce qui confirme leur vestibulo-version.)

CF 6 : passe un peu au-dessous de l'angle mandibulaire (et au-dessus de la partie antérieure du bord basilaire). Ceci est une conséquence de la légère bascule en avant de la branche montante.

CF 7 : passe un peu au-dessous du plan occlusal prémolo-molaire. Cette constatation, la légère surélévation de la partie postérieure du palais secondaire, et l'ascension (avec légère avancée) de l'angle mandibulaire, objectivent l'existence d'une discrète réduction de hauteur de la partie postérieure de la face (avec position haute de la portion correspondante de la langue).

CF 8 : confirme la bonne proportion des hauteurs du maxillaire et de la branche montante mandibulaire.

En résumé : Légère bi-pro-alvéolie avec vestibulo-version incisivo-canine, associée à une légère ascension postérieure du plan occlusal, de l'angle mandibulaire, et de la partie postérieure du palais osseux (que l'on peut raisonnablement penser être d'origine fonctionnelle).

(A l'examen clinique, il existait effectivement une disfonction linguale.)

EXEMPLE N° 2. — S... Catherine, 20 ans (fig. 16) :

C 1, C 2, C 3, C 4 : R. A. S. crâne bien équilibré.

CF 1 passe :

- normalement par FM, CPA et l'hypomochlion de la canine ;
- nettement :
 - en arrière de l'apex des incisives centrales inférieures,
 - en avant du point menton osseux.

Noter par ailleurs :

- le peu de concavité des ensellures alvéolaires sous-épineuse et sus-mentale,
- la vestibulo-version des incisives supérieures et inférieures,
- l'obliquité des canines permanentes,
- la béance frontale antérieure.

Tous ces signes témoignent d'une bi-pro-alvéolie, avec vestibulo-version incisivo-canine sur une base maxillaire normale alors que la mandibule est un peu en retrait.

CF 2 : passe en avant du milieu du bord basilaire. Ceci confirme le retrait du menton osseux.

CF 3 : objective la bascule postérieure du pilier postérieur mandibulaire.

CF 4 : bon alignement des points repères. Noter toutefois le net abaissement de la partie moyenne du plan palatin (témoignage d'une position basse de la langue).

CF 5 : le point menton osseux théorique ($Me(t)$) est nettement situé au-dessus (et un peu en avant) du Me de la patiente : bascule postéro-inférieure du menton osseux.

Noter, par ailleurs, l'aplatissement de l'éminence mentonnière, traduisant une disfonction labio-mentonnière.

CF 6 : passe nettement au-dessus du bord basilaire : confirmation de l'abaissement du corps de la mandibule.

CF 7 : objective un net abaissement du plan occlusal prémolo-molaire par extrusions dentaires supérieures (qui concorde avec l'abaissement de la partie moyenne du palais osseux et du bord basi-

- a) la téléradiographie de profil ;
 b) l'analyse architecturale et
 structurale cranio-faciale ;
 c) l'image de la face « théori-
 que » (en blanc) de cette patiente,
 par comparaison avec son état
 actuel (en grisé).



FIG 16a.

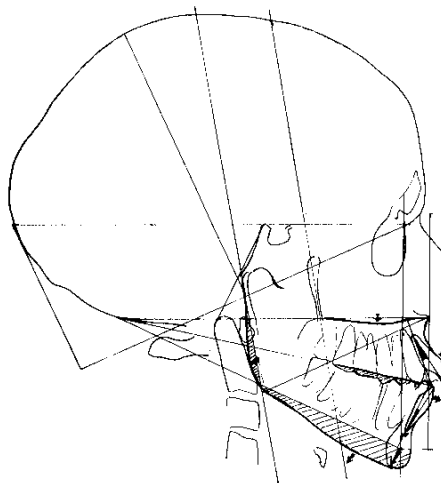


FIG. 16b.

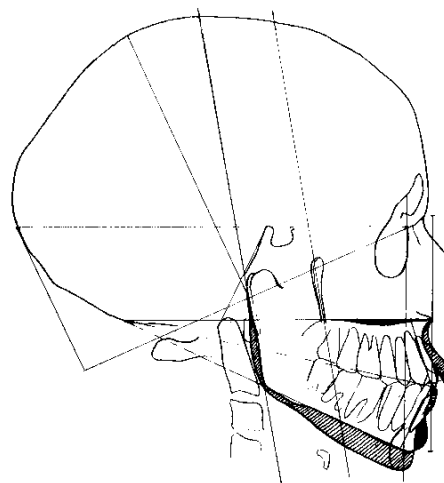


FIG. 16c.

FIG. 16. — S... Catherine.

laire de la mandibule). Noter aussi l'excès de hauteur de la partie antérieure de l'étage sous-alvéolaire apical (par extrusion compensatrice des dents antérieures et inférieures).

CF 8 : montre la bonne égalité de hauteur des segments supérieur et postérieur de la face.

En résumé :

— bi-proalvéolie avec vestibulo-version incisivo-canine et béance frontale antérieure,
— infragnathie mandibulaire avec bascule postérieure de la mandibule,
— anomalies de nature fonctionnelle (disfonction oro-labio-mentonnaire : déglutition atypique, crispation mentonnaire, et position basse, habituelle de la langue).

EXEMPLE N° 3. — B... Fernande, 48 ans (fig. 17) :

C 1 : base crânio-faciale longue par rapport à C 2 avec égalité des champs crânio-facial et crânio-rachidien.

C 2 : passe au sommet du crâne, mais est courte par rapport à C 1 ($C 2/C 1 = 0,73 \%$).

C 3 et C 4 : R. A. S.

CF 1 : par rapport à cette ligne d'équilibre, le pilier antérieur est légèrement basculé en arrière, mais il passe normalement par le canal naso-palatin, l'apex de l'incisive centrale inférieure et le point menton osseux. Les rapports maxillo-mandibulaires antérieurs sont donc convenables. Par contre, ce pilier antérieur (et même CF 1) passe nettement en arrière de l'hypomochlion de la canine supérieure. Ceci, associé à la faible concavité alvéolaire sous-nasale, traduit l'existence d'une importante proalvéolie globale de l'arcade supérieure, partiellement compensée par la linguo-version incisive. ($I/CF 4 = 91^\circ (-19^\circ)$).

CF 2 : R. A. S.

CF 3 : met en évidence une légère bascule postérieure du bord postérieur de la branche montante (ou plus vraisemblablement une hypertrophie postérieure de l'angle mandibulaire).

CF 4 : bien parallèle à C 3, met en évidence une importante ascension de la partie postérieure du palais osseux.

CF 5 : objective une importante réduction de hauteur de la partie antérieure de l'étage inférieur de la face (chiffable à 7 mm).

CF 6 : confirme l'importante bascule en haut du menton osseux et aussi du bord basilaire de la mandibule, avec fermeture de l'angle.

CF 7 : objective l'importance de l'ascension du plan occlusal prémolo-molaire (de 6 à 8 mm) par intrusion de l'arcade dentaire supérieure.

CF 8 : montre le bon rapport des branches maxillaire antérieure et mandibulaire postérieure. Noter, par ailleurs, la position haute de l'os hyoïde.

En résumé : Dolichocéphalie avec égal allongement des champs crânio-facial et crânio-rachidien.

Importante réduction de hauteur de l'étage inférieur de la face avec ascension du menton, du bord basilaire, du plan occlusal, et supra-clusion incisive. Noter, aussi, l'importante ascension de la partie postérieure du palais osseux.

Occlusion dentaire de type classe II, division II.

(Signalons que la patiente avait consulté pour une arthrite temporo-mandibulaire).

EXEMPLE N° 4. — P... Henri, 24 ans (fig. 18) :

C 1 : ligne de base crânio-faciale proportionnellement courte par rapport à la hauteur du crâne ($C 2 = 83 \%$ de C 1). Champ crânio-facial et champ crânio-rachidien égaux, mais réduction du champ mandibulaire (de 3 mm) par rapport au champ maxillaire (noter que pour la délimitation postérieure de cette ligne il n'a pas été tenu compte du sommet, exagérément développé, de la protubérance externe).

C 2 : coupe bien le sommet du crâne, mais est un peu longue par rapport à C 1.

C 3 et C 4 : R. A. S.

CF 1 :

— passe en avant de CPA et de l'hypomochlion de la canine supérieure (= bascule postérieure du pilier antérieur maxillaire),

- a) la téléradiographie de profil ;
 b) l'analyse architecturale et structurale cranio-faciale ;
 c) la face « idéale » (en noir) par rapport à la face actuelle (en blanc).



FIG. 17a.

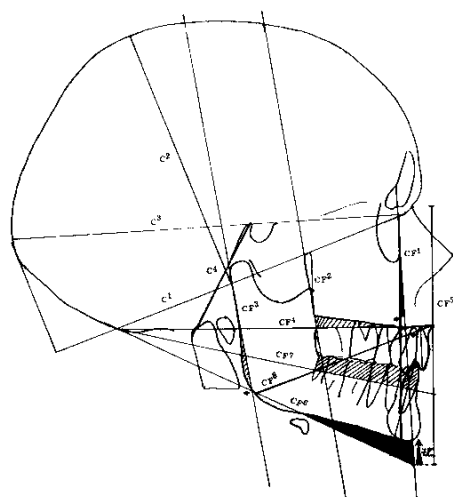


FIG. 17b.

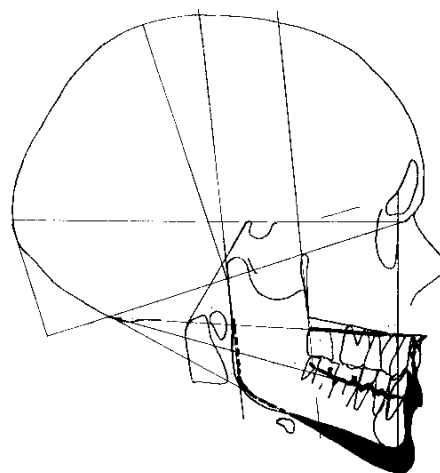


FIG. 17c.

FIG. 17. — B... Fernande.

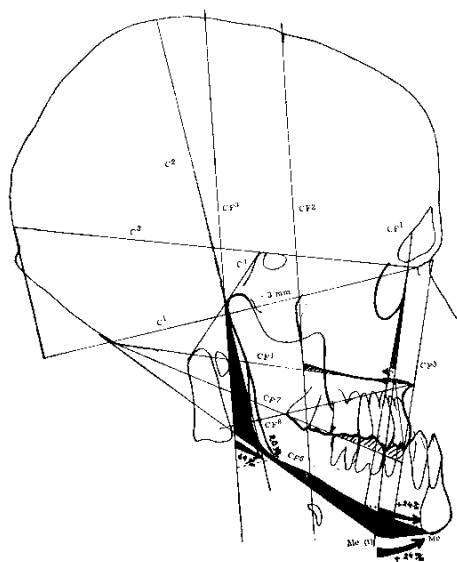


FIG. 18b.



FIG. 18a.

FIG. 18. - P... Henri :

- a) la téléradiographie du 13/4/67 ;
b) l'analyse architecturale et structurale cranio-faciale.

— passe très en arrière :

- de l'apex des incisives centrales inférieures (= 24 mm),
- du point menton osseux (= 24 mm).

Prognathie mandibulaire très importante.

CF 2 : passe :

- très en arrière du bord antérieur de la branche montante mandibulaire,
- très près de l'angle mandibulaire.

Ceci confirme l'importance de la prognathie mandibulaire.

CF 3 : objective une importante bascule en avant du pilier postérieur mandibulaire (que l'on peut chiffrer à 14 m/m au niveau de l'angle).

CF 4 : bon alignement des points repères, mais noter l'ascension de la partie postérieure du palais osseux (= situation haute de la partie postérieure de la langue).

CF 5 : le point menton osseux théorique (Met) est situé nettement au-dessous, et surtout très en arrière de Me (= 24 mm). Noter, par ailleurs, que l'extrémité supérieure de cette ligne est très voisine du nasion, ce qui confirme le léger retrait maxillaire.

CF 6 : passe nettement au-dessous de l'angle mandibulaire et du bord basilaire, ceci de plus en plus nettement vers l'avant = confirmation de la bascule en avant de la branche montante et de l'ascension de la partie antérieure du corps mandibulaire.

CF 7 : passe nettement au-dessous du plan occlusal prémolo-molaire = ingression de la première molaire et surtout des prémolaires *supérieures* (ceci confirme la supragathie mandibulaire) ; par contre, les deux dernières molaires supérieures sont un peu extrusées.

CF 8 : passe très nettement au-dessus de l'angle mandibulaire = excès de longueur de la branche montante que (compte tenu de la projection de la partie inférieure de l'angle sur CF 3) l'on peut chiffrer à 20 mm. Ceci est confirmé par l'évidente grande longueur du col du condyle.

Par ailleurs : $I/CF\ 4 = 106^\circ (-4)$; $i/CF\ 6 = 54^\circ (-36)$.

En résumé : Très importante *prognathie mandibulaire* avec allongement prédominant nettement sur la branche montante.

Légère *rétrognathie maxillaire*.

EXEMPLE N° 5. — P... Henri, 25 ans : 10 mois après ostéotomie sagittale des branches montantes de la mandibule et glossectomie partielle antérieure (fig. 19) :

C 1, C 2, C 3, C 4 : R. A. S. (cf. fig. 18).



FIG. 19a.

FIG. 19. — P... Henri :

- a) la téléradiographie de profil du 23/2/68 ;
- b) l'analyse architecturale et structurale cranio-faciale (1 an après opération).

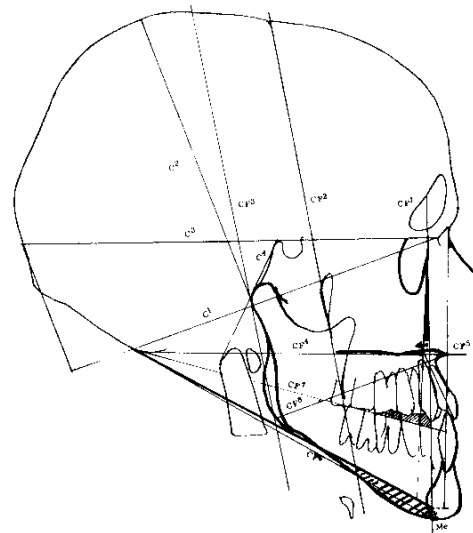


FIG.

CF 1 : passe :

- encore un peu en avant de CPA et de l'hypomochlion de la canine,
- mais presque exactement par Me, ce qui objective le retour à un bon équilibre mandibulaire.

CF 2 : passe (convenablement) par la partie inférieure du bord antérieur de la branche montante mandibulaire et le milieu du bord basilaire.

CF 3 : objective un équilibre convenable des bords postérieurs (décalés) de la mandibule.

CF 4 : bon alignement des points repères.

CF 5 : Me théorique est situé seulement à 5 mm au-dessus de Me — amélioration considérable (quasi normalisation) des étages supérieur et inférieur de la face.

(Noter, comme avant l'opération, que l'extrémité supérieure de cette ligne est très voisine du nasion, ce qui confirme la persistance du retrait maxillaire).

CF 6 : à l'opposé de ce qui existait avant l'opération, coupe la partie antérieure du bord basilaire et passe un peu au-dessous de l'angle. Ceci objective l'importance de l'ascension de l'angle, obtenue par l'intervention chirurgicale et la correction de l'insuffisance de hauteur (pré-opératoire) de l'étage inférieur de la face.

CF 7 : encore sous-occlusion du plan occlusal des prémolaires et 1^{res} molaires supérieures, mais, par contre, excellent plan occlusal des dernières molaires.

CF 8 : montre le bon rapport des segments maxillaires supérieur et mandibulaire postérieur ;

Par ailleurs : I/CF 4 = 114° (+ 4°) — i/CF 6 = 60° (— 30°).

En résumé : Architecture faciale convenablement équilibrée. Noter les compensations alvéolo-dentaires.

EXEMPLE N° 6. — G... Marie-Françoise, 24 ans (fig. 20).

C 1 : excès de longueur du champ cranio-facial de 5 mm par rapport au champ cranio-rachidien. Cet excès de 5 mm est réparti entre les champs maxillaire (+ 3 mm) et maxillaire (+ 2 mm). Noter, de plus, l'aplatissement occipital inférieur.

C 2, C 3, C 4 : R. A. S.

CF 1 : passe :

- très peu en arrière du sommet de l'épine nasale,
- très peu en avant de l'apex des incisives centrales inférieures,
- par le point menton osseux.

Par rapport à cette ligne, le pilier maxillaire supérieur est très basculé en arrière : conséquence occlusale supérieure = — 23 mm ; conséquence au bord basilaire = — 32 mm.

Il existe donc une *rétrognathie maxillaire considérable*, contrastant avec la position normale du menton.

CF 2 : passe un peu en arrière du milieu du bord basilaire. Ceci résulte de l'avancée de l'angle mandibulaire, conséquence de l'excès de longueur du champ cranio-facial.

CF 3 : objective la bascule antérieure du pilier postérieur mandibulaire, compensant le recul condylien.

CF 4 : R. A. S.

CF 5 : son extrémité supérieure est nettement en retrait de Na. Ceci confirme la *rétrognathie maxillaire*. Son extrémité inférieure est au niveau de Me (hauteur faciale antérieure normale).

CF 6 : coupe un peu le bord basilaire, mais Me et l'angle mandibulaire sont alignés. Noter, de plus, l'absence de concavité pré-angulaire. Ceci peut résulter de l'activité de croissance condylienne accrue (ce qui cadre bien avec l'allongement compensateur mandibulaire). On doit penser, cependant, que l'ascension postérieure de CF 6 dépend aussi de l'aplatissement occipital.

CF 7 : objective une légère surélévation du plan d'occlusion prémolo-molaire supérieur et une extrusion des prémolaires, canines et incisives inférieures.

CF 8 : montre les bons rapports de hauteur des segments maxillaire et mandibulaire. Noter, par ailleurs, la *linguo-version incisive inférieure*.

En résumé : *Rétrognathie maxillaire considérable* avec bascule postérieure du pilier maxillaire ; position reculée de l'A. T. M. sur la base cranio-faciale, compensée par une bascule antérieure de la mandibule avec ouverture de l'angle.

a) la téléradiographie du 17-8-76,
 b) l'analyse architecturale et structurale,
 c) représentation schématique de la face équilibrée ; en grisé : les contours « théoriques ».



FIG. 20a.

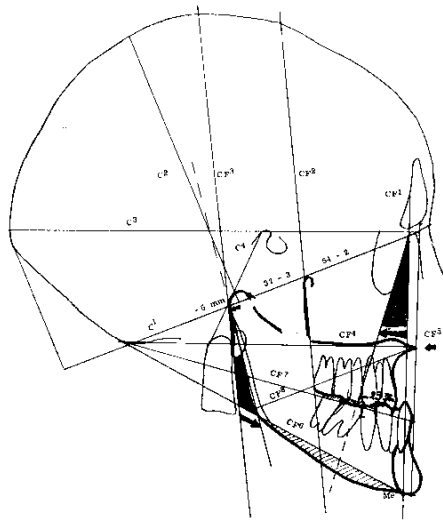


FIG. 20b.

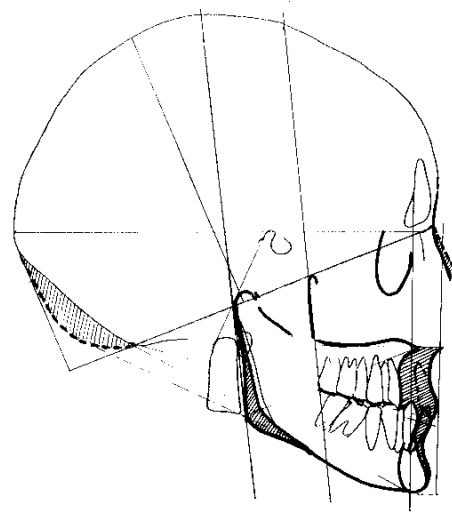


FIG. 20c.

FIG. 20. — G..., Marie-Françoise.

EXEMPLE N° 7. — Le B... Brigitte, 17 ans : Hypocondylie mandibulaire bilatérale considérable (fig. 21) :

C 1, C 2, C 3, C 4 : R. A. S.

C 4 : noter l'éloignement considérable du moignon condylien mandibulaire, par rapport à cette ligne.

CF 1 : objective :

— une bascule maxillaire postérieure très nette (répercussion occlusale : 9 mm) ;

— une bascule mandibulaire postérieure et un recul considérable du corps mandibulaire : Me est distant de 48 mm de CF 1 (!).

CF 2 : passe en avant du bord antérieur de la ptérygoïde, du bord antérieur de la branche montante mandibulaire, et du menton osseux (!). Ceci confirme la bascule et le recul considérable de la mandibule.

CF 3 : passe un peu en arrière de l'angle. Objective surtout l'ascension de l'angle et les bascules : en arrière, de la branche montante, et en bas, du bord basilaire.

CF 4 : objective l'ascension importante du palais osseux secondaire (position haute et postérieure de la langue).

CF 5 : objective :

— le recul de ENA (et du maxillaire),

— l'ascension et le recul considérables de Me.

CF 6 : confirme la bascule et le retrait de la symphyse et l'ascension considérable de l'angle mandibulaire. Noter aussi l'importance de l'encoche pré-angulaire.

CF 7 : met en évidence l'obliquité très anormale (en haut et en arrière) du plan occlusal, avec intrusion des 2^{mes} molaires supérieures de environ 8 mm. Noter aussi la béance inter-dentaire antérieure.

CF 8 : parallèle à C 1, et repérée sur ENA théorique (un peu en avant de ENA), passe exactement par Go (point de convergence de CF 3 et CF 6). Cette ligne confirme l'hypoplasie considérable de la branche montante mandibulaire, conséquence de l'hypo-condylie.

En résumé : Hypoplasie considérable de la mandibule portant électivement sur les branches montantes mandibulaires.

Retrait et bascule inférieure du corps mandibulaire.

Ascension de la partie postérieure du plan occlusal et du palais osseux.

Bascule postérieure du maxillaire supérieur.

Toutes ces malformations sont la conséquence de l'hypoplasie condylienne bilatérale considérable (acondylie).

EXEMPLE N° 8. — G... Gérard, 22 ans (fig. 22).

C 1, C 2, C 3, C 4 : rien à signaler, sauf le léger recul du bord postérieur du condyle mandibulaire : 4 mm.

CF 1 : objective la bascule antérieure considérable du maxillaire : conséquence au plan occlusal = 17 mm. A la mandibule, CF 1 coupe le bord basilaire très en arrière du point menton osseux (Me), situé à 33 mm plus en avant. On peut donc en déduire l'existence d'une *bascule faciale* globale considérable en avant (c'est-à-dire à la fois d'une *pro-maxillie* et d'une *prognathie mandibulaire*).

CF 2 : passe par le pilier moyen ptérygoïdien et le bord antérieur de la mandibule, mais très en arrière du milieu du bord basilaire. Ceci confirme la prognathie mandibulaire.

CF 3 : objective une importante bascule en avant du bord postérieur de la mandibule.

CF 4 : bon alignement des points repères.

CF 5 : son extrémité supérieure sort du cadre du tracé (comme la partie postérieure de l'occipital : ceci montre la grandeur de ce squelette crânien par rapport à la feuille utilisée habituellement pour les tracés). Son extrémité inférieure est située au-dessous et en arrière de Me : ceci confirme la légère ascension du menton. Sa projection sur CF 1 (soit Me(t)) confirme la prognathie mandibulaire.

CF 6 : passe très au-dessus de la partie postérieure du bord basilaire et de l'angle. Ceci traduit un excès considérable de longueur de la branche montante mandibulaire (confirmé par l'absence de concavité]préangulaire remplacée, au contraire, par une convexité basilaire).

CF 7 : passe par le plan occlusal molaire, mais très au-dessous des faces occlusales prémolaires, canines et incisives supérieures.

CF 8 : (parallèle à C 1 à partir d'un point choisi sur CF 4, un peu en arrière de ENA) passe bien par Go. Ceci confirme l'allongement considérable de la branche montante mandibulaire, secondaire à l'hypercondylie.

En résumé : Hypercondylie mandibulaire bilatérale, responsable :

- 1) d'une prognathie mandibulaire par excès de croissance mandibulaire avec abaissement de l'angle,
- 2) d'une prognathie maxillaire « d'adaptation » aux conditions dynamiques particulières dues à l'hypercondylie.

(Noter le caractère opposé de ces malformations faciales et de celles de la figure n° 21).



FIG. 22. — G... Gérard :

a) la téléradiographie de profil ;

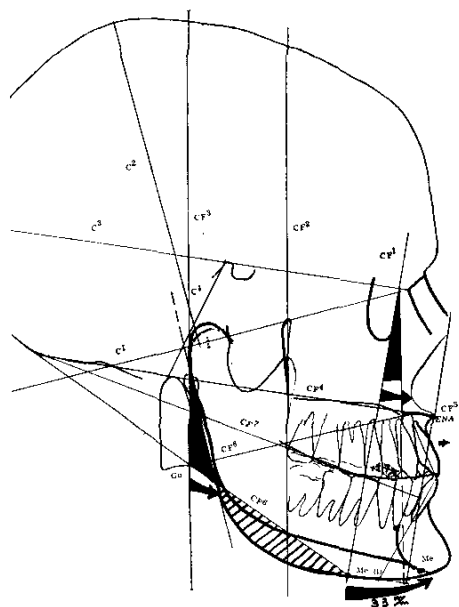


FIG. 22b.

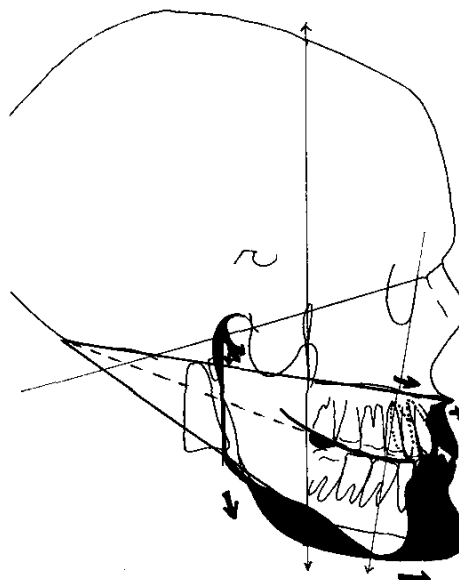


FIG. 22c.

- c) estimation de la face normale (en blanc) par rapport à la face pathologique (en noir).

CONCLUSIONS

Basée sur l'étude de l'équilibre mutuel des diverses structures osseuses du crâne et de la face, l'analyse architecturale et structurale cranio-faciale étudie successivement le crâne (voûte et base), puis la face par rapport au crâne et à l'articulation cranio-rachidienne).

Son intérêt est de ne pas se référer à des moyens statistiques mais à des proportions individuelles, influencées par les particularités de chaque squelette.

Elle place la denture dans son contexte céphalique, permettant ainsi de mettre en évidence certains facteurs pathogéniques des dysmorphoses dento-faciales, non objectivés par les analyses orthodontiques traditionnelles.

Elle est particulièrement utile au chirurgien maxillo-facial en objectivant bien l'ensemble des malformations maxillo-faciales et les équilibres pathologiques qu'il doit transformer.

Dans les plus graves dysmorphoses cranio-faciales, elle permet de déceler, mieux que les autres méthodes d'analyse, les diverses anomalies crâniennes et faciales, qui caractérisent ces affections.

BIBLIOGRAPHIE

1. CHATEAU (M.). — *Orthopédie dento-faciale*, tome II, J. Prêlat, Edit. Paris, 1975.
2. COSTER (L. de). — La croissance de la face et des dents. *Orth. Franç.*, 1952, 21-124.
3. DELAIRE (J.). — Récidives de prognathies mandibulaires par troubles de la statique cervicale. *Rev. Stomatol.*, 1977, **78**, 173-185.
4. DELATTRE (A.) et FENARD (R.). — *L'hominisation du crâne*. Paris, 1960, Ed. C. N. R. S.
5. ENLOW (D. H.). — *Handbook of facial growth*. W. B. Saunders Co, Philadelphia, 1975.
6. FLOTTES (L.), CLERC (P.), RIU (R.) et DEVILLA (F.). — *La physiologie des sinus*. Paris, 1960, Ed. Arnette.
7. GUDIN (R. G.). — Le prognathisme supérieur ethnique en anthropologie. *Orth. Franç.*, 1953, 125-133.
8. GUDIN (R. G.). — Le rôle du complexe pharyngo-lingual dans l'organisation de croissance du massif facial à l'état normal et pathologique. *Thèse Sciences Odontologiques*, Paris, 1969.
9. LEROI-GOURHAN (A.). — Les rapports de la dent et du maxillaire chez les primates et chez les hommes fossiles et actuels. *Bull. Ass. Chir. Dent. Indépendants*, 1952, **34**, 10 : 3-15.
10. LEROI-GOURHAN (A.). — Influence de la denture sur la face osseuse et la base du crâne. *Rev. Franç. Odonto Stomatol.*, 1954, n° 1, 4762.
11. LEROI-GOURHAN (A.). — Equilibre mécanique de la face normale et anormale. *Ann. Odonto Stomatol.*, 1954.
12. MULLER (L.). — *Céphalométrie et orthodontie*. Sté des Publications médicales et dentaires, 1962, Paris 9^e.
13. PATURET (G.). — *Traité d'Anatomie Humaine*, Paris, 1951, Masson Edit.
14. PÉTROVIC (A.), STUTZMANN (J.) et OUDET (C.). — Control processes in the post-natal growth of the condylar cartilage of the mandible. In: *Determinants of Mandibular Form and Growth* (J. A. McNamara, Jr ed.) Monograph 4, Cranio-facial Growth Series, Center for Human Growth and Development, The University of Michigan, Ann Arbor, 1975.
15. PIETRE-LE POCHAT (J.). — Etude de quelques corrélations entre les prognathismes maxillaires et mandibulaires et les structures de la base du crâne. *Thèse Sciences Odontologiques*, Paris, 1972.
16. ROUVIÈRE (H.). — *Anatomie humaine*, 4^e Edit. Masson, Paris, 1940.
17. SALAGNAC (J.-M.). — Le pilier antérieur de la face. *Thèse Doctorat Sciences Odontologiques*, Nantes, 1976.
18. SOLOW (B.) et TALLGREN (A.). — Dento-alveolar morphology in relations to craniocervical posture. *Angl. Orth.*, 1977, n° 3, 157-164.
19. STUTZMANN (J.) et PÉTROVIC (A. G.). — Experimental analysis of general and local extrinsic mechanisms controlling upper jaw growth. Factors affecting the growth of the Midface. J. A. McNamara Jr. Editor, Center for Human Growth and development Ann Arbor, Michigan 1976 : 238.
20. TESTUT (L.) et LATAJET (A.). — *Traité d'Anatomie Humaine*, tome 1^{er}, Ed. 1948, Doin, Paris.
21. TRIOLLIER (H.). — Etude téléradiographique architecturale et structurale des prognathies maxillaires. *Thèse Doctorat Sciences Odontologiques*, Nantes, 1975.
22. VERDON (P.). — Etude téléradiographique architecturale et structurale de rétrognathies, brachygnathies et micrognathies maxillaires. *Thèse Doctorat Sciences Odontologiques*, Nantes, 1973.
23. VION (P.). — Analyse architecturale téléradiographique tridimensionnelle des prognathies mandibulaires vraies. *Thèse Doctorat Sciences Odontologiques*, Nantes, 1973.

Editor:

ROBERT B. SHIRA, D.D.S.

School of Dental Medicine, Tufts University

1 Kneeland Street

Boston Massachusetts 02111

An architectural and structural craniofacial analysis: A new lateral cephalometric analysis

J. Delaire, S. A. Schendel, and J.-F. Tulasne, Honolulu, Hawaii, and Nantes, France*

This architectural and structural craniofacial analysis is based upon mutual balance of the cranial and facial bony structures. With this technique, the base and calvaria of the cranium and then the face can be studied successively in relation to the cranium and craniospinal articulation. Statistical averages are avoided, and individual proportions influenced by the unique features of each skeleton are relied upon. The dentition is placed within the cephalic context, and thereby etiologic factors of dentofacial dysmorphoses which would not otherwise be demonstrated by conventional analysis are made obvious. This technique is particularly useful to the maxillofacial surgeon, as it clearly demonstrates all of the maxillofacial deformities and the pathologic balances that need to be corrected. In severe craniofacial malformations, it offers better possibilities than other cephalometric analysis methods of detecting the various cranial and facial anomalies which characterize these conditions.

All of the cephalic structures, hard and soft (viscera, muscles, and skeleton), arise, grow, and organize in a mutual balance. Therefore, the craniofacial skeleton constantly reflects these influences and their related functional conditions. On the basis of this knowledge, it is thus possible to construct a physiologic craniofacial analysis.

This analysis relies on those principles common to all human craniums. These are applied to each case to determine the existing individual proportions and balance based upon the unique craniofacial features of that case. Statistical averages relating the individual to an average group are not used; nor are measures that have no morphologic or physiologic base.

This architectural and structural craniofacial analysis of the lateral cephalometric radiograph clarifies the mutual balance of the various bony structures of the cranium and face, individualizes certain of these structures, and specifies their normal or pathologic relationships. With this analysis, one can then study successively the cranium

(calvaria and base) and then the face in relation to the cranium and the craniospinal articulation.

ANALYSIS

Analysis of the cranium

Theoretical principles (Fig. 1 to 4). The cranium is supported by the spine, and at the anterior of the cranium is suspended the facial mass, whose weight is compensated for by the tonus of the posterior neck muscles. The force from these muscles is carried throughout the cranial cavity by the falx cerebri and the falx and tentorium cerebelli. These dural fibrous septa join together at the internal occipital protuberance with the various bony components of the cranial base and calvaria. Embryologically, these muscles and dural septa appear before the primary ossification centers and therefore play a fundamental part in the morphogenesis of the cranium and, consequently, of the face.¹⁻³

Within the cranial cavity there are two dural aponeurotic systems, one horizontal and one sagittal, which act as a stretcher upon the base from the calvaria (Figs. 1 to 3). These are formed by three strong dural septa—the tentorium cerebelli, the falx

*Stomatology and Maxillofacial Surgery Service, Nantes, France.

cerebri, and the falx cerebelli—and are in a state of permanent tension. Their fiber tracts are interdependent and directed to take advantage of mechanical properties, that is, considerable longitudinal tensile strength, less opposition to transverse pressure, and slight bending strength.² Spatially, the sagittal sinus represents the axis of the orthogonal system formed by these three dural septa. Each half of the tentorium cerebelli is formed by two different fiber networks which produce a latticed appearance. Some are arranged in a radiating manner and go up to the falx cerebri, while others are arranged circularly and go from the clinoid processes to the medial ridge of the tentorium cerebelli, with most of them ending in the falx cerebelli. The diaphragm of the sella, the tentorium of the optic nerve, and the tentorium of the olfactory bulb are also connected with this system.

The horizontal system (tentorium cerebelli, diaphragm of sella, and tentorium of the optic nerve) stretches the base and puts in a nearly horizontal plane the upper surface of the cribriform plate, the lesser wings of the sphenoid bone (particularly their posterior borders), the roof of the diaphragm of sella, the clinoid processes, and the superior border of the petrous portion of the temporal bone. The lateral surfaces of the sphenoid body are interdependent with this horizontal plane through the walls of the cavernous sinuses.

The medial or sagittal system stretches the calvaria and runs from the foramen magnum to the crista galli. It is interdependent with the former and curves the vault in the medial sagittal plane, whereas the lateral parts of the calvaria are free where the dura is not strongly attached.²⁻³

These two systems are closely interdependent and are kept in permanent tension by the posterior and lateral muscles of the neck. Therefore, we can understand how and why all of the primarily independent skeletal cranial components are arranged, directed, and shaped in such a manner that (1) the cerebral surface of the cranial base, from the crista galli to the posterior clinoid processes, is straight and (2) the calvaria is regularly curved from the foramen magnum to the crista galli. The curve of the calvaria, the position and orientation of the foramen magnum, and the sphenoidal angle very according to the posture of the head in relation to the cervical column as dictated by the muscular-aponeurotic system. There are close relationships between the slope of dorsum sella and clivus, the posterior segment of the sphenoidal angle, and the orientation of the petrous part of the temporal bones.⁶ It is thus possible to represent these cranial

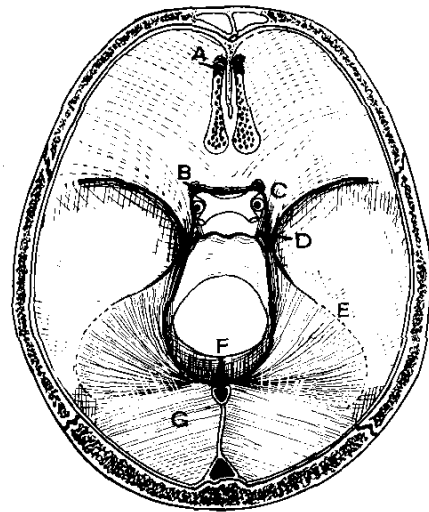


Fig. 1. Superior view of the cranial base. *A*, Anterior attachment of the falx cerebri and tentorium of the olfactory bulb. *B*, Tentorium of the optic nerve. *C*, Region of the anterior clinoid process. *D*, Posterior clinoid process. *E*, Petrous portion of the temporal bone. *F*, Falx cerebelli. *G*, Tentorium cerebelli.

segments by lines and curves and to analyze their shape and mutual balance by geometric construction.⁷

Cranial cephalometric analysis. Four lines are used and designated C1 through C4 to analyze the cranium (Fig. 5):

1. The line C1 (craniofacial base line) represents the craniofacial frontier and runs from the frontomaxillary suture to the most posterior part of the occipital bone. It is formed by connecting the points M the junction of the nasofrontal, maxillofrontal, and maxillonasal sutures which is the anterior part of the frontomaxillary articulation⁷⁻⁸ and CT (the temporal condylar point, the inferior point of the posteroinferior surface of the articular tubercle of the temporal bone).

The M-CT line is then extended to the point OI (inferior occipital), which is the intersect of the line C1 and a line perpendicular to C1 and tangential to the external surface of the occipital bone. The intersection of the plane C1 and the posterior contour of the mandibular condyle is point CP. Normally, CP is located midway between M-OI (that is, M-CP = CP-OI). This forms two equal segments which are termed the "craniofacial area" and the "craniospinal area," respectively. CP seems to be the equilibrium point between the face and the cranium in the normal Caucasian skull. The line M-CP intersects the top of the pterygomaxillary

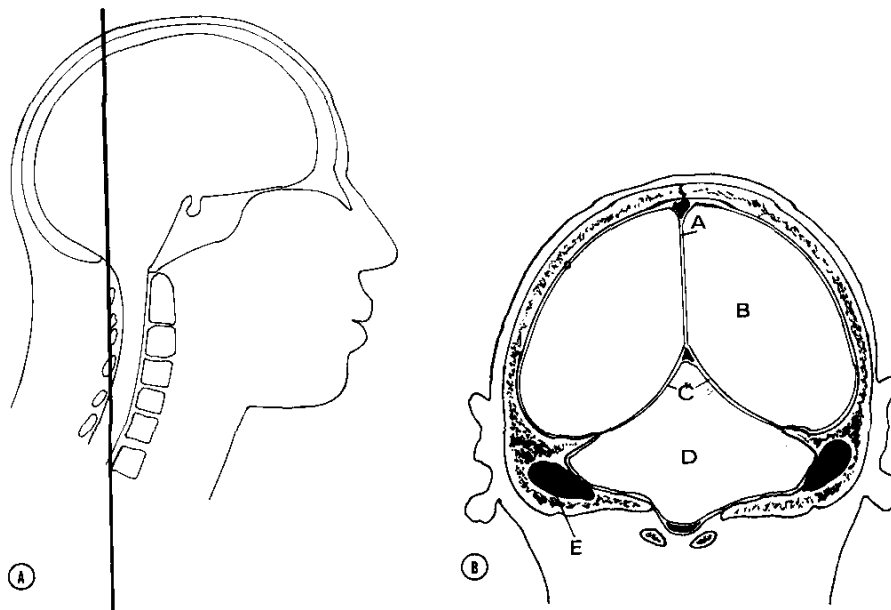


Fig. 2. A, Coronal section of the head behind the foramen magnum as shown by the vertical line. B, Coronal section. A, Falx cerebri. B, Cerebral area. C, Tentorium cerebelli with the straight sinus just above. D, Cerebellar area. E, Lateral sinus.

fissure Pts (superior pterygoid point) which is just above and posterior to Rickett's CC point and is formed by the intersection of lines C1 and CF2 (CF2 will be explained later). In patients with good cephalometric balance, M-Pts = 30 percent of M-CP and Pts-CP = 20 percent of M-CP.

2. The line C2 (cranial height) is perpendicular to C1 at its center and intersects the calvaria at the point SC. Normally, SC is the farthest cranial point from C1, the calvaria height decreases regularly on both sides of this point (that is, SC is the summit of the cranium), and the length of C2 is approximately 80 percent of C1 (75 to 85 percent).

3. The line C3 (superior line of the cranial base) is drawn from M to C1p (apex of the posterior clinoid process) and extends posteriorly until it intersects the external surface of the occipital bone at OP, posterior occipital point. Normally, the segment M-C1p is approximately parallel to the cribriform plate of the ethmoid bone and passes close to the anterior clinoid process and the pituitary tubercle; the point OP is very close to the tangential occipital point of the perpendicular to CL registered at point OI; and the angle between lines C1 and C1p is normally close to 22 degrees.

4. The line C4 (basilar slope) is formed by connecting point C1p to the posteroinferior part or the apex of the odontoid process. Normally, C4 is tangential to the dorsum of the sella turcica, the

cerebral surface of the basi-occipital bone and basion, and it is very close to the posterosuperior surface of the mandibular condyle and is often tangential to it.

Analysis of the face in relation to the cranium and the craniospinal articulation

Theoretical principles. The face is suspended below the anterior cranial base and is constructed according to the size, shape, and orientation of its skeletal components (Fig. 4). On the lateral cephalometric radiograph, the building area of the face, or "craniofacial area," is delineated by the segment M-Cp of the craniofacial base line C1. As previously noted, it is divided into two segments: M-Pts (30 percent) and Pts-Cp (20 percent). M-Pts is termed the "maxillary area" because all of the maxillary structures are located in front of the pterygoid plates. The anterior part of the plates are normally aligned with the anterior border of the ramus, and the anterior and posterior borders of the ramus are normally parallel."

The maxilla is suspended below the frontal and ethmoid bones with the malar bones laterally. It receives the masticatory shocks and transmits them to its base or support. These shocks are caused as the mandible contacts the maxilla. Consequently, there appears and remains between the "anvil" (maxilla, ethmoid, and frontal bones) and the "hammer"

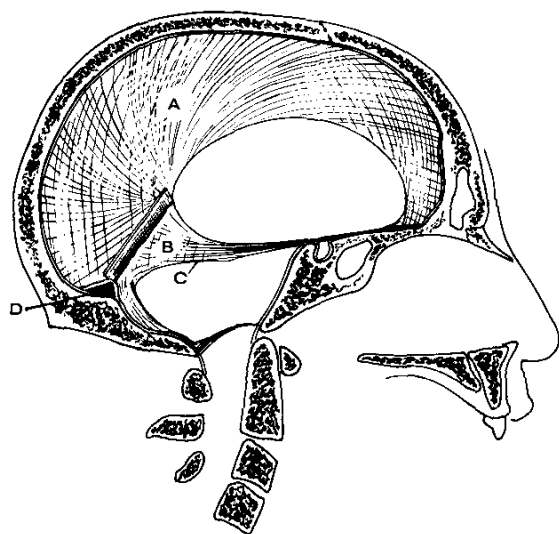


Fig. 3. Paramedian sagittal section of the head. *A*, Falx cerebri. *B*, Tentorium cerebelli, left half, right shown cut. *C*, Inferior side of the left lateral sinus where the lateral aspect of the tentorium cerebelli inserts. *D*, Lateral sinus.

(mandible, sphenoid, and temporal bones), a sutural shearing line formed by (a) the coronal system (calvaria and base), which includes the following sutures on each side: frontoparietal, frontosphenoidal (between frontal and greater, then lesser, wings), and frontoethmoidal and sphenoid-ethmoidal (surrounding the cribriform plate), and (b) the pterygo-maxillary fissure, palatomaxillary suture, and pterygopalatine sutures. Normally, the frontier between these sutures (which give and receive the masticatory shocks) is well represented by a plane drawn from bregma to the top of the pterygomaxillary fissures.

In all of the animal types, the orientation of the maxilla in relation to the cranial base (degree of maxillary prognathism) depends upon posture, which is traditionally under the influence of gravity and the type of mastication.¹⁰ Without doubt, we must also emphasize the role of the falx cerebri and its changes of direction according to the cervico-cephalic posture. It inserts firmly on the crista galli and the continuing medial crest. Therefore, it regulates the orientation of the cribriform plate and the ethmoid bone.

In man, the posture is vertical and the cribriform plate is horizontal. The maxilla, like the anterior end of the falx cerebri, is oriented vertically, as is the line CF1 which is perpendicular to the cribriform plate and the line C3. The line CF1 is registered at the frontomaxillary joint and normally goes through the superior aperture of the nasopalatine canal.¹⁰

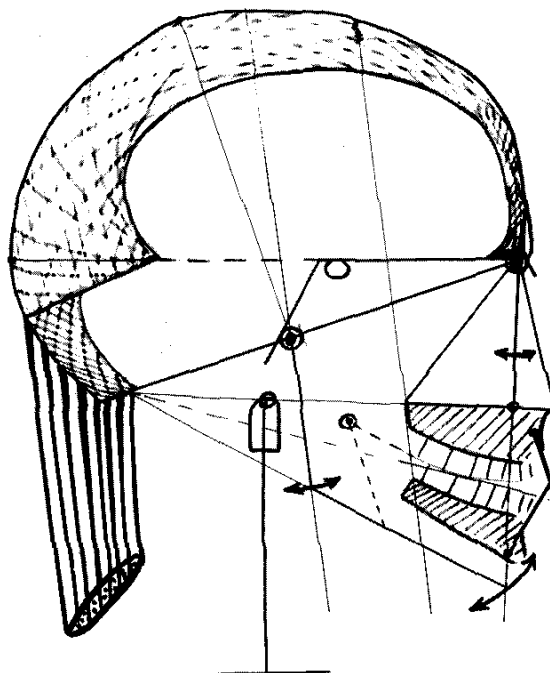


Fig. 4. Diagram of craniofacial and cervical balance. Schematic drawing of the craniofacial and cervical equilibrium. The weight of the face suspended from the anterior cranial base is compensated for by the tonus of the postcervical neck muscles. The action of these muscles is carried through the cranium by the falx cerebri and cerebelli and the tentorium cerebelli. The articulation of the vertebral column to the cranium, the temporomandibular articulation, the maxilla, and the mandible are connected by their mutual equilibrium.

Movements of the head act on the morphogenesis of both the calvaria and base of the cranium and the face. The superior plane of the hard palate is normally aligned with the craniospinal articulation, particularly the apex of the dens which embryologically represents the body of the atlas and is firmly connected to basion. This relationship exists because of the close interrelationship of muscles and tendons in this region. Moreover, the bispinal plane, ANS-PNS, is normally horizontal in man because of his vertical posture and is thus parallel to the line C3. This position of the palatal plane is influenced by the relationships between the muscles of the soft palate, pharynx, and tongue and the temporal bone, sphenoid bone, cervical column, mandible, and hyoid bone. In the embryo, the palate is oriented obliquely and is high and posterior in relation to the sphenoid. After birth, and with the attainment of erect posture, this gradually assumes the adult position.⁶

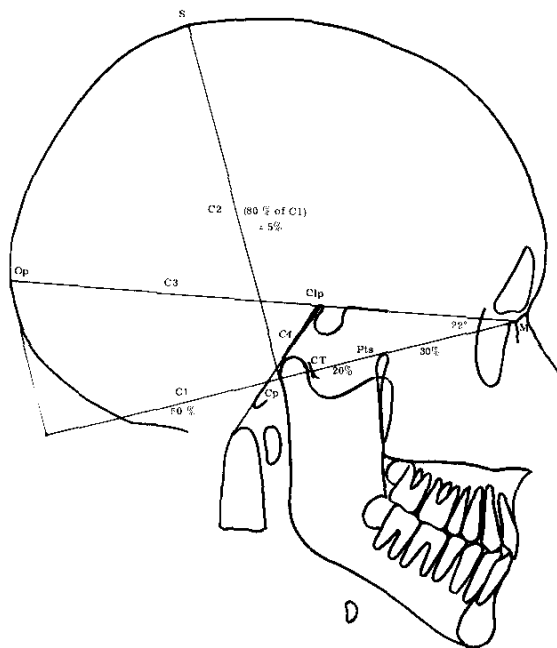


Fig. 5. Analysis of the cranium. *S*, Summit of the skull. *M*, Junction of the nasal, frontal, and maxillary bones. *Op*, Posterior occipital point. *Clp*, Posterior clinoid process. *CT*, Temporal condylar point. *Pts*, Superior pterygoid point.

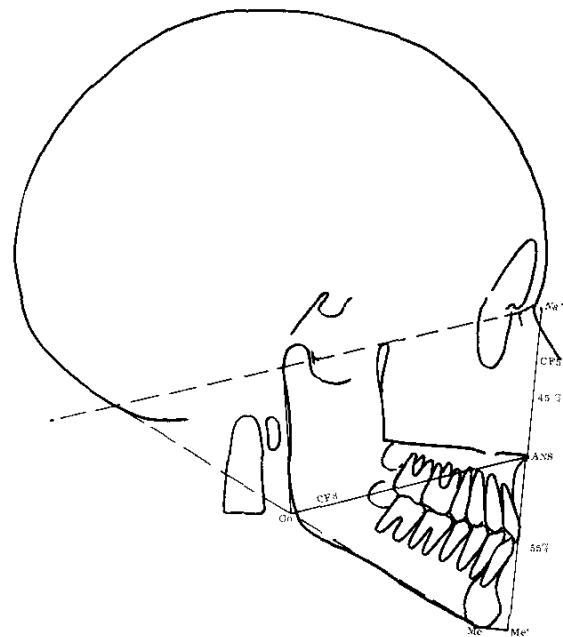


Fig. 7. Lines analyzing the relationships of vertical facial balance. *Na'*, Nasion projected. *ANS*, Anterior nasal spine. *Go*, Gonion.

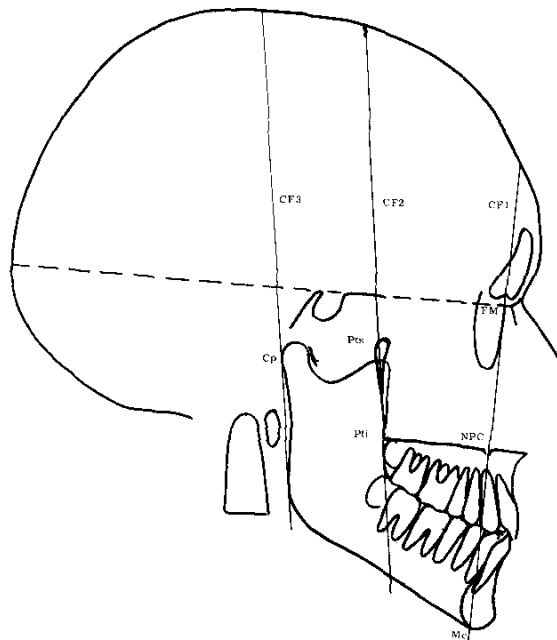


Fig. 6. Lines analyzing the anteroposterior balance of the facial structures in relation to the anterior cranium. *FM*, Frontomaxillary articulation. *Cp*, Posterior tangent of the condyle. *Pti*, Inferior pterygoid point. *NPC*, Nasopalatine canal. *Me*, Menton.

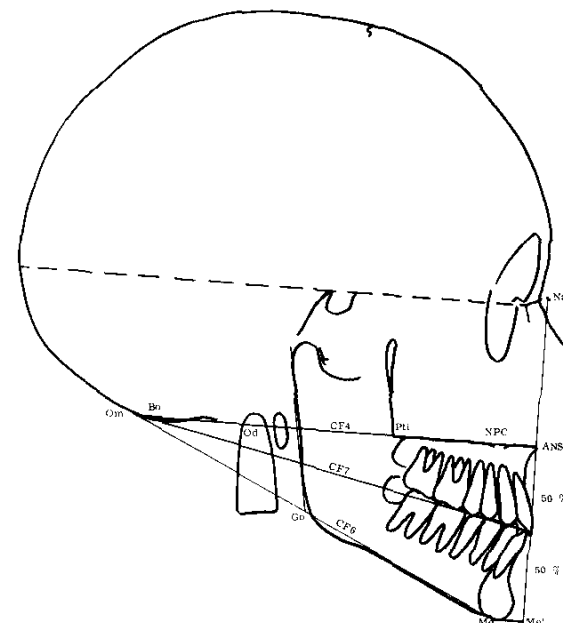


Fig. 8. Lines analyzing the balance of the palatal, mandibular, and occlusal planes in relation to the craniospinal articulation and the inferior part of the skull. *Bo*, Bolton point. *Od*, Odontoid. *Om*, Mandibular-occipital point.

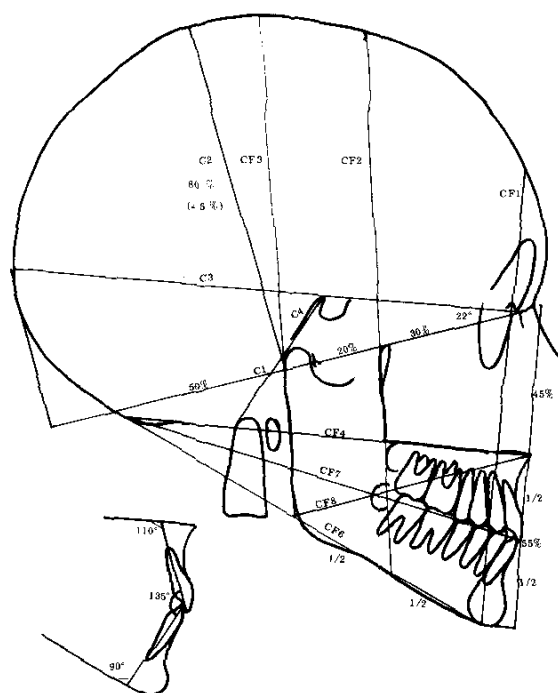


Fig. 9. Complete craniofacial and dental analysis.

Recent research has shown that the mandible and, more generally, the structures of the lower face (especially the tongue) have their spatial position determined to a great degree by the relationships of the maxilla to the cervical spine in the habitual posture. As a result, relationships of balance exist between:¹²⁻¹⁶ (a) the orientation and position of the maxilla in relation to the cranium and the craniospinal articulation and (b) the orientation and position of the mandible, particularly its tooth-bearing segment. A normal or pathologic occlusal plane is secondary to these interrelationships.

As noted by Wendell Wylie on the lateral cephalometric radiograph, the anterior facial height from Na to Me consists of two segments¹⁷: Na-ANS (45 percent of Na-Me) and ASN-Me (55 percent of Na-Me). Other correlations, less studied, exist between the orientation of the mandibular plane, the occlusal plane, and: (a) the occipitovertebral area, particularly the most inferior or squamous portion of the occipital bone, and (b) the position of the temporomandibular joint. These relationships explain the mandibular modifications which occur during phylogenesis with postural changes, such as increasing ramal height and approximation of the craniospinal, temporomandibular, and frontomaxillary joints as the posture becomes vertical.¹³

Facial cephalometric analysis. Eight lines are used to analyze the face and are designated CF1 to CF8.

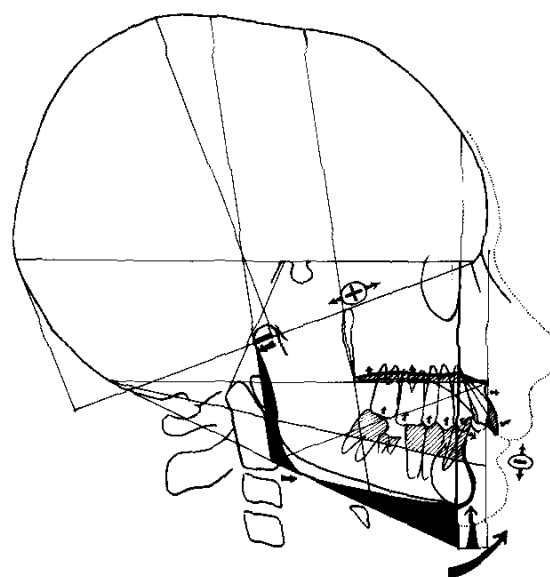


Fig. 10A. A Class II malocclusion secondary to a significant increase in the anterior craniofacial base length according to the analysis, marked by a large +. There also is a posterior position of the glenoid fossa and the mandibular condyle which is partially compensated for by an anterior rotation of the mandibular ramus. Associated with this is a closure of the mandibular angle and an ascension of the occlusal plane caused by a lack of maxillary vertical height. There is also maxillary alveolar protrusion and labial version of the maxillary incisors. This all results in a loss of anterior facial height (the minus sign), and we thus have a short-face syndrome with Class II malocclusion.²¹ (In all the example cases illustrated, areas of craniofacial excess as shown by the analysis are cross-lined and deficient areas are shaded black.)

Lines CF1, CF2, and CF3 are used to study the anteroposterior balance of the facial structures in relation to the anterior cranium (Fig. 6), and lines CF5 and CF8 are used to study the relationships of vertical balance, anteriorly and posteriorly, of the face (Fig. 7). Lines CF4, CF6, and CF7 are used to study the balance between the palatal, mandibular, and occlusal planes in relation to the craniospinal articulation and the posteroinferior part of the skull (Fig. 8). Line CF8 is normally parallel to C1 and joins the gonial angle and the ANS.

The line CF1, anterior line of craniofacial balance, is perpendicular to line C3 registered at point FM, which is the intersect point of C3 and the line continuing to the anterior lacrimal crest. Generally, this crest is easily visible in the middle of the frontal process of the maxilla where it goes up into the thickened area of the floor of the frontal sinus.

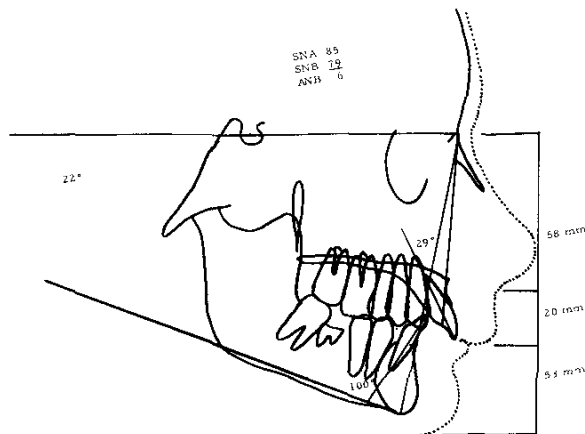


Fig. 10B. The "classic" cephalometric analysis shows a smaller than average mandibular plane angle and increased SNA angle with resultant Class II malocclusion. The decreased lower facial height confirms that this is a low-angle Class II malocclusion. Evaluation of the lip-to-maxillary-incisor relationship demonstrates an incisor that is too high vertically by rapport with the lip, and a vestibuloversion of the maxillary incisors is also seen. This analysis does not show in this case the excessive anterior cranial base length combined with the posterior condylar position which cause the Class II malocclusion. It also does not tell us that the skull is normally shaped. We can easily see in the architectural and structural analysis that the entire midface, including the nose, is short vertically.

Normally, CF1 merges with the anterior maxillary pillar which, from FM, follows the anterior lacrimal crest just anterior to the infraorbital point and then passes through the anterior edge of the superior foramen of the nasopalatine canal (CPA) and the hypomochlion* of the permanent or deciduous upper canines.⁷⁻¹¹ Below the occlusal plane, CF1 passes normally through the apex of the mandibular central incisor, the union of posterior and middle thirds of the symphysis, and menton (Me). Above C3, it divides the frontal sinus into two parts with an equal base but with unequal height.

However, these ideal conditions of craniofacial balance are not absolutely necessary for good facial balance. In spite of rotation of the anterior maxillary pillar more or less than 90 degrees in relation to C3, the face can be well balanced if all the landmarks from FM to Me are located on the same line. Such a profile should be considered normal, even if

*The hypomochlion is a point centered in the maxillary cuspid root at the junction of the superior third and the inferior two thirds.

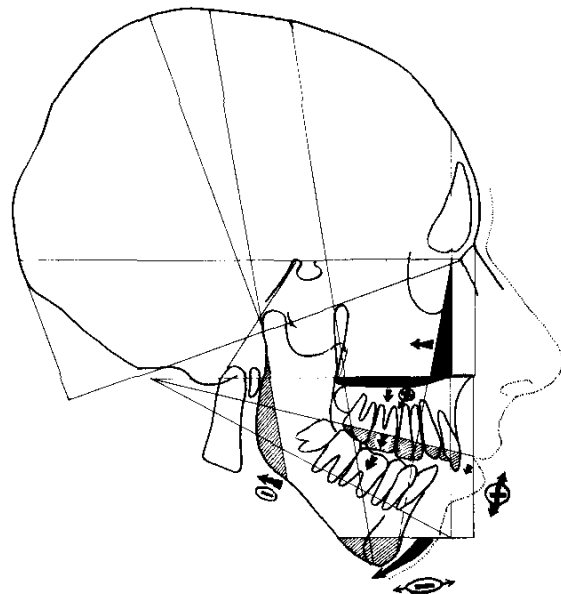


Fig. 11A. The Class II malocclusion demonstrated by Case B has a normal craniofacial base length with opening of the gonial angle and bodily clockwise rotation of the total mandible. These structural changes are secondary to an excessive anterior face height and abasement of the occlusal plane caused by excessive maxillary vertical excess. There is also a slight posterior rotation of the maxilla. Note that the analysis correctly points out a normal palatal plane position with the skull and that the maxillary excess is in the alveolar region. The ideal occlusal plane line also points out the normal position vertically of the upper lip. This is a typical long-face syndrome.²³

not ideal. Particularly in the female and in the child, the anterior pillar is rotated slightly posteriorly, having an average angle of 85 degrees.

The line CF2, middle line of craniofacial balance, is drawn from Br (bregma) to Pts and is extended inferiorly until it intersects the inferior border of the mandible. Normally, this line passes through Pti (inferior pterygoid point, the intersect of the axis of the pterygomaxillary fissure and the superior palatal border), follows the anterior border of the ramus,⁹ and intersects the mandibular plane at approximately the midgonion-gnathion distance. The segment Pts-Pti is termed the middle pterygoid pillar.

The line CF3, posterior line of craniofacial balance, is constructed parallel to CF2 and tangential to the posterior border of the condyle. Normally, CF3 is also tangential to the posterior border of the

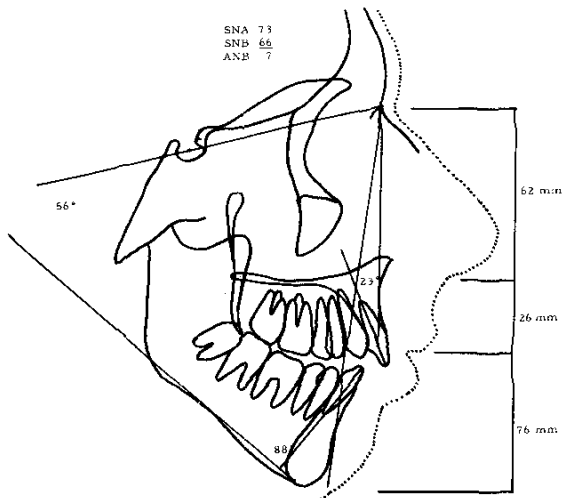


Fig. 11B. The "classic" cephalometric analysis demonstrates small SNA and SNB angles, indicative of a repositioning of the alveolar portion of these bones. However, these small angles may also be secondary to an increased cranial base angle often associated with high mandibular plane angle Class II malocclusions or a high position of the nasion point. The ANB angle is increased into the Class II malocclusion range. While the lips are not completely in a relaxed position in this radiograph, we can see that the maxillary incisor is vertically too long for the upper lip, which measures 26 mm. The anterior face height measures are increased, especially the lower, and the mandibular plane angle is extremely large with a small open-bite.

mandible and therefore merges with the posterior mandibular pillar.

The line CF4, craniopalatal line, is parallel to C3 through ANS. Usually, in natural head position,¹⁷ CF4 passes successively through the upper half of the anterior arch of the atlas, the apex of the odontoid process below the upper end of the dens, and the Bolton point (Bo). On the other hand, CF4 also follows the straight upper surface of the primary and secondary bony palate, passes through point Pti, and slightly intersects the most inferior squamous part of the occipital bone. In children, this craniopalatal line is in a higher position than in adults in relation to the odontoid process.

The line CF5, theoretical facial height, is perpendicular to CF4 through ANS from Na' (projection of Na) to Me' (ANS-Me' = 55 percent of Na'-Me'). In practice, the Me' position is found by doubling the distance Na'-ANS and adding $\frac{1}{2}$ to it. Normally, the parallel to CF4 through Me' intersects CF1 at Me, the ideal osseous mental point. CF5 is also the vertical reference for CF6. Usually, Na' is located

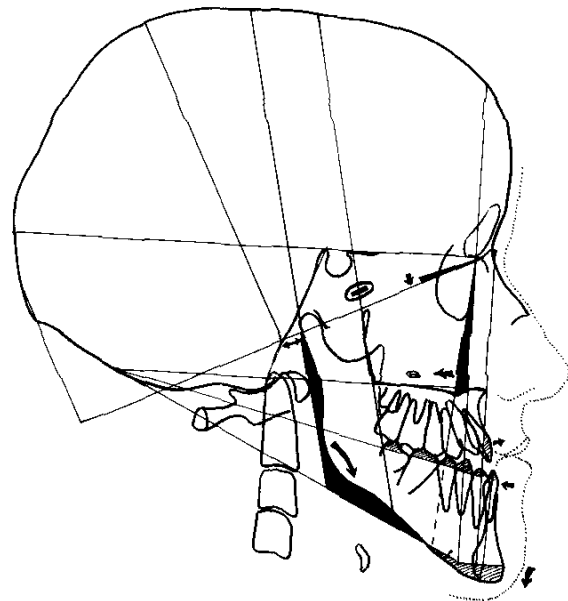


Fig. 12A. In Fig 12 and 13, two Class III dentofacial dysharmonies are illustrated with different craniofacial architecture. The most important deformity in this case is the short craniofacial base, marked by the - sign, which is aggravated by a posterior rotation of the maxilla and an increase in the mandibular body length, opening of the gonial angle, and increased anterior face height. The upper lip and maxilla are short vertically by comparison to the occlusal line. These other factors are, however, functional factors secondary to the short craniofacial base and anterior glenoid fossa position which are the constitutional factors causing maxillary retrusion and the Class III malocclusion.²¹

slightly in front of Na, and CF5 is nearly tangential to the upper central incisors or passes just in front of them.

The line CF6, craniomandibular line, is a tangent to the squamous occipital bone through the ideal Me. Normally, CF6 follows the inferior border of the mandible from Me to the antegonial notch and then slightly intersects the mandibular angle and CF4 at Go. In some cases, the lower part of the squamous occipital bone presents such modifications that it cannot be used to draw CF6. Then one must determine the height of the ramus by tracing CF8, which normally intersects CF3 at Go, the theoretical gonion. Normally, Go is therefore located at the intersection of CF3, CF6, and CF8 (Fig. 9). In the cases of an abnormal squamous occipital bone, CF6 is drawn by connecting Me to Go after tracing CF8.

The line CF7, cranio-occlusal line, passes from

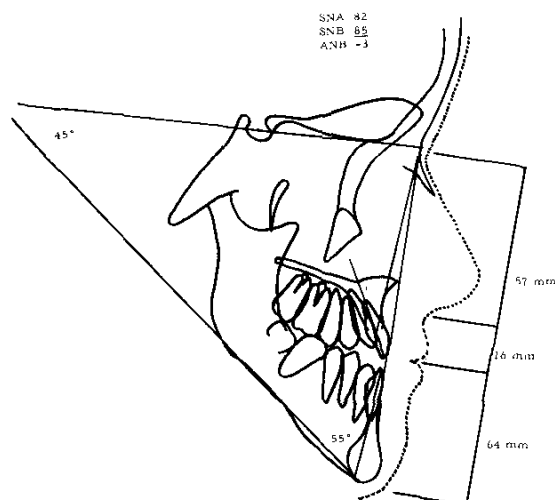


Fig. 12B. The "classic" analysis demonstrates a Class III malocclusion with a normal SNA angle and increased SNB angle. Other abnormalities are an increased lower anterior face height, a large mandibular plane angle, vestibuloversion of the maxillary incisors, and lingual version of the mandibular incisors. The upper lip is short, measuring 16 mm. However, there is a very close to normal maxillary-incisor-to-stomion relationship. This analysis does not show that the skull is well balanced and that the main constitutional problems are the short anterior cranial base and anterior position of the glenoid fossa.

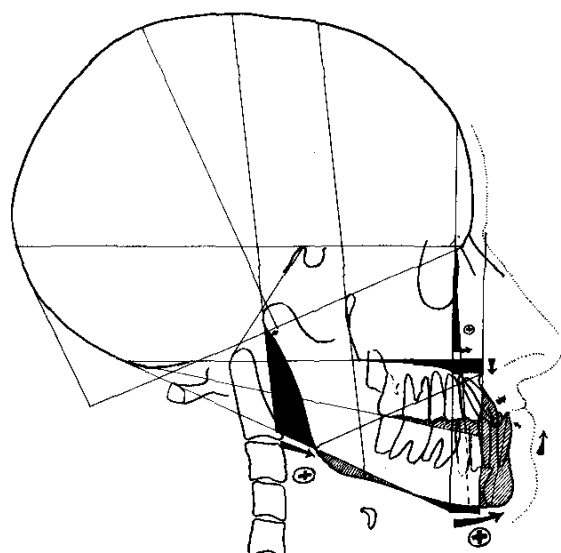


Fig. 13A. In this case, the craniofacial base is long, and yet a Class III malocclusion exists. There is a significant increase in the mandibular length, a closure of the gonial angle, and a decreased facial height as shown by the arrows. Interestingly, there is also an increased anterior rotation of the maxilla compensating and probably secondary to the true mandibular prognathism.^{14, 15, 20}

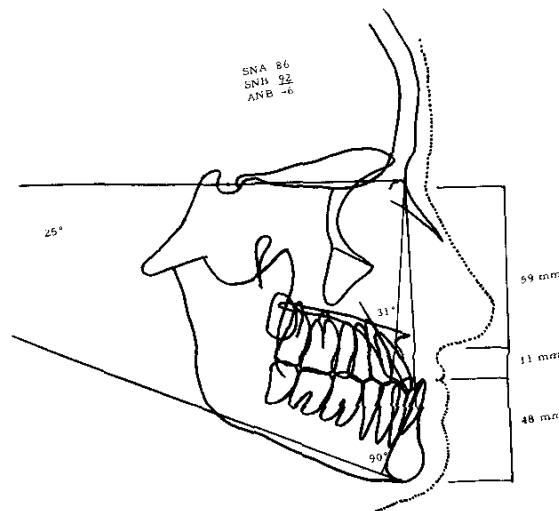


Fig. 13B. The "classic" cephalometric analysis demonstrates a Class III malocclusion with a large SNA angle and an even larger SNB angle. There is a low mandibular plane angle, and the anterior facial height is decreased. The upper lip measures short of normal, but this is most likely due to overclosure of the mandible and the maxillary incisors are in vestibuloversion. The normal skull is not noted; nor is the anterior rotation of the mandibular ramus, a significant cause of the malocclusion.

Om to the middle of ANS-Me'. Om is the mandibular occipital point which is generally tangential and just touching the occipital bone. Normally, CF7 is tangential to the premolar occlusal surfaces and is slightly below the lower incisor edge.

The line CF8 is a parallel to the C1 through ANS and usually passes through Go.

Dental analysis

Dental analysis includes the study of the orientation of the upper and lower incisors in relation to each other and to the mandibular and palatal planes. In this analysis, *i* = lower incisor, *I* = upper incisor, *i*/CF6 = 90 degrees, *I*/CF4 = 110 degrees (± 2), and *I*/*i* = 135 degrees (± 5).

Remarks

It is clear that the lateral architectural and structural craniofacial analysis (Fig. 9) requires a cephalometric radiograph in which all of the hard and soft structures are visible. These structures include the frontal sinus, nasal bones, orbit, maxillary sinus, shape of nasal spine, alveolus, chin, osseous and soft palate, condyle, coronoid process, mandibular angle, tongue, hyoid bone, and cervical vertebrae. In addition, such an analysis requires a detailed clinical examination, including a patient examina-

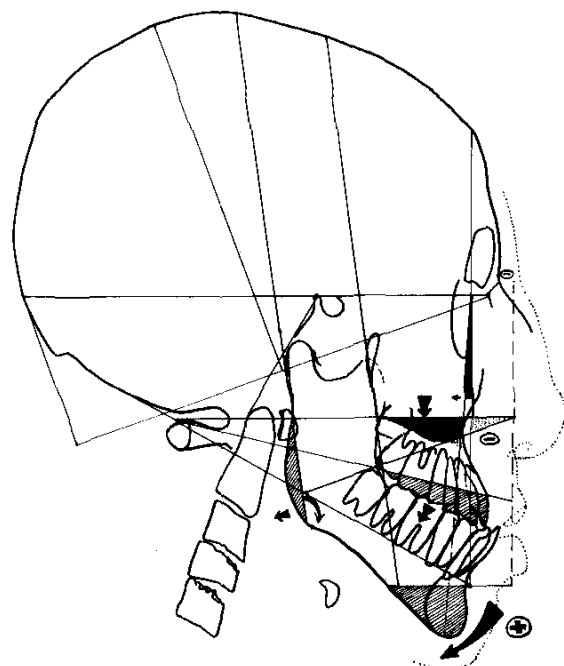


Fig. 14A. A case of maxillonasal dysplasia or Binder's syndrome.^{23, 24} This complex craniofacial syndrome has a tendency to excessive cranial height in relation to the cranial base line C_2 . There is also an opening of the gonial angle and excessive anterior face height, which is caused by abasement of the occlusal plane and palate in relation to the cranium. Also typical of this syndrome is a significant premaxillary hypoplasia which is often the cause of a Class III malocclusion. Associated deformities also seen are multiple cervical malformations.

tion, photographs, and dental models. In the case of facial asymmetry, a tridimensional analysis (lateral, frontal, and vertical) will be necessary.¹⁹

Case examples

In the following section (Figs. 10 to 16), examples of several common dentofacial anomalies and complex syndromes will be evaluated physiologically by means of the architectural and structural craniofacial analysis.^{20, 21} This will then be compared to a type of analysis used by oral and maxillofacial surgeons in planning treatment. The more typical analysis is by no means all-inclusive but is included mainly as a reference for the reader who is more familiar with this type of analysis. Also, these case examples in no way demonstrate the total range of variation in craniofacial anomalies but serve to illustrate the use and value of this analysis. The differing cranial and facial lines are not marked in the cases, and the reader is referred to the preceding descriptive figures for their labels and normal rela-

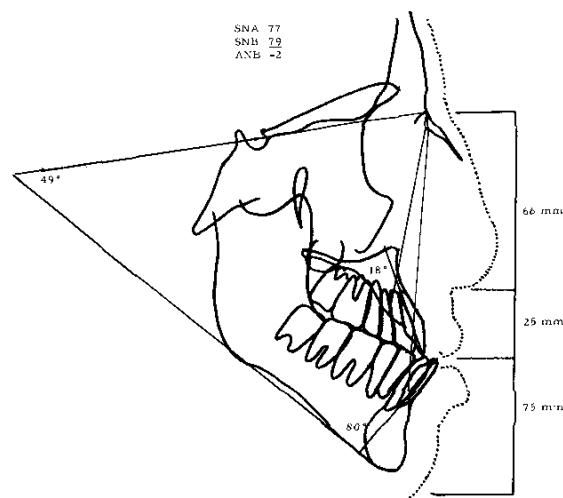


Fig. 14B. The "classic" analysis demonstrates a decreased SNA angle with a fairly normal SNB angle resulting in a Class III malocclusion. The mandibular plane angle is increased, as is the anterior face height. The amount of total maxillary retroposition and premaxillary hypoplasia is not distinguished by this analysis; nor is the cranial shape. Here there is seen a normal maxillary-incisor-to-lip relationship with an excessive facial height. The architectural and structural analysis defines this problem as not only a maxilla that is vertically too long but the soft tissues of the nose and lip (see the occlusal and palatal plane lines). Anatomic studies have shown that the soft tissue is abnormal, lacking the facial muscle attachments to the anterior nasal spine and septal cartilage and a hypoplasia of the septal cartilage, thus resulting in a loss of support for this part of the face.

tions. The basic structural malformation for each case is described and surgical-orthodontic correction should be based on normalizing these relationships. To use this analysis, one simply constructs the cranial and facial lines according to their relationship and compares the case being examined to this.

DISCUSSION

In this analysis, some of the points and planes of reference are taken from various cephalometric techniques, and some of the constructions and concepts are similar to those of Broadbent, Chateau, Wylie, Bimler, Sassouni, Enlow, Ricketts, Leroi-Gourhan, Delattre and Fenard, and Gudin.^{1, 2, 8, 13, 16, 17, 26-28} However, most of these cephalometric techniques are primarily directed toward growth problems of the dentition and supporting osseous structures. Their points of reference have usually been selected because they are easily visible on a radiograph, and their use is based on statistical means rather than physiologic reasons. Basically,

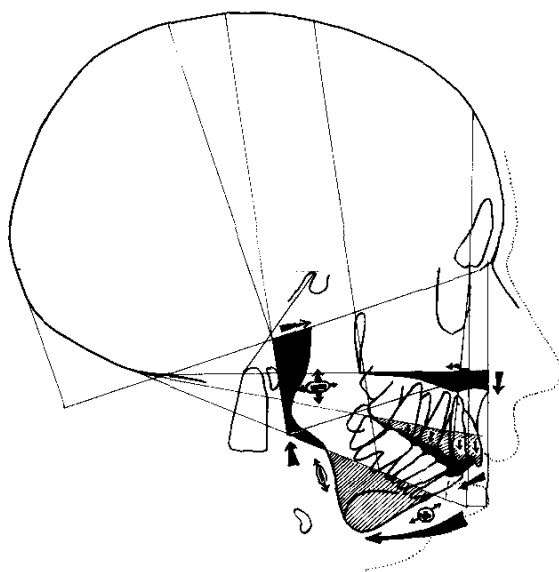


Fig. 15A. A case of the mandibuloacral dysplasia syndrome. The principal anomaly seen here is a considerable hypoplasia of the mandibular ramus with ascension and opening of the gonial angle. The maxilla is increased vertically, and an open-bite is often present. Clockwise global rotation of the maxilla and mandible is significant and is demonstrated by the large arrow.²⁵

these techniques are simply mathematical and statistical analyses.

The architectural and structural craniofacial analysis presented here offers the following advantages:

1. It does not refer to statistical averages but only to those balances which are influenced by the unique features of each skeleton within the framework of its own craniofacial architecture.
2. It takes into account all of the cranial and facial skeletal structures by referring to the unaffected structures. It is thus possible to find the shape that the abnormal structures should have had, and this simplifies treatment planning.

It is obvious, however, that this analysis does not solve all of the problems of etiology and treatment of craniofacial deformities. In cases of more complex craniofacial malformation, especially those involving growth and development, one will need to use this analysis in its three-dimensional variation. Errors are inevitable in cephalometry, and thus we should not use only analytical tracings or theoretical reconstructions for diagnosis and treatment. Accurate physical examination remains the basic rule,

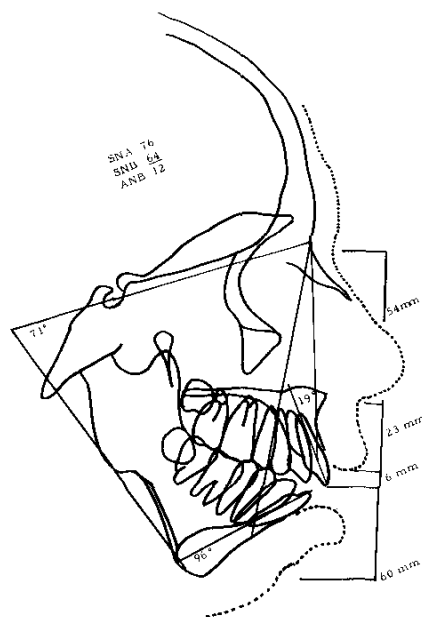


Fig. 15B. The "classic" analysis of this syndrome demonstrates decreased SNA and SNB angles with a very large ANB angle. The mandibular plane angle is also very large, as is the anterior facial height if it is measured along the axis of the face and not perpendicular to the Frankfort plane as demonstrated. The lip-to-tooth relationship shows an excessive vertical component to the maxilla. A posterior facial height measurement would show a decrease, but the actual basis of the deformity would not be as clear as with the architectural and structural analysis.

and a full knowledge of the clinical data is necessary to interpret the cephalometric tracings correctly. This attention to clinical data is particularly important in the child or adult with severe craniofacial malformations. During the first years of life, the proportions between the cranium and the face are not the same as those of the adult, and thus the analysis cannot be used as shown here. After the age of 3 years, as the face grows, the craniofacial analysis becomes reliable with some exceptions: the anterior maxillary pillar is usually rocked posteriorly, although it normally passes through the previously described points of reference, and the apex of the dens may have a low position in relation to the line CF4 which is secondary to the lack of facial height in the young child. In severe malformations involving both the cranium and the face, such as craniofaciostenosis, the problems for cephalometric tracings are maximal since some points of reference, such as bregma, the frontomaxillary

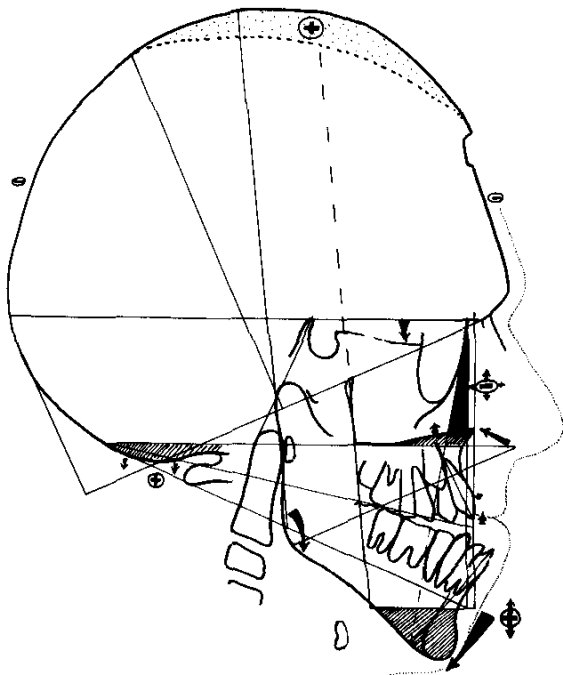


Fig. 16A. This is an example of Crouzon's syndrome with a large deformation of the cranial vault as shown by the plus sign in that region.²⁵ Unfortunately, the frontal area has been distorted by a cranioplasty done in infancy. The skull is typified by acrocephaly, abasement of the occipital bone, and a concavity of the anterior cranial base, as shown by the analysis. In the facial region, maxillary micrognathia, facial posterior rotation, and excessive anterior vertical face height are demonstrated. Opening of the gonial angle causing excessive anterior facial height and a high position of the anterior maxillary palatal line, specifically the premaxillary segment, which cause the open-bite.

point, and the pterygomaxillary fissure, are often hardly visible. Moreover, as all of the structures are involved in the malformation, there is no unaffected area which can serve as a reference to formulate a balanced face for the patient.

CONCLUSION

The architectural and structural analysis is based upon a study of craniofacial balance. It does not refer to statistical averages, but only to individual proportions. It also takes into account all of the cephalic structure and is therefore particularly useful to all who deal with craniofacial anomalies. For the orthodontist, this analysis places the dentition within the cephalic context and thereby makes obvious certain pathogenic factors of dentofacial

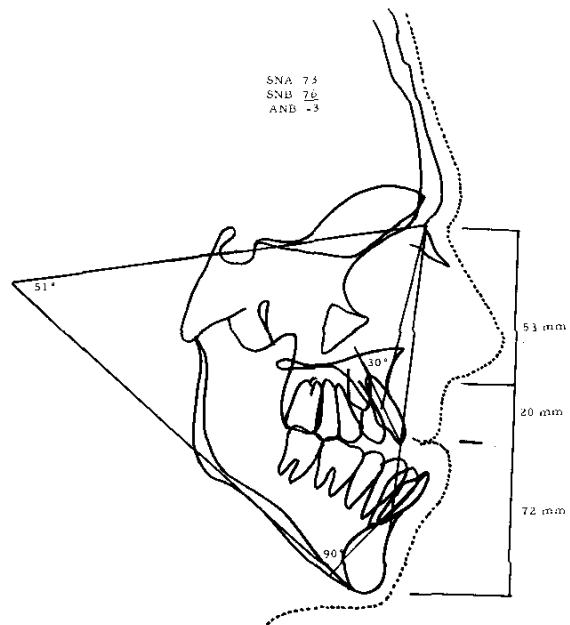


Fig. 16B. The "classic" analysis of this case of Crouzon's syndrome demonstrates a very small SNA angle, slightly reduced SNB angle, and a negative ANB angle, resulting in a Class III malocclusion. The mandibular plane angle is increased and the anterior facial height is large. The cranial base and vault problems are not analyzed here, nor is the true amount of maxillary hypoplasia.

dysmorphogenesis as, for example, cranial base or cervico-occipital anomalies. For the maxillofacial surgeon, the analysis clearly demonstrates all craniofacial deformities and thereby aids the surgeon in understanding their etiology and treatment, thus improving the results. It is also possible for the surgeon to construct a balanced face for each patient within the framework of his own skeletal cephalic architecture. This pattern can then serve the surgeon as a surgical reference.

REFERENCES

1. Delaire, J.: L'Analyse Architecturale et Structurale Cranio-faciale (de Profil): Principes Théoriques; Quelques Exemples d'Emploi en Chirurgie maxillo-faciale, *Rev. Stomatol.* 79: 1-33, 1978.
2. Paturet, G.: *Traité d'Anatomie Humaine*, Paris, Masson & Cie. 1951.
3. Rouviere, H.: *Anatomie Humaine*, ed. 4, Paris, 1940, Masson & Cie.
4. Testut, L., and Lartajet, A.: *Traité d'Anatomie Humaine*, vol. I, Paris, 1948, Gaston Doin & Cie.
5. Bleischmidt, M.: Biokinetics of the Developing Basicranium. In Bosma, J. F. (editor): *Development of the Basicranium*, DHEW Publication No. 76-989. Bethesda, Md., 1976, National Institutes of Health.

6. Piette-Le Pochat, J.: Etude de Quelques Corrélations Entre les Prognathismes Maxillaires et Mandibulaires et les Structures de la Base du Crâne, Thesis, Sciences Odontologiques, Paris, 1972.
7. Delaire, J.: "L'Articulation Fronto-maxillaire: Bases Théoriques et Principes Généraux d'Application des Forces Extra-orales Postéro-anterieures sur Masque Orthopédique, *Rev. Stomatol.* **77**: 921-930, 1976.
8. Enlow, D. H.: *Handbook of Facial Growth*, Philadelphia, 1975, W. B. Saunders Company.
9. Chateau, M.: *Orthopédie Dento-faciale*, vol. II, Paris, 1975, J. Prélât.
10. Flottes, L., Clerc, P., Riu, R., and Devilla, F.: *La physiologie des Sinus*, Paris, 1969, Librairie Louis Arnette.
11. Salagnac, J. M.: *Le Pilier Antérieur de la Face*, Thesis, Doctorat Sciences Odontologiques, Nantes, 1976.
12. Delaire, J.: Récidives de Prognathies Mandibulaires par Troubles de la Statique Cervicale, *Rev. Stomatol.* **78**: 183-185, 1977.
13. Delattre, A., and Fenard, R.: *L'Hominisation du Crâne*, Paris, 1960, Centre National de Recherche Scientifique.
14. Petrovic, A., Stutzmann, J., and Oudet, C.: Control Processes in the Post-Natal Growth of the Condylar Cartilage of the Mandible. In McNamara, J. A. (editor): *Determinants of Mandibular Form and Growth*, Ann Arbor, 1975, The University of Michigan Center for Human Growth and Development.
15. Stutzmann, J., and Petrovic, A. G.: Experimental Analysis of General and Local Extrinsic Mechanisms Controlling Upper Jaw Growth. In McNamara, J. A., Jr. (editor): *Factors Affecting the Growth of the Midface*, Ann Arbor, 1976, The University of Michigan Center for Human Growth and Development, p. 238.
16. Laitman, J. T., Heimbuch, R. C., and Crelin, E. S.: Developmental Change in a Basicranial Line and Its Relationship to the Upper Respiratory System in Living Primates, *Am. J. Anat.* **152**: 467-482, 1978.
17. Muller, L.: *Céphalométrie et Orthodontie*, Paris, 1962, Sté des Publications Médicales et Dentaires.
18. Solow, B., and Tallgren, A.: Dento-Alveolar Morphology in Relation to Craniocervical Posture, *Angle Orthod.* **3**: 157-164, 1977.
19. Vion, P.: *Analyse Architecturale Téléradiographique tridimensionnelle des Prognathies Mandibulaires Vraies*, Thesis, Doctorat Sciences Odontologiques, Nantes, 1973.
20. Trioullier, H.: *Etude Téléradiographique Architecturale et Structurale des Prognathies Maxillaires*, Thesis, Doctorat Sciences Odontologiques, Nantes, 1975.
21. Verdon, P.: *Etude Téléradiographique Architecturale et Structurale des Prognathies Maxillaires*, Thesis, Doctorat Sciences Odontologiques, Nantes, 1975.
22. Opdebeeck, H. M., and Bell, W. H.: *The Short Face Syndrome*, *Am. J. Orthod.* **73**: 499-511, 1978.
23. Schendel, S. A., Eisenfeld, J., Bell, W. H., Epker, B. N., and Mishelevich, D. J.: The Long Face Syndrome: Vertical Maxillary Excess, *Am. J. Orthod.* **70**: 398-408, 1976.
24. Delaire, J., Tessier, P., Tulasne, J.-F. and Resche, F.: Aspects Cliniques et Radiographiques de la Dysostose Maxillo-nasale: Syndrome Naso-Maxillo-vertébral, *Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac.* **80**: 68-82, 1979.
25. Gorlin, R. J., Pindborg, J., and Cohen, M. M., Jr.: *Syndromes of the Head and Neck*, ed. 2, New York, 1976, McGraw-Hill Book Company.
26. Gudin, R. G.: Le rôle du Complexe Pharyngo-lingual dans l'Organisation de Croissance du Massif Facial à l'état Normal et Pathologique, Thesis, Sciences Odontologiques, Paris, 1969.
27. Leroi-Gourhan, A.: Influence de la Denture sur la Face Osseuse et la Base du Crâne, *Rev. Fr. Odonto-Stomatol.* **1**: 47-62, 1954.
28. Leroi-Gourhan, A.: Equilibre Mécanique de la Face Normale et Anormale, *Ann. Odontostomatol.*, 1954.

Reprint requests to:

Professeur J. Delaire
Clinique de Stomatologie et
Chirurgie Maxillo-Faciale
Centre Hospitalier Régional
Place Alexis Ricordeau
44035 Nantes, France