Bull Group Int Rech Sci Stomatol et Odontol - Vol 36 n° 3-4, 1993

Le trièdre ptérygo-clivien: reconstruction en 3D, stabilité ou variations possibles au cours de la croissance

M.M. ROUSSET**, H. BLOCQUEL**, S. REBOUL*, A. TALEB-AHMED*, J.P. DUBUS

* *Laboratoire de Mesures automatiques, Université des Sciences et Technologies de Lille. Bat. P3 3e étage, 59655 Villeneuve d'Ascq, France.*
** *Laboratoire de Morphogénèse Céphalique et Prévention. 1 Place de Verdun, 59045 Lille, France.*

RÉSUMÉ

L'étude de la croissance, à partir de télécrânes, nécessite l'emploi de structures de superposition. Trois clichés radiographiques rayons X de face, de profil, en incidence axiale, ont été orthogonalisés par un logiciel. Cette étape a été réalisée pour chaque enfant à deux âges différents. La reconstruction de la droite clivienne et des droites ptérygoïdiennes sur les trois vues forme le trièdre ptérygo-clivien dont nous étudions la stabilité dans le temps.

MOTS-CLÉS:

Céphalométrie - Croissance - Analyse tridimensionnelle - Reconstruction 3D.

SUMMARY

The growth's study, from skull's radiographics, needs the use of superposition's structures. Three X ray radiographics pictures from the front, from profile and from under are retalling by a soft. This orthogonazilation's step has been realized for every child at two different ages. The reconstruction of the «clivus» straight and «pterygoïde» straights from three views gives the «pterygo-clivus triedre» which stability is studied for time.

KEY WORDS:

Cephalometry - Growth - Three dimensional analysis - Reconstruction 3D.

INTRODUCTION

L'étude de la croissance quantitative à partir de télécrânes nécessite l'emploi de structures de superposition.

Nous nous proposons de vérifier la stabilité en trois dimensions, d'une zone mise en évidence sur le seul télécrâne sagittal: le compas ptérygo-clivien de Blocquel [3].

Nous utilisons un logiciel expérimental équipé d'un système de réhaussement des vues pour le tracé «3D» de ce qui sera le trièdre ptérygo-clivien.

Chaque segment repéré sur deux vues sera automatiquement tracé sur le troisième cliché (Rousset) [6] (Taleb-Ahmed) [7].

RAPPELS DE GÉOMÉTRIE DANS L'ESPACE

Pour fixer nos connaissances et pour montrer l'intérêt des études en 3D, il nous a semblé nécessaire de faire un bref rappel de géométrie dans l'espace [1].

D'après les conventions de MONGE (XVIIIe siècle), il existe deux types de représentations d'un point M dans l'espace:

— La perspective cavalière: c'est la représentation dans les trois dimensions de l'espace du point M et de ses projections sur les trois plans, frontal, horizontal et plan de bout (schéma 1).

— La géométrie descriptive: imaginée par MONGE [1], elle permet de représenter ce point M et ses projections d'une manière simplifiée en réclinant un des plans de l'espace. Si nous rabattons le plan frontal vers l'arrière (schéma 2) selon l'axe charnière OY, nous pouvons regarder en vue de «dessus» (schéma 3) notre point M. Nous constituons ainsi «l'épure» de M (Reboul) [5] représenté par le couple (m,m'). OY représente la ligne de terre tandis que la ligne m, m' perpendiculaire à OY est la ligne de rappel.

Si nous effectuons un changement de plan en utilisant OX comme charnière, XZ étant pris comme nouveau plan frontal (schéma 4), nous obtenons l'épure descriptive du point M constituée du couple m'_1,m (schéma 5).

Cette méthode permet de décrire un point M en gardant toutes ses projections dans les différents plans de l'espace.

La géométrie descriptive va autoriser la même représentation pour un triangle formé de trois points A, B et C.

Si, par convention, nous choisissons un triangle ABC contenu dans un plan parallèle à OX, nous pouvons réaliser trois épures différentes.

Dans la première épure, de charnière OY (schéma 6), le triangle ABC se projette sur YZ selon un segment a'c' car A et B seront confondus en projection.

Une deuxième épure, de charnière OZ (schéma 7), représente le triangle ABC sous forme d'un segment a'c', A et B sont à nouveau confondus.

Par contre, une charnière OX (schéma 8) nous donne un triangle a'b'c', projection visible du triangle ABC.

Ces rappels des principes de géométrie descriptive nous permettent de comprendre l'intérêt d'une reconstruction en 3D. Si nous ne considérons qu'un plan, un triangle peut nous apparaître sous la forme d'un segment. Par contre, l'étude en 3D tient compte des différentes projections possibles. Dès que nous connaîtrons la projection de notre triangle sur deux plans, nous aurons les coordonnées de tous les points de ce triangle. Nous pouvons ainsi connaître chaque composante d'un angle euclidien. Nous nous proposons d'étendre ces principes de géométrie à la position des dents dans l'espace. Nous pouvons différencier sur nos clichés la troisième molaire supérieure gauche de la troisième molaire supérieure droite et étudier chacun des mouvements des deux molaires indépendamment l'une de l'autre.

PROTOCOLE

Le compas ptérygo-clivien de Blocquel [3] (Figure 3) nous a semblé une structure de superposition possible pour notre étude radiographique et tridimensionnelle de l'évolution de la troisième molaire supérieure.

Blocquel [3] a démontré que le compas ptérygo-clivien est constant en valeur angulaire sur le cliché norma lateralis pour un même sujet quel que soit le temps écoulé.

Nous nous proposons d'étudier cette construction dans les trois sens de l'espace et de vérifier cette stabilité angulaire.

MÉTHODE

Population

Notre population est constituée de cinquante enfants d'âge pédodontique pour lesquels nous possédons deux séries de trois clichés radiographiques orthogonalisés, pris à quelques années d'intervalle.

Le temps écoulé entre les deux prises de clichés se situe entre 18 et 67 mois avec une majorité de cas entre 24 et 48 mois (Histogramme 1).

Critères de sélection

Nos critères de sélection ont été, pour la première série, au temps t1, de repérer une troisième molaire supérieure formée de sa couronne.

Pour le deuxième ensemble, au temps t2, la troisième molaire aura édifié au moins un tiers de sa racine.

Tracés

Les clichés, ayant été orthogonalisés à l'aide du système 3D, chaque structure repérée sur deux vues sera automatiquement reportée sur une troisième vue (Rousset) [6] (Taleb-Ahmed) [8].

Si nous reprenons le compas ptérygo-clivien (Blocquel) [2] et que nous raisonnons en 3D, nous avons en fait trois plans distincts:

PLANCHE 1: Schémas

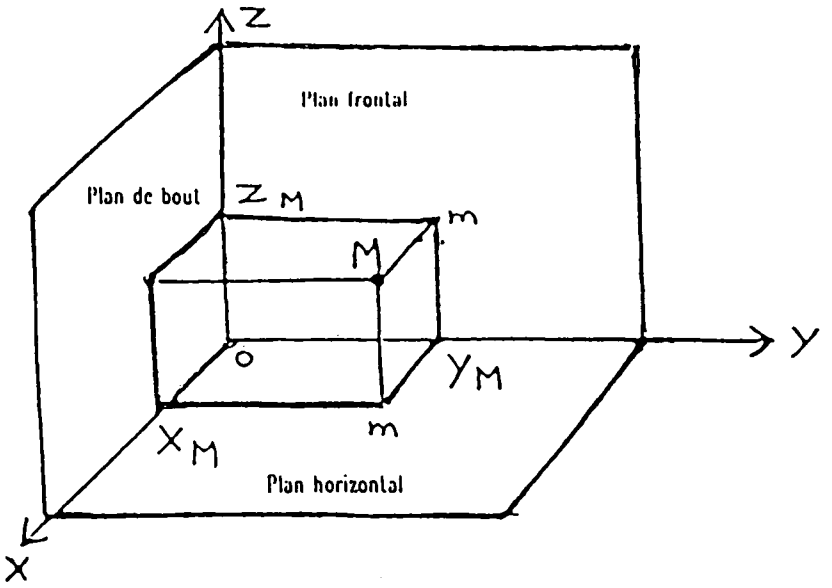


Schéma 1: Perspective cavalière dite en «3D».
Schema 1: In a cavalier manner drawing perspective in 3D.

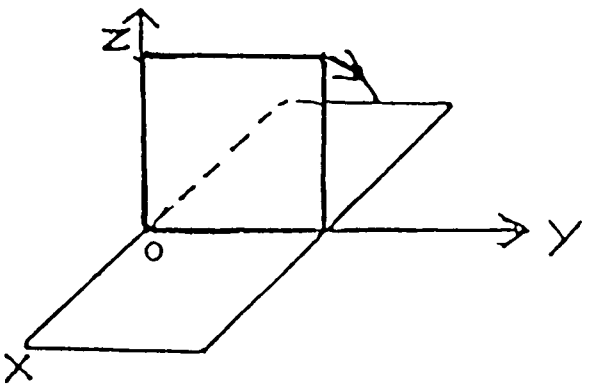


Schéma 2: Passage en géométrie descriptive selon la charnière OY.
Schema 2: Descriptive geometry passage with junction OY.

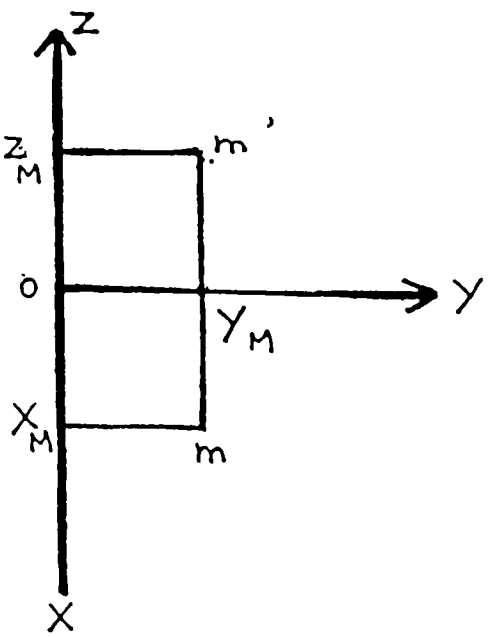


Schéma 3: Epure du point M (m.m')
Schema 3: Working drawing of M point (m.m').

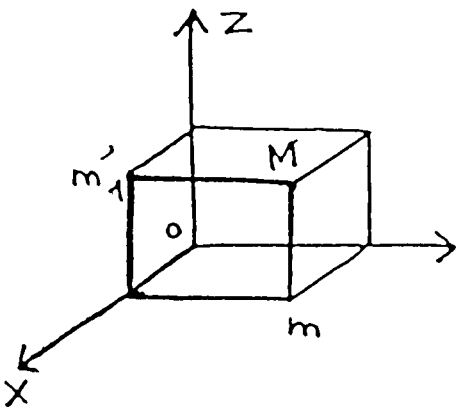


Schéma 4: XZ nouveau plan frontal (charnière OX).
Schema 4: XZ new front plan (junction OX).

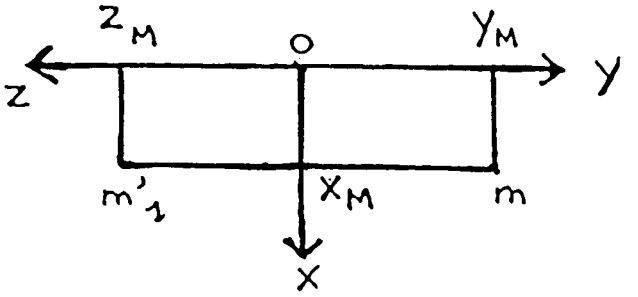


Schéma 5: Epure du point M (m'_1.m).
Schema 5: Working drawing of M point (m'_1.m).

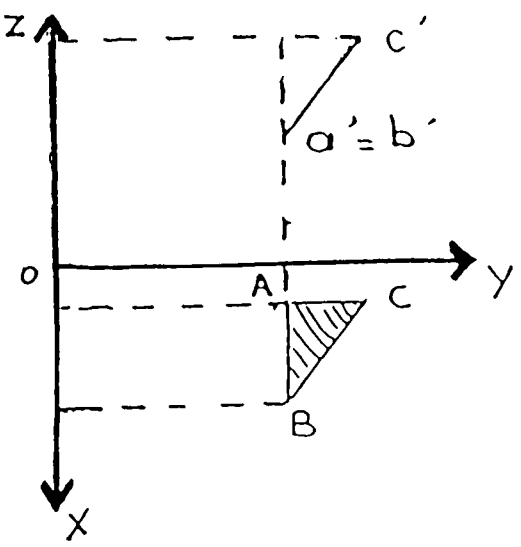


Schéma 6: Projection du triangle A, B, C (charnière OY).
Schema 6: Projection of the triangle A, B, C (junction OY).

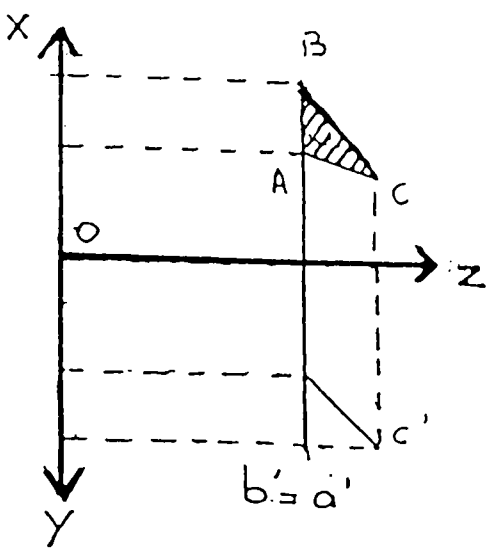


Schéma 7: Projection du triangle A, B, C (charnière OZ).
Schema 7: Projection of the triangle A, B, C (junction OZ).

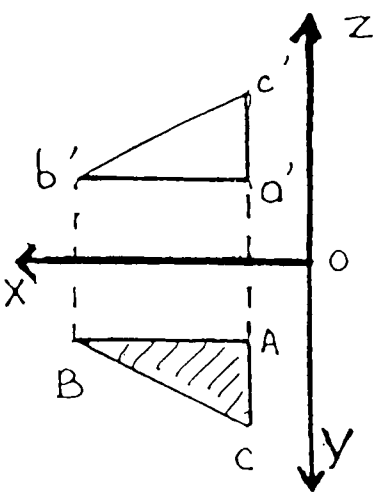


Schéma 8: Projection du triangle A, B, C (charnière OX).
Schema 8: Projection of the triangle A, B, C (junction OX).

PLANCHE 2: Figures

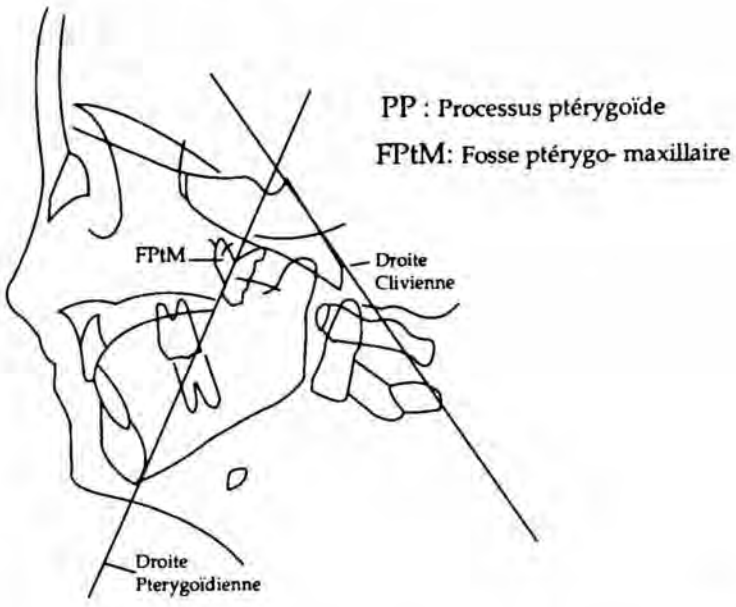


Fig. 1: Tracé de la droite clivienne de Blocquel sur le cliché en norma latéralis (In Blocquel 2).
Fig. 1: Blocquel's clivus straight on lateralis (In Blocquel 2).

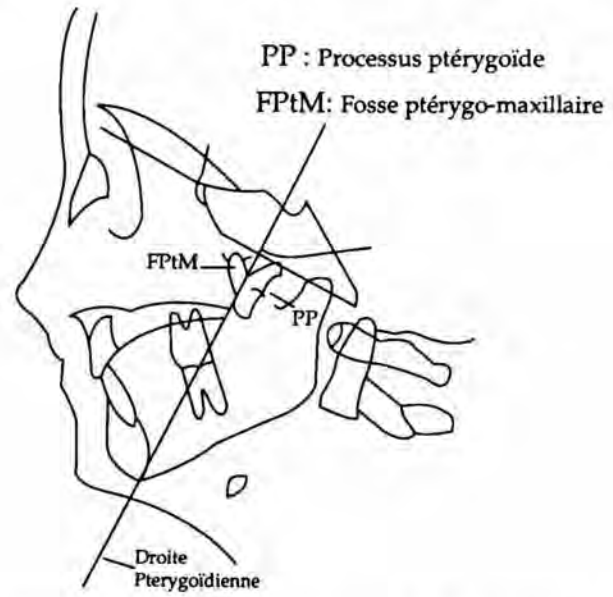


Fig. 2: Tracé de la droite Ptérygoïdienne de Thilloy sur le cliché en norma latéralis (In Blocquel 3).
Fig. 2: Thilloy's pterygoïde straight on lateralis (In Blocquel 3).

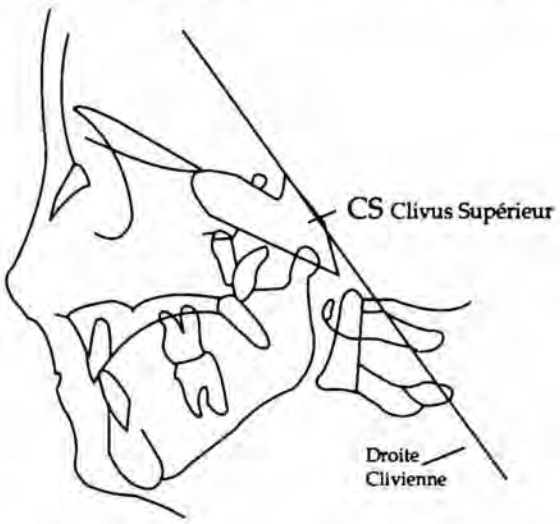


Fig. 3: Tracé du Compas Ptérygo-clivien de Blocquel sur le cliché en norma latéralis (In Blocquel 3).
Fig. 3: Blocquel's pterygo-clivus dividers on lateralis (In Blocquel 3).

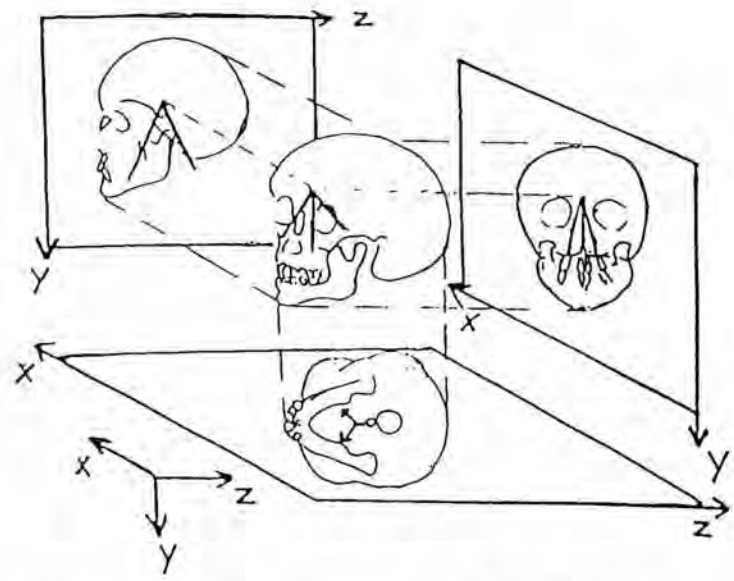


Fig. 4: D'après M. Danguy [4]. *Fig. 4: From M. Danguy [4].*

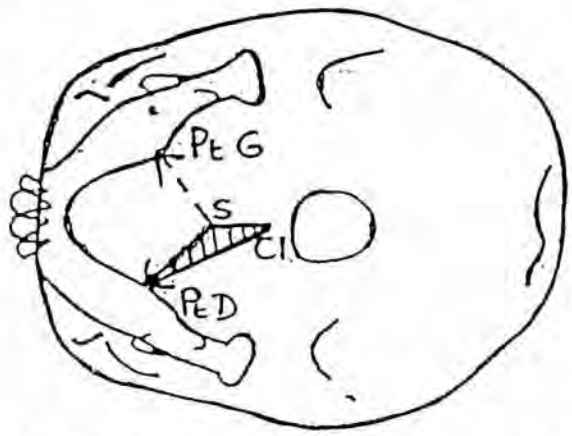


Fig. 5: Compas ptérygo-clivien droit sur la vue axialis.
Fig. 5: Right pterygo-clivus dividers on axialis view.
Cl.: Clivus; *Clivus.*
Pt G: Droite ptérygoïdienne gauche; *Left pterygoïde straight.*
Pt D: Droite ptérygoïdienne droite; *Right pterygoïde straight.*

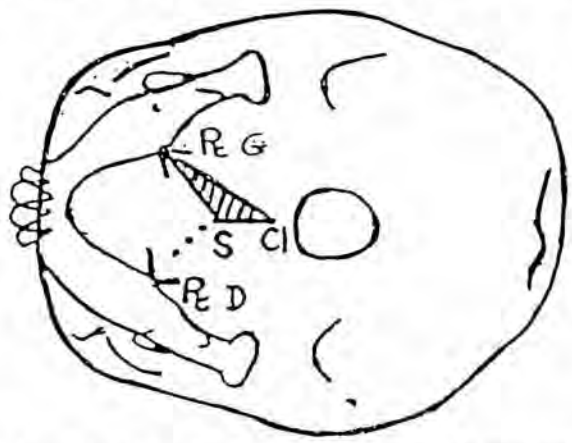


Fig. 6: Compas ptérygo-clivien gauche sur la vue axialis.
Fig. 6: Left pterygo-clivus dividers on axialis view.

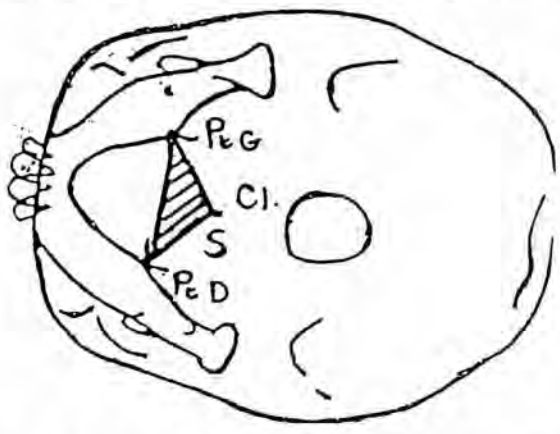


Fig. 7: Angle des droites ptérygoïdiennes sur la vue axialis.
Fig. 7: Pterygoïde straights angle on axialis view.

Un plan passant par la droite clivienne de Blocquel [2] (Figure 1) et la droite ptérygoïdienne de Thilloy [9] (Figure 2) gauche: nous l'appelons plan ptérygo-clivien gauche.

Un autre plan passe par la droite clivienne (Figure 1) et la droite ptérygoïdienne (Figure 2) droite; c'est le plan ptérygo-clivien droit.

Enfin, un troisième plan contient les droites ptérygoïdiennes droite et gauche; il s'agit du plan ptérygoïdien.

La difficulté va être pour nous de tracer nos deux droites ptérygoïdiennes et notre droite clivienne sur deux vues.

Le tiers antéro-inférieur des processus ptérygoïdes est visible sur le norma lateralis en superposition. Sur l'axialis, il est représenté par l'avant du «V» ptérygoïdien.

S'il est aisé de repérer notre droite clivienne (tangente à la partie supérieure du clivus) sur le cliché lateralis, il est plus difficile de la mettre en évidence sur une autre vue.

L'examen des crânes secs nous montre que notre clivus se situe dans un plan sagittal médian qui passe par la partie médiane du foramen magnum à l'arrière et par le processus crista galli à l'avant. Le processus odontoïde de l'axis se trouve lui-même dans ce plan sagittal médian.

Ces structures sont facilement repérables sur deux vues: nous marquons le point sommet du processus odontoïde de l'axis visible sur le lateralis, le frontalis et l'axialis; le sommet du processus crista galli est repéré sur le lateralis et sur le frontalis.

Ainsi se trouve situé le plan dans lequel se trouve la droite clivienne.

La projection de ce plan médian sur une vue frontale va, par le phénomène d'«écrasement», représenter la droite clivienne.

Les droites ptérygoïdiennes (Figure 2) tangentes au tiers antéro-inférieur des processus ptérygoïdes sont tracées sur le cliché en norma lateralis.

L'intersection des tangentes (Figure 3) ptérygoïdienne et clivienne et, ou du plan sagittal médian définira le sommet du trièdre sur les télécrânes.

Les vues sont orthogonalisées; nous connaissons ainsi l'angle et le centre de rotation des vues les unes par rapport aux autres (Rousset) [6] (Taleb-Ahmed) [7].

Les relations de passage entre les vues sont définies (Reboul) [5] et ainsi les corrections peuvent être apportées d'une vue à l'autre.

Le logiciel permet, à partir d'un repérage sur deux vues, de tracer automatiquement la représentation sur la troisième vue (Taleb-Ahmed) [8].

La droite clivienne est repérée sur les clichés norma lateralis et frontalis.

Tracé sur deux vues à l'aide des droites de rappel, le segment obtenu est transposé automatiquement sur la troisième vue.

Les droites ptérygoïdiennes gauche et droite sont représentées en repérant la partie antérieure du «V» ptérygoïdien sur le cliché verticalis et le tiers antéro-inférieur des processus ptérygoïdes sur le norma lateralis, et cela grâce aux rappels écran.

Notre trièdre ptérygoïdien est constitué (Figure 4) (Danguy). Cette représentation en 3D est visualisée sur l'écran (Figures 5, 6 et7).

Grâce au logiciel, il nous est possible de la faire tourner et de voir apparaître chaque élément de la construction.

Nous pouvons également mesurer chacun des angles qui forment ce trièdre ptérygo-clivien.

L'angle ainsi mesuré va tenir compte de l'inclinaison dans les trois sens de l'espace de chacun des côtés.

Le compas ptérygo-clivien de Blocquel, stable en norma lateralis, l'est-il également dans les autres sens de l'espace?

Mesures

Nous avons calculé les différents angles euclidiens qui forment notre trièdre (Figure 4) (Danguy) [4].

Etude au temps t1

* Le compas ptérygo-clivien droit (Figure 5) varie de 28° à 62° avec un maximum de cas entre 42° et 54° (Histogramme 2).

* Celui de gauche (Figure 6) oscille de 29° à 62°. Le maximum de cas se situe entre 41° et 52° (Histogramme 3).

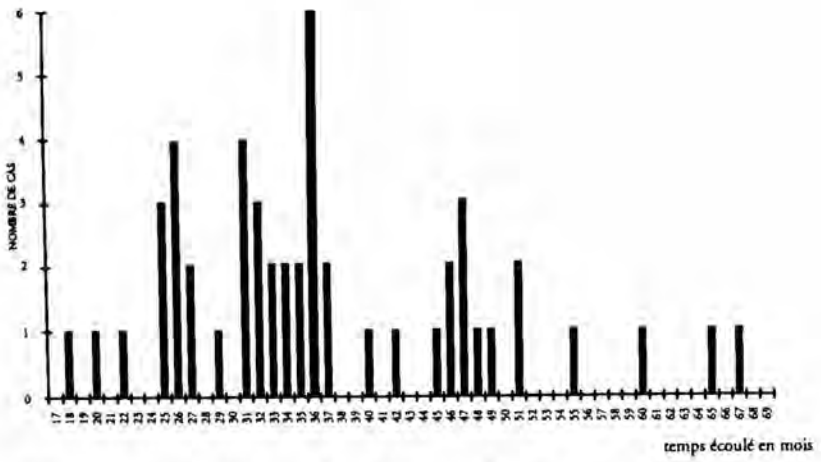
* L'angle formé par les droites ptérygoïdiennes gauche et droite (Figure 7) varie de 22° à 49° avec un maximum de cas entre 29° et 36° (Histogramme 4).

Etude au temps t2

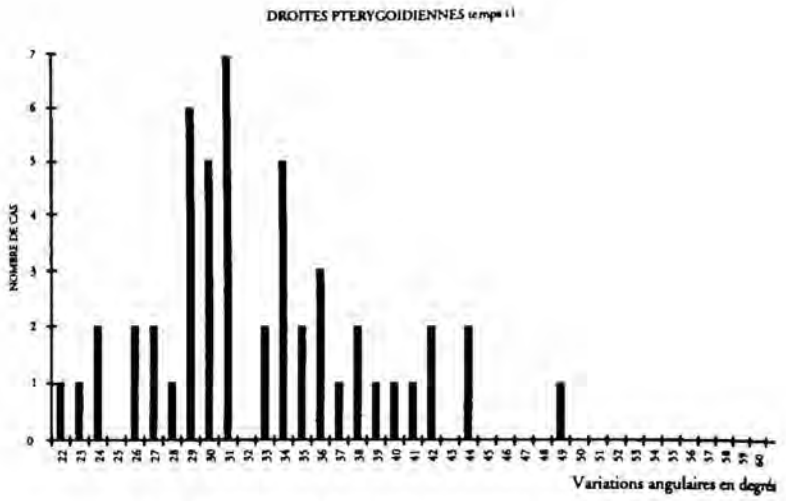
* Le compas ptérygo-clivien droit varie de 30° à 63°. Un maximum de cas se situe entre 42° et 53° (Histogramme 5).

* Celui de gauche fluctue entre 28° et 63°. La répartition maximale est analogue au compas de droite (Histogramme 6).

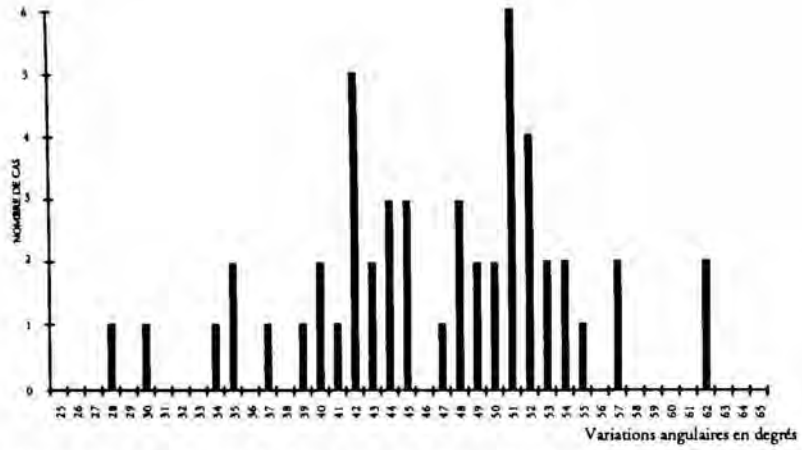
PLANCHE 3: Histogrammes



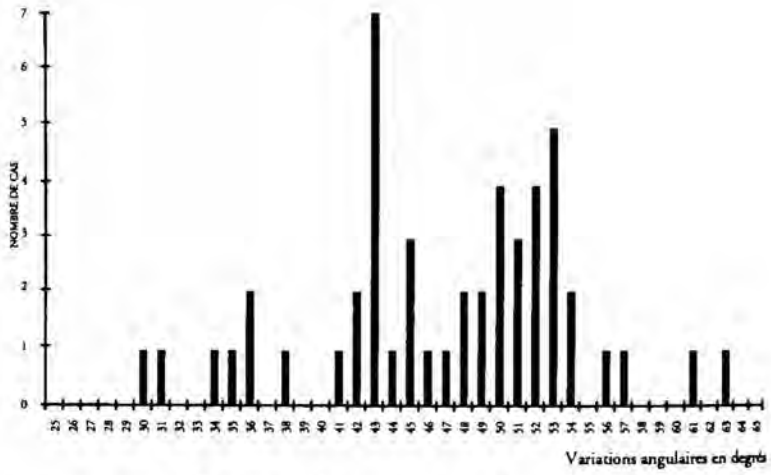
Histogramme 1: Temps écoulé entre deux prises de télécrânes.
Time past between two skull's radiographics.



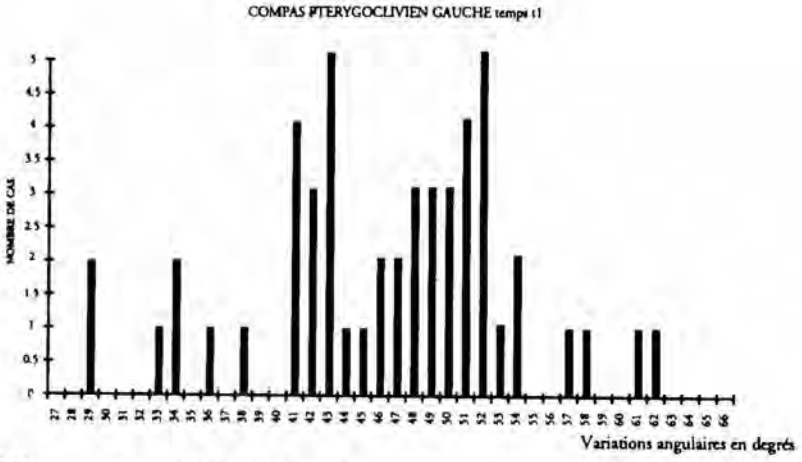
Histogramme 4: Variation de l'angle formé par les droites ptérygoïdiennes au temps t1.
Pterygoïdes straights angles' variation at t1 time.



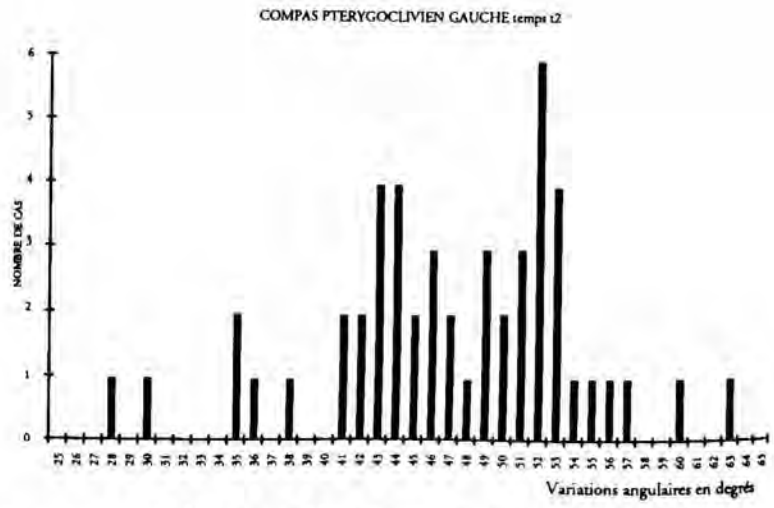
Histogramme 2: Variation du compas ptérygo-clivien droit au temps t1.
Right pterygo-clivus dividers' vatiations at t1 time.



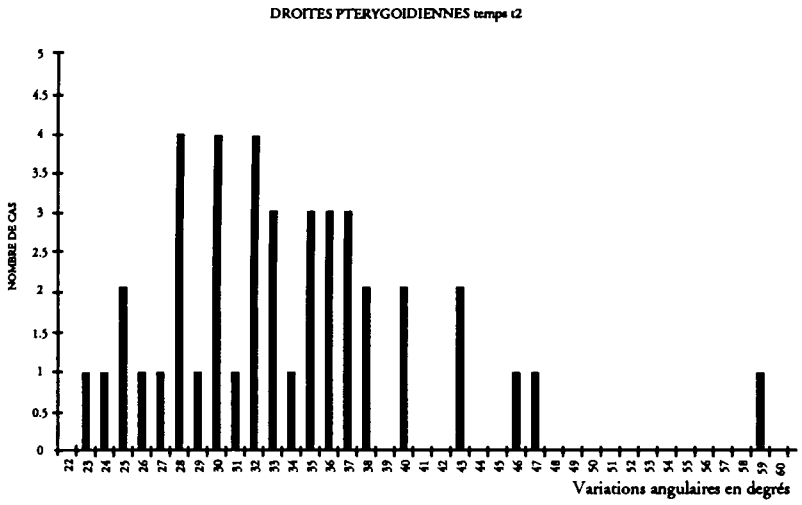
Histogramme 5: Variation du compas ptérygo-clivien droit au temps t2.
Right pterygo-clivus dividers' variation at t2 time.



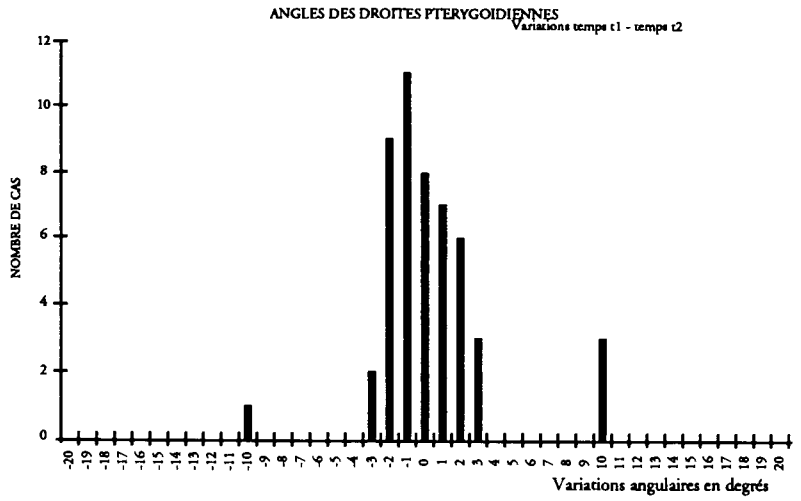
Histogramme 3: Variation du compas ptérygo-clivien gauche au temps t1.
Left pterygo-clivus dividers' variation at t1 time.



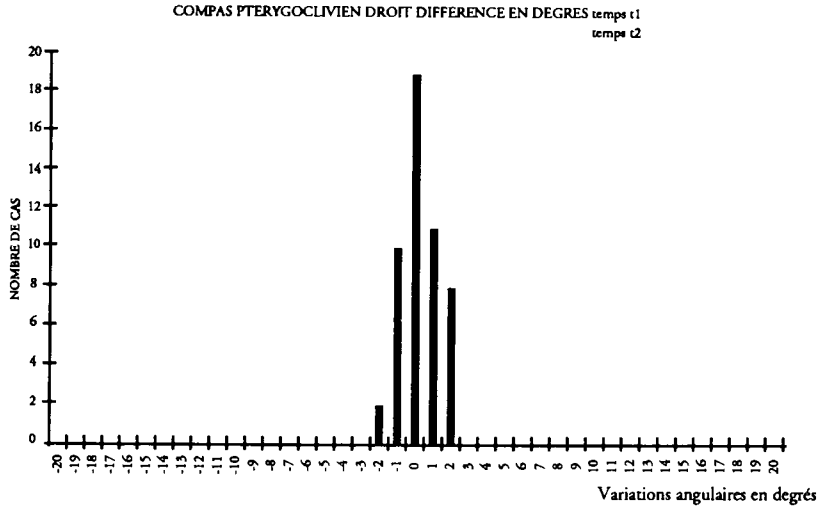
Histogramme 6: Variation du compas ptérygo-clivien gauche au temps t2.
Left pterygo-clivus dividers' variation at t2 time.



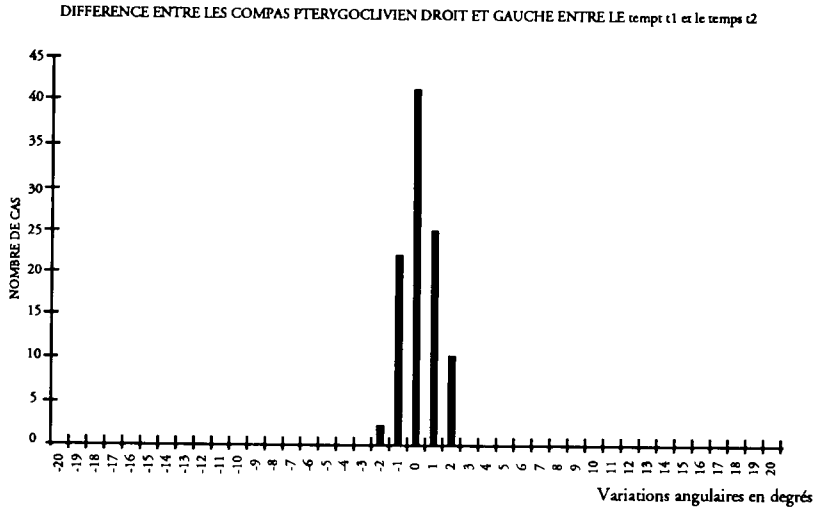
Histogramme 7: Variation de l'angle formé par les droites ptérygoïdiennes au temps t2.
Pterygoïdes straights angles' variation at t2 time.



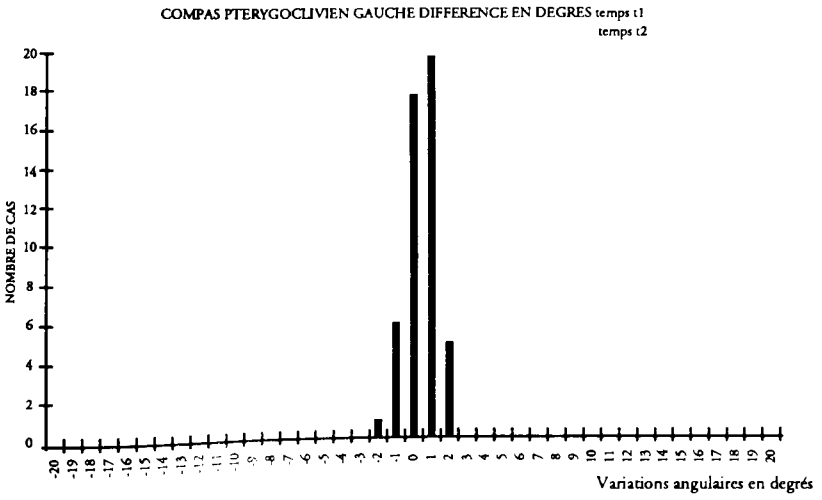
Histogramme 10: Variation entre le temps t2 de l'angle formé par les droites ptérygoïdiennes.
Pterygoïdes straights angles' variation between t1 and t2 time.



Histogramme 8: Variation du compas ptérygo-clivien droit entre le temps t1 et le temps t2.
Right pterygo-clivus dividers' variation between t1 and t2 time.



Histogramme 11: Variation entre les compas ptérygo-cliviens droit et gauche entre le temps t1 et le temps t2.
Right and left pterygo-clivus dividers' variation between t1 and t2 time.



Histogramme 9: Variation du compas ptérygo-clivien gauche entre le temps t1 et le temps t2.
Left pterygo-clivus dividers' variation between t1 and t2 time.

* L'angle euclidien formé par les droites ptérygoïdiennes gauche et droite varie de 23° à 59°. La plupart des cas sont compris entre 28° et 37° (Histogramme 7).

Comparaison entre les deux âges

La variation angulaire du compas ptérygo-clivien droit dans l'intervalle de temps écoulé entre les deux séries de clichés s'étend de −2° à +2°. Dans 19 cas, il n'y a pas de différence. Dans 21 cas, la différence n'est que de 1° (Histogramme 8).

La variation enregistrée entre les deux compas ptérygo-cliviens gauches va de −2° à +2°. Le maximum de cas oscille entre 0 et +1° (Histogramme 9) dans l'intervalle de temps considéré.

La variation entre les deux angles formés par les droites ptérygoïdiennes droite et gauche, durant l'intervalle, se situe entre $-10°$ et $+10°$ avec un maximum de cas de $-2°$ à $+2°$ (Histogramme 10).

Comparaisons entre les compas ptérygo-cliviens droit et gauche au temps t1 et au temps t2

La différence angulaire entre les compas ptérygo-cliviens droit et gauche au temps t1 et au temps t2 se situe entre $-2°$ et $+2°$. La plupart des variations sont comprises entre $-1°$ et $+1°$ (Histogramme 11).

CONSTATS ET DISCUSSIONS

Le compas ptérygo-clivien reste stable au cours de la croissance, que ce soit entre le côté gauche et le côté droit, ou en fonction du facteur temps.

L'angle formé par les deux droites ptérygoïdiennes est stable dans 92% des cas, alors que les variations sont moindres pour les compas droit et gauche. Dans quatre cas, l'écart enregistré est de 10°.

Nous avons repris les clichés correspondants: pour chacun des enfants présentant cette importante variation au niveau angulaire, nous constatons un mouvement de roulis entre la première et la seconde prise du cliché axialis.

Il est possible que libéré des olives, l'enfant ait varié l'inclinaison de la tête dans l'arceau du céphalostat et cela malgré l'attention que doit apporter l'opérateur lors de la prise des clichés.

Cela nous obligera dans l'avenir à mettre au point un logiciel qui apportera une correction automatique. Ce mouvement n'a pas été constaté pour tous les autres clichés, ce qui permet de penser qu'à partir du moment ou le radiologue vérifie la position du sujet dans l'arceau support, les clichés axialis sont fiables.

CONCLUSION

Notre trièdre ptérygo-clivien formé de trois zones, les plans ptérygo-cliviens droit et gauche et le plan ptérygoïdien, est, pendant l'intervalle de temps étudié, une structure stable au cours de la croissance.

Nous allons pouvoir l'utiliser comme structure de superposition tout comme cela avait été le cas sur la vue lateralis. Sa proximité des zones splanchnocraniennes et basi-craniennes en fait un «mirador» d'observation intéressant: si nous repérons l'axe d'une structure dentaire ou osseuse dans les trois sens de l'espace, nous pouvons calculer la position et la distance de cet élément par rapport à chacun des côtés de notre trièdre.

La superposition possible entre le temps t1 et le temps t2 du trièdre ptérygo-clivien va nous permettre, pour notre part, d'étudier l'évolution et l'orientation de la troisième molaire supérieure, contribuant ainsi à l'étude de la génèse de l'occlusion.

BIBLIOGRAPHIE

[1] **Antibi, A., Barra, R., Jobert, C., Malaval, J.** — Mathématiques. Nathan éditions Paris (1992).

[2] **Blocquel, H.** — La mandibule au cours du mouvement d'ouverture de la bouche chez l'enfant. Thèse pour le doctorat de 3e cycle en Sciences Odontologiques. Lille 1974.

[3] **Blocquel, H., Laude, M., Justin, J., Thilloy, G.** — Le compas ptérygo-clivien: structure de superposition stable au cours de la croissance. *Bull. Group. Int. Rech. Sc. Stomat. Odont., 26,* 4*:* 265-284, 1983.

[4] **Danguy, M.** — L'exoface de l'adolescent et de l'adulte jeune: Etude d'une région «le prémaxillaire». Diplôme d'Etude et de Recherches en Biologie Humaine. N° 29, Amiens 1989.

[5] **Reboul, S.** — Conception et faisabilité d'un système d'étude en morphogénèse de reconstruction 3D de la dentition. DEA en Electronique Lille 1991.

[6] **Rousset, M.M., Taleb-Ahmed, A., Reboul, S., Blocquel, H., Dubus, J.P.** — Méthode d'orthogonalisation de clichés radio X par traitement d'images autorisant la reconstruction 3D d'éléments de la tête. *Bull. Group. Int. Rech. Sc. Stomat. Odont., 36,* 1-2*:* 1-7, 1993.

[7] **Taleb-Ahmed, A., Reboul, S., Salomé, F., Dubus, J.P.** – Méthode de reconstruction indirecte de la dentition à partir de deux clichés radiographiques en incidence orthogonale. Premier symposium international de l'image en relief, Paris 1991, communication.

[8] **Taleb-Ahmed, A.** — Etude de techniques de représentation 3D d'objets biologiques à partir d'acquisitions radiologiques X et IRM. Application en neuroradiologie et morphogénèse céphalique. Thèse de doctorat en électronique. Lille, 1992.

[9] **Thilloy, G., Laude, M.** — A propos des apophyses ptérygoïdes et de leurs inclinaisons. *Orthodontie Française, 45:* 441-448, 1974.

Adresse:
M.M. Rousset
Laboratoire de Morphogénèse Céphalique et Prévention
1 Place de Verdun
59045 Lille (France).