



HAL
open science

Incidence du facteur ethnique sur l'analyse céphalométrique : guide clinique en pratique quotidienne

Liora Hazan Maruani

► To cite this version:

Liora Hazan Maruani. Incidence du facteur ethnique sur l'analyse céphalométrique : guide clinique en pratique quotidienne. Sciences du Vivant [q-bio]. 2017. dumas-01475556

HAL Id: dumas-01475556

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01475556v1>

Submitted on 23 Feb 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



UNIVERSITÉ
PARIS
DESCARTES

MEMBRE DE

U^S**PC**
Université Sorbonne
Paris Cité

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2 - L 335.10

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2017

N° 002

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 9 janvier 2017

Liora HAZAN MARUANI

Incidence du facteur ethnique sur l'analyse céphalométrique : guide clinique en pratique quotidienne

Dirigée par Mme le Docteur Elvire LE NORCY

JURY

Mme le Professeur Sibylle VITAL

Président

Mme le Docteur Elvire LE NORCY

Assesseur

M. le Docteur Christophe DUNGLAS

Assesseur

Mme le Docteur Geneviève GUILLAUMOT

Assesseur

Tableau des enseignants de la Faculté

| DÉPARTEMENTS | DISCIPLINES | PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS | MAÎTRES DE CONFÉRENCES |
|--------------|--|---|---|
| 1 | ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE | Mme VITAL Mme DAVIT-BEAL | M. COURSON Mme DURSUN Mme LANDRU Mme VANDERZWALM Mme JEGAT |
| | ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE | | Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN-GOLDRAT Mme LE NORCY |
| | SANTÉ COMMUNAUTAIRE ET POPULATIONS SINGULIÈRES | Mme FOLLIGUET M. PIERRISNARD | M. NEBOT M. TAVERNIER |
| 2 | PARODONTOLOGIE | Mme COLOMBIER | Mme DRIDI Mme GOSSET M. GUEZ |
| | MÉDECINE ET CHIRURGIE BUCCALES | M. MAMAN | Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. NGUYEN Mme RADOI |
| 3 | ODONTOLOGIE CONSERVATRICE ENDODONTIE | Mme CHEMLA M. LASFARGUES | Mme BESNAULT M. BONTE Mme BOUKPESSI M. DECUF Mme GAUCHER |
| | PROTHÈSE | M. POSTAIRE | M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TIRLET M. TRAMBA Mme WULFMANN |
| 4 | PRÉVENTION-ÉPIDÉMILOGIE ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE | | Mme GERMA M. PIRNAY M. TAVERNIER |
| | SCIENCES BIOLOGIQUES | Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme POLIARD M. ROCHEFORT Mme SEQUIER | M. ARRETO Mme BARDET Mme CHARDIN M. LE MAY |
| | SCIENCES ANATOMIQUES PHYSIOLOGIQUES ET OCCLUSODONTIQUE | | M. ATTAL Mme BENBELAID Mme BENOIT M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON Mme MILLOT M. SALMON Mme TILOTTA |

A Madame le Professeur Sibylle VITAL

Docteur en Chirurgie Dentaire

Ancien interne des Hôpitaux

Docteur de l'Université Paris Descartes

Habilitée à Diriger des Recherches

Professeur des Universités, Faculté de Chirurgie Dentaire Paris
Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

*Pour m'avoir fait l'honneur de présider ce jury et d'évaluer mon travail,
Pour vos qualités professionnelles, et votre disponibilité,
Veuillez trouver ici le témoignage de mon plus profond respect.*

A Madame le Docteur Elvire LE NORCY

Docteur en Chirurgie Dentaire
Spécialiste qualifiée en Orthopédie Dento-Faciale Docteur
de l'Université Paris Descartes
Maitre de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie Dentaire
Paris Descartes
Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

*Je vous remercie chaleureusement d'avoir accepté de diriger ce travail,
et de m'avoir conseillée et guidée tout au long.
Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mes sentiments les plus
sincères et de ma profonde considération.*

A Monsieur le Docteur Christophe DUNGLAS

Docteur en Chirurgie Dentaire

Spécialiste qualifié en Orthopédie Dento-Faciale

Maitre de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie Dentaire

Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

*Pour m'avoir fait l'honneur de faire partie de ce jury et d'évaluer mon
travail.*

Pour vos enseignements précieux en clinique.

*Veillez trouver ici le témoignage de mes remerciements les plus
sincères.*

A Madame le Docteur Geneviève GUILLAUMOT

Docteur en Chirurgie Dentaire

Spécialiste qualifiée en Orthopédie Dento-Faciale

Docteur de l'Université Paris Descartes

Ancien Assistant Hospitalo-Universitaire, Faculté de Chirurgie Dentaire
Paris Descartes

Pour m'avoir fait l'honneur de faire partie de ce jury.

Pour votre dévouement sans limite.

*Parce que vous nous poussez à toujours nous dépasser avec
bienveillance.*

Merci également d'autant aimer nous enseigner l'orthodontie.

*Veillez trouver ici le témoignage de mon plus profond respect et de ma
toute reconnaissance.*

Mes remerciements vont également :

*A l'ensemble de mes professeurs de l'hôpital Bretonneau,
merci pour vos enseignements précieux.*

*A mes parents qui ont toujours fait de mes études une de leurs
priorités. Merci de m'avoir encouragée et soutenue tout au
long de ce long parcours. Veuillez trouver dans ce travail
l'aboutissement de vos efforts, le reflet de ma reconnaissance
et de mon amour.*

*A mon mari, Jonathan, merci pour ta patience infinie, ton aide
précieuse, et pour ton amour. Nul doute que ce travail de thèse
ne serait pas ce qu'il est sans toi. Que tu trouves ici le
témoignage de ma reconnaissance et de tout mon amour.*

A mon fils Ezra, qui illumine ma vie.

*A mes frères, Jérémie, Noam et Raphaël, pour leur soutien tout
au long de ces études.*

*A mes co-internes et amies Lauren et Marina, merci pour votre
soutien et votre aide au quotidien.*

A l'ensemble des co-internes et amis de l'hôpital Bretonneau.

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION | 3 |
| I Analyses céphalométriques de référence..... | 5 |
| I.1 Définition des principaux points céphalométriques | 6 |
| I.2 Définition des lignes et plans utilisés en analyse céphalométrique..... | 7 |
| I.2.1 Plans et lignes horizontaux | 7 |
| I.2.2 Plans verticaux..... | 8 |
| I.3 Analyse de Down..... | 9 |
| I.4 Analyse de Steiner | 11 |
| I.5 Analyse de Tweed | 16 |
| I.6 Analyse de Ricketts | 18 |
| I.7 L'analyse de McNamara..... | 21 |
| I.8 Le Wits Appraisal..... | 23 |
| I.9 Analyse de DELAIRE | 25 |
| II Applicabilité des normes | 27 |
| II.1 Patients africains..... | 27 |
| II.1.1 Etude de Drummond..... | 27 |
| II.1.2 Etude de Kapila | 28 |
| II.1.3 Etude d'Anderson et al | 29 |
| II.1.4 Conclusion | 30 |
| II.2 Patients arabes | 31 |
| II.2.1 Méta-analyse de A.M. Aldrees (Arabie Saoudite) | 31 |
| II.2.2 Patients nords-africains (Maroc) | 31 |
| II.2.3 Conclusion | 32 |
| II.3 Patients asiatiques..... | 33 |
| II.3.1 Etude de Miyajima et al..... | 33 |
| II.3.2 L'étude de Y. GU et al. (Chine) | 35 |
| II.3.3 Etude de Paek, Bowman et Klapper (Corée)..... | 37 |
| II.3.4 Conclusion | 39 |
| II.4 Tableaux récapitulatifs | 40 |
| II.4.1 Africains | 40 |
| II.4.2 Arabes..... | 41 |
| II.4.3 Asiatiques | 42 |

| | |
|--|-----------|
| III Perspectives | 45 |
| III.1 Analyse de Delaire..... | 46 |
| III.1.1 Analyse architecturale | 46 |
| III.1.2 Analyse orthognathique..... | 51 |
| III.1.3 Options de tracés selon l’ethnie..... | 54 |
| III.1.4 Analyse structurale | 56 |
| III.2 Analyse tridimensionnelle (3D) issue du cône-beam (Treil)..... | 57 |
| III.2.1 Choix fondamentaux..... | 58 |
| III.2.2 Acquisition des données tomodensitométriques..... | 58 |
| III.2.3 Création du modèle tridimensionnel..... | 60 |
| III.2.4 Analyse du modèle tridimensionnel | 62 |
| III.2.5 Discussion..... | 64 |
| CONCLUSION | 65 |
| BIBLIOGRAPHIE | 69 |
| ANNEXES | 73 |
| FIGURES..... | 73 |
| TABLEAUX..... | 75 |

INTRODUCTION

Les normes céphalométriques ont été établies à partir du modèle caucasien. Lors de notre pratique quotidienne, nous utilisons ces normes caucasiennes sur nos patients, quelle que soit leur origine ethnique.

L'orthodontiste peut être confronté à deux types de situations cliniques : les patients qui souhaitent se rapprocher du modèle culturel caucasien ; ou les patients qui souhaitent conserver leurs particularités ethniques. Les premiers sont de plus en plus nombreux, en effet, dans notre société actuelle, les patients sont influencés par les dictats de beauté, véhiculés notamment par les médias.

L'appartenance à une ethnie est définie par Max WEBER¹ comme le sentiment de partager une ascendance commune, que ce soit à cause de la langue, des coutumes, des ressemblances physiques ou de l'histoire vécue. Cette notion est très importante sur le plan social et politique car elle est le fondement de la notion d'identité.

Cette définition permet de comprendre pourquoi un grand nombre de nos patients souhaitent ressembler au modèle caucasien afin d'avoir le sentiment d'appartenance au pays dans lequel ils vivent.

Les objectifs de notre travail vont donc être :

- Dans une première partie, de rappeler les méthodes d'analyses céphalométriques. Nous décrirons uniquement les analyses employées dans les études citées.
- Dans une seconde partie, d'étudier les variations des valeurs céphalométriques selon les ethnies, obtenues à travers une revue de la littérature afin d'établir un guide clinique d'analyse céphalométrique selon chaque ethnie.
- Enfin dans une troisième partie de décrire les analyses céphalométriques bidimensionnelles ou tridimensionnelles dont les valeurs ne dépendent pas, à priori, de l'ethnie du patient.

¹ M. Weber, *Les Catégories de La Sociologie, Économie et Société* (Paris: Pocket, 2008).

I Analyses céphalométriques de référence

Beaucoup de praticiens doutent de la nécessité d'établir des points, des plans et des angles de référence. Ceux qui au contraire soutiennent cette idée, ont un bon argument donné par Moroney MJ : « il est toujours utile de pouvoir mesurer les choses, et non pas de les appeler simplement grandes ou petites »².

L'objectif de l'analyse céphalométrique est donc de pouvoir décrire de façon pertinente les caractéristiques squelettiques, dentaires, cutanées ou muqueuses d'un patient. Les patients pourront être comparés les uns aux autres, en confrontant les valeurs de leurs analyses céphalométriques respectives, ou en comparant leurs valeurs aux normes établies. Il s'agit, de plus, d'un bon moyen de communication en orthodontie.

Les analyses céphalométriques sont très nombreuses, elles peuvent être classées en 3 catégories principales :

- **Les analyses typologiques** qui ont pour objectif de déterminer le type facial du sujet. C'est le cas, par exemple, de l'analyse de Björk³
- **Les analyses dimensionnelles** dont la méthode repose sur le calcul de mesures angulaires ou linéaires. Le diagnostic sera établi en comparant les valeurs du patient à des normes établies à partir de populations de référence.
- **Les analyses architecturales et structurales** : dans ces analyses, le patient est sa propre référence. Le sujet n'est plus comparé à des moyennes, mais à lui-même, et la structure responsable du déséquilibre est mise en évidence.

² M.J. Moroney, *Facts from Figures*, 2ème ed. (Melbourne: Penguin Books, 1954).

³ A. Björk, "The Significance of Growth Changes in Facial Pattern and Their Relationship to Changes in Occlusion," *The Dental Record* 71, no. 10 (1951): 197–208.

I.1 Définition des principaux points céphalométriques⁴

| Abréviation | Nom | Définition |
|-------------|--------------------------|---|
| Na ou N | Nasion | Point le plus antérieur de la suture naso-frontale |
| ENA ou ANS | Epine nasale antérieure | Point situé à l'extrémité antérieure du maxillaire |
| A | Sous épineux | Point le plus déclive de l'image de la concavité alvéolaire antérieure du maxillaire |
| B | Supramental | Point le plus déclive de l'image de la concavité alvéolaire antérieure de la mandibule |
| Pog | Pogonion | Point le plus antérieur de l'image de la symphyse |
| Me ou M | Menton | Point le plus inférieur de l'image de la symphyse |
| Gn | Gnathion | Point du contour symphysaire situé à égale distance du Pog et du Me |
| ENP ou PNS | Epine nasale postérieure | Point situé à l'extrémité postérieure du palais dur |
| Ba | Basion | Point le plus bas et le plus reculé du basi-occipital |
| Or | Orbital | Point le plus déclive du rebord de l'orifice orbitaire |
| Po | Porion | Point le plus élevé du conduit auditif externe (CAE) |
| Go | Gonion | Point situé à égale distance du point le plus postérieur et le plus inférieur de l'angle goniale |
| S | Sella | Centre de la selle turcique |
| Ar | Articulaire | Intersection de l'image du bord postérieur du ramus avec la face exocrânienne du clivus occipital |
| D | Point D | Point central symphysaire, centre de l'image de la base symphysaire |
| Xi | Point Xi | Centre géométrique du ramus |
| Pm | Suprapogonion | Point d'inflexion du contour antérieur de la symphyse mandibulaire compris entre le point B et le point Pog |
| Ptm | Ptérygomaxillaire | Somme de la fente ptérygomaxillaire |
| L | Point L | Projection orthogonale sur SN du point le plus antérieur de la mandibule |
| E | Point E | Projection orthogonale sur SN du point le plus postérieur du condyle |

Table 1: Définition des principaux points céphalométriques

Source : M.-J. Boileau

⁴M.-J. Boileau, C. Bazert, and Y. Delbos, "Approche diagnostique," in *Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte. Tome 1, principes et moyens thérapeutiques* (Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson, 2011), 25–30.

On peut également ajouter les points suivants⁶:

- **Métanasion** (Enlow et Delaire), qui se trouve quelques millimètres en bas et en arrière du point Nasion, à l'union du frontal, du nasal et du maxillaire
- **Condylion (Co)** : bord supérieur du condyle, sommet du condyle mandibulaire
- **DC** : point sur la ligne Ba-Na, au centre du condyle

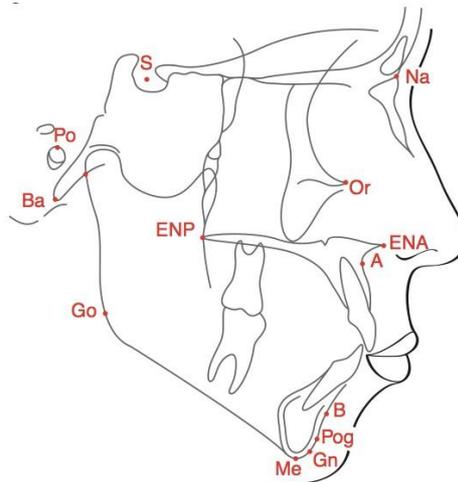


Figure 1: Schéma représentant les différents points de l'analyse céphalométrique

Source : M.-J. Boileau

I.2 Définition des lignes et plans utilisés en analyse céphalométrique

Voici les plans et les lignes les plus couramment utilisés dans les analyses céphalométriques de profil.

I.2.1 Plans et lignes horizontaux

- **Ligne de la base du crâne** : Du point S au point Na
- **Plan de Francfort** : Du point Po au point Or. Il correspond en pratique à l'horizontalité, lorsque le port de tête est normal
- **Plan palatin ou plan bispinal** : Du point ENA à ENP
- **Plan occlusal** :
 - Selon Tweed : plan passant par le milieu d'intercuspidation des premières molaires et le milieu du recouvrement incisif

⁶M. Chateau, "Éléments particuliers de sémiologie radiologique et céphalométrie," in *Orthopédie dento-faciale. 2, clinique : diagnostic, traitement, orthognathie, orthodontie, stabilisation*. (Paris: Éditions CdP, 1993), 33–46.

- Selon Ricketts : plan passant par le milieu du recouvrement des molaires et des prémolaires
- **Plans mandibulaires :**
 - Ligne bitangente à la région goniale et au bord inférieur de la symphyse (Down, Tweed)
 - Ligne Go-Gn (Steiner)Ces deux lignes sont quasiment parallèles entre-elles.

I.2.2 Plans verticaux

- **Na-A** : plan passant par le point Nasion et par le point A
- **Na-B** : plan passant par le point Nasion et par le point B
- **Na-Pog** : plan facial de Ricketts, passant par le point Nasion et par le point Pogonion
- **Axe de l'incisive supérieure** : ligne passant par le bord libre et par l'apex de l'incisive supérieure
- **Axe de l'incisive inférieure** : ligne passant par le bord libre et par l'apex de l'incisive inférieure

I.3 Analyse de Down^{9,10,11,12}

L'analyse de Down date des années 1948 à 1952, ce fut la première analyse à décrire les rapports du squelette de la face lorsque l'occlusion est normale. Cette analyse est basée sur un échantillon de 20 patients caucasiens américains âgés de 12 à 17 ans, avec une occlusion jugée excellente, et une répartition des sexes quasiment équivalente.

Le plan de référence utilisé est le plan de francfort. Le plan mandibulaire défini par Down joint la partie la plus inférieure de l'image de la symphyse à la partie la plus inférieure de l'image de l'angle mandibulaire.

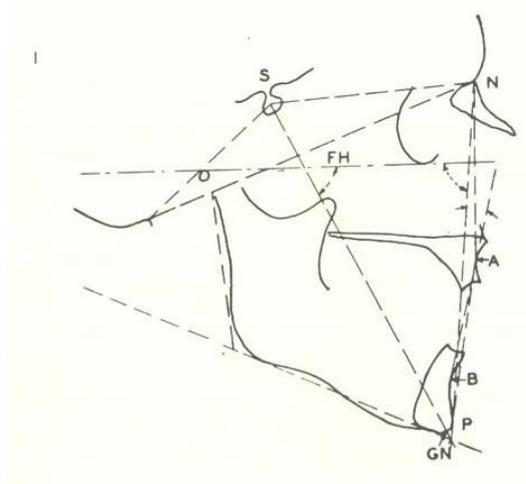


Figure 2: Tracé pour l'analyse squelettique de Down

Source : J-P. Loreille

⁹ W.B. Downs, "Analysis of the Dentofacial Profile," *The Angle Orthodontist* 26, no. 4 (1956): 191–212, doi:10.1043/0003-3219(1956)026<0191:AOTDP>2.0.CO;2.

¹⁰ W.B. Downs, "Variations in Facial Relationships: Their Significance in Treatment and Prognosis," *Angle Orthodontics* 19, no. 3 (1949): 145–55.

¹¹ W.B. Downs, "The Role of Cephalometrics in Orthodontic Case Analysis and Diagnosis," *American Journal of Orthodontics* 38, no. 3 (1952): 162–82, doi:10.1016/0002-9416(52)90106-1.

¹² J-P Loreille et al., *Céphalométrie et orthodontie* (Paris: SNPMD, 1992).

| | Paramètres mesurés | Information diagnostique recherchée | Norme (écart-type) |
|---|--|--|-------------------------|
| Relations squelettiques | Angle facial (NaPog/Francfort) | Position de la mandibule dans le profil par rapport au plan de Francfort | 87,8° (de 82° à 95°) |
| | Angle de convexité (Na-A/A-Pog) | Convexité du profil | 0° (de -8,5 à 10°) |
| | Axe Y (S-Gn/francfort) | Direction de croissance de la face | 59,4 (de 53° à 66°) |
| | A-B/Plan facial | Relation des limites antérieures des bases osseuses l'une par rapport à l'autre et par rapport au profil | -4,6° (de -9° à 0°) |
| | Francfort/plan mandibulaire | Inclinaison de la mandibule par rapport au plan de francfort | 22° (de 17° à 28°) |
| Relation dento-squelettiques et dento-dentaires | Plan d'occlusion/ Francfort | Inclinaison du plan d'occlusion par rapport au plan de francfort | 9,3° (de 1,5° à 14,3°) |
| | Angle inter-incisif (I/i) | | 135,4° (de 130° à 150°) |
| | i/plan d'occlusion (angle inféro-externe) auquel on soustrait l'angle droit | Position des incisives par rapport à leur surface fonctionnelle | +14,5° (de 3,5° à 20°) |
| | i/plan mandibulaire angle auquel on soustrait l'angle droit | Traduit la version de l'incisive inférieure | +1,4° (de -8,5 à +7,0°) |
| | Bord incisif de l'incisive supérieure - ligne APog (en mm) | Protrusion de l'incisive supérieure | +2,7mm (de -1,0 à +5,0) |

Table 2: Valeurs céphalométriques de l'analyse de Down

Source : W.B Down.

I.4 Analyse de Steiner^{15,16}

Cette méthode a été présentée en 1953 puis complétée en 1959. Pour élaborer son analyse, Steiner a sélectionné les éléments qui lui semblaient pertinents dans de nombreuses analyses, notamment celles de Down, W. Wylie, et Ricketts¹⁷ dont les normes sont issues d'études sur des populations caucasiennes.

La ligne de référence de Steiner est S-Na. Elle correspond à la partie antérieure de la base du crâne. Elle est indépendante des structures faciales. Cette ligne a été choisie pour des raisons de commodités.

L'analyse se divise en trois parties :

- L'analyse du squelette facial par rapport à la base du crâne
- L'analyse de la position des incisives sur leurs bases osseuses
- Analyse cutanée du profil

Les chevrons de Steiner schématisent l'axe des incisives. A partir de ces chevrons, des arrangements possibles sont prévus en fonction de la valeur de l'angle ANB.

Le premier chevron est le « chevron problem ». Il est schématisé ainsi :

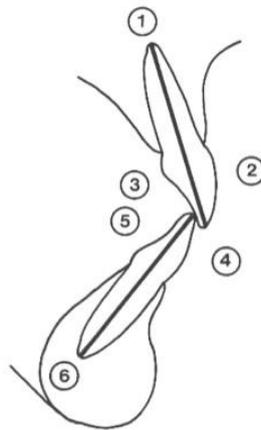


Figure 3: Chevron "problem"¹⁸

Sur ce schéma, le praticien inscrit les valeurs suivantes:

1. L'angle ANB

¹⁵ C. C. Steiner, "The Use of Cephalometrics as an Aid to Planning and Assessing Orthodontic Treatment," *American Journal of Orthodontics* 46, no. 10 (1960): 721–35, doi:10.1016/0002-9416(60)90145-7.

¹⁶ C. C. Steiner, "Cephalometrics In Clinical Practice," *The Angle Orthodontist* 29, no. 1 (1959): 8–29, doi:10.1043/0003-3219(1959)029<0008:CICP>2.0.CO;2.

¹⁷ Loreille J-P. et al., *Céphalométrie et orthodontie* (Paris: SNPMD, 1992).

¹⁸ Loreille et al., *Céphalométrie et orthodontie*.

2. La distance entre l'incisive supérieure et la ligne Na-A en mm (I-Na)
3. L'angle entre l'incisive supérieure et la ligne Na-A
4. La distance entre l'incisive inférieure et la ligne Na-B en mm (i-NB)
5. L'angle entre l'incisive inférieure et la ligne Na-B
6. La distance entre Pog et la ligne NB en mm

Une hypothèse est ensuite admise selon laquelle, en technique Edgewise, avec utilisation de forces extra-orales, on va pouvoir réduire de moitié plus un degré l'angle ANB, ou conserver l'angle ANB tel qu'il est.

On obtient alors un objectif d'ANB de fin de traitement, et l'on va pouvoir se reporter à la charte des chevrons idéaux pour connaître nos objectifs d'axes d'incisives.

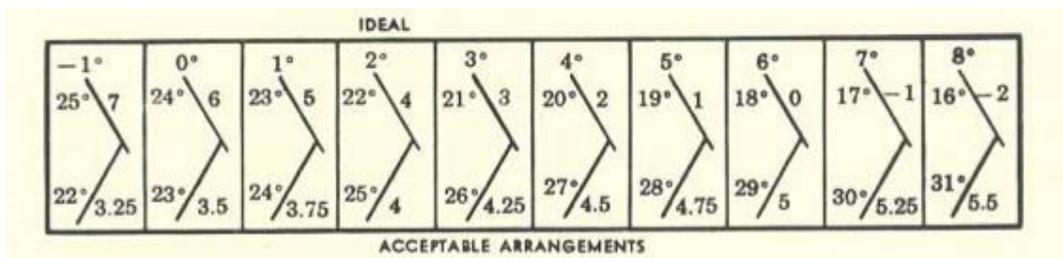


Figure 4: Charte d'arrangement²⁰

Nous allons prendre pour exemple un patient ayant un ANB au début du traitement de 3,5°, une distance I-NA de 8mm, une distance i-NB de 6mm, un angle I/NA de 36°, un angle i/NB de 6° et une distance Pog-NB de 0,5mm.

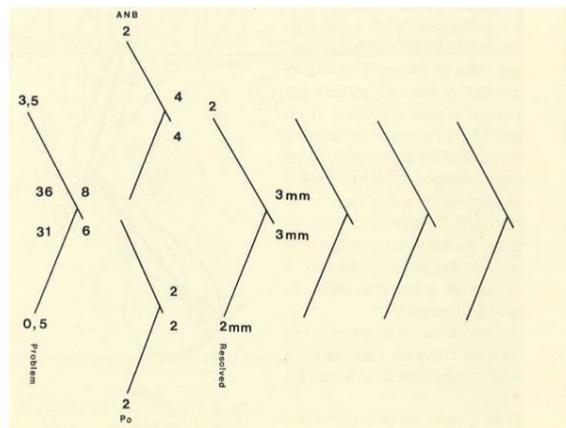


Figure 5: Exemple de réalisation des objectifs de traitement via les chevrons de l'analyse de Steiner²¹

On calcule notre objectif d'ANB avec la formule : $(ANB/2) + 1$. L'objectif a été arrondi à une valeur d'ANB de 2°.

²⁰ Loreille et al., *Céphalométrie et orthodontie*.

²¹ Ibid.

Si notre objectif d'ANB est de 2° , on aura donc pour objectif une distance I-NA de 4mm et une distance i-NB également de 4mm en se reportant à la charte d'arrangement idéale (figure 4).

Ensuite, il va falloir prendre en compte la croissance mandibulaire. D'après Loreille²², il y a dans la région du pogonion une apposition osseuse qui « pousse » le pogonion en avant de 0,5mm par an. Dans cette estimation de la croissance mandibulaire entrent en jeu, le type de croissance, l'âge, le sexe et la forme de la symphyse.

On obtient donc une valeur de distance entre Pog et NB de fin de traitement hypothétique, dans notre exemple sur la figure 5 la distance Pog-NB sera de 2mm (traitement estimé à 2 ans avec direction de croissance relativement horizontale).

Or, cette distance aura une influence sur la position de l'incisive inférieure car Steiner respecte la règle de Holdaway : la distance entre l'incisive inférieure et la ligne NB devra être la même que la distance entre Pog et NB. Elle sera donc de 2mm dans notre exemple. Il faut ensuite trouver la position de l'incisive supérieure en fonction de l'incisive inférieure pour l'hypothèse mandibulaire. On reculera ou avancera l'incisive supérieure d'autant de mm que l'incisive mandibulaire aura avancé ou reculé. Dans notre exemple nous avons reculé l'incisive inférieure de 2mm, on reculera donc l'incisive maxillaire de 2mm. Ceci est représenté dans la figure 5 sur le 2^{ème} chevron en partant de la gauche, en bas.

Enfin, on accordera l'hypothèse maxillaire et l'hypothèse mandibulaire en un chevron « resolved » en faisant la moyenne arithmétique entre les deux valeurs des incisives inférieures et supérieures. C'est le chevron idéal de notre patient. A ces valeurs millimétriques idéales correspondront des valeurs angulaires idéales dans la charte d'arrangement acceptable (figure 4).

Ainsi, on aura représenté l'objectif à atteindre en fin de traitement. La boîte de l'analyse de Steiner nous permettra de savoir comment attendre cet objectif : (via distalisation des 6, expansion, extraction, gestion de l'E-space, utilisation de forces extra-orales, ou d'élastiques de traction inter-maxillaire).

²² Ibid.

| ← 6 → LOWER ARCH | | + | - |
|------------------|------------------------------|----|---|
| | Discrepancy | | 3 |
| | Relocation $\bar{1}$ | | 6 |
| | Curve of Spee | | 1 |
| | Relocation $\bar{6}$ | | |
| | Expansion | 0 | |
| | E Space | | |
| | Intermaxillary Extra-Oral | | 4 |
| | Extraction | 15 | 5 |
| | Totals | | |
| | Net | | |

Figure 6: Boîte de l'analyse de Steiner²³

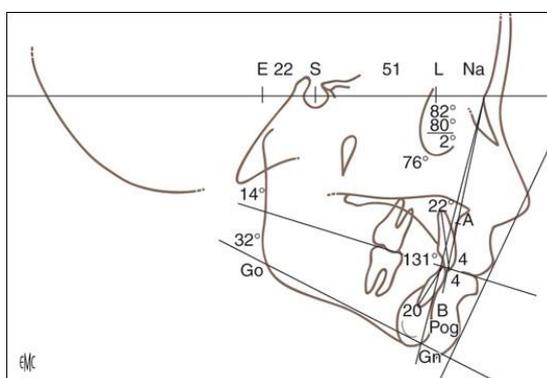


Figure 7: Tracé de l'analyse de Steiner²⁴

| Paramètres mesurés | | Information diagnostique recherchée | Norme et écart-type |
|---|-------------|--|---------------------|
| Relations squelettiques antéro-postérieures | SNA (°) | Position du maxillaire dans le profil par rapport à la base du crâne | 82° +/- 2° |
| | SNB (°) | Position de la mandibule dans le profil par rapport à la base du crâne | 80° +/- 2° |
| | SND (°) | | 76° +/- 2° |
| | ANB (°) | Décalage maxillo-mandibulaire | 2° +/- 2° |
| | SL (mm) | Longueur de la mandibule en projection sur SN | 51mm |
| | SE (mm) | Implantation de la mandibule en projection sur SN | 21mm |
| Relations squelettiques verticales | GoGn/SN (°) | Inclinaison de la mandibule par rapport à la base du crâne | 32° +/- 5° |

²³ Ibid.

²⁴ A. Lambert et al., "Analyse céphalométrique," *EMC. Médecine buccale*, [28-600-A-10] (Paris: Elsevier Masson, 2010), <http://www.em-premium.com.rproxy.sc.univ-paris-diderot.fr/article/236830/resultatrecherche/2>.

| | | | |
|--|--------------|---|-------------|
| Relations dentosquelettiques et dentodentaires | I/NA (°) | Orientation de l'incisive maxillaire par rapport à la limite antérieure du maxillaire | 22° +/- 2° |
| | I to NA (mm) | Position de l'incisive supérieure par rapport à la limite antérieure du maxillaire | 4mm +/- 1mm |
| | i/NB (°) | Orientation de l'incisive inférieure par rapport à la limite antérieure de la mandibule | 25° +/- 2° |
| | i to NB (mm) | Position de l'incisive inférieure par rapport à la limite antérieure de la mandibule | 4mm +/- 1mm |
| | Occl/SN | Orientation du plan d'occlusion par rapport à la base du crâne | 14° +/- 3° |
| | I/i | Angle inter-incisif | 131° +/- 5° |

Table 3: Valeurs céphalométriques de l'analyse de Steiner

Source : Steiner

I.5 Analyse de Tweed²⁶

Tweed a analysé aux Etats-Unis entre 1951 et 1965 cinq cent téléradiographies de profil d'adultes et d'enfants âgés de 6 ans et demi à 16 ans.²⁷

Il utilise pour ligne de référence le plan de Francfort et il conserve le plan mandibulaire tel que défini par Down.

Il construit un triangle avec le plan de francfort, l'axe de l'incisive mandibulaire, et le plan mandibulaire. C'est le triangle de Tweed.

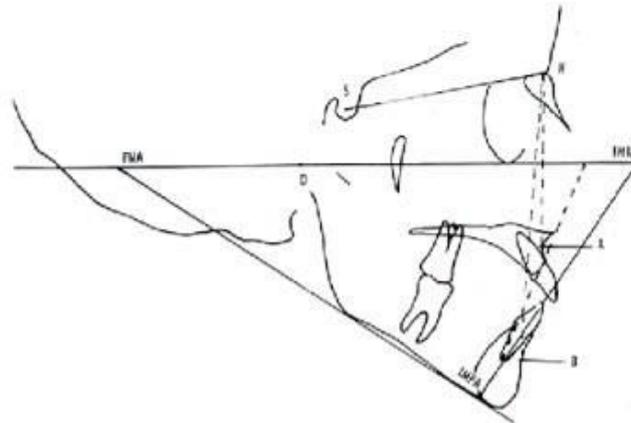


Figure 8: Triangle de Tweed

Source : C.H. Tweed

| Paramètres mesurés | | Information diagnostique recherchée | Norme et écart-type |
|--|--|--|---------------------|
| Relations squelettiques antéropostérieures | SNA (°) | Position du maxillaire dans le profil par rapport à la base du crâne | 82° +/- 2° |
| | SNB (°) | Position de la mandibule dans le profil par rapport à la base du crâne | 80° +/- 2° |
| | ANB (°) | Décalage maxillo-mandibulaire | 2° +/- 2° |
| | AoBo (mm) ou Wits Appraisal de Jacobson | Décalage entre A et B en projection sur le plan d'occlusion | 0mm +/- 2mm |
| Relations squelettiques | FMA (°) | Inclinaison de la mandibule par rapport au plan de Francfort | 25° +/- 3° |

²⁶ C. H. Tweed, "The Frankfort-Mandibular Incisor Angle (FMIA) In Orthodontic Diagnosis, Treatment Planning and Prognosis," *The Angle Orthodontist* 24, no. 3 (1954): 121–69, doi:10.1043/0003-3219(1954)024<0121:TFIAFI>2.0.CO;2.

²⁷ C.H. Tweed, *Clinical Orthodontics* (Saint Louis: The C. V. Mosby Company, 1966).

| | | | |
|--|----------------|--|----------------|
| verticales | HFAI (mm) | Hauteur étage inférieur de la face : distance entre Me et le plan bispinale | Pas de norme |
| | HFP (mm) | Hauteur faciale postérieure : le long du ramus | Pas de norme |
| | HFAI/HFT | Rapport des hauteurs faciales antérieures inférieure et totale | <55% |
| | HFP/HFAI | Rapport des hauteurs faciales postérieure et antérieure inférieure | 0,69 |
| Relations dentosquelettiques et dentodentaires | IMPA (°) | Orientation incisive mandibulaire par rapport à la base mandibulaire | 85-92° |
| | Occl/Francfort | Orientation du plan occlusal par rapport au plan de francfort | 10° +/- 3° |
| | I/i | Angle inter-incisif | 135° +/- 5° |

Table 4: Valeurs céphalométriques de l'analyse de Tweed

Source : C.H. Tweed

Une fois toutes les valeurs récoltées, et le diagnostic posé, il faudra déterminer de combien nous devons repositionner notre incisive inférieure si besoin. Pour cela, nous allons utiliser la **formule du triangle de tweed** :

- Un angle FMA compris entre 20° et 30° impose comme objectif de traitement un angle FMIA de 69°
- Un FMA supérieur à 30° impose un FMIA de 65°
- Un FMA inférieur à 20° impose un IMPA qui ne dépasse pas 92°

Cette formule n'est pas utilisée seule, elle s'inscrit dans le calcul de la dysharmonie dento-maxillaire avec le calcul de l'encombrement, du nivellement de la courbe de spee, de la croissance postérieure et avec l'analyse du profil. Ces éléments supplémentaires seront fournis par l'analyse des moulages, des photographies et des radiographies. Puis des objectifs de traitements seront établis et la réflexion se portera sur les moyens d'y parvenir.

I.6 Analyse de Ricketts^{28,29,30}

L'analyse de Ricketts est née dans les années 1960, mais elle n'a cessé d'évoluer depuis. Les normes de l'analyse de Ricketts ont été calculées « sur des échantillons de milliers de sujets, et plusieurs fois corrigées pour tenir compte de l'accroissement des fichiers du Rocky Mountain Data Systems ».³¹

C'est une analyse à la fois typologique et dimensionnelle, qui propose une prévision de la croissance à court et à long terme.

Le plan d'orientation de l'analyse de Ricketts est le plan de Francfort. Ricketts mesure 10 angles dont les valeurs sont interdépendantes.

Voici le schéma du tracé de l'analyse de Ricketts et le tableau des normes associées pour un enfant de 9 ans :

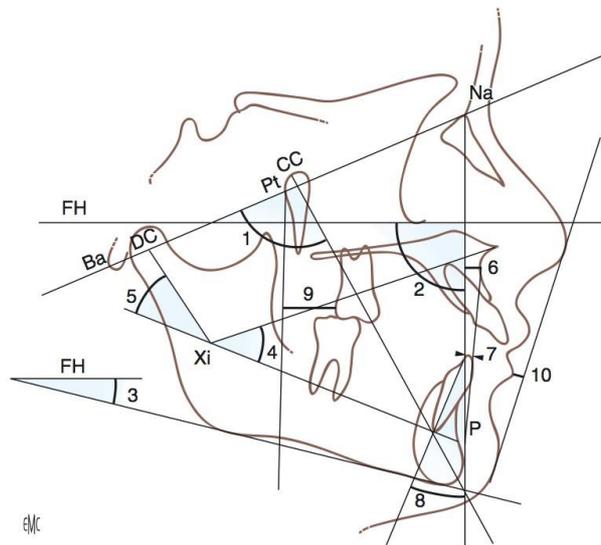


Figure 9: Les dix facteurs de l'analyse de Ricketts³²

²⁸ R. M. Ricketts, "Cephalometric Analysis And Synthesis," *The Angle Orthodontist* 31, no. 3 (1961): 141–56, doi:10.1043/0003-3219(1961)031<0141:CAAS>2.0.CO;2.

²⁹ R. M. Ricketts, "Cephalometric Synthesis: An Exercise in Stating Objectives and Planning Treatment with Tracings of the Head Roentgenogram," *American Journal of Orthodontics* 46, no. 9 (1960): 647–73, doi:10.1016/0002-9416(60)90172-X.

³⁰ R. M. Ricketts, "Perspectives in the Clinical Application of Cephalometrics," *The Angle Orthodontist* 51, no. 2 (1981): 115–50, doi:10.1043/0003-3219(1981)051<0115:PITCAO>2.0.CO;2.

³¹ Loreille et al., *Céphalométrie et orthodontie*.

³² Lambert et al., "Analyse céphalométrique."

| | Paramètres mesurés | Information diagnostique recherchée | Norme et écart-type |
|---|---|---|---------------------|
| Relations squelettiques antéropostérieures | Na-Pog/Francfort (angle facial en °) Numéro 2 | Position de la mandibule dans le profil par rapport au plan de Francfort | 90° +/- 3° |
| | A-NaPog (mm) Numéro 6 | Décalage maxillo-mandibulaire, convexité du profil | 2mm +/- 2mm |
| Relations squelettiques verticales | FMA (°) Numéro 3 | Inclinaison de la mandibule par rapport au plan de francfort | 25° +/- 3° |
| | DC/XiPm (°) Numéro 5 | Inclinaison de l'apophyse condylienne | 26° +/- 3° |
| | ENA-Xi-Pm (°) Numéro 4 | Valeur angulaire de la hauteur de l'étage inférieur de la face | 47 +/- 4° |
| | Axe facial Numéro 1 | Direction générale de croissance de la face par rapport à la base du crâne BaNa | 90° +/- 3° |
| Relations dentosquelettiques et dentodentaires | I/APog (°) | Orientation de l'incisive maxillaire par rapport à la limite antérieure des deux bases maxillaires et mandibulaires | 26 +/- 4° |
| | I to APog (mm) | Position de l'incisive maxillaire par rapport à la limite antérieure des deux bases maxillaires et mandibulaires | 3,5mm +/- 2mm |
| | i/APog (°) | Orientation de l'incisive mandibulaire par rapport à la limite antérieure des deux bases maxillaires et mandibulaires | 22° +/- 4° |
| | i to APog (mm) Numéro 7 | Position de l'incisive mandibulaire par rapport à la limite antérieure des deux bases maxillaires et mandibulaires | 1mm +/- 3mm |
| | I/i | Angle inter-incisif | 130° +/- 5° |

Table 5: Valeurs céphalométriques de l'analyse de Ricketts

Source : Ricketts

L'analyse de Ricketts permet de mettre en évidence deux schémas de croissance extrêmes et un schéma intermédiaire :

- Sujet brackyfacial : croissance horizontale
- Sujet dolichofacial : croissance surtout verticale

- Sujet mésofacial : croissance répartie de façon équilibrée

Pour déterminer le schéma de croissance, 5 angles sont calculés (cf. figure 9)

1. L'axe facial en 1 qui correspond à la direction générale de la croissance
2. L'angle facial en 2 qui correspond à la position du menton dans le profil
3. L'angle du plan mandibulaire en 3 qui détermine la forme de la mandibule
4. La valeur angulaire de la hauteur faciale inférieure en 4 qui caractérise la divergence des deux mâchoires
5. L'arc mandibulaire en 5 qui caractérise la morphologie mandibulaire à savoir l'angulation entre la branche montante et le corps de la mandibule

Puis on remplit le tableau de détermination du type facial en mettant une croix au-delà d'un écart-type et deux croix au-delà de 2 écarts-types.

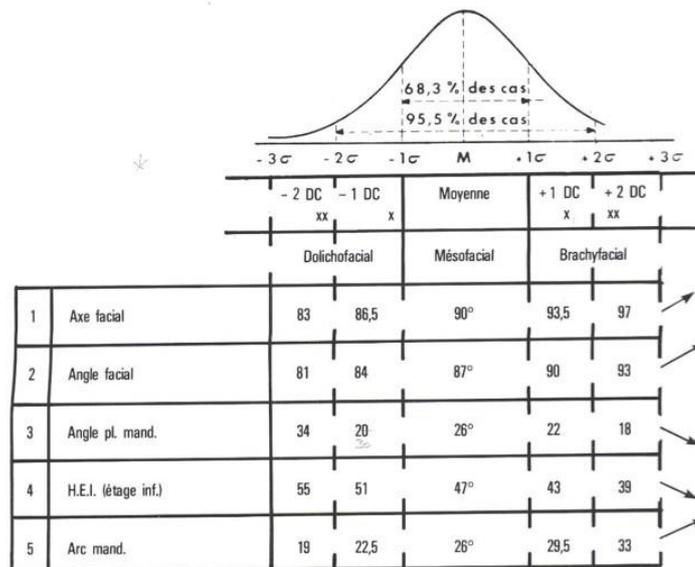


Figure 10: Détermination du type facial dans l'analyse de Ricketts³⁴

³⁴ Loreille et al., *Céphalométrie et orthodontie*.

I.7 L'analyse de McNamara³⁵

Mc Namara a publié cette analyse en 1984. Il a utilisé un large panel de patients qui se compose de 3 échantillons :

- « Un échantillon de 111 adultes non traités du centre de Ann Arbor (Michigan) ayant un bon équilibre facial, dont 73 femmes et 38 hommes. L'âge moyen est de 26 ans 8 mois pour les femmes et de 30 ans 9 mois pour les hommes.
- Un échantillon du centre de Recherche de Burlington (Vermont) comprenant les sujets, de 6, 9, 12, 14, 16, 18 et 20 ans, avec un même effectif de filles et de garçons par tranche d'âge.
- Un échantillon des « Bolton standards », échantillon longitudinal bien connu comprenant également des sujets groupés par tranche d'âge de 6, 9, 12, 14, 16, 18 ans, avec un effectif de 16 filles et 16 garçons par tranche d'âge. »³⁶

Cette analyse est unique dans le sens où elle utilise une droite perpendiculaire au plan de Francfort passant par le point nasion (N) pour déterminer la position du squelette mais aussi des dents.³⁷ C'est la ligne « nasion-perpendiculaire ».

C'est d'avantage une **analyse métrique** qu'une analyse angulaire. C'est pour cela qu'il est nécessaire de connaître le taux d'agrandissement des téléradiographies de profil.

Cette analyse comporte un point qui lui est propre :

- Le **condylion** : point le plus postérieur et supérieur de l'image de la tête du condyle. Pour le placer, on cherche le point le plus éloigné du gnathion anatomique car il a pour but de mesurer la longueur condyle- symphyse.

Ainsi que des lignes qui lui sont propres :

- **Condylion- point A** : correspond à la longueur de la face moyenne
- **Condylion-gnathion** : correspond à la longueur mandibulaire

³⁵ J. A. McNamara Jr., "A Method of Cephalometric Evaluation," *American Journal of Orthodontics* 86, no. 6 (1984): 449–69, doi:10.1016/S0002-9416(84)90352-X.

³⁶ Loreille et al., *Céphalométrie et orthodontie*.

³⁷ J. P. Fricker, *Orthodontics and dentofacial orthopaedics: a comprehensive textbook* (Canberra: Tidbinbilla Pty Ltd, 1998).

La longueur condylion-point A va varier selon l'âge du patient et selon la quantité de croissance de chaque sujet. Il existe une relation idéale entre la longueur de la face moyenne et la longueur mandibulaire, c'est la différence maxillo-mandibulaire (cf. table 6). Elle permet de tracer la position idéale du Pogonion.

- **ENA - Me:** elle caractérise la dimension verticale de l'étage inférieur de la face

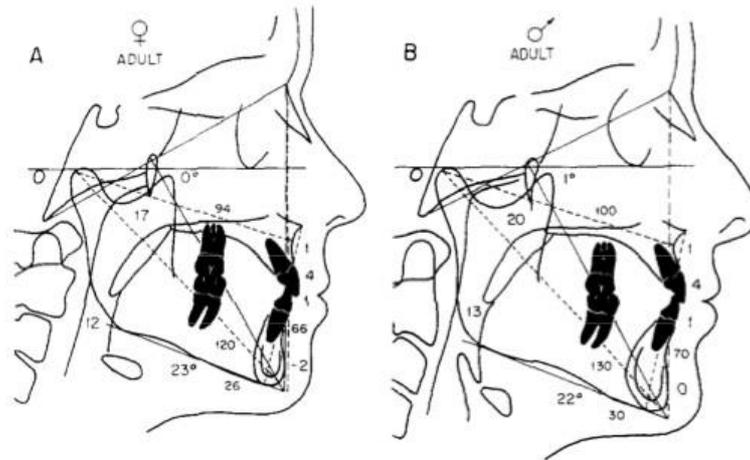


Figure 11: Tracés et valeurs idéales de l'analyse de Mc Namara pour une femme adulte (A) et un homme adulte (B)³⁸

| | Paramètres mesurés | Information diagnostique recherchée | Norme et écart-type |
|--|---------------------------|--|--|
| Relations squelettiques antéropostérieures | Na perpendicular - A (mm) | Position du maxillaire dans le profil par rapport au Nasion | H : 1,1mm +/- 2,7mm F : 0,4mm +/- 2,3mm |
| | SNA (°) | Position du maxillaire dans le profil par rapport à la base du crâne | H : 83,9° +/- 3,2° F : 82,4° +/- 3,0° |
| | Co-A (mm) | Longueur de l'étage moyen de la face | H : 99,8mm +/- 6mm F : 91,0mm +/- 4,3 |
| | Na perpendicular | Position de la mandibule dans le profil par rapport au nasion | H : -0,3mm +/- 3,8mm F : -1,8mm +/- 4,5mm |
| | Co-Gn (mm) | Longueur de la mandibule | H : 134,3mm +/- 6,8mm F : 120,2 +/- 5,3 |
| | Maxillo- | Relation idéale entre la | H : 34,5mm +/- 4,0mm |

³⁸ McNamara Jr., "A Method of Cephalometric Evaluation."

| | | | |
|--|------------------------------|--|--|
| | mandibular différential (mm) | longueur de la face moyenne et la longueur mandibulaire | F : 29,2mm +/- 3,3mm |
| Relations squelettiques verticales | Axe facial (°) | Direction de croissance mandibulaire | H : 0,5° +/- 3,5° F : 0,2° +/- 3,2° |
| | Mandibular plane (°) | Inclinaison de la mandibule par rapport au plan de francfort | H : 21,3° +/- 3,9 F/ 22,7° +/- 4,3° |
| | LAFH (mm) | Hauteur de l'étage inférieur de la face | H : 74,6mm +/- 5,0mm F : 66,7mm +/- 4,1mm |
| Relations dento-squelettiques et dento-dentaires | I - A vertical (mm) | Position de la face vestibulaire de l'incisive maxillaire par rapport à la limite antérieure du maxillaire | H : 5,3mm +/- 2,0mm F : 5,4mm +/- 1,7mm |
| | i-APog (mm) | Position de l'incisive inférieure par rapport à la limite antérieure des deux bases maxillaires et mandibulaires | H : 2,3mm +/- 2,1mm F : 2,7mm +/- 1,7mm |

Table 6: Valeurs céphalométriques de l'analyse de Mc Namara

Source : Mc Namara

I.8 Le Wits Appraisal³⁹

Le **WITS APPRAISAL** a été initialement décrit par Jacobson en 1975, puis il a été repris par Tweed dans son analyse.

La projection orthogonale des points A et B sur le plan d'occlusion donne respectivement les points A_O et B_O. La distance entre A_O et B_O est mesurée, elle est positive si A_O est en avant de B_O, et elle est négative si B_O est en avant d'A_O.

Cette valeur permet d'évaluer le décalage maxillo-mandibulaire tout comme l'angle ANB. La différence est due au fait que le Wits Appraisal s'affranchit de la position du point N qui peut varier aussi bien verticalement qu'horizontalement.

- La classe I squelettique correspondrait alors à un A_OB_O de 0 +/- 2mm
- La classe II squelettique correspondrait à un A_O en avant du B_O, avec un A_OB_O supérieur à 2mm
- Au contraire pour la classe III squelettique, B_O est en avant d'A_O et donc l'A_OB_O est négatif

³⁹ A. Jacobson, « Update on the Wits Appraisal », *The Angle Orthodontist* 58, n° 3 (1988): 205-19, doi:10.1043/0003-3219(1988)058<0205:UOTWA>2.0.CO;2.

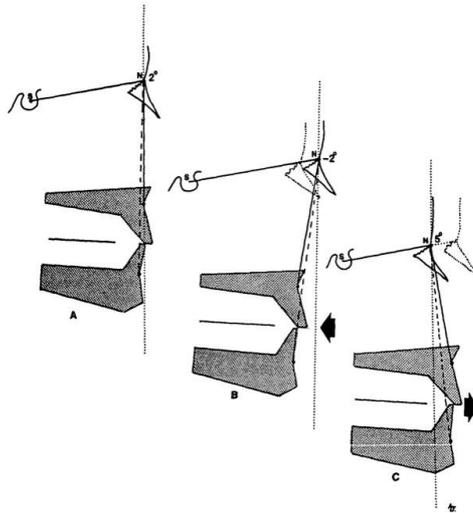


Figure 12: Effet de la modification du point N sur l'angle ANB

Cette figure illustre comment **l'angle ANB varie avec la position du point N** :

- En A : il s'agit d'un cas normal, l'ANB est de 2° , il décrit correctement le décalage des bases osseuses maxillo-mandibulaires
- En B : le point N avance, l'angle ANB diminue, pour un même décalage maxillo-mandibulaire des bases osseuses
- En C : le point N recule, l'angle ANB augmente, pour un même décalage maxillo-mandibulaire des bases osseuses

Il est également intéressant de voir comment l'angle ANB varie selon l'inclinaison du plan d'occlusion :

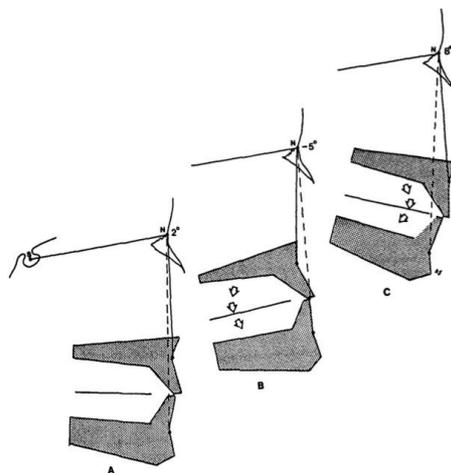


Figure 13: Variation de l'angle ANB selon l'angulation du plan d'occlusion

- En A : le plan d'occlusion est correctement orienté par rapport à la base du crâne (ligne SN), l'angle ANB est normal.

- En B : le plan d'occlusion est basculé en bas et en arrière, l'angle ANB diminue.
- En C : le plan d'occlusion est basculé en bas et en avant, l'angle ANB augmente.

L'angle ANB est donc conditionné par l'orientation du plan d'occlusion et la position du point N, ce qui justifie l'utilisation de l'A₀B₀ pour confirmer ou non l'angle ANB.

I.9 Analyse de DELAIRE

Delaire a mis au point une analyse céphalométrique pour pallier à certains défauts des analyses dimensionnelles. A titre d'exemple, ces dernières ne disposent que de peu de points au niveau de la partie antérieure du squelette facial. Or les anomalies constatées au niveau de la denture peuvent être le reflet de malformations squelettiques.⁴¹

Les analyses classiques n'apportent donc pas suffisamment de précisions. L'analyse de Delaire dispose de points au niveau de la voûte du crâne et au niveau de la colonne cervicale.

L'analyse architecturale cranio-faciale comporte le tracé de 12 lignes d'équilibre squelettique : 4 lignes crâniennes et 8 lignes cranio-faciales.

Cette analyse sera décrite en détail dans la partie III.

⁴¹ Lambert et al., "Analyse céphalométrique."

II Applicabilité des normes

Nous avons vu précédemment que les auteurs des différentes analyses ont établies leurs normes à partir de patients caucasiens. Or nous pouvons nous poser la question de savoir si nous pouvons appliquer ces normes pour toute ethnie. Et si ce n'est pas le cas pour certains paramètres, quelles valeurs devons-nous utiliser ?

Cette partie rapporte les résultats de plusieurs études dont l'objectif a été de répondre à cette question.

II.1 Patients africains

II.1.1 Etude de Drummond⁴²

Drummond a sélectionné 80 sujets afro-américains (40 filles et 40 garçons) âgés de 12 à 16 ans, présentant une bonne occlusion et une classe I molaire. Puis il compare les valeurs obtenues aux valeurs caucasiennes issues de l'analyse de Steiner.

| Variable | Caucasiens | Afro-Américain | p (significativité) |
|------------------|-------------|-----------------------|---------------------|
| FMA (°) | 26,4 | 30,6° +/- 4,7 | <0,001 |
| FMIA (°) | 56,4 | 49,4 +/- 5,7 | <0,001 |
| IMPA (°) | 97,3 | 100° +/- 5 | <0,001 |
| I/i (°) | 126,8 | 113,8 +/- 6,9 | NS |
| I-NA (mm) | 3,0 | 7,4mm +/- 2,2 | <0,001 |
| I/NA (°) | 23,2 | 24,1 +/- 5,5 | NS |
| i-NB (mm) | 5,4 | 11,4mm +/- 3,1 | <0,001 |
| i/NB (°) | 27,3 | 36,7 +/- 4,4 | NS |
| SND (°) | 76,0 | 75,8 +/- 4,2 | NS |
| SNA (°) | 81,0 | 84,7 +/- 4,4 | <0,001 |
| SNB (°) | 78,2 | 79,2 +/- 4,2 | NS |
| ANB (°) | 2,8 | 5,5 +/- 3,1 | <0,001 |
| GoGn/SN | 32,0 | 38,2° +/- 4,7 | <0,001 |
| I/SN (°) | 103,8 | 108,9 +/- 6,6 | NS |

Table 7: Comparaison des valeurs céphalométriques de l'Afro-Américains et du caucasien selon Drummond

⁴² R. A. Drummond, "A Determination of Cephalometric Norms for the Negro Race," *American Journal of Orthodontics* 54, no. 9 (1968): 670–82, doi:10.1016/0002-9416(68)90018-3.

Source : Drummond

Les différences significatives de cette étude mettent en évidence :

- **Un triangle de Tweed significativement différent** avec une hyperdivergence faciale et des incisives mandibulaires vestibulo-versées
- **Un angle ANB significativement augmenté**, ce qui témoigne d'un décalage squelettique de classe II
- **Un angle SNA significativement augmenté**, la classe II squelettique est donc due à une promaxillie. Notons que le SNB n'est pas significativement différent.
- Une distance **I-NA significativement augmentée**, qui indique une position plus antérieure de la couronne des incisives supérieures par rapport à la limite antérieure du maxillaire
- Il en est de même pour la valeur **I-NB qui est également significativement augmentée**
- Enfin, l'angle **SN-GoGn de Steiner est significativement augmenté**, ce qui témoigne d'une mandibule plus inclinée dans le sens horaire par rapport à la base du crâne.

II.1.2 Etude de Kapila⁴⁴

Kapila et coll., ont sélectionné 56 enfants Kenyans (28 filles et 28 garçons) âgés de 9 à 15 ans, présentant une occlusion de classe I et un profil facial plaisant. Il a mis en évidence des différences, non seulement par rapport à l'enfant caucasien, mais aussi par rapport à l'enfant Afro-Américain étudié par Drummond :

| Angle | Caucasien | p | Kikuyu | p | Afro-Américain (Drummond 1968) |
|-------------|-------------|------|--------------------|------|-----------------------------------|
| SNA | 81,0 (3,2) | 0,05 | 84,4 (4,0) | NS | 84,7 (4,4) |
| SNB | 78,2 (2,9) | NS | 79,3 (4,1) | NS | 79,2 (4,2) |
| ANB | +2,8 (2,0) | 0,01 | +5,1 (2,0) | NS | +5,5 (3,1) |
| FMA | 26,4 (4,6) | 0,01 | 34,0 (5,1) | 0,01 | 30,6 (4,7) |
| IMPA | 97,3 (6,3) | NS | 96,2 (5,0) | 0,01 | 110 (5,0) |
| I/i | 126,8 (8,4) | 0,01 | 111,6 (7,7) | NS | 113,8 (6,9) |

Table 8: Valeurs angulaires de l'Afro-Américain, du Nigérien (Kiyuku) et du caucasien

Source : Kapila

⁴⁴ S. Kapila, "Selected Cephalometric Angular Norms in Kikuyu Children," *The Angle Orthodontist* 59, no. 2 (1989): 139–44, doi:10.1043/0003-3219(1989)059<0139:SCANIK>2.0.CO;2.

- A part pour le SNB, il n’y avait aucune différence significative entre les valeurs céphalométriques des filles et des garçons Kenyans. Le SNB est augmenté de 2,2° chez les filles.
- Différences entre l’enfant kenyan et l’enfant caucasien :
 - **SNA augmenté de façon significative : 84,4° +/- 4.0.** Le maxillaire est donc plus avancé dans le profil par rapport à la base du crâne
 - **L’angle ANB est augmenté : 5,1° +/- 2.0,** ce qui indique une classe II squelettique
 - **FMA est augmenté : 34° +/- 5,1,** ce qui indique une hyperdivergence faciale.
 - **L’angle inter-incisif est diminué : 111,6 +/- 7,7,** ce qui témoigne de la compensation dento-alvéolaire
- Différence entre l’enfant kenyan et l’enfant afro-américain issu de l’étude de Drummond
 - **FMA d’avantage augmenté chez l’enfant kenyan**
 - **IMPA un peu moins augmenté chez l’enfant kenyan**

Pour Kapila, l’angle FMIA de Tweed n’est pas applicable chez les enfants kenyans.

II.1.3 Etude d’Anderson et al⁴⁵

Cette étude a consisté à analyser les téléradiographies de profil de 80 enfants afro-américains (40 filles et 40 garçons) âgés de 12 à 16 ans présentant une bonne occlusion et sans antécédent de traitement orthodontique.

Contrairement aux deux études précédentes, les valeurs trouvées n’ont pas été comparées aux valeurs caucasiennes. C’est pourquoi la significativité des résultats n’est pas mentionnée.

⁴⁵ A.A. Anderson et al., “Biological Derivation of a Range of Cephalometric Norms for Children of African American Descent (after Steiner),” *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 118, no. 1 (2000): 90–100, doi:10.1067/mod.2000.103258.

| MESURE | CAUCASIEN (Steiner, 1953) | AFRO-AMERICAINS (Anderson et al, 2000) |
|------------------------|---------------------------|---|
| SNA (°) | 82 | 85,3 |
| SNB (°) | 80 | 80,9 |
| ANB (°) | 2 | 4,4 |
| SND (°) | 76 | 77 |
| I – NA (mm) | 4 | 7,4 |
| I – NA (°) | 22 | 22,5 |
| I – NB (mm) | 4 | 10,1 |
| I – NB (°) | 25 | 33,9 |
| I / i | 131 | 119,1 |
| Plan occlusal – SN (°) | 14 | 16,0 |
| GoGn – SN (°) | 32 | 32,5 |
| SL – ligne S (mm) | 51 | 55,1 |
| IL – ligne S (mm) | 22 | 23,1 |

Table 9: Valeurs de l'analyse de Steiner pour les Afro-Américains

Source : Anderson et coll.

II.1.4 Conclusion

Chez les patients africains, on observe une hyperdivergence faciale, une CI II de Ballard par promaxillie, une vestibulo-version des incisives inférieures, et une protrusion des incisives supérieures et inférieures.

II.2 Patients arabes

II.2.1 Méta-analyse de A.M. Aldrees⁴⁷ (Arabie Saoudite)

Cette méta-analyse a pour objectif de déterminer les normes céphalométriques pour les **saoudiens**. Elle réunit 8 études, qui ont été publiées entre 1987 et 2006. Les paramètres squelettiques et dentaires qui sont significativement différents de ceux des normes caucasiennes sont :

- **ANB augmenté**, le décalage maxillo-mandibulaire par rapport à la base du crâne est donc plus important
- **UI-SN** (angle entre l'incisive supérieure et la base du crâne) **est également augmenté**, donc il y a une inclinaison en vestibulaire plus importante des incisives supérieures
- **LI-MP** (angle entre l'incisive mandibulaire et le plan mandibulaire) est **augmenté** : les incisives mandibulaires sont plus inclinées en vestibulaires

| | Paramètre | Caucasiens | Saoudiens |
|-------------------------|-----------|---------------|---------------|
| Relations squelettiques | SNA | 82,01 (3,89) | 82,49 (4,17) |
| | SNB | 79,97 (3,69) | 79,45 (3,84) |
| | ANB | 2,04 (1,81) | 2,93 (2,31) |
| | Wits | 0,48 (1,83) | 0,13mm (2,47) |
| | SN-MP | 31,71 (5,19) | 31,92 (4,95) |
| Relations dentaires | UI-SN | 103,97 (5,75) | 107,00 (6,67) |
| | UI-PP | 109,87 (5,96) | 115,55 (5,91) |
| | LI-MP | 93,09 (6,78) | 96,38 (6,65) |

Table 10: Comparaison des valeurs céphalométriques des saoudiens par rapport aux caucasiens

Source : Aldrees

II.2.2 Patients nord-africains (Maroc)

L. Ousehal et coll.⁴⁹ ont analysé 71 téléradiographies de profil de jeunes adultes **marocains** âgés en moyenne de 23 ans (47 femmes et 24 hommes), qui présentaient un profil harmonieux et une classe I dentaire sans antécédent de traitement orthodontique.

⁴⁷ A.M. Aldrees, "Lateral Cephalometric Norms for Saudi Adults: A Meta-Analysis," *The Saudi Dental Journal* 23, no. 1 (2011): 3–7, doi:10.1016/j.sdentj.2010.09.002.

⁴⁹ L. Ousehal, L. Lazrak, and A. Chafii, "Cephalometric Norms for a Moroccan Population," *International Orthodontics* 10, no. 1 (2012): 122–34, doi:10.1016/j.ortho.2011.12.001.

Les moyennes et les écarts-types obtenus ont été comparés aux normes caucasiennes de l'analyse de Steiner.

Les résultats ont montrés des différences significatives pour toutes les variables analysées :

| Paramètres | Caucasien (Steiner) | Marocain |
|---------------|---------------------|--------------|
| SNA (°) | 82 (3,9) | 80,5 (3,8) |
| SNB (°) | 80 (3,6) | 77,68 (3,55) |
| ANB (°) | 2 (1,8) | 3,1 (1,7) |
| AoBo (mm) | 2 | -1,2 (3,14) |
| SND (°) | 79 | 74,7 (3,2) |
| I-NA (mm) | 4 (2,5) | 5,2 (2,55) |
| I/NA (°) | 22 | 23,75 (6,10) |
| I-NB (mm) | 4 (2,5) | 6,64 (2,23) |
| I/NB (°) | 25 | 28 (5,3) |
| I/i (°) | 132 (10) | 125 (8,5) |
| SE (mm) | 22 | 19,35 (2,65) |
| SL (mm) | 51 | 49,07 (7,81) |
| Occl / SN (°) | 14 | 18 (4,7) |
| GoGn/ SN (°) | 32 | 35,35 (5,65) |

Table 11: Comparaison des valeurs céphalométriques des marocains par rapport aux caucasiens

Source : Ousehal et coll.

En résumé, on peut dire que les marocains ont :

- Des angles **SNA et SNB diminués**, ce qui indique une position sagittale reculée des bases osseuses maxillaires et mandibulaires
- Un angle **ANB augmenté**, ce qui indique une tendance à la classe II squelettique
- Un **angle inter-incisif diminué** donc une version corono-vestibulaire des incisives

II.2.3 Conclusion

Les patients arabes (saoudiens et marocains) présentent une CI II squelettique, et une version des incisives supérieures et inférieures. Les marocains quant à eux, présentent également une protrusion des incisives supérieures et inférieures, et une bascule horaire du plan mandibulaire.

II.3 Patients asiatiques

II.3.1 Etude de Miyajima et al. ⁵¹

Miyajima a analysé les téléradiographies de profil d'un groupe d'adultes japonais provenant de Nagoya, âgés de 20 à 25 ans, ayant une occlusion idéale, et sans antécédent de traitement orthodontique.

Il a également analysé les téléradiographies de profil d'un groupe d'adulte caucasien (provenant de Ann Arbor), composé de 44 hommes âgés de 36 ans +/- 10 ans et de 81 femmes âgées de 39 ans +/- 9 ans. Ces derniers avaient un bon équilibre facial et une occlusion idéale.

L'analyse de Mc Namara a été utilisée.

Puis les valeurs obtenues chez les japonais ont été comparées à celle obtenues chez les caucasiens.

Voici les tableaux des résultats :

| | Paramètres | Caucasien (Mc Namara) | Japonais (homme) | Japonais (femme) |
|--|------------------------|--|--------------------|-------------------|
| Position AP du maxillaire par rapport à la base du crâne | SNA (°) | 82 +/- 2 | 82,2 (3) | 83,1 (3,1) |
| | A-N perpendicular (mm) | 0 à 1 | 2,5 (3,4) | 2,3 (2,7) |
| | Co-A (mm) | 91,0 (7,4) (femme) 99,4 (7,8) (homme) | 91,4 (4,6) | 86,3 (3,4) |
| Position AP de la mandibule par rapport à la base du crâne | SNB (°) | 80 +/- 2 | 79,4 (3,4) | 78,8 (3,1) |
| | Pog-N perpendicular | -3,1 +/- 5,9 (femme) | 0,3 (5,0) | -1,7 (7,8) |
| | Co-Gn (mm) | 123 +/- 10 (femme) 136,7 +/- 10 (homme) | 125,5 (5,1) | 118,8 (4,7) |
| Relations intermaxillaires | ANB (°) | 2 +/- 2 | 2,8 (2,0) | 3,3 (1,8) |
| | Wits (mm) | -0,8 +/- 2,4 | -0,5 (2,5) | -1,7 (2,3) |
| Relations squelettiques verticales | Axe facial (°) | -1,6 +/- 3,4 (femme) -2,5 +/- 3,6 (homme) | -4,2 (3,2) | -3,5 (4,0) |

⁵¹ K. Miyajima et al., "Craniofacial Structure of Japanese and European-American Adults with Normal Occlusions and Well-Balanced Faces," *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 110, no. 4 (1996): 431–38, doi:10.1016/S0889-5406(96)70047-1.

| | | | | |
|--|----------------------------|--|-------------------|-------------------|
| | Mandibular Plan (°) | 23,5 +/- 5 | 22,3 (3,9) | 26,1 (5,4) |
| | LAFH (mm) | 65 +/- 7 (femme) 71,7 +/- 7 (homme) | 75,1 (4,1) | 72,7 (4,4) |
| Dento- alvéolaires maxillaire | UI/SN (°) | 114 (6) | 103,9 (5,5) | 104,4 (6,1) |
| | UI-A vertical (mm) | 4,4 (2) | 5,7 (2,6) | 6,0 (2,8) |
| Dento-alvéolaire mandibulaire | IMPA (°) | 94,5 (7,5) | 95,4 (7,2) | 93,2 (5,3) |
| | i-APog (mm) | 2,2 (1,5) | 4,0 (2,5) | 4,9 (1,5) |

Table 12: Comparaison des valeurs de l'analyse de Mc Namara entre les japonais et les hommes caucasiens

Source : Miyajima et coll.

Globalement, on peut retenir les points suivants :

- **Position antéro-postérieure du maxillaire :**
 - **Nasion perpendicular to A (mm)** : Les femmes japonaises ont un maxillaire plus rétrusif dans le profil par rapport au point Nasion
 - **Co-A (mm)** : La longueur du maxillaire est diminuée chez les 2 sexes
 - **SNA (°)** : la position du maxillaire par rapport à la base du crâne est très légèrement diminuée chez les hommes japonais
- **Position antéro-postérieur de la mandibule :**
 - **Co-Gn (mm)** : la longueur de la mandibule est diminuée chez les hommes
 - **Pog to Nasion perpendicular (mm)** : les hommes ont un menton est plus rétrusif dans le profil par rapport au point Nasion
- **Relations inter-maxillaires :**
 - **L'Axe facial angle** est diminué chez les deux sexes japonais, la direction de croissance de la mandibule est donc plus verticale
 - **Le mandibular plan angle** est augmenté chez les femmes, la mandibule est donc plus inclinée par rapport au plan de francfort
 - **ANS-Me (mm)** : la hauteur faciale inférieure est augmentée chez les femmes
- **Relations dentaires :**
 - **Mandibule incisor to A-Pog (mm)** : cette distance est augmentée chez les japonais, ce qui indique une protrusion de cette incisive

II.3.2 L'étude de Y. GU et al.⁵⁴ (Chine)

Cette étude a consisté à analyser 65 téléradiographies de profil d'adultes **chinois** (25 hommes et 40 femmes d'environ 20 ans) n'ayant jamais eu de traitement orthodontique et ayant une occlusion normale et un profil harmonieux. L'analyse de Mc Namara a été utilisée. Des différences significatives ont été retrouvées entre les caucasiens et les adultes chinois, et doivent être distinguées selon le sexe :

| | Paramètres | Caucasien (Mc Namara) | Chinois (homme) | Chinoise (femme) |
|--|--------------------------|--|--------------------|---------------------|
| Position AP du maxillaire par rapport à la base du crâne | SNA (°) | 82 +/- 2 | 85,1 (3,3) | 83,6 (3,6) |
| | A-N perpendicular (mm) | 0 à 1 | 1,0 (2,6) | 0,0 (4,0) |
| | Co-A (mm) | 91,0 (7,4) (femme) 99,4 (7,8) (homme) | 92 (5,5) | 87,5 (4,8) |
| Position AP de la mandibule par rapport à la base du crâne | SNB (°) | 80 +/- 2 | 81,6 (3,5) | 79,7 (3,6) |
| | Pog-N perpendicular (mm) | -3,1 +/- 5,9 (femme) | -3,2 (7,3) | -6,6 (9,4) |
| | Co-Gn (mm) | 123 +/- 10 (femme) 136,7 +/- 10 (homme) | 125,4 (6,9) | 119,4 (7,9) |
| Relations intermaxillaires | ANB (°) | 2 +/- 2 | 3,5 (1,4) | 3,9 (1,8) |
| | Wits (mm) | -0,8 +/- 2,4 | -0,6 (2,6) | -1,1 (3,3) |
| | Max/min différence (mm) | 31,9 +/- 5,6 (femme) 37,3 +/- 5,7 (homme) | 33,4 (4,0) | 31,8 (4,8) |
| Relations squelettiques verticales | Axe facial (°) | -1,6 +/- 3,4 (femme) -2,5 +/- 3,6 (homme) | -5,4 (4,8) | -2,2 (7,7) |
| | Mandibular Plan (°) | 23,5 +/- 5 | 28,2 (6,6) | 30,4 +/- 5,9 |
| | LAFH (mm) | 65 +/- 7 (femme) 71,7 +/- 7 (homme) | 28,2 (6,6) | 30,4 +/- 5,9 |
| Dento-alvéolaires maxillaire | UI/SN (°) | 114 (6) | 114,6 (6,3) | 115,0 (7,5) |
| | UI-A vertical (mm) | 4,4 (2) | 5,2 (2,5) | 4,5 (2,4) |
| Dento-alvéolaire mandibulaire | IMPA (°) | 94,5 (7,5) | 94,4 (5,4) | 94,5 (7,1) |
| | i-APog (mm) | 2,2 (1,5) | 4,1 (2,4) | 4,1 (1,9) |

Table 13: Comparaison des valeurs céphalométriques de l'analyse de McNamara des chinois par rapport aux femmes caucasiennes

Source : Y. Gu et coll.

⁵⁴ Y. Gu et al., "Comparison of Craniofacial Characteristics of Typical Chinese and Caucasian Young Adults," *European Journal of Orthodontics* 33, no. 2 (2011): 205–11, doi:10.1093/ejo/cjq054.

- **Co-PtA (mm)** : La **longueur du maxillaire** c'est à la dire la **distance entre le condyle et le point A** est **diminuée pour les 2 sexes** par rapports aux caucasiens, mais la valeur du SNA n'est pas significativement différente
- **Position antéro-postérieure de la mandibule :**
 - Chez la femme : **Pg-N perpendicular (mm)**: la **distance entre le point Pog et la ligne Nasion perpendiculaire** est **diminuée** donc la mandibule est en retrait dans le profil
 - Chez l'homme : **Co-Gn (mm)** : la **longueur de la mandibule** c'est-à- dire la **distance entre le condyle et le point gnathion** est **diminuée**
- **Relations inter-maxillaire :**
 - Pas de différences chez la femme avec les caucasiens
 - **L'angle ANB est augmenté chez l'homme**
- **Relations verticales :**
 - **L'Axe facial (°)** est **diminué chez les hommes** avec un signe négatif : la croissance de la face se fait de façon plus verticale chez les chinois
 - **LAFH (mm)** : la **distance entre le point ENS et le point Menton** est **augmentée chez la femme** : la hauteur de l'étage inférieur de la face est augmentée
 - **MP (°)** : Le **plan mandibulaire est plus incliné** (angle formé par l'intersection entre le plan de francfort et le plan mandibulaire)
- Relations dento-alvéolaires :
 - **i-APog (mm)** : La **distance entre l'incisive mandibulaire et le plan APog** est **augmentée**, ce qui indique une **protrusion de cette incisive**

Ces résultats pourraient paraître étonnant, dans le sens où l'on associe souvent la classe III squelettique ou dentaire aux chinois. Chan⁵⁷ rapporte les propos de Mak selon lesquels 18,86 % de ses patients à Hong Kong sont en Classe III.

Dans un article de Litton et coll., l'incidence de la Classe III squelettique chez les caucasien a été évaluée à 1%. Et chez les japonais, l'incidence a été évaluée à 6% seulement. Cela pourrait s'expliquer par une base du crâne plus courte chez les chinois,

⁵⁷ G. K-H. Chan, "Class III Malocclusion in Chinese (Cantonese): Etiology and Treatment," *American Journal of Orthodontics* 65, no. 2 (1974): 152–57, doi:10.1016/0002-9416(74)90176-6.

c'est-à-dire une longueur SN plus courte. La mandibule quant à elle, semble ne pas être incriminée dans les classes III. Or le maxillaire est attaché à la partie antérieure de cette base du crâne, donc cela entraîne une position plus postérieure du maxillaire par rapport à la mandibule, et donc une classe III de Ballard.

| Measurement | Cantonese in present study (n = 36) | | Swedes in Björk study (n = 322) | | t value | Probability | Significance |
|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------|--------------|--------------|
| | Mean | Standard deviation | Mean | Standard deviation | | | |
| N-S-Ar | 120.8° | ± 4.99 | 122.9° | ± 4.85 | 2.42 | 0.02 < 0.01 | N.S. |
| S-Ar-Go | 144.44° | ± 6.4 | 142.96° | ± 6.2 | 1.35 | < 0.1 | N.S. |
| Ar-Go-mand. plane | 128.89° | ± 6.14 | 131.09° | ± 6.11 | 2.05 | 0.05 < 0.02 | N.S. |
| Id-TPo to mand. plane | 73.61° | ± 5.61 | 68.58° | ± 5.4 | 5.28 | 0.001 < | * |
| S-N-Pr | 83.07° | ± 3.54 | 83.68° | ± 3.67 | 0.95 | < 0.3 | N.S. |
| N-S | 60.88 mm. | ± 2.4 | 68.75 mm. | ± 2.97 | 15.35 | 0.001 << | *** |
| S-Ar | 31.36 mm. | ± 3.06 | 34.35 mm. | ± 2.85 | 5.7 | 0.001 < | * |
| Ar-Go | 40.49 mm. | ± 3.28 | 42.13 mm. | ± 3.6 | 2.61 | 0.01 < 0.001 | N.S. |
| Go-TPo | 70.01 mm. | ± 5.44 | 72.84 mm. | ± 4.12 | 3.77 | 0.001 < | * |
| Me-N | 104.32 mm. | ± 6.47 | 113.12 mm. | ± 5.42 | 9.05 | 0.001 < | * |

N.S. = Not significant.

*Significant beyond the 0.001 level.

***Highly significant, much beyond the 0.001 level.

Table 14: Test comparatif des valeurs concernant les chinois cantonnais de cette étude et les suisses de l'analyse de Björk

Source : Chan

On voit bien sur ce tableau que la longueur SN est significativement plus courte chez les chinois cantonnais.

II.3.3 Etude de Paek, Bowman et Klapper⁶⁰ (Corée)

Paek, Browman et Klapper ont analysé les téléradiographies de profil de sujets coréens âgés de 18 ans (35 hommes et 45 femmes) avec un profil et une occlusion acceptables. Ils ont comparé les résultats obtenus aux normes caucasiennes selon l'analyse de Down, de Steiner et de Ricketts.

⁶⁰ I-C. Paek, D. Bowman, and L. Klapper, "A Cephalometric Study of of Korean Adults," *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 96, no. 1 (1989): 54–59, doi:10.1016/0889-5406(89)90229-1.

| Type d'analyse | Paramètres | Caucasien | Coréen homme | Coréen femme |
|----------------|------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|
| Down | Angle facial (°) | 87,8 | 89,1 (2,4) | 89,3 (3,0) |
| | Convexité faciale (°) | 0 (5,1) | 3,7 (4,4) | 3,6 (4,4) |
| | A-B plane (°) | -4,6 (3,7) | -4,9 (2,6) | -4,5 (2,7) |
| | Plan mandibulaire (°) | 21,9 (3,2) | 23,0 (4,6) | 23,4 (3,9) |
| | Y axis (°) | 59,4 (3,8) | 60,6 (2,2) | 60,8 (2,9) |
| | Plan occlusal | 9,3 (3,8) | 7,1 (3,0) | 7,7 (3,3) |
| | Angle inter-incisif (°) | 135,4 (5,8) | 125 (7,8) | 128,2 (7,5) |
| | i to occlusal plane | 14,5 (3,4) | 22,9 (4,9) | 20,8 (5,4) |
| | i to mandibular plane | 1,4 (3,78) | 6,8 (6) | 4,3 (5,7) |
| | i to APog | 1,7 (3,0) | 7,6 (2,2) | 7 (1,7) |
| Steiner | SNA (°) | 82 | 82,1 (3,4) | 80,2 (3,4) |
| | SNB (°) | 80 | 79,5 (3,6) | 77,9 (3,5) |
| | ANB (°) | 2 | 2,6 (1,7) | 2 |
| | SND (°) | 76 | 76,6 (3,5) | 75 (3,3) |
| | I-NA (mm) | 4 | 7,2 (2,4) | 6,8 (2) |
| | I/NA (°) | 22 | 24,2 (5,6) | 22,6 (5,1) |
| | i-NB (mm) | 4 | 7,5 (1,6) | 6,9 (1,8) |
| | i/NB (°) | 25 | 28,1 (4,9) | 26,7 (4,9) |
| | Pog to NB | 4 | 1,9 (1,5) | 1,7 (1) |
| | Angle inter-incisif (°) | 131 | 124,9 (7,8) | 128,2 (7,3) |
| | Occ/SN (°) | 14 | 15,9 (4,3) | 17,9 (3,9) |
| | GoGn to SN | 32 | 32,3 (5,7) | 34,5 (4,4) |

Table 15: Comparaison des valeurs de l'analyse de Down et de Steiner entre les caucasiens et les coréens

Source : Paek et coll.

Des différences significatives ont été retrouvées entre les coréens et les caucasiens:

- **L'angle de convexité de Down (Na-A-Pog) est augmenté chez les coréens**, ce qui indique un profil plus convexe
- **L'ANB est légèrement augmenté chez les hommes coréens**
- **Les angles SNA et SNB sont diminués chez les femmes coréennes**
- Les incisives maxillaires et mandibulaires sont plus vestibulo-versées et sont plus en avant :
 - L'angle entre l'incisive mandibulaire et le plan mandibulaire **i to mandibular plane (Down) est augmenté chez les coréens**

- La distance entre le bord libre de l'incisive maxillaire et la ligne NA et la distance entre le bord libre de l'incisive mandibulaire et la ligne NB (**I to NA et i to NB**) sont **augmentées chez les coréens**
- L'angle entre l'incisive maxillaire et la ligne NA (**I/NA**) n'est **augmenté que chez les hommes coréens**, et **I/NB est augmenté chez les 2 sexes**
- **La distance entre le bord libre de l'incisive supérieure et la ligne A-Pog (I to APog en mm)** est augmentée aussi bien chez les femmes que chez les hommes

L'angle inter-incisif est diminué : les incisives sont plus vestibulo-versées

II.3.4 Conclusion

Les asiatiques présentent une diminution de la longueur du maxillaire, une mandibule plus courte et plus en retrait dans le profil, une direction de croissance verticalisée, mais aussi une tendance à la classe II squelettique.

Au niveau dentaire, les asiatiques présentent une tendance à la protrusion et à la version incisive, aussi bien au maxillaire qu'à la mandibule.

II.4 Tableaux récapitulatifs

II.4.1 Africains

| Paramètre | CAUCASIEN (Steiner, 1953) | Afro-Américain (Drummond 1968) | Kenyan (Kapila 1989) | Afro-américain (Anderson et al, 2000) |
|------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---|
| FMA | | 30,6 (4,7) | 34,0 (5,1) | |
| FMIA | | 49,4 (5,7) | | |
| IMPA | | 100 (5) | NS | |
| SNA (°) | 82 | 84,7 (4,4) | 84,4 (4,0) | 85,3 |
| SNB (°) | 80 | NS | NS | 80,9 |
| ANB (°) | 2 | 5,5 (3,1) | 5,1 (2,0) | 4,4 |
| SND (°) | 76 | NS | | 77 |
| I – NA (mm) | 4 | 7,4mm (22) | | 7,4 |
| I – NA (°) | 22 | NS | | 22,5 |
| I – NB (mm) | 4 | 11,4 (3,1) | | 10,1 |
| I – NB (°) | 25 | NS | | 33,9 |
| I / i | 131 | NS | 111,6 (7,7) | 119,1 |
| Plan occlusal – SN (°) | 14 | | | 16,0 |
| GoGn – SN (°) | 32 | 38,2 (4,7) | | 32,5 |
| SL – ligne S (mm) | 51 | | | 55,1 |
| IL – ligne S (mm) | 22 | | | 23,1 |

Table 16: Tableau récapitulatif comparant les valeurs de l'analyse de Steiner des Africains par rapport aux caucasiens

Source : Hazan Maruani d'après Steiner, Drummond, Kapila et Anderson et coll.

Les cases vides représentent les paramètres non étudiés par l'auteur.

Pour rappel, l'étude réalisée par Anderson et al en 2000 n'a pas comparé les valeurs trouvées aux normes caucasiennes, c'est pour cela que la significativité des résultats n'est pas fournie.

II.4.2 Arabes

| | Caucasien (Steiner) | Marocain |
|---------------|---------------------|--------------|
| SNA (°) | 82 (3,9) | 80,5 (3,8) |
| SNB (°) | 80 (3,6) | 77,68 (3,55) |
| ANB (°) | 2 (1,8) | 3,1 (1,7) |
| AoBo (mm) | 2 | -1,2 (3,14) |
| SND (°) | 79 | 74,7 (3,2) |
| I-NA (mm) | 4 (2,5) | 5,2 (2,55) |
| I/NA (°) | 22 | 23,75 (6,10) |
| I-NB (mm) | 4 (2,5) | 6,64 (2,23) |
| I/NB (°) | 25 | 28 (5,3) |
| I/i (°) | 132 (10) | 125 (8,5) |
| Occl / SN (°) | 14 | 18 (4,7) |
| GoGn/ SN (°) | 32 | 35,35 (5,65) |

Table 17: Tableau récapitulatif comparant les valeurs de l'analyse de Steiner des Marocains par rapport aux caucasiens

Source : Ousehal et coll.

II.4.3 Asiatiques

II.4.3.1 Japonais

| | Paramètres | Caucasien (Mc Namara) | Japonais (homme) | Japonais (femme) |
|--|----------------------------|--|--------------------|-------------------|
| Position AP du maxillaire par rapport à la base du crâne | SNA (°) | 82 +/- 2 | 82,2 (3) | NS |
| | A-N perpendicular (mm) | 0 à 1 | NS | 2,3 (2,7) |
| | Co-A (mm) | 91,0 (7,4) (femme) 99,4 (7,8) (homme) | 91,4 (4,6) | 86,3 (3,4) |
| Position AP de la mandibule par rapport à la base du crâne | SNB (°) | 80 +/- 2 | 79,4 (3,4) | NS |
| | Pog-N perpendicular (mm) | -3,1 +/- 5,9 (femme) | NS | NS |
| | Co-Gn (mm) | 123 +/- 10 (femme) 136,7 +/- 10 (homme) | 125,5 (5,1) | NS |
| Relations intermaxillaires | ANB (°) | 2 +/- 2 | NS | NS |
| | Wits (mm) | -0,8 +/- 2,4 | NS | NS |
| | Max/min différence (mm) | 31,9 +/- 5,6 (femme) 37, 3 +/- 5,7 (homme) | NS | NS |
| Relations squelettiques verticales | Axe facial (°) | -1,6 +/- 3,4 (femme) -2,5 +/- 3,6 (homme) | -4,2 (3,2) | -3,5 (4,0) |
| | Mandibular Plan (°) | 23,5 +/- 5 | NS | 26,1 (5,4) |
| | LAFH (mm) | 65 +/- 7 (femme) 71,7 +/- 7 (homme) | NS | 72,7 (4,4) |
| Dento-alvéolaires maxillaire | UI/SN (°) | 114 (6) | NS | NS |
| | UI-A vertical (mm) | 4,4 (2) | NS | NS |
| Dento-alvéolaire mandibulaire | IMPA (°) | 94,5 (7,5) | NS | NS |
| | i-APog (mm) | 2,2 (1,5) | 4,0 (2,5) | 4,9 (1,5) |

Table 18: Tableau récapitulatif comparant les valeurs de l'analyse de Mc Namara des Japonais par rapport aux caucasiens

Source : Hazan Maruani d'après Miyajima et coll.

II.4.3.2 Chinois

| Paramètres | | Caucasien (Mc Namara) | Chinois (homme) | Chinoise (femme) |
|--|--------------------------|--|--------------------|---------------------|
| Position AP du maxillaire par rapport à la base du crâne | SNA (°) | 82 +/- 2 | NS | NS |
| | A-N perpendicular (mm) | 0 à 1 | NS | NS |
| | Co-A (mm) | 91,0 (7,4) (femme) 99,4 (7,8) (homme) | 92 (5,5) | 87,5 (4,8) |
| Position AP de la mandibule par rapport à la base du crâne | SNB (°) | 80 +/- 2 | NS | NS |
| | Pog-N perpendicular (mm) | -3,1 +/- 5,9 (femme) | NS | -6,6 (9,4) |
| | Co-Gn (mm) | 123 +/- 10 (femme) 136,7 +/- 10 (homme) | 125,4 (6,9) | NS |
| Relations intermaxillaires | ANB (°) | 2 +/- 2 | 3,5 (1,4) | NS |
| | Wits (mm) | -0,8 +/- 2,4 | NS | NS |
| | Max/min différence (mm) | 31,9 +/- 5,6 (femme) 37,3 +/- 5,7 (homme) | NS | NS |
| Relations squelettiques verticales | Axe facial (°) | -1,6 +/- 3,4 (femme) -2,5 +/- 3,6 (homme) | -5,4 (4,8) | NS |
| | Mandibular Plan (°) | 23,5 +/- 5 | 28,2 (6,6) | 30,4 +/- 5,9 |
| | LAFH (mm) | 65 +/- 7 (femme) 71,7 +/- 7 (homme) | NS | 30,4 +/- 5,9 |
| Dento-alvéolaires maxillaire | UI/SN (°) | 114 (6) | NS | NS |
| | UI-A vertical (mm) | 4,4 (2) | NS | NS |
| Dento-alvéolaire mandibulaire | IMPA (°) | 94,5 (7,5) | NS | NS |
| | i-APog (mm) | 2,2 (1,5) | 4,1 (2,4) | 4,1 (1,9) |

Table 19: Tableau récapitulatif comparant les valeurs de l'analyse de Mc Namara des chinois par rapport aux caucasiens

Source : Hazan Maruani d'après Y. Gu et coll.

II.4.3.3 Coréens

| Type d'analyse | Paramètres | Caucasien | Coréen homme | Coréen femme |
|----------------|------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|
| Down | Angle facial (°) | 87,8 | NS | 89,3 (3,0) |
| | Convexité faciale (°) | 0 (5,1) | 3,7 (4,4) | 3,6 (4,4) |
| | A-B plane (°) | -4,6 (3,7) | NS | NS |
| | Plan mandibulaire (°) | 21,9 (3,2) | NS | NS |
| | Y axis (°) | 59,4 (3,8) | NS | NS |
| | Plan occlusal | 9,3 (3,8) | 7,1 (3,0) | NS |
| | Angle inter-incisif (°) | 135,4 (5,8) | 125 (7,8) | 128,2 (7,5) |
| | i to occlusal plane | 14,5 (3,4) | 22,9 (4,9) | 20,8 (5,4) |
| | i to mandibular plane | 1,4 (3,78) | 6,8 (6) | 4,3 (5,7) |
| | i to APog | 1,7 (3,0) | 7,6 (2,2) | 7 (1,7) |
| Steiner | SNA (°) | 82 | NS | 80,2 (3,4) |
| | SNB (°) | 80 | NS | 77,9 (3,5) |
| | ANB (°) | 2 | 2,6 (1,7) | 2 |
| | SND (°) | 76 | NS | 75 (3,3) |
| | I-NA (mm) | 4 | 7,2 (2,4) | 6,8 (2) |
| | I/NA (°) | 22 | 24,2 (5,6) | NS |
| | i-NB (mm) | 4 | 7,5 (1,6) | 6,9 (1,8) |
| | i/NB (°) | 25 | 28,1 (4,9) | 26,7 (4,9) |
| | Pog to NB | 4 | 1,9 (1,5) | 1,7 (1) |
| | Angle inter-incisif (°) | 131 | 124,9 (7,8) | 128,2 (7,3) |
| | Occ/SN (°) | 14 | 15,9 (4,3) | 17,9 (3,9) |
| | GoGn to SN | 32 | NS | 34,5 (4,4) |

Table 20: Tableau récapitulatif comparant les valeurs de l'analyse de Steiner et de Down des coréens par rapport aux caucasiens

Source : Hazan Maruani d'après Paek et coll.

III Perspectives

Pour pallier au manque de personnalisation des analyses métriques et angulaires, des analyses céphalométriques structurales ont été mises au point.

Elles prennent en considération les structures crâniennes du patient, et étudient la position et les proportions des maxillaires, de la face et des dents par rapport à ces dernières. Elles permettent donc de localiser les anomalies de développement et de suivre les effets des thérapeutiques au cours du temps.

L'analyse de Delaire se veut reproductible dans le temps et au cours de la croissance car elle utilise des points stables dans le temps.

Les analyses structurales ont également pour objectif de :

- **Remplacer les points difficiles à localiser** sur la téléradiographie de profil, et donc peu fiables, car soumis à une variation inter-individuelle et intra-individuelle au cours de tracés successifs.
C'est le cas par exemple du point P (Porion), ou encore du point Or (Sous orbitaire). Le plan de francfort souffre donc d'imprécisions. C'est également le cas de nombreux points construits.
- **Remplacer les points non pertinents** tels que N qui est un point facial, A et B qui sont des points alvéolaires, et qui donc ne peuvent pas nous renseigner de façon précise sur la croissance du complexe maxillaire et mandibulaire respectivement. De plus, la localisation de ces points dépend de la situation et de l'orientation des incisives. L'utilisation des angles SNA, SNB et ANB peut être erronée ponctuellement et au cours du temps.
- **Remplacer les points non stables dans le temps**, qui ne permettent donc pas de suivre le patient au cours de sa croissance et au cours du traitement. Par exemple, le point S recule et s'abaisse au cours de la croissance, par augmentation du volume de la scelle turcique. Or la stabilité des points est un prérequis indispensable lorsque l'on souhaite faire des superpositions de tracés céphalométriques au cours du temps. C'est le cas de l'analyse de Delaire qui remplace le point S par le point Cl (clinoïdien).

Néanmoins, il est important de noter que l'absence totale de valeurs métriques et angulaires peut entraîner un certain manque de précision, notamment concernant l'étude des axes et des positions dentaires.⁶³

III.1 Analyse de Delaire⁶⁴

Cette analyse a été mise au point par Delaire en 1971.

L'étude précise l'état des structures osseuses et des tissus mous avoisinants. C'est la première étude qui s'intéresse à la voûte crânienne, ce qui lui permet d'analyser « l'équilibre squelettique « profond » des bases maxillo-mandibulaires »⁶⁵, et de donner des informations sur l'origine des dysmorphoses dento-squelettiques.

L'analyse de Delaire comprend une analyse architecturale et une analyse structurale. L'analyse architecturale est composée de deux parties : l'analyse crânienne, et l'analyse faciale. L'analyse crânienne permet d'étudier les particularités crâniennes du sujet, et donc d'individualiser la suite de l'analyse.

III.1.1 Analyse architecturale

III.1.1.1 Analyse crânienne

Quatre lignes crâniennes (C1 à C4) sont tracées et vont permettre de mesurer les angles de la base du crâne et les proportions de la base du crâne par rapport à la voûte crânienne. Voici les points anatomiques à partir desquels seront tracées les lignes crâniennes :

⁶³ R. Naves and S. Naves, "Etude comparative sur les différents résultats obtenus par les méthodes d'analyse céphalométrique de profil," *EMC. Orthopédie dento-faciale*, [23-457-A-10] (Paris: Elsevier Masson, 1988), <http://www.em-premium.com.rproxy.sc.univ-paris-diderot.fr/article/20812/resultatrecherche/3>.

⁶⁴ J. Delaire, S. A. Schendel, and J-F. Tulasne, "An Architectural and Structural Craniofacial Analysis: A New Lateral Cephalometric Analysis," *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 52, no. 3 (1981): 226–38, doi:10.1016/0030-4220(81)90252-8.

⁶⁵ Loreille et al., *Céphalométrie et orthodontie*.

- M : métanasion
- Cla : clinoidien antérieur
- Clp : clinoidien postérieur
- Cl : interclinoidien : c'est un point construit au milieu du segment Cla-Clp
- Pts : ptérygoïdien supérieur
- Pti : ptérygoïdien inférieur
- Ara : articulaire antérieure
- Atl : atlas
- Od : odontoïdien
- Cp : condylien postérieur

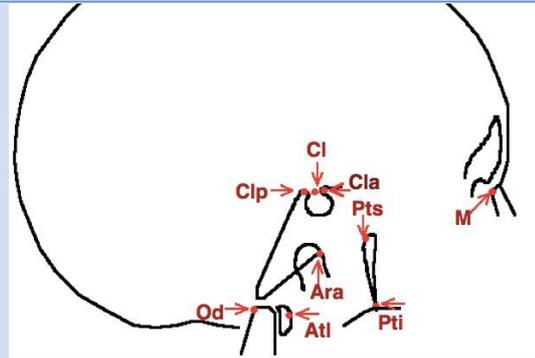


Figure 14 : Points anatomiques permettant de tracer les lignes crâniennes de l'analyse de Delaire

Source : Delaire : Introduction aux Séances de Travaux Pratiques consacrées au Tracé de l'Analyse Architecturale Cranio-Faciale, au Diagnostic et aux Indications Thérapeutiques pouvant être déduites dans les Dysmorphoses Dento-Maxillo-Faciales

- **C1 : ligne de base crânio-faciale** : cette ligne joint M à Cl, puis se prolonge en arrière jusqu'à couper la corticale occipitale externe en un point Op (occipital postérieur).
- **C2** : cette ligne joint M à Ara et se prolonge en arrière jusqu'à son intersection avec sa perpendiculaire passant par Op en un point Oi (occipital inférieur).
- **C3** : cette ligne est perpendiculaire à C2 et passe en son milieu pour s'élever jusqu'à la corticale externe de la voûte du crâne en un point Sc (sommet crânien).

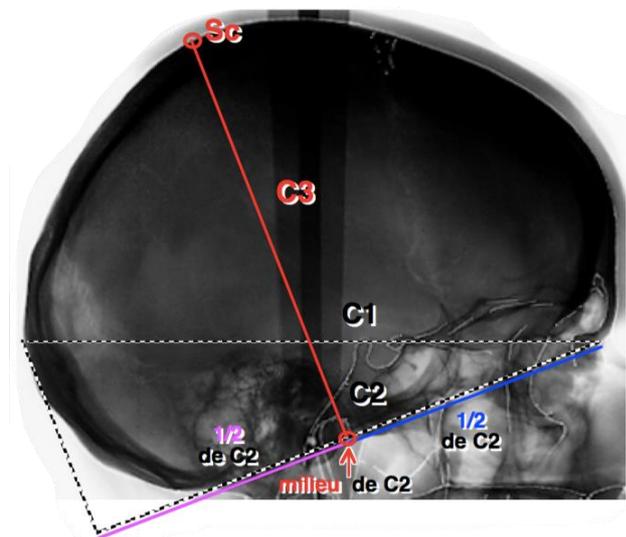


Figure 15: Tracé des 3 premières lignes crâniennes

Source : Delaire : Introduction aux Séances de Travaux Pratiques consacrées au Tracé de l'Analyse Architecturale Cranio-Faciale, au Diagnostic et aux Indications Thérapeutiques pouvant être déduites dans les Dysmorphoses Dento-Maxillo-Faciales

- **C4** : cette ligne joint Clp à Od qui est situé à son premier contact sur le versant postéro-supérieur de l'apophyse odontoïde. Cette ligne longe normalement le versant postérieur de l'apophyse basilaire de l'occipital et passe juste en arrière du basion.

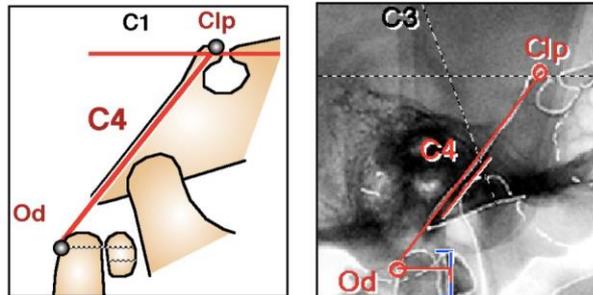


Figure 16: Tracé de C4

Source : Delaire : *Introduction aux Séances de Travaux Pratiques consacrées au Tracé de l'Analyse Architecturale Cranio-Faciale, au Diagnostic et aux Indications Thérapeutiques pouvant être déduites dans les Dysmorphoses Dento-Maxillo-Faciales*

Une fois que les lignes crâniennes ont été tracées, les **mesures crâniennes (proportions et angulations)** vont être effectuées :

- **Calcul des proportions :**

- **Longueur du champ crânio-facial / longueur totale de C2 = (49-51)/100**

C2 est composé en antérieur du champ cranio-facial et en postérieur du champ cranio-rachidien. Le champ cranio-facial s'étend du point M à la partie la plus postérieure de l'ATM appelée condylien postérieur Cp. Et le champ cranio-rachidien s'étend du point Cp au point Oi.

Ces deux champs doivent avoir une longueur quasi similaire. A titre d'exemple, un champ cranio-facial raccourci entraîne une tendance à la classe III squelettique, et inversement⁶⁹.

⁶⁹ Loreille et al., *Céphalométrie et orthodontie*.

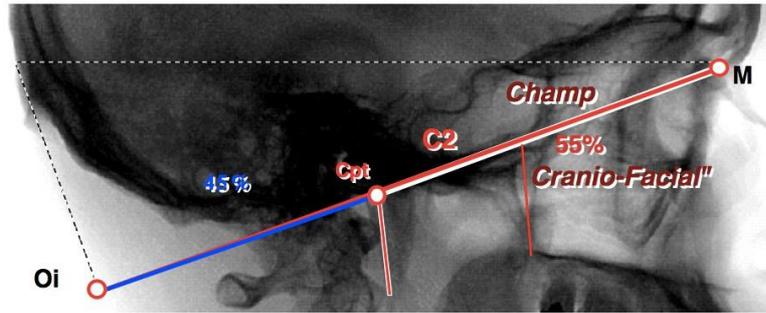


Figure 17: Calcul de la proportion du champ cranio-facial

Source : Delaire : *Introduction aux Séances de Travaux Pratiques consacrées au Tracé de l'Analyse Architecturale Cranio-Faciale, au Diagnostic et aux Indications Thérapeutiques pouvant être déduites dans les Dymorphoses Dento-Maxillo-Faciales*

- Longueur C3 / longueur C2 = (78-84)/100
- **Calcul des angulations :**
 - **Angle antérieur (C1/C2) :** la normale se situe entre 21 et 22°. « Son ouverture favorise les prognathies mandibulaires et inversement »⁷¹
 - **Angle postérieur (C1/C4) :** la normale se situe entre 115 et 120°. A titre d'exemple, un angle antérieur augmenté et un angle postérieur diminué prédisposent à la classe III squelettique.

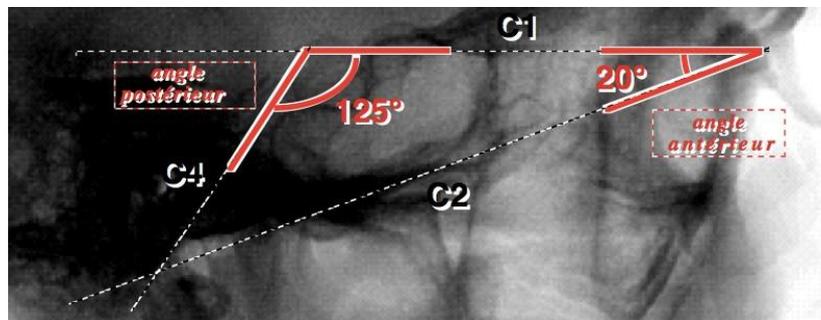


Figure 18: Calcul des angles antérieurs (C1/C2) et postérieurs (C1/C4)

Source : Delaire : *Introduction aux Séances de Travaux Pratiques consacrées au Tracé de l'Analyse Architecturale Cranio-Faciale, au Diagnostic et aux Indications Thérapeutiques pouvant être déduites dans les Dymorphoses Dento-Maxillo-Faciales*

III.1.1.2 Analyse faciale

Elle est composée de 8 lignes faciales : F1 à F8. Ces 8 lignes faciales délimitent des territoires aux seins desquels des structures dento-squelettiques précises doivent s'y

⁷¹ Ibid.

trouver si le sujet est équilibré. C'est à dire que l'on obtient un tracé théorique de l'équilibre idéal de notre patient.

Avant de décrire les 8 lignes faciales, il faut définir les points suivants :

- **FM** : milieu du segment de C1 barrant l'extrémité supérieure de l'apophyse montante du maxillaire
- **ENAt** : Epine nasale antérieure théorique, correspond à l'emplacement optimal de l'épine nasale antérieure
- **Got** : point gonion théorique, correspond au niveau optimal du point gonion
- **Met** : menton théorique, correspond au niveau optimal du menton osseux

| Quatre lignes à orientation verticale | Quatre lignes à orientation horizontale |
|--|--|
| F1 : passe par FM en formant un angle cranio-adapté avec C1 | F4 : parallèle à C1 à la hauteur de NP (canal naso-palatin). Il coupe F5 en ENAt |
| F2 : prolonge le segment Pts-Pti en haut jusqu'à couper la corticale en un point Br et en bas jusqu'au rebord basilaire | F6 : parallèle à C2 à partir de ENAt. Coupe F2 en un point qui sera nommé Pto et F3 en Got |
| F3 : prolonge le segment cpt-atlas en bas jusqu'en dessous de l'angle mandibulaire | F7 : tracée de Met à Got puis prolongée jusqu'à son intersection avec F4 en Om (point occipito-manducateur) |
| F5 : tracée perpendiculairement à C1 en avant du point N, à une distance variable selon l'âge et le sexe | F8 : tracée de Om à Pto puis prolongée en avant jusqu'à son intersection avec F5 en occ. Ant. |

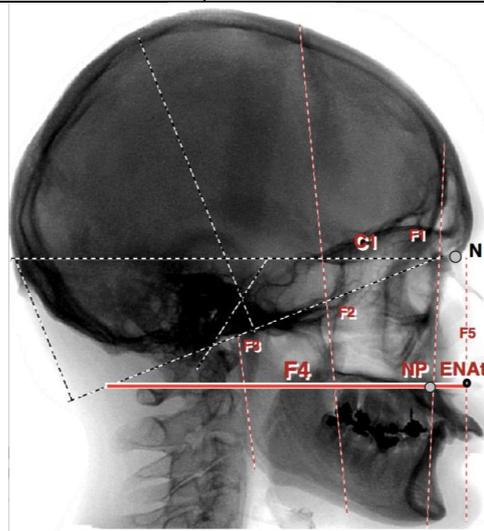


Figure 19: Tracé des lignes F1, F2, F3, F4, et F5

Source : Delaire : Introduction aux Séances de Travaux Pratiques consacrées au Tracé de l'Analyse Architecturale Cranio-Faciale, au Diagnostic et aux Indications Thérapeutiques pouvant être déduites dans les Dysmorphoses Dento-Maxillo-Faciales

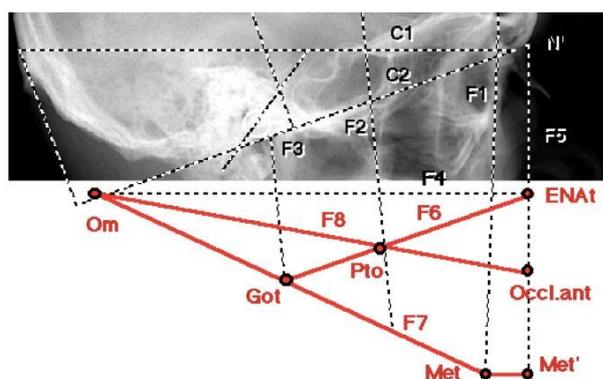


Figure 20: Tracé des lignes F6, F7 et F8

Source : Delaire : *Introduction aux Séances de Travaux Pratiques consacrées au Tracé de l'Analyse Architecturale Cranio-Faciale, au Diagnostic et aux Indications Thérapeutiques pouvant être déduites dans les Dymorphoses Dento-Maxillo-Faciales*

III.1.2 Analyse orthognathique

L'analyse orthognathique complète l'analyse structurale. Elle comporte 6 lignes faciales (3 lignes maxillaires et 3 lignes mandibulaires), 6 lignes dentaires et 3 lignes rachidiennes. Lorsque le sujet est équilibré, les lignes orthognathiques coïncident avec les lignes de l'analyse architecturale. Dans le cas contraire, il convient d'analyser de quelle manière elles ne coïncident pas pour trouver l'étiologie du déséquilibre et orienter notre thérapeutique.

III.1.2.1 Les lignes faciales

| Lignes maxillaires | Lignes mandibulaires |
|--|---|
| 1. Ligne f1M maxillaire : joint FM à NP et est prolongée en bas jusqu'au plan d'occlusion | 1) Ligne f1m mandibulaire : joint FM à Me |
| 2. Ligne palatine : joint ENA à ENP | 2) Ligne basilaire : joint le point Me au point No (partie la plus concave de l'échancrure pré-angulaire) |
| 3. Ligne occlusale : rejoint les faces occlusales des prémolaires et des molaires supérieures | 3) Ligne postérieure du ramus : joint Arp (« articulare posterieur ») et Brp (point le plus bombé du bord postérieur du ramus) |

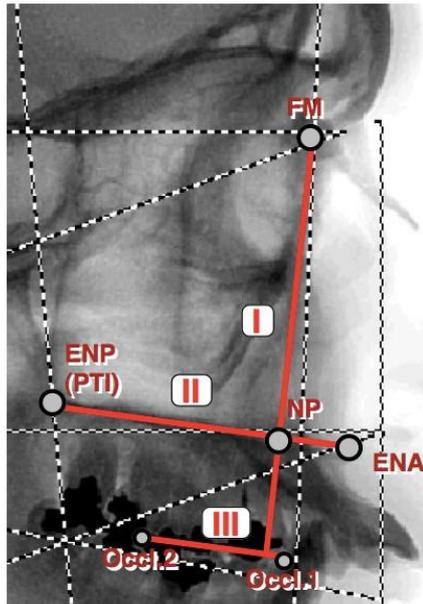


Figure 21: Tracé des lignes faciales maxillaires

Source : Delaire : Introduction aux Séances de Travaux Pratiques consacrées au Tracé de l'Analyse Architecturale Cranio-Faciale, au Diagnostic et aux Indications Thérapeutiques pouvant être déduites dans les Dymorphoses Dento-Maxillo-Faciales

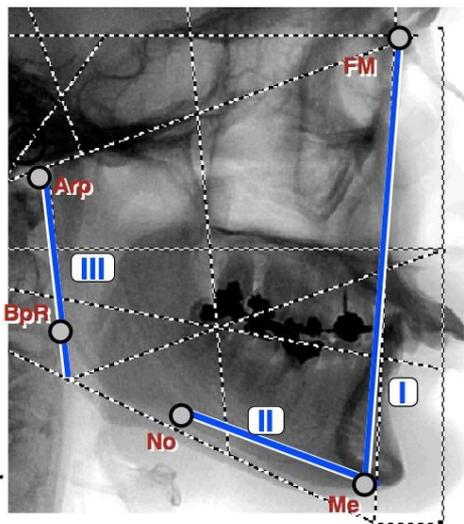


Figure 22: Tracé des lignes faciales mandibulaires

Source : Delaire : Introduction aux Séances de Travaux Pratiques consacrées au Tracé de l'Analyse Architecturale Cranio-Faciale, au Diagnostic et aux Indications Thérapeutiques pouvant être déduites dans les Dymorphoses Dento-Maxillo-Faciales

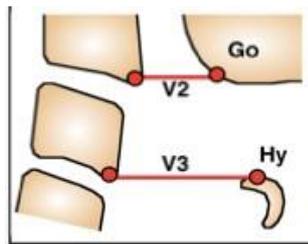
III.1.2.2 Les lignes dentaires

- **Ligne d1** : elle est tracée à partir de NP, et forme un angle de 110° avec F4. Elle représente l'angulation et la situation idéale de l'incisive supérieure.
- **Ligne « incisive supérieure »** : elle correspond à l'axe de l'incisive supérieure, et doit normalement coïncider avec d1.

III.1.2.3 Les lignes rachidiennes

- **Ligne V2** : tracée parallèlement à F4, à partir du point V2 (point antéro-inférieur de la 2^{ème} vertèbre cervicale). Elle passe normalement à la hauteur du point Go et participe à l'évaluation du potentiel de croissance du ramus.
- **Ligne V3** : tracée parallèlement à F4, elle part du point V3 (antéro-inférieur de la 3^{ème} vertèbre cervicale). Elle est normalement au niveau de la partie supérieure du corps de l'os hyoïde. Cette ligne renseigne sur la position du massif lingual.

Figure 25: Tracé des lignes rachidiennes V2 et V3



Source : Delaire : *Introduction aux Séances de Travaux Pratiques consacrées au Tracé de l'Analyse Architecturale Cranio-Faciale, au Diagnostic et aux Indications Thérapeutiques pouvant être déduites dans les Dismorphoses Dento-Maxillo-Faciales*

III.1.3 Options de tracés selon l'ethnie

Pour certaines origines ethniques, il existe des options de tracés, car leur équilibre cranio-facial est très différent de celui des caucasiens.

III.1.3.1 Tracé de F4

C'est le cas du tracé de F4. En effet, il se peut que la parallèle à C1 ne passe pas à la fois par NP et par Od.

Il existe 3 cas possibles :

- 1) La parallèle à C2 passant par Go coupe F5 au même endroit que la parallèle à C1 passant par NP (anomalie rachidienne). Cette dernière sera alors retenue comme F4 bien que ne passant pas par Od
- 2) La parallèle à C2 passant par Go coupe F5 au même endroit que la parallèle à C1 passant par Od (anomalie maxillaire)
- 3) Les lignes parallèles à C1 passant par NP, passant par Od et la parallèle à C2 passant par Go coupent F5 à des niveaux très différents. Il faut alors réaliser des

tracés successifs pour déterminer la ligne F4 moyenne. Ce procédé est simple à réaliser sur un tracé informatique, mais est très fastidieux à la main.

III.1.3.2 Options de tracé chez les africains

- Fermeture de l'angle C1/C4 (angle sphénoïdale) : 110 à 115° chez les bantous
- Promaxillie et biproalvéolie
- F5 se trace 3 à 6mm en avant de N chez les bantous et à 9mm chez les congolais

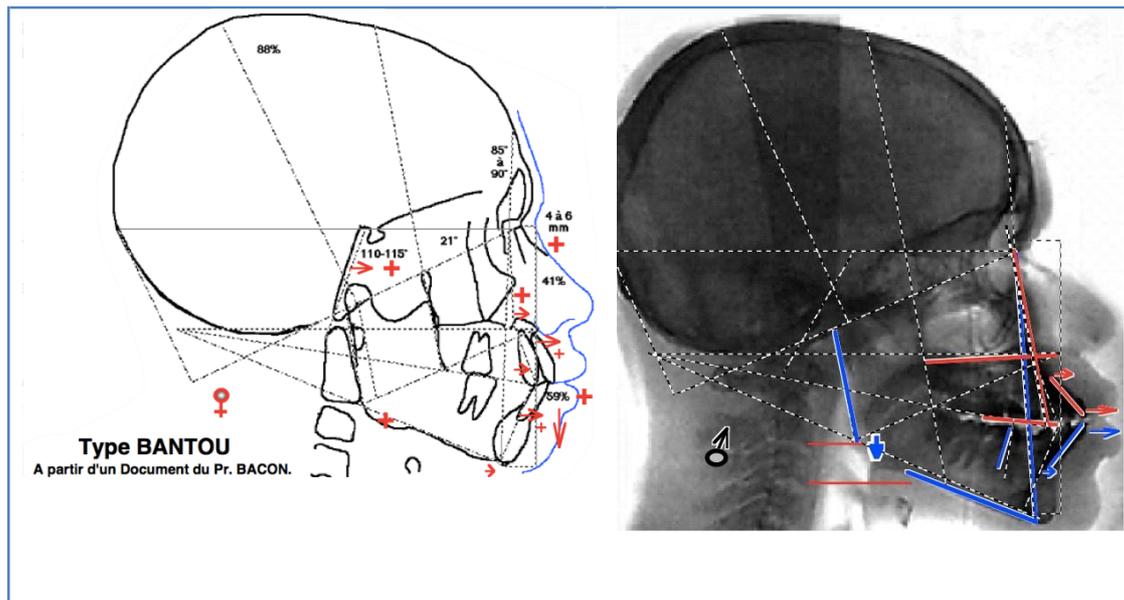


Figure 26: Options de tracé de l'analyse de Delaire pour les Africains

Source : Delaire : *Introduction aux Séances de Travaux Pratiques consacrées au Tracé de l'Analyse Architecturale Cranio-Faciale, au Diagnostic et aux Indications Thérapeutiques pouvant être déduites dans les Dymorphoses Dento-Maxillo-Faciales*

III.1.3.3 Options de tracé chez les Thaïlandais

- Excès de hauteur du crâne, excès d'ouverture de l'angle antérieur de la base, excès de fermeture de l'angle postérieur de la base
- Promaxillie et promandibulie
- Biproalvéolie
- F5 se trace à 9mm en avant de N



Figure 27: Options de tracé pour les Thaïlandais

Source : Delaire : *Introduction aux Séances de Travaux Pratiques consacrées au Tracé de l'Analyse Architecturale Cranio-Faciale, au Diagnostic et aux Indications Thérapeutiques pouvant être déduites dans les Dymorphoses Dento-Maxillo-Faciales*

III.1.4 Analyse structurale⁸⁰

C'est l'étude sur la téléradiographie « de l'état des divers éléments du squelette crânien, facial, et rachidien (structures osseuses) et de tous les tissus mous (structures molles) visibles sur le cliché »⁸¹, à la recherche de toute pathologie ou de toute dysmorphose à l'origine des malocclusions.

III.1.4.1 Etude des structures osseuses

On étudiera :

- Au niveau de la voûte du crâne : l'état des sutures, l'épaisseur des os de la voûte et l'état de leurs corticales, et la courbure de la voûte crânienne.
- Au niveau de la base du crâne : forme et dimensions du sinus frontal, de la lame criblée de l'éthmoïde, du sinus sphénoïdal, de la scelle turcique, du complexe naso-maxillaire, de la mandibule etc.

III.1.4.2 Etude des parties molles

L'étude consistera principalement à analyser le système glosso-vélo-pharyngé, et les muscles faciaux notamment les muscles labio-mentonniers.

⁸⁰ Loreille et al., *Céphalométrie et orthodontie*.

⁸¹ Ibid.

III.2 Analyse tridimensionnelle (3D) issue du cône-beam (Treil)^{82,83,84,85}

« La géométrie plane est inapte à l'analyse d'un volume anatomique et à l'étude de sa croissance »⁸⁶. Cette affirmation met en doute la pertinence des analyses céphalométriques en 2D et justifie la nécessité de mettre en place l'analyse céphalométrique 3D sur cône-beam de façon automatique et pratique pour les orthodontistes.

De plus, la réalisation d'une téléradiographie de profil est soumise à un aléa de positionnement de la tête dans le céphalostat. Ce qui n'est pas le cas de la radiographie tridimensionnelle pour laquelle les différents examens successifs seront comparables.⁸⁷

L'analyse de Treil est issue d'une collaboration entre Jacques Treil et le Laboratoire de modélisation du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) et repose sur l'élaboration d'un scanner.

C'est une analyse innovante. A l'origine, celle-ci était destinée à la chirurgie orthognathique, mais son champ d'application s'est élargi, avec l'anthropologie, l'anatomie, l'occlusodontie et l'orthodontie.

La méthode associe les données issues du scanner ou du CBCT, des données anatomiques et des outils mathématiques via le logiciel informatique c2000 développé par le CIRAD en partenariat avec Jacques Treil.

⁸² J. Treil et al., "Imagerie 3D Des Dymorphoses Maxillo-Faciales," *L'Orthodontie Française* 64, no. 2 (1993): 295–308.

⁸³ J. Treil et al., "Architecture Cranio-Facio-Maxillo-Dentaire. Un Modèle Tridimensionnel. Application En Clinique Orthodontique et Chirurgie Orthognathique.," *EMC. Orthopédie Dento-Faciale*, [23-455-E-40] (Paris: Elsevier Masson, 2000).

⁸⁴ J. Faure et al., "Céphalométrie Tridimensionnelle En Orthopédie Dento-Faciale," *L'Orthodontie Française* 73, no. 1 (2002): 19–37.

⁸⁵ J. Treil et al., "L'équilibre Architectural de La Face: Un Concept Céphalométrique 3D," *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale* 100, no. 3 (1999): 111–22.

⁸⁶ J. Delaire, "L'équilibre Architectural En Chirurgie Maxillo-Faciale En Orthopédie Dento-Faciale et En Chirurgie Orthognathique" *Orthod Fr*; 56 (1985): 353–64.

⁸⁷ J. Treil et al., « Une nouvelle construction céphalométrique tridimensionnelle. Un nouveau paramètre d'analyse tridimensionnelle: les axes d'inertie. Un nouveau concept: l'équilibre maxillo-facial » *Orthod Fr*; 68 (1997): 171-81.

Il nous intéresse car « le modèle est suffisamment stable pour constituer un standard biométrique universel capable de définir par sa symétrie et son équilibre la normalité de sujets d'origines ethniques et culturelles différentes. Ce sont les déséquilibres et les asymétries du modèle qui caractérisent les pathologies »⁸⁸.

III.2.1 Choix fondamentaux

L'analyse de Treil repose sur 3 choix fondamentaux⁸⁹ :

1. Les points de repère sur l'os alvéolaire permettent de localiser les arcades dentaires, non pas les bases osseuses. En effet, l'os alvéolaire se déplace avec les dents. Cela a d'avantage de sens que les points alvéolaires A et B qui sont peu fiables.
2. L'orientation de la dent est définie par sa matrice d'inertie (ce qui équivaut globalement à l'axe corono-radulaire) et non pas seulement à la face vestibulaire. Ne choisir que la face vestibulaire permet de répondre aux impératifs esthétiques. L'objectif ici est de faire un choix équilibré entre l'esthétique et le fonctionnel.
3. On va définir la position des dents par rapports à l'arcade dentaire, et non pas par rapport à leur maxillaire support (comme FMIA par exemple), ou par rapport à la base du crâne (I/SN par exemple).

III.2.2 Acquisition des données tomодensitométriques⁹⁰

Une imagerie tridimensionnelle est réalisée sur le patient, ce qui nous permet d'obtenir des coupes axiales tomодensitométriques ainsi qu'une reconstitution tridimensionnelle des éléments anatomiques (squelette, dents, tissus cutanés, et muscles).

Ensuite, le logiciel c2000 :

⁸⁸ J. Treil et al., "Imagerie et Céphalométrie Tridimensionnelles Des Asymétries Cranio-Faciales" *Orthod Fr*; 73 (2002): 179-97.

⁸⁹ Faure J. et al., « Céphalométrie tridimensionnelle en orthopédie dento-faciale. Les possibilités actuelles du logiciel Cépha 3DT » *Orthod Fr*; 73 (2002): 19-37.

⁹⁰ Treil et al., "Une Nouvelle Construction Céphalométrique Tridimensionnelle. Un Nouveau Paramètre D'analyse Tridimensionnelle: Les Axes D'inertie. Un Nouveau Concept: L'équilibre Maxillo-Facial."

- Relève les repères anatomiques qui sont situés sur les axes trigéminaux de la face :
 - § Foramen mentonnier droit et gauche
 - § Foramen infra-orbitaire droit et gauche
 - § Foramen supra-orbitaire droit et gauche
 - § Tête des deux marteaux (remplace le point porion)

Ces 8 points forment la charpente maxillo-faciale.

Ces repères anatomiques sont intéressants car ils sont facilement identifiables et de petites dimensions, ce qui permet d'assurer une certaine uniformité des analyses entre les praticiens et chez un même praticien au cours d'analyses successives.

De plus, ces repères anatomiques s'inscrivent dans une conception neuro-matricielle de la croissance maxillo-faciale qui « place le développement nerveux au commencement de tout processus de croissance oro-faciale : le nerf trijumeau servirait de tuteur au développement facial »⁹¹

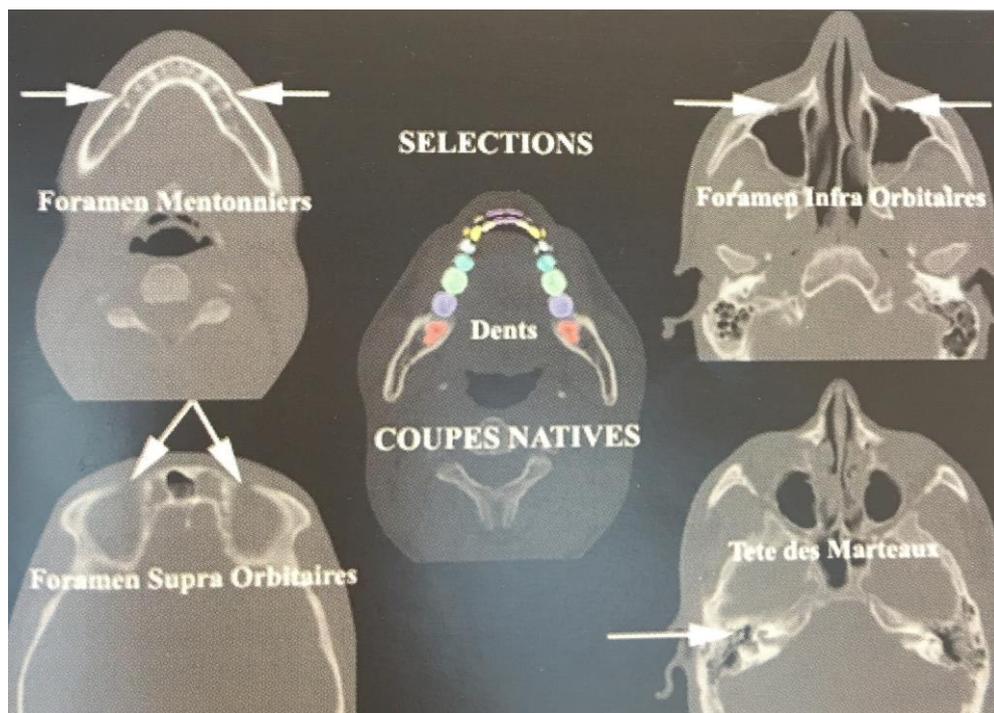


Figure 28: Relevé des repères anatomiques et des dents⁹²

- Relève les éléments semi-anatomiques à savoir les dents. Néanmoins, l'opérateur doit valider cette opération.

⁹¹ Ibid.

⁹² Ibid.

III.2.3 Création du modèle tridimensionnel

III.2.3.1 La charpente maxillo-faciale

A partir des repères anatomiques, le logiciel c2000 réalise la charpente maxillo-faciale. Cette construction géométrique correspond à deux pentaèdres opposés par leur base commune, formée par la tête des marteaux et les foramens infra-orbitaire.

Le pentaèdre supérieur correspond à l'étage supérieur orbitaire, le pentaèdre inférieur correspond à l'étage inférieur maxillo-mandibulaire.

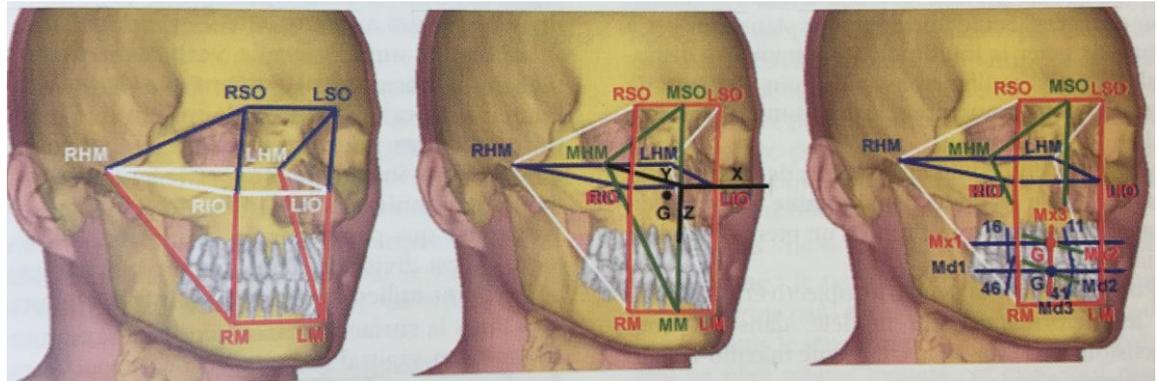


Figure 29: Le modèle tridimensionnel :

A gauche : la charpente maxillo-faciale, les sommets correspondent aux 8 repères anatomiques sélectionnés sur les coupes TDM natives

Au milieu : les 3 surfaces de la charpente maxillo-faciale (en rouge la surface vertico-faciale, en bleu la surface horizontale basi-crânienne, en vert la surface sagittale médiane)

A droite : les deux étages du modèle tridimensionnel (étage osseux basal et étage dento-alvéolaire)

Pour apprécier la symétrie, ou au contraire les déformations du modèle tridimensionnel, la charpente maxillo-faciale est ramenée à 3 surfaces :

- **Une surface verticale faciale** : formée par les deux foramens supra-orbitaires et les deux foramens mentonniers. Elle est globalement plane et doit tendre à contenir les deux foramens infra-orbitaires
- **Une surface horizontale basi-crânienne** : formée par la tête des deux marteaux et par les deux foramens infra-orbitaires. C'est la surface qui délimite les deux pentaèdres supérieurs et inférieurs. Elle est assimilée au plan de francfort
- **Une surface sagittale médiane construite** : elle est délimitée par les points milieux entre les deux foramens supra orbitaires, infra orbitaires, mentonniers et la tête des deux marteaux

Remarque : seule la surface horizontale basi-crânienne va être stable durant notre traitement. C'est pourquoi, le logiciel propose de créer un repère orthonormé stable durant le traitement pour pouvoir suivre dans le temps les patients :

- la 1^{ère} direction est formée par la droite joignant le foramen infra-orbitaire droit et gauche
- la 2^{ème} direction est formée par la droite perpendiculaire à la première, passant par le milieu de la tête des marteaux
- la 3^{ème} direction est formée par la droite passant par le point d'intersection des deux premières et perpendiculaire à celles-ci

III.2.3.2 Isolement et identification de chaque dent

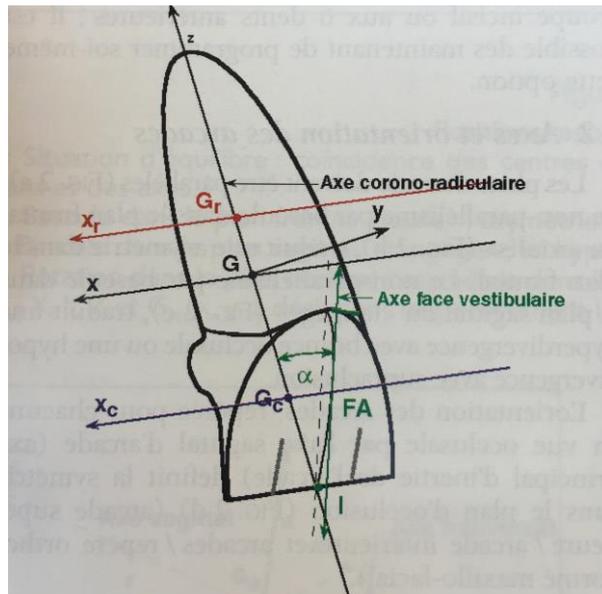


Figure 30: Isolement et identification de chaque dent

Source : Treil

Pour chaque dent, on définit un **centre de gravité G**, et ses **axes d'inertie**. L'axe d'inertie principal est l'axe le plus long donc le corono-radulaire, et les axes d'inertie secondaires sont le vestibulo-lingual (intermédiaire) et le mésio-distal (le plus court). Les axes d'inertie sont le reflet de la taille de l'objet ; leur orientation est quant à elle le reflet de la forme de l'objet. Le centre de gravité et les axes d'inertie définissent la **matrice centrale d'inertie** de chaque dent. Ces axes forment un repère orthonormé dont le centre est G et les coordonnées sont x (axe mésio-distal), y (axe vestibulo lingual) et z (axe corono-radulaire).

Pour analyser la position des dents, on calcule les angles formés entre la projection des axes d'inertie de la dent avec les axes d'inertie de l'objet qui sert de référence. On peut

donc calculer l'orientation d'une dent par rapport à une autre dent et par rapport à son repère d'arcade.

III.2.3.3 Forme et position des arcades dentaires

L'arcade va être identifiée par le calcul de la matrice d'inertie de son centre de gravité équi pondéré des dents appartenant à l'arcade. Ensuite on va situer l'arcade dentaire dans le repère maxillo-facial qui est un repère orthonormé lié au cadre maxillo-facial à 8 points. Cela précise les rapports entre chaque arcade et le squelette maxillo-facial et les rapports inter-arcade, ce qui équivaut aux pathologies alvéolaires maxillaires et mandibulaires.

III.2.4 Analyse du modèle tridimensionnel

III.2.4.1 Analyse de la charpente maxillo-faciale

Pour analyser cette charpente, le logiciel va calculer :

- Des angles : à partir de 3 repères parmi les 8 sommets de la charpente (168 valeurs sont calculables)
- Des distances : entre 2 repères parmi les 8 sommets de la charpentes (28 distances calculables)
- Des surfaces : 84 surfaces triangulaires planes et 8 surfaces externes triangulaires ou trapézoïdales.
- Des volumes : le volume du pentaèdre supérieur et celui du pentaèdre inférieur

La méthode tridimensionnelle permet une analyse de la symétrie. Sur une population, la symétrie est plutôt une exception et l'asymétrie, la règle dans une population orthomorphique. Mais cette technique permet la quantification et la localisation de l'asymétrie.

Symétrie et équilibre sont présents si :

- Les valeurs des paramètres droits et gauches de la charpente sont identiques (symétrie).
- les trois surfaces qui sont confondues avec les 3 plans moyens de la charpente maxillo-faciale sont orthogonales entre elles.
- le centre géométrique se trouve dans le plan sagittal médian (équilibre).

La caractérisation de la charpente maxillo-faciale par ses axes d'inertie permet de décrire la forme, la taille et le rapport entre les directions verticales, antéro-postérieures et transversales. Cela permet de décrire le squelette et sa croissance (croissance en hauteur, en longueur etc).

III.2.4.2 Analyse des arcades maxillaires et mandibulaires

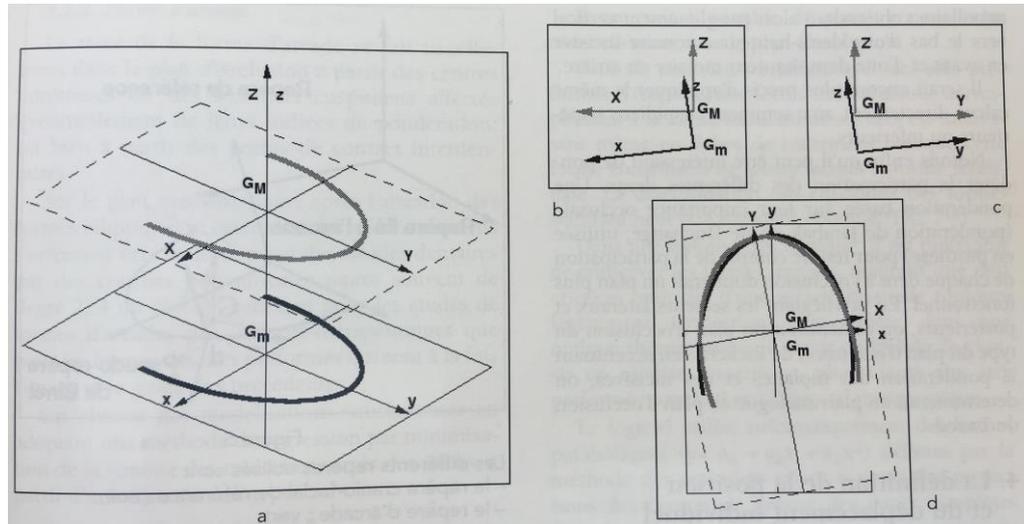


Figure 31: Rapport entre l'arcade maxillaire et l'arcade mandibulaire

a : situation d'équilibre

b : bascule dans le plan frontal : asymétrie dans le plan frontal

c : bascule dans le plan sagittal, ici hypodivergence

d : rotation dans le plan occlusal : asymétrie dans le plan occlusal

GM : centre de gravité de l'arcade maxillaire ; Gm : centre de gravité de l'arcade mandibulaire

La normalité est définie par :

- La superposition verticale des centres de gravité des arcades maxillaires et mandibulaires (même valeur des coordonnées des centres de gravité des arcades sur les axes X et Y du repère orthonormé)
- Des plans d'arcades qui sont parallèles (parallélisme des axes d'inertie des arcades)
 - S'il y a une bascule dans le plan frontal, cela traduit une asymétrie dans le plan frontal
 - S'il y a une bascule dans le plan sagittal, cela équivaut à une hypodivergence avec supraclusion ou à une hyperdivergence avec béance.
- L'axe sagittal de l'arcade maxillaire doit être parallèle à l'axe sagittal mandibulaire. Sinon on aura une asymétrie dans le plan occlusal.

- Mais aussi, au sein de chaque héli-arcade, la valeur du torque et du tipping de chaque dent doit être identique à sa controlatérale.

III.2.4.3 Analyse des rapports entre les étages osseux et dento-alvéolaires

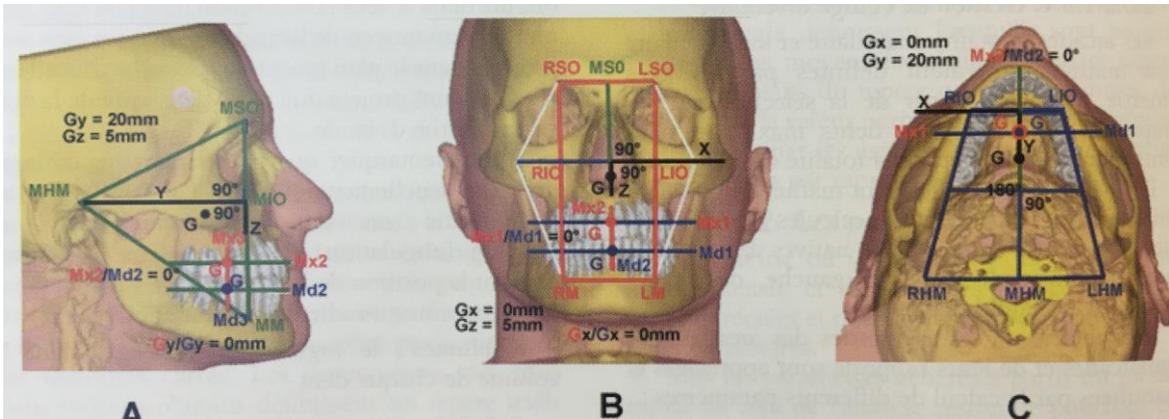


Figure 32: Normalité du modèle tridimensionnel: équilibre et symétrie

A : vue sagittale

B : vue frontale

C : vue axiale inférieure

L'équilibre des rapports entre les étages osseux et dento-alvéolaire se traduit par :

- Le parallélisme entre les axes d'inertie des arcades maxillaires et mandibulaires (qui définissent les plan horizontaux, verticaux et sagittaux) et respectivement les plans basi-crânien (horizontal), facial (vertical) et sagittal de la charpente maxillo-mandibulaire
- La position sur le plan sagittal de la charpente maxillo-faciale des centres de gravité maxillaires et mandibulaires

III.2.5 Discussion

L'analyse tridimensionnelle de cette construction met en évidence la notion d'équilibre de l'architecture maxillo-faciale. Cet équilibre a été mis en évidence chez les sujets orthomorphiques, quelle que soit l'origine ethnique du patient. Cette notion d'équilibre doit remplacer la notion de normalité, qui est trop restrictive et qui est basée sur un système de valeurs calculées à partir d'échantillons de personnes de même origine ethnique. L'orthodontiste doit avoir pour objectif d'équilibrer le patient et non pas de le normaliser.

CONCLUSION

L'utilisation des analyses céphalométriques en pratique quotidienne avec les valeurs caucasiennes, quelle que soit l'ethnie du patient, ne semble pas appropriée.

Aux vues des résultats des études issues de la littérature sur le sujet, il est évident que si l'on pose un diagnostic pour un patient non caucasien avec les valeurs caucasiennes, on obtiendra un résultat très différent du diagnostic posé pour ce même patient avec les valeurs corrigées. Le praticien doit considérer ces valeurs comme étant informatives, et tâcher d'apprécier le cas avec son sens clinique. Néanmoins, avoir un guide des valeurs céphalométriques pour chaque ethnie constituerait une aide pour déterminer les objectifs de traitement et pour élaborer le plan de traitement.

Nous avons ainsi, pour une utilisation courante, récapitulé les différentes valeurs adaptées aux ethnies dans le tableau 21.

Rappelons que ces valeurs sont issues de patients dont la face est équilibrée et en normocclusion. Ces valeurs représenteraient donc des idéaux pour chaque ethnie en terme de stabilité et de pérennité de la denture.

Or nous n'aurons pas les mêmes objectifs en terme de repositionnement des bases osseuses maxillaires et mandibulaires l'une part rapport à l'autre, et en terme de repositionnement des axes incisifs par exemple. Les précautions à prendre pour le choix des thérapeutiques seront donc très différentes.

Le praticien doit alors faire face à une décision délicate :

- Il peut soit avoir pour objectif les normes caucasiennes afin de répondre à l'objectif socio-culturel du patient en quête d'identité dans le pays dans lequel il vit
- Ou alors avoir pour objectif les normes adaptées à l'origine ethnique du patient et ainsi respecter sa physiologie et sa singularité

L'analyse de Delaire est une analyse architecturale et structurale. Elle évalue l'équilibre crânien et facial du sujet et met en évidence l'origine des déséquilibres et des malocclusions. Les résultats obtenus ne dépendent pas à priori de l'ethnie du sujet.

La ligne cranio-faciale F1 est une ligne dont le tracé peut être cranio-adapté et donc individualisé.

En réalité, cette individualisation ne suffit pas, car l'analyse propose des options de tracé permettant d'adapter ce dernier à l'ethnie à laquelle notre patient appartient.

L'analyse de Treil est une analyse tridimensionnelle innovante et pertinente. Elle évalue l'équilibre de l'architecture maxillo-faciale, qui a été mis en évidence chez les sujets orthomorphiques, quelle que soit leur origine ethnique.

Elle représenterait l'analyse idéale si elle n'était pas si compliquée, chronophage et irradiante (nécessité de réaliser un CBCT crâne complet à chaque prescription radiologique). C'est pour cela qu'elle n'est pas envisageable en pratique quotidienne, sauf pour l'analyse de cas complexes.

| | Paramètre étudié | Caucasien | Afro-américain | Kenyan | Marocain | Japonais homme | Japonais femme | Chinois homme | Chinois femme | Coréen homme | Coréen femme |
|--|------------------------------------|------------------------------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| Relations squelettique antéro-postérieures | SNA (°) | 82 | 84,7 (4,4) | 84,4 (4,0) | 80,5 (3,8) | 82,2 (3) | NS | NS | NS | NS | 80,2 (3,4) |
| | SNB (°) | 80 | NS | NS | 77,68 (3,55) | 79,4 (3,4) | NS | NS | NS | NS | 77,9 (3,5) |
| | SND (°) | 76 | NS | | 74,7 (3,2) | | | | | NS | 75 (3,3) |
| | ANB (°) | 2 | 5,5 (3,1) | 5,1 (2,0) | 3,1 (1,7) | NS | NS | 3,5 (1,4) | NS | 2,6 (1,7) | 2 |
| | AoBo (mm) | 2 (2) | | | -1,2 (3,14) | NS | NS | NS | NS | | |
| | SL – ligne S (mm) | 51 | | | | | | | | | |
| | IL – ligne S (mm) | 22 | | | | | | | | | |
| | Angle facial (NaPog/Francfort) (°) | 87,8 (de 82 à 95) | | | | | | | | NS | 89,3 (3,0) |
| | Angle de convexité (Na-A/A-Pog) | 0 (de -8,5 à 10) | | | | | | | | 3,7 (4,4) | 3,6 (4,4) |
| | A-B/Plan facial (°) | -4,6 (de -9 à 0) | | | | | | | | NS | NS |
| | A-N perpendicular (mm) | H : 1,1 (2,7) F : 0,4 (mm) | | | | | NS | 2,3 (2,7) | NS | NS | |
| | Co-A (mm) | F : 91,0 (4,3) H : 99,8 (6) | | | | | 91,4 (4,6) | 86,3 (3,4) | 92 (5,5) | 87,5 (4,8) | |
| | Pog-N perpendicular (mm) | H : -0,3 (3,8) F : -1,8 (4,5) | | | | | NS | NS | NS | -6,6 (9,4) | |
| | Co-Gn (mm) | H : 134,3 (6,8) F : 120,2 (5,3) | | | | | 125,5 (5,1) | NS | 125,4 (6,9) | NS | |
| Maxillo-mandibular différentiel (mm) | H : 34,5 (4,0) F : 29,2 (3,3) | | | | | | | NS | NS | | |

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|
| Relations squelettiques verticales | GoGn – SN (°) | 32 | | | 35,35 (5,65) | | NS | | | NS | 34,5 (4,4) |
| | Axe Y (S-Gn/francfort) (°) | 59,4 (de 53° à 66°) | | | | | | | | NS | NS |
| | FMA (°) | 25 (3) | 30,6 (4,7) | 34,0 (5,1) | | NS | 26,1 (5,4) | 28,2 (6,6) | 30,4 +/- 5,9 | NS | NS |
| | LAFH (mm) | H : 74,6 (5,0) F : 66,7 (4,1) | | | | NS | 72,7 (4,4) | NS | 69,4 (6,2) | | |
| | Axe facial (°) | H : 0,5 (3,5) F : 0,2 (3,2) | | | | -4,2 (3,2) | -3,5 (4,0) | -5,4 (4,8) | NS | | |
| Relations dento-squelettiques et dento-dentaires | I – NA (mm) | 4 | 7,4m m (22) | | 5,2 (2,55) | | | | | 7,2 (2,4) | 6,8 (2) |
| | I – NA (°) | 22 | NS | | 23,75 (6,10) | | | | | 24,2 (5,6) | NS |
| | I – NB (mm) | 4 | 11,4 (3,1) | | 6,64 (2,23) | | | | | 7,5 (1,6) | 6,9 (1,8) |
| | I – NB (°) | 25 | NS | | 28 (5,3) | | | | | 28,1 (4,9) | 26,7 (4,9) |
| | I / i (°) | 131 | | | 125 (8,5) | | | | | 124,9 (7,8) | 128,2 (7,3) |
| | Plan occlusal – SN (°) | 14 | 38,2 (4,7) | | 18 (4,7) | | | | | 15,9 (4,3) | 17,9 (3,9) |
| | Plan d'occlusion/ Francfort (°) | 9,3 (de 1,5 à 14,3) | | | | | | | | 7,1 (3,0) | NS |
| | i/plan d'occlusion (angle inféro-externe) auquel on soustrait l'angle droit (°) | +14,5 (de 3,5 à 20) | | | | | | | | 22,9 (4,9) | 20,8 (5,4) |
| | i/plan mandibulaire angle auquel on soustrait l'angle droit (°) | +1,4 (de -8,5 à +7,0) | | | | | | | | 6,8 (6) | 4,3 (5,7) |
| | I-APog (mm) | +2,7 (de -1,0 à +5,0) | | | | | | | | 7,6 (2,2) | 7 (1,7) |
| | FMIA (°) | 67 (3) | 49,4 (5,7) | | | | | | | | |
| | IMPA (°) | 85-92 | 100 (5) | NS | | | | | | | |
| | UI/SN (°) | 103,5 | | | | NS | NS | NS | NS | | |
| I - A vertical (mm) | H : 5,3 (2,0) F : 5,4 (1,7) | | | | NS | NS | NS | NS | | | |
| i-APog (mm) | H : 2,3 (2,1) F : 2,7 (1,7) | | | | 4,0 (2,5) | 4,9 (1,5) | 4,1 (2,4) | 4,1 (1,9) | | | |

Table 21: Tableau récapitulatif des valeurs céphalométriques adaptées aux différentes ethnies

Source : Hazan Maruani d'après Drummond, Kapila, Anderson, Ousehal, Miyajima, Gu, Paek

BIBLIOGRAPHIE

- Aldrees, A.M. "Lateral Cephalometric Norms for Saudi Adults: A Meta-Analysis." *The Saudi Dental Journal* 23, no. 1 (2011): 3–7. doi:10.1016/j.sdentj.2010.09.002.
- Anderson, A.A., A. C. Anderson, A. C. Hornbuckle, and K. Hornbuckle. "Biological Derivation of a Range of Cephalometric Norms for Children of African American Descent (after Steiner)." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 118, no. 1 (2000): 90–100. doi:10.1067/mod.2000.103258.
- Bjork, A. "The Significance of Growth Changes in Facial Pattern and Their Relationship to Changes in Occlusion." *The Dental Record* 71, no. 10 (1951): 197–208.
- Boileau, M-J., C. Bazert, and Y. Delbos. "Approche diagnostique." In *Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte. Tome 1, principes et moyens thérapeutiques*, 25–30. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson, 2011.
- Chan, G. K-H. "Class III Malocclusion in Chinese (Cantonese): Etiology and Treatment." *American Journal of Orthodontics* 65, no. 2 (1974): 152–57. doi:10.1016/0002-9416(74)90176-6.
- Chateau, M. "Éléments particuliers de sémiologie radiologique et céphalométrie." In *Orthopédie dento-faciale. 2, clinique: diagnostic, traitement, orthognathie, orthodontie, stabilisation.*, 33–46. Paris: Éditions CdP, 1993.
- Delaire, J. "L'équilibre Architectural En Chirurgie Maxillo-Faciale En Orthopédie Dento-Faciale et En Chirurgie Orthognathique." *L'Orthodontie Française* 56, no. 2 (1985): 353–64.
- Delaire, J., S. A. Schendel, and J-F. Tulasne. "An Architectural and Structural Craniofacial Analysis: A New Lateral Cephalometric Analysis." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 52, no. 3 (1981): 226–38. doi:10.1016/0030-4220(81)90252-8.
- Downs, W.B. "Analysis of the Dentofacial Profile." *The Angle Orthodontist* 26, no. 4 (1956): 191–212. doi:10.1043/0003-3219(1956)026<0191:AOTDP>2.0.CO;2.
- . "The Role of Cephalometrics in Orthodontic Case Analysis and Diagnosis." *American Journal of Orthodontics* 38, no. 3 (1952): 162–82. doi:10.1016/0002-9416(52)90106-1.
- . "Variations in Facial Relationships: Their Significance in Treatment and Prognosis." *Angle Orthodontics* 19, no. 3 (1949): 145–55.
- Drummond, R. A. "A Determination of Cephalometric Norms for the Negro Race." *American Journal of Orthodontics* 54, no. 9 (1968): 670–82. doi:10.1016/0002-9416(68)90018-3.
- Faure, J., J. Treil, P. Borianne, J. Casteigt, and P. Baron. "Céphalométrie Tridimensionnelle En Orthopédie Dento-Faciale." *L'Orthodontie Française* 73, no. 1 (2002): 19–37.
- Fricker, J. P. *Orthodontics and dentofacial orthopaedics: a comprehensive textbook*. Canberra: Tidbinbilla Pty Ltd, 1998.
- Gu, Y., J. A. McNamara Jr., L. M. Sigler, and T. Baccetti. "Comparison of Craniofacial Characteristics of Typical Chinese and Caucasian Young Adults." *European Journal of Orthodontics* 33, no. 2 (2011): 205–11. doi:10.1093/ejo/cjq054.
- Jacobson, A. "Update on the Wits Appraisal." *The Angle Orthodontist* 58, no. 3 (1988): 205–19. doi:10.1043/0003-3219(1988)058<0205:UOTWA>2.0.CO;2.

- Kapila, S. "Selected Cephalometric Angular Norms in Kikuyu Children." *The Angle Orthodontist* 59, no. 2 (1989): 139–44. doi:10.1043/0003-3219(1989)059<0139:SCANIK>2.0.CO;2.
- Lambert, A., O. Setbon, B. Salmon, and V. Sebban. "Analyse céphalométrique." *EMC. Médecine buccale*. [28-600-A-10]. Paris: Elsevier Masson, 2010. <http://www.em-premium.com.rproxy.sc.univ-paris-diderot.fr/article/236830/resultatrecherche/2>.
- Litton, S. F., L. V. Ackermann, R. J. Isaacson, and B. L. Shapiro. "A Genetic Study of Class III Malocclusion." *American Journal of Orthodontics* 58, no. 6 (1970): 565–77. doi:10.1016/0002-9416(70)90145-4.
- Loreille, J-P, J Delaire, P Caillard, and J Sarazin. *Céphalométrie et orthodontie*. Paris: SNPMD, 1992.
- McNamara Jr., J. A. "A Method of Cephalometric Evaluation." *American Journal of Orthodontics* 86, no. 6 (1984): 449–69. doi:10.1016/S0002-9416(84)90352-X.
- Miyajima, K., J. A. McNamara Jr., T. Kimura, S. Murata, and T. Iizuka. "Craniofacial Structure of Japanese and European-American Adults with Normal Occlusions and Well-Balanced Faces." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 110, no. 4 (1996): 431–38. doi:10.1016/S0889-5406(96)70047-1.
- Moroney, M.J. *Facts from Figures*. 2ème ed. Melbourne: Penguin Books, 1954.
- Naves, R., and S. Naves. "Etude comparative sur les différents résultats obtenus par les méthodes d'analyse céphalométrique de profil." *EMC. Orthopédie dento-faciale*. [23-457-A-10]. Paris: Elsevier Masson, 1988. <http://www.em-premium.com.rproxy.sc.univ-paris-diderot.fr/article/20812/resultatrecherche/3>.
- Ousehal, L., L. Lazrak, and A. Chafii. "Cephalometric Norms for a Moroccan Population." *International Orthodontics* 10, no. 1 (2012): 122–34. doi:10.1016/j.ortho.2011.12.001.
- Paek, I-C., D. Bowman, and L. Klapper. "A Cephalometric Study of of Korean Adults." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 96, no. 1 (1989): 54–59. doi:10.1016/0889-5406(89)90229-1.
- Ricketts, R. M. "Cephalometric Analysis And Synthesis." *The Angle Orthodontist* 31, no. 3 (1961): 141–56. doi:10.1043/0003-3219(1961)031<0141:CAAS>2.0.CO;2.
- . "Cephalometric Synthesis: An Exercise in Stating Objectives and Planning Treatment with Tracings of the Head Roentgenogram." *American Journal of Orthodontics* 46, no. 9 (1960): 647–73. doi:10.1016/0002-9416(60)90172-X.
- . "Perspectives in the Clinical Application of Cephalometrics." *The Angle Orthodontist* 51, no. 2 (1981): 115–50. doi:10.1043/0003-3219(1981)051<0115:PITCAO>2.0.CO;2.
- Steiner, C. C. "Cephalometrics for You and Me." *American Journal of Orthodontics* 39, no. 10 (1953): 729–55. doi:10.1016/0002-9416(53)90082-7.
- . "Cephalometrics In Clinical Practice." *The Angle Orthodontist* 29, no. 1 (1959): 8–29. doi:10.1043/0003-3219(1959)029<0008:CICP>2.0.CO;2.
- . "The Use of Cephalometrics as an Aid to Planning and Assessing Orthodontic Treatment." *American Journal of Orthodontics* 46, no. 10 (1960): 721–35. doi:10.1016/0002-9416(60)90145-7.
- Treil, J., J. Casteigt, P. Borianne, C. Madrid, and M. Jaeger. "L'équilibre Architectural de La Face: Un Concept Céphalométrique 3D." *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale* 100, no. 3 (1999): 111–22.

- Treil, J., J. Casteigt, J. Faure, C. Madrid, P. Borianne, and M. Jaeger. "Architecture Cranio-Facio-Maxillo-Dentaire. Un Modèle Tridimensionnel. Application En Clinique Orthodontique et Chirurgie Orthognathique." *EMC. Orthopédie Dento-Faciale*. [23-455-E-40]. Paris: Elsevier Masson, 2000.
- Treil, J., J. Casteigt, C. Madrid, and P. Borianne. "Une Nouvelle Construction Céphalométrique Tridimensionnelle. Un Nouveau Paramètre D'analyse Tridimensionnelle: Les Axes D'inertie. Un Nouveau Concept: L'équilibre Maxillo-Facial." *L'Orthodontie Française* 68, no. 1 (1997): 171–81.
- Treil, J., J. Casteigt, P. Roch, C. Puech, and R. Cavezian. "Imagerie 3D Des Dysmorphoses Maxillo-Faciales." *L'Orthodontie Française* 64, no. 2 (1993): 295–308.
- Treil, J., J. Faure, J. Braga, J. Casteigt, and P. Borianne. "Imagerie et Céphalométrie Tridimensionnelles Des Asymétries Cranio-Faciales." *L'Orthodontie Française* 73, no. 2 (2002): 179–97.
- Tweed, C.H. *Clinical Orthodontics*. Saint Louis: The C. V. Mosby Company, 1966.
- Tweed, C. H. "The Frankfort-Mandibular Incisor Angle (FMIA) In Orthodontic Diagnosis, Treatment Planning and Prognosis." *The Angle Orthodontist* 24, no. 3 (1954): 121–69. doi:10.1043/0003-3219(1954)024<0121:TFIAFI>2.0.CO;2.
- Weber, M. *Les Catégories de La Sociologie*. Économie et Société. Paris: Pocket, 2008.

ANNEXES

FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1: Schéma représentant les différents points de l'analyse céphalométrique..... | 7 |
| Figure 2: Tracé pour l'analyse squelettique de Down..... | 9 |
| Figure 3: Chevron "problem" | 11 |
| Figure 4: Chartre d'arrangement | 12 |
| Figure 5: Exemple de réalisation des objectifs de traitement via les chevrons de l'analyse de Steiner | 12 |
| Figure 6: Boite de l'analyse de Steiner | 14 |
| Figure 7: Tracé de l'analyse de Steiner | 14 |
| Figure 8: Triangle de Tweed | 16 |
| Figure 9: Les dix facteurs de l'analyse de Ricketts..... | 18 |
| Figure 10: Détermination du type facial dans l'analyse de Ricketts | 20 |
| Figure 11: Tracés et valeurs idéales de l'analyse de Mc Namara pour une femme adulte (A) et un homme adulte (B)..... | 22 |
| Figure 12: Effet de la modification du point N sur l'angle ANB..... | 24 |
| Figure 13: Variation de l'angle ANB selon l'angulation du plan d'occlusion..... | 24 |
| Figure 14 : Points anatomiques permettant de tracer les lignes crâniennes de l'analyse de Delaire..... | 47 |
| Figure 15: Tracé des 3 premières lignes crâniennes..... | 47 |
| Figure 16: Tracé de C4 | 48 |
| Figure 17: Calcul de la proportion du champ cranio-facial..... | 49 |
| Figure 18: Calcul des angles antérieurs (C1/C2) et postérieurs (C1/C4) | 49 |
| Figure 19: Tracé des lignes F1, F2, F3, F4, et F5..... | 50 |
| Figure 20: Tracé des lignes F6, F7 et F8 | 51 |
| Figure 21: Tracé des lignes faciales maxillaires..... | 52 |
| Figure 22: Tracé des lignes faciales mandibulaires | 52 |
| Figure 23: Tracé des lignes d1, d2, "incisive supérieure" et "incisive inférieure" | 53 |
| Figure 24: Tracé de d3 et de la ligne "molaire inférieure" | 53 |
| Figure 25: Tracé des lignes rachidiennes V2 et V3 | 54 |

| | |
|---|----|
| Figure 26: Options de tracé de l'analyse de Delaire pour les Africains..... | 55 |
| Figure 27: Options de tracé pour les Thaïlandais | 56 |
| Figure 28: Relevé des repères anatomiques et des dents..... | 59 |
| Figure 29: Le modèle tridimensionnel : A gauche : la charpente maxillo-faciale, les sommets correspondent aux 8 repères anatomiques sélectionnés sur les coupes TDM natives Au milieu : les 3 surfaces de la charpente maxillo-faciale (en rouge la surface vertico-faciale, en bleu la surface horizontale basi-crânienne, en vert la surface sagittale médiane) A droite : les deux étages du modèle tridimensionnel (étage osseux basal et étage dento-alvéolaire) | 60 |
| Figure 30: Isolement et identification de chaque dent..... | 61 |
| Figure 31: Rapport entre l'arcade maxillaire et l'arcade mandibulaire a : situation d'équilibre b : bascule dans le plan frontal : asymétrie dans le plan frontal c : bascule dans le plan sagittal, ici hypodivergence d : rotation dans le plan occlusal : asymétrie dans le plan occlusal GM : centre de gravité de l'arcade maxillaire ; Gm : centre de gravité de l'arcade mandibulaire..... | 63 |
| Figure 32: Normalité du modèle tridimensionnel: équilibre et symétrie A : vue sagittale B : vue frontale C : vue axiale inférieure..... | 64 |

TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Table 1: Définition des principaux points céphalométriques | 6 |
| Table 2: Valeurs céphalométriques de l'analyse de Down | 10 |
| Table 3: Valeurs céphalométriques de l'analyse de Steiner..... | 15 |
| Table 4: Valeurs céphalométriques de l'analyse de Tweed | 17 |
| Table 5: Valeurs céphalométriques de l'analyse de Ricketts..... | 19 |
| Table 6: Valeurs céphalométriques de l'analyse de Mc Namara..... | 23 |
| Table 7: Comparaison des valeurs céphalométriques de l'Afro-Américains et du caucasien selon Drummond..... | 27 |
| Table 8: Valeurs angulaires de l'Afro-Américain, du Nigérien (Kiyuku) et du caucasien | 28 |
| Table 9: Valeurs de l'analyse de Steiner pour les Afro-Américains..... | 30 |
| Table 10: Comparaison des valeurs céphalométriques des saoudiens par rapport aux caucasiens | 31 |
| Table 11: Comparaison des valeurs céphalométriques des marocains par rapport aux caucasiens | 32 |
| Table 12: Comparaison des valeurs de l'analyse de Mc Namara entre les japonais et les hommes caucasiens..... | 34 |
| Table 13: Comparaison des valeurs céphalométriques de l'analyse de McNamara des chinois par rapport aux femmes caucasiennes..... | 35 |
| Table 14: Test comparatif des valeurs concernant les chinois cantonais de cette étude et les suisses de l'analyse de Björk | 37 |
| Table 15: Comparaison des valeurs de l'analyse de Down et de Steiner entre les caucasiens et les coréens..... | 38 |
| Table 16: Tableau récapitulatif comparant les valeurs de l'analyse de Steiner des Africains par rapport aux caucasiens..... | 40 |
| Table 17: Tableau récapitulatif comparant les valeurs de l'analyse de Steiner des Marocains par rapport aux caucasiens..... | 41 |
| Table 18: Tableau récapitulatif comparant les valeurs de l'analyse de Mc Namara des Japonais par rapport aux caucasiens | 42 |
| Table 19: Tableau récapitulatif comparant les valeurs de l'analyse de Mc Namara des chinois par rapport aux caucasiens | 43 |

| | |
|---|----|
| Table 20: Tableau récapitulatif comparant les valeurs de l'analyse de Steiner et de Down des coréens par rapport aux caucasiens | 44 |
| Table 21: Tableau récapitulatif des valeurs céphalométriques adaptées aux différentes ethnies | 67 |

Vu, le Directeur de thèse

Vu, le Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire de
l'Université Paris Descartes,

Docteur Elvire LE NORCY

Professeur Louis MAMAN

Vu, le Président de l'Université Paris Descartes,

Professeur Frédéric DARDEL

Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Louis MAMAN

Incidence du facteur ethnique sur l'analyse céphalométrique : guide clinique en pratique quotidienne

Résumé :

Les normes céphalométriques ont été établies à partir du modèle caucasien. Lors de notre pratique quotidienne, nous utilisons ces normes caucasiennes sur nos patients, quelle que soit leur origine ethnique. Or l'utilisation de certaines de ces valeurs n'est pas appropriée.

L'orthodontiste peut être confronté à deux types de situations cliniques : les patients qui souhaitent se rapprocher du modèle culturel caucasien ; ou les patients qui souhaitent conserver leurs particularités ethniques.

Le but de ce travail est d'étudier les variations des valeurs céphalométriques selon les ethnies, et d'établir un guide clinique d'analyse céphalométrique intégrant ces particularités ethniques.

Ce guide a été réalisé à travers une revue de la littérature des analyses céphalométriques bidimensionnelles d'une part ; et d'autre part, nous avons décrit les analyses céphalométriques architecturales (Delaire) et tridimensionnelles (Treil) dont les valeurs ne dépendent pas a priori de l'ethnie du sujet.

Il en ressort que la réalisation de ce guide est pertinente car l'analyse de Delaire prend également en compte l'origine ethnique du patient et l'analyse de Treil est la plus complète mais elle ne peut être utilisée en routine car elle est extrêmement chronophage.

Discipline :

Orthopédie dento-faciale

Mots clés fMesh et Rameau :

Céphalométrie -- Dissertations universitaires ; Groupes ethniques -- Thèses et écrits académiques ;

Orthodontie -- Thèses et écrits académiques

Université Paris Descartes
Faculté de Chirurgie dentaire
1, rue Maurice Arnoux
92120 Montrouge