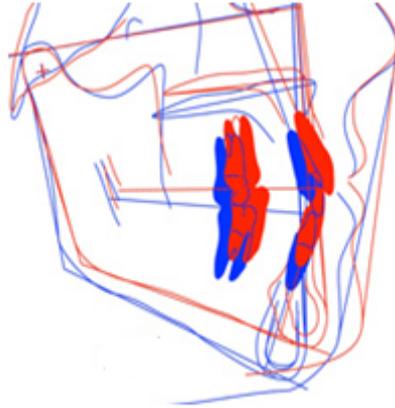


Superpositions céphalométriques et Prévisions de croissance



1. Les Superpositions céphalométriques :

1.1. Définition :

C'est un procédé qui consiste à superposer deux tracés de téléradiographie de profil d'un sujet effectués à un intervalle de temps.

Ces superpositions permettent d'apprécier les modifications dans l'espace et le temps des structures dentaire, squelettiques et cutanés d'un même individu.

Ces superpositions ne sont possibles que sur des clichés standardisés et exécutés sur une même installation.

1.2. Intérêts

Permettent

- l'étude de la croissance et des facteurs héréditaires
- le contrôle des modifications observées au cours d'un traitement,
- le contrôle du mode de croissance d'un patient avant le traitement.
- l'analyse des résultats d'un traitement

1.3. Technique

Différentes couleurs sont utilisées pour les différents tracés aux stades successifs du traitement

- En cour du traitement, on utilise le bleu
- Fin de traitement actif, on utilise le rouge

- Fin de contention, on utilise le vert
- Après la contention, on utilise le marron

Et pour effectuer une superposition, on a besoin de définir un point d'enregistrement « R » et un plan de superposition (ou ligne).

Le point d'enregistrement est le repère fixe sur lequel on fait coïncider exactement les tracés des clichés successifs.

Le plan de superposition est déterminé à partir du point d'enregistrement.

Les critères de choix d'un plan de superposition :

- Il faut qu'il soit stable, éloigné de la zone de croissance
- Il faut qu'il soit proche de la zone à étudier

1.4. Les différentes superpositions

On procède généralement à des superpositions d'ensemble à partir des plans crâniens et les superpositions locales à partir des structures maxillaires.

1.4.1. Les superpositions d'ensemble

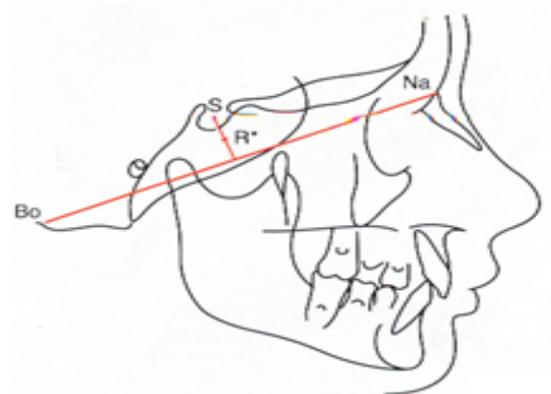
Au niveau de la base du crâne, elles objectivent les différences de position des structures de la face sans permettre de distinguer la part qui revient à la croissance et celle qui revient au traitement orthodontique.

1.4.1.1. Plan de Bolton

Du point BO au point Na utilisé par Broadbent.

Du point S (centre de la selle turcique), on abaisse une perpendiculaire sur le plan de Bolton et le milieu de cette perpendiculaire, le point R est enregistré, il superpose sur la perpendiculaire en conservant le plan Bo-Na parallèle à lui-même.

Le point Bolton (BO) est le point le plus déclive de la concavité postérieure du condyle de l'occipital, il est à mi distance entre le Basion (Ba) et Opisthion (Op)



Ligne Bo-Na

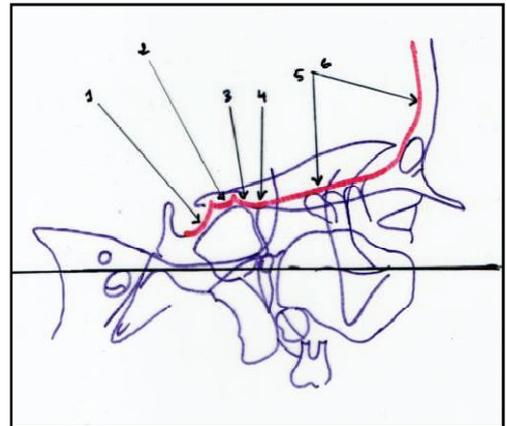
Le Basion (Ba) : c'est le point le plus inférieur du bord antérieur du trou occipital.

Le point Opisthion (Op) : c'est le point le plus postérieur du trou occipital.

1.4.1.2. Ligne de Decoster

C'est une ligne utilisée depuis 1922, qui suit la région antérieure de la base du crâne (cortical interne frontal, ethmoïde, suture sphéno-ethmoïdale et le bord antérieur de la selle turcique)

Decoster estime que cette ligne ne présente pas des modifications après l'âge de 7ans et dans sa longueur est une garantie pour les superpositions.



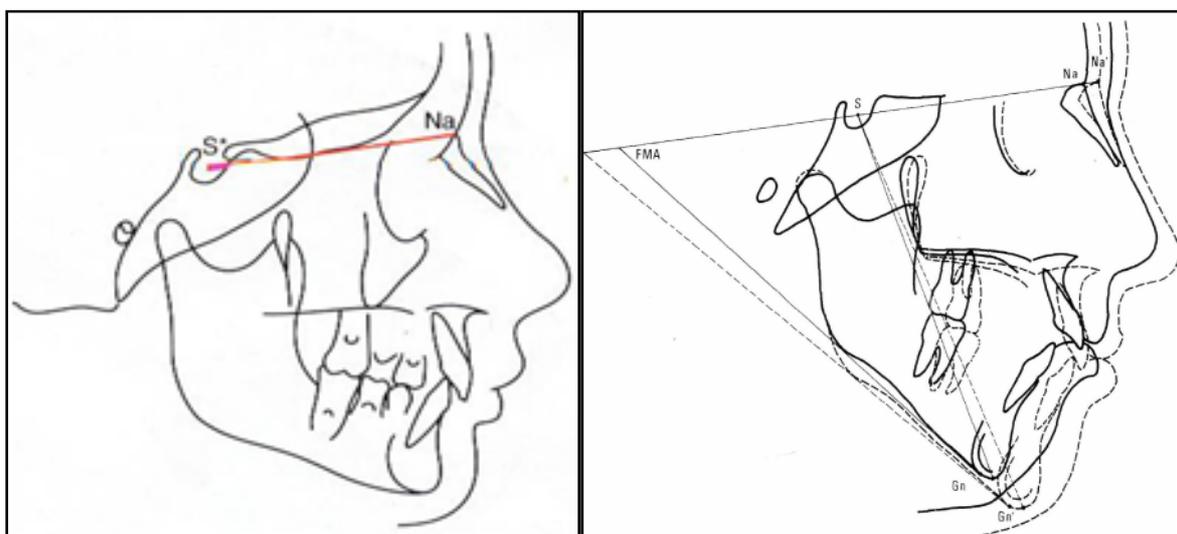
1.4.1.3. Ligne S-Na

Utilisée par de nombreux auteurs tel que Bjork, Steiner, Brodie et ce en raison de la facilité de localisation des point S et Na qui est situé dans une région stable après 7 et 8ans.

Les superpositions sur cette ligne montrent des modifications dans le sens antéropostérieur et vertical.

Si on prend comme point d'enregistrement le point S, cela donne une estimation de la croissance faciale dans son ensemble, par rapport à la base du crâne et permet d'apprécier les modifications de l'angle de la base du crâne Ba-S-Na, l'inclinaison du plan bispinal, la fente ptérygo-maxillaire et l'A. T. M.

Si le point Na est enregistré, on aura des informations sur les modifications du plan cutané, du plan facial et du plan bispinal (la croissance est rejetée vers l'arrière)



Superposition d'ensemble sur S. N., avec S enregistré, avant et après traitement (pointillés)

1.4.2. Les superpositions locales

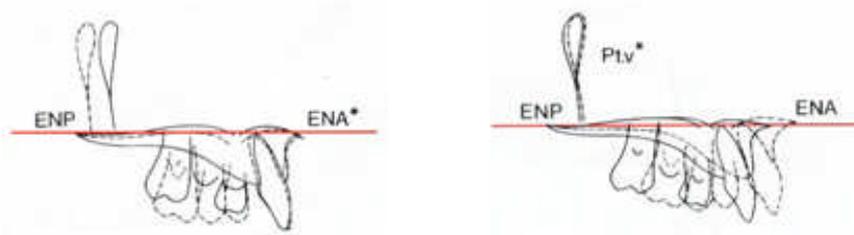
1.4.2.1. Au niveau du maxillaire supérieur

Ces superpositions locales, montrent la croissance du maxillaire en longueur et son déplacement par rapport à la base du crâne.

Suivant les auteurs, les superpositions peuvent montrer soit les modifications dues au traitement et à l'effet de la croissance.

La Ligne épine nasale, post-épine nasale antérieure (plan de superposition)

- Avec épine nasale antérieure enregistrée, on peut mettre en évidence les modifications au niveau du point A, déplacement de la première incisive supérieure et la première molaire dans les sens antéropostérieur et vertical.
- Avec épine nasale postérieure enregistrée, on retrouvera au niveau des bords antérieurs du maxillaire, les effets combinés de la croissance et du traitement.
- Avec la partie antérieure de la fente ptérygo-maxillaire (point d'enregistrement) cette superposition montre le déplacement de la première molaire, la croissance au niveau antérieur et l'étude du plan d'occlusion.



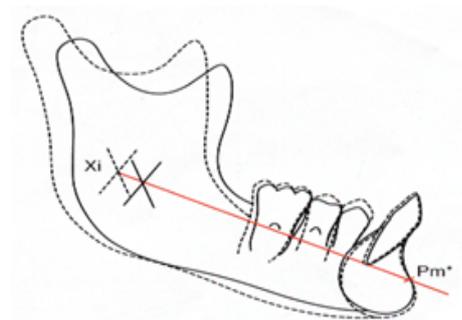
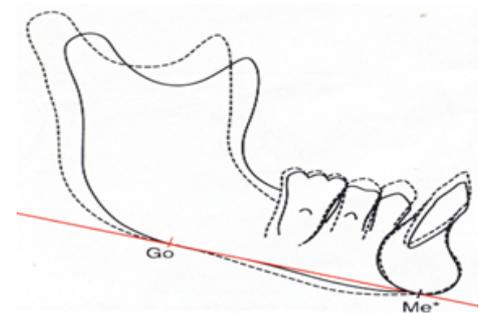
1.4.2.2. Au niveau mandibulaire

La ligne la plus souvent retenue pour les superpositions est celle qui joint Go-Me ou Go-Gn ou ligne basilaire de la mandibule. Les enregistrements pratiqués sont antérieurs :

- Point Me pour Tweed et Moore.
- Point D au centre de la symphyse pour Steiner.

Ricketts utilise la ligne Xi-Pm et enregistre sur le point Pm.

Ces superpositions ont pour mission de révéler les déplacements dento-alvéolaires de l'arcade dentaire inférieure



et le repositionnement de la branche montante par rapport au corps de la mandibule. Comme au maxillaire et suivant le mode de superposition adoptée, on pourra soit obtenir la somme des modifications de la croissance et traitement orthodontique soit l'effet de la croissance du traitement isolé.

1.4.3. Les superpositions tridimensionnelles

Cette nouvelle méthode de superposition a vu le jour en 2004 (collaboration Suisse et Caroline du nord)

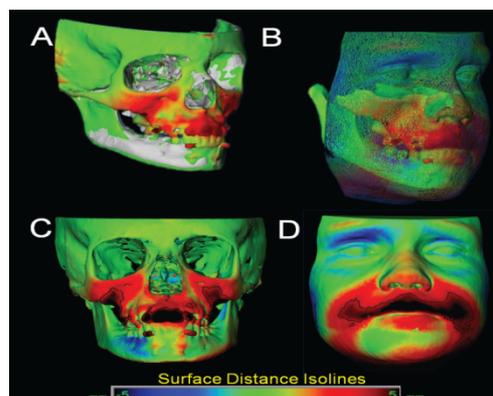
Cette technique permet

- de surmonter les problèmes liés aux points de référence, au lieu de 3 ou 4 points utilisés en céphalométrie, la superposition 3D est basée sur des milliers de points.
- de répondre aux questions concernant les mécanismes des effets thérapeutiques et de la croissance dans les 3 sens de l'espace.
- l'appréciation visuelle de l'emplacement et de l'importance des modifications au niveau des maxillaires grâce à une surimpression graphique.

Elle est basée sur un enregistrement entièrement automatisé des intensités de voxels au niveau de la base du crâne. Pour cela, elle utilise des images tomodensitométriques du cas (IRM), soit 300 coupes, et les fichiers sous forme de données volumiques sont convertis en maille de surface pour la procédure d'analyse. Les parties antérieures de la base du crâne (surface de la fosse crânienne antérieure et de l'éthmoïde) sont utilisées pour les superpositions des images enregistrées et ce de manière entièrement automatisée.

Les modifications quantitatives peuvent être visualisées grâce à des tables de correspondance de couleur qui sont utilisés pour indiquer

- un déplacement vers l'intérieure (**bleu**)
- ou vers l'extérieur (**rouge**) des structures.
- une absence de déplacement sera indiquée par la couleur (**verte**)



2. Prévisions de croissance :

La caractéristique de l'orthopédie dento faciale est de s'appliquer à des sujets en pleine croissance et cette croissance contribue généralement plus que nos traitements à changer la face. L'orthodontiste alors pour mener à bien son traitement doit maîtriser les modifications engendrées par la croissance, donc prévenir celle-ci.

Prévoir la croissance, c'est tenter de déterminer le site d'évolution des points crânio-faciaux, quantifier le déplacement de ces points, mais également prendre en considération le retentissement de la thérapeutique sur la croissance.

Le procédé de la prévision de croissance du squelette craniofacial consiste d'une part à allonger sur le tracé céphalométrique, certains axes de la face d'une quantité variable en fonction de la durée de la prévision et du taux de croissance du sujet, et d'autre part, à faire varier l'orientation de ces axes en fonction du type de rotation et du mode d'activité thérapeutique.

2.1. Les principes généraux des prévisions de croissance :

Avant 9 ans 85 % de la croissance est effectuée; de ce fait, la prévision de croissance portera sur les 15 % de croissance résiduelle.

Philippe et Sueur ont définis les principes généraux des prévisions de croissance.

- définir la durée sur laquelle porte la prévision ;
- évaluer le taux de croissance du sujet durant cette période, situation sur sa courbe de croissance
- envisager les facteurs pouvant modifier la direction de croissance mandibulaire;
- évaluer les effets du traitement : extractions, forces extra-orales, tractions intermaxillaires

2.2. Les prévisions de croissance :

2.2.1. Hypothèses de base de la prévision

2.2.1.1. Le squelette cranio-facial

2.2.1.1.1. Au niveau de la base du crâne

- La ligne selle turcique-Na s'allonge en moyenne de 0.9 à plus ou moins 3mm par an
- Le segment S-Basion s'allonge de 0.7mm par an
- Le segment Ba-Na s'allonge de 1mm par an.

2.2.1.1.2. Au niveau de la mandibule

Cavité glénoïde : ses rapports avec le bastion et le conduit auditif externe restent constants.

Le condyle : sa position dans la cavité glénoïde reste constante

La branche montante : le segment centre de condyle, Xi (au niveau du centre de la branche montante) croît en longueur et en moyenne de 1.5mm par an, l'orientation de ce segment varie avec le type de rotation (antérieure ou postérieure, le comportement neuromusculaire (les muscles) et les incidences du traitement tel que :

- Les extractions entraînent une rotation postérieure.
- Les élastiques de classe II entraînent une rotation postérieure de 1 à 2 mm par ans.
- La branche horizontale : du Xi vers le pogonion, s'allonge de 2 mm par ans.

2.2.1.1.3. Au niveau du maxillaire

- L'étage supérieur de la face : Na-ENA, croît d'environ 1/3 de l'augmentation totale de la face

-Le plan palatin, ENA-ENP, reste constant par rapport au S-Na sans traitement, mais il bascule en bas et un peu en avant sous l'effet des forces extra-orales à appui cervical.

- Le point A de Dawn, ne varie pas par rapport au Nasion dans le sens vertical mais dans le sens sagittal, on peut avoir un recul de ce point sous l'effet des forces extra-orales qui peut être de 1 à 2 mm par an.

2.2.1.2. La denture

Les deux plans de références par la mise en place de la denture : c'est le plan d'occlusion et le plan A-Pog

- Le plan occlusal, son inclinaison ne varie pas naturellement, les élastiques de classe II entraînent un mouvement en bas et en arrière de 2° par an, les élastiques de classe III entraînent un mouvement vers le haut et vers l'avant.

- Le plan A-Pog : il est fonction des déplacements du point A et du point pog

- L'incisive inférieure : la position optimale est fonction de la distance par rapport à A-Pog, Ricketts conseille de placer le bord libre de l'incisive inférieure entre -2 et 2mm par rapport au plan A-Pog, sa position est fonction des lèvres, la ligne E et de l'équilibre musculaire labio-lingual.

- L'incisive supérieure placée dans une position et orientation convenable par rapport à l'incisive inférieure (tenir compte de l'OJ et l'OB)

Les molaires supérieures doivent être en occlusion de classe I, mais on peut terminer notre traitement par une classe II ou classe III thérapeutique.

2.2.1.3. Les tissus mous de recouvrement

2.2.1.3.1. Le nez

Le nez s'accroît de 1mm par an en moyenne, 1.5 et même de 2 mm au moment de la puberté, cet accroissement varie en fonction du sexe et de l'âge, surtout chez les garçons : il est plus important pendant la puberté et après, il ne change pas.

2.2.1.3.2. Lèvre supérieure

Son profil varie en fonction de certains éléments :

- Sa croissance propre qui la fait avancer de 1mm par an
- Le déplacement de l'incisive supérieure sur laquelle elle repose,

La lèvre supérieure s'épaissit de 1/3 de ce que recule l'incisive supérieure

2.2.1.3.3. Lèvre inférieure

La partie du point B suit fidèlement les variations du bord antérieur de la mandibule, la lèvre inférieure ne s'épaissit pas en cas de recul de l'incisive inférieure.

2.2.1.3.4. Le menton

Ses tissus mous sont légèrement affectés par la croissance squelettique.

2.2.2. Technique de prévision

Cela consiste à relever sur un calque le cliché de la téléradiographie qui doit comporter :

- le profil cutané, la selle turcique, Na, Ba, CAE, le bord inférieur de l'orbite, le contour de la mandibule, XI, Maxillaire supérieur et inférieur, centre du condyle

Avant de commencer le tracé de prévision, il faut fixer la période sur laquelle porte la prévision qui peut être à court terme (18 à 35mois) ou à long terme (6 à 10ans)

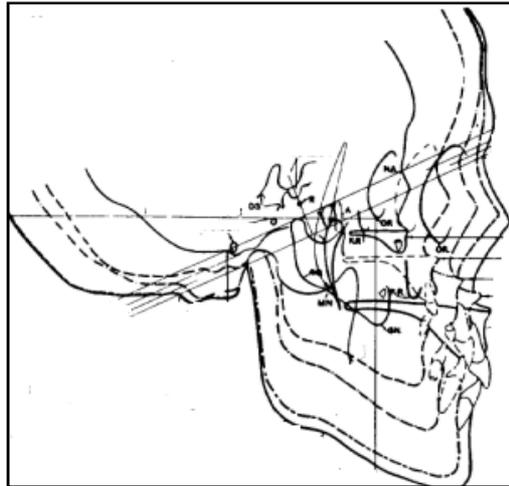
On doit également évaluer les types de croissance et le type de rotation mandibulaire.

Après, on va calquer sur le premier calque avec une couleur différente et on reconstitue le calque par zones ou structures

2.2.1. Prévisions de croissance qualitatives à court terme

2.2.1.1. Prévision de croissance selon Broadbent et Brodie

Broadbent et Brodie furent les premiers à utiliser la T.L.R comme moyen d'étude de la croissance cranio-faciale ils conclurent à une croissance quasi homothétique à partir d'un point R proche de la selle turcique, les différents points faciaux s'en éloignant dans le temps en ligne droite, la réalité est bien différente.

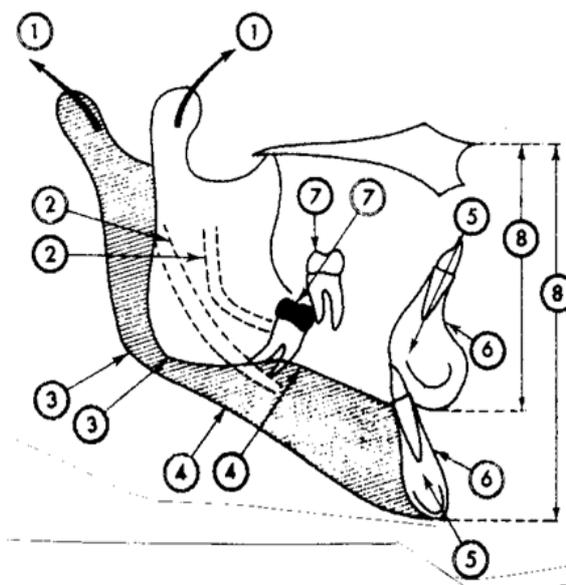


2.2.1.2. Prédiction de croissance selon Bjork

Bjork implanta à partir de 1951 plusieurs repères en tantale dans chaque maxillaire d'un certain nombre d'enfants radiographiés ensuite plusieurs fois au cours de leur croissance. Plusieurs types de déformations furent révélées par cette expérimentation. Dans certains cas la Mandibule se refermait sur elle-même donnant l'impression: «Rotation antérieure» dans d'autres cas elle conservait une forme assez constante et dans d'autres elle semblait au contraire s'ouvrir en rotation postérieure.

Ce qui est important pour le clinicien, c'est que le type de déformation s'accompagnait dès le départ de signes morphologiques estimables sur la T.L.R qui permettaient en quelque sorte de prédire ce qui a été ensuite constaté grâce aux implants. Dès lors l'utilisation d'implants n'était plus nécessaire et Bjork proposa un certain nombre de signes prédictifs.

Le praticien va pouvoir prédire la déformation naturelle et en tenir compte dans son plan de traitement. Choisir ses moyens thérapeutiques en fonction de leur action sur cette rotation.



**Tableau comparatif des signes qualitatifs
des rotations mandibulaires antérieure et postérieure**

Tableau comparatif Différents éléments	Signe Rotation antérieure	Signe Rotation postérieure
Au niveau du condyle -Orientation du condyle -Col du condyle	-Plutôt dirigé verticalement -Epais	- Plutôt dirigé en arrière - Fin
Bord inférieur de la bronche montante	Longue et large	Etroite et courte
Bronche horizontale	Courbure anté-goniaque légère ou absence de courbure	Forte courbure anté-goniaque
Inclinaison du canal dentaire inférieur	Courbe	Rectiligne
Symphyse mentonnière -Orientation -Forme	Grand axe dirigé vers l'arrière Epaisse et en «Bulbe d'oignon »	Grand axe dirigé vers l'avant Fine et en goutte d'eau
Forme du bord inférieur de la mandibule	Absence de l'encoche prégoniaque	Présence de l'encoche prégoniaque
Angle inter-incisif	Très ouvert	Très fermé
Inclinaison des incisives inférieures / l'axe de la symphyse	Axe fortement divergent (vestibulo-versée)	Dans l'axe de la symphyse
Hauteur de l'étage inférieur	Diminuée et les lèvres sont appuyées l'une sur l'autre	Augmentée et les lèvres sont en inoclusion.

2.2.2. Prévisions de croissance quantitatives à court terme

2.2.2.1. Prévision de croissance selon Tweed (Années 40)

Cet auteur conseille de prendre des T.L.R à intervalles de 6 ou 12 mois, un ou 2 ans avant le traitement, pour observer la croissance du patient à traiter.

Après superposition des clichés, Tweed a mis en évidence 3 types de croissance, ce qui lui permet de rattacher la croissance d'un sujet à l'un de ces types pour lui,

10% des enfants ont une croissance de type B ANB augmenté donc CL 2 squelettique

15% des enfants ont une croissance de type A ANB invariant donc CL 1 squelettique

75% des enfants ont une croissance de type C ANB diminué donc CL 3 squelettique

et de décider la marche à tenir au cours du traitement orthopédique.

Cette prédiction est trop simple pour être applicable à tous les patients. Elle ne tient compte que de l'angle ANB.

2.2.2.2. Prévision de croissance selon Sassouni

L'évaluation de la prévision de croissance est basée sur :

- L'analyse de type facial du patient
- L'analyse héréditaire des parents et des collatéraux
- La croissance du patient comparée aux standards de croissance

A partir d'une analyse archiale et frontale, Sassouni détermine 2 types extrêmes dans le sens vertical: «deep bite» et «open bite» ainsi que les CL 2 et CL 3 dans le sens antéro-postérieur. Sassouni a décrit par la suite 4 modèles intermédiaires.

Cette analyse archiale se complète d'une analyse héréditaire celle-ci comporte :

- Une comparaison entre l'enfant les parents et les collatéraux.
- Une étude céphalométrique des ressemblances.

La détermination de la période, de l'intensité et de la vitesse de croissance constitue le 3eme volet de cette analyse.

Sassouni compare la croissance du patient aux valeurs de la croissance moyenne en tenant compte de l'âge dentaire, de l'âge osseux et de la taille. Selon lui, cela permet une prévision de la croissance faciale sur 2 années par contre les interférences entre traitement et croissance sont omises.

La prévision de croissance selon Sassouni est effectuée par ordinateur.

2.2.2.3. Prévision de croissance de RM. Ricketts:

Ricketts a élaboré une méthode sans traitement et une méthode avec traitement.(Visualisation des objectifs de traitement (V.O.T)

Son idée originale est de dessiner à partir du tracé céphalométrique initial ce que sera le profil futur de l'enfant en lui appliquant des accroissements déterminés à partir d'un fichier comprenant plus de quarante mille sujets (La branche horizontale mandibulaire s'allonge de 2mm/an, le nasion avance d'1 mm/an) .

Cette méthode est conçue pour une prévision portant sur une période égale à celle de nos traitements soit de 1 à 3 ans .Au delà son imprécision devient trop importante. Si le traitement se prolonge, il faut à partir d'une T.L.R prise en cours du traitement, refaire une nouvelle prévision.

Le procédé utilisé pour la prévision du squelette facial consiste d'une part à allonger sur le tracé céphalométrique certains axes de la face d'une quantité variable en fonction de la durée de la prévision et du taux de croissance du sujet et d'autre part, à faire varier l'orientation de ces axes en fonction du type de rotation (naturelle ou thérapeutique).

Avant de faire une prévision l'opérateur doit:

- Définir la durée sur laquelle porte la prévision (18Mois-2ans-3ans).
- Estimer le taux de croissance du sujet durant cette période (c.à.d) la quantité de croissance à intervenir)
- Envisager les facteurs qui peuvent durant les prochaines années, modifier la direction de croissance mandibulaire
- Evaluer les effets du traitement prévu

2.2.3. Prévision de croissance quantitative à long terme de Ricketts

Ricketts en superposant l'axe des corps mandibulaires montre une croissance mandibulaire non pas linéaire mais plutôt archiale. Il pense que la croissance de la mandibule est la clé de la croissance du complexe crânio-facial .Il propose une théorie archiale. Il a déterminé l'arc mandibulaire de croissance sur un échantillon de 40 sujets dont il connaît la croissance faciale Il en déduit que l'arc mandibulaire passe par une zone voisine du milieu de l'échancrure sigmoïde et par 2 points particuliers le point Murray (père) et le point Eva (mère).

La prévision de croissance à long terme peut inclure ou non les effets de la thérapeutique. La prévision à long terme n'a de sens que si elle est réalisée à l'aide d'un programme informatisé.

Elle permet des informations sur:

- La croissance du complexe crânio-facial et le profil final.
- La participation de la croissance dans la correction de certaines CI 2.
- Le pronostic de croissance excessive dans certains cas de CI 3.
- Le type de thérapeutique à appliquer (orthodontie orthopédie ou chirurgie). Le risque d'inclusion des dents de sagesse.
- La contention en fonction de la récurrence à redouter.
- L'esthétique finale du profil pour éviter un profil trop plat ou trop effondré.

3. Conclusion

La prévision comme tout diagnostic reste probabilisée, mais il n'est pas nécessaire d'attendre le jour s'il arrive ou nous aurons des prévisions exactes à 100% pour nous en servir.

Pour juger les effets du traitement, l'étude des superpositions céphalométriques est d'une aide essentielle, si nous ajoutons à cela une étude comparative des superpositions des céphalogrammes des OVT avec les céphalogrammes de fin de traitement, nous pourrions affiner la qualité des résultats cliniques, ceci permettra au praticien de prédire et de connaître de mieux en mieux les effets et les possibilités de sa thérapeutique dans le cadre d'une recherche de qualité.