

**Impact du remodelage osseux crânio-facial sur l'esthétique à long terme  
de la prothèse implanta portée unitaire du secteur maxillaire antérieur.**

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE  
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

*présentée  
et soutenue publiquement par*

**Benoît Le Guennec**

*né le 09 Juin 1982 à Nantes*

*le 23 Octobre 2008 devant le jury ci-dessous*

*Président :* Pr. Bernard Giumelli  
*Assesseur :* Dr. Afchine Saffarzadeh  
*Assesseur :* Dr. Eric Chaberlin  
*Directeur de thèse :* Dr. Alain Hoornaert

**Par délibération en date du 6 décembre 1972, le conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leur auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.**

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CROISSANCE DU MASSIF FACIAL SUPERIEUR.....</b>	<b>5</b>
2.1	DEFINITION .....	5
2.2	RAPPEL DES MECANISMES DE LA CROISSANCE OSSEUSE .....	5
2.2.1	<i>Histogénèse du tissu osseux</i> .....	5
2.2.1.1	Définition.....	5
2.2.1.2	L'ossification primaire.....	6
2.2.1.3	L'ossification secondaire .....	6
2.2.2	<i>Les facteurs agissant sur la croissance des os</i> .....	7
2.3	CROISSANCE DU MAXILLAIRE SUPERIEUR .....	7
2.3.1	<i>Rappels embryologiques</i> .....	7
2.3.2	<i>Facteurs intervenant dans la croissance du maxillaire supérieur [2]</i> .....	10
2.3.2.1	Facteurs génétiques .....	10
2.3.2.2	Facteurs environnementaux .....	11
2.3.2.2.1	Facteurs généraux.....	11
2.3.2.2.2	Facteurs loco-régionaux.....	11
2.3.3	<i>Croissance du maxillaire proprement dite</i> .....	13
2.3.3.1	Croissance suturale .....	14
2.3.3.1.1	Croissance antéro-inférieure .....	14
2.3.3.1.2	Croissance transversale.....	16
2.3.3.2	Croissance modelante.....	17
2.3.3.2.1	Croissance des procès alvéolaires (Figure 7) .....	17
2.3.3.2.2	Croissance modelante des contours externes de la face.....	19
2.3.4	<i>Les rotations maxillaires [2,7]</i> .....	20
2.3.5	<i>Rythme de croissance [2]</i> .....	22
2.4	ARRET DE LA CROISSANCE MAXILLO-FACIALE [2].....	22
2.4.1	<i>Corrélation entre la croissance staturale et la croissance faciale</i> .....	22
2.4.2	<i>Moyens d'évaluer la fin de la croissance</i> .....	23
<b>3</b>	<b>ETUDE DES CHANGEMENTS CRANIO-FACIAUX CHEZ L'ADULTE.....</b>	<b>26</b>
3.1	LES PRINCIPAUX CHANGEMENTS RELEVES POUR LA BASE DU CRANE.....	26
3.2	LES PRINCIPAUX CHANGEMENTS RELEVES AU NIVEAU DE LA FACE .....	27
3.2.1	<i>Au niveau de la hauteur faciale</i> .....	27
3.2.2	<i>Au niveau de la convexité faciale</i> .....	28
3.2.3	<i>Autres changements observés</i> .....	31
3.3	LES PRINCIPAUX CHANGEMENTS RELEVES AU NIVEAU BUCCAL .....	32
3.4	CONCLUSION.....	33
<b>4</b>	<b>CRITERES ESTHETIQUE EN IMPLANTOLOGIE AU SECTEUR ANTERIEUR .....</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>DEVENIR D'UN IMPLANT DANS UN OS HAVERSIEN .....</b>	<b>40</b>
5.1	OSTEOINTEGRATION ET PHYSIOLOGIE OSSEUSE .....	40
5.1.1	<i>Réponse osseuse péri-implantaire [5]</i> .....	41
<b>6</b>	<b>IMPLANTOLOGIE ET CROISSANCE MAXILLO-FACIALE.....</b>	<b>44</b>
6.1	CHEZ L'ADOLESCENT .....	44

6.1.1	<i>Rappel sur le phénomène d'ankylose des dents naturelles</i> .....	44
6.1.2	<i>Devenir d'un implant dans un os en croissance, chez l'adolescent</i> .....	45
6.1.3	<i>Illustrations cliniques d'implantation chez l'adolescent</i> .....	46
6.1.3.1	Dans les secteurs latéraux.....	46
6.1.3.2	Dans le secteur antérieur .....	47
6.1.3.3	A quel âge implanter ? .....	49
6.2	<b>ÉVOLUTION DU SYSTEME IMPLANT UNITAIRE / DENTS ADJACENTES CHEZ L'ADULTE</b>	51
6.2.1	<i>Constat clinique</i> :.....	51
6.2.1.1	17 ans après implantation .....	51
6.2.1.2	9 ans après implantation .....	52
6.2.2	<i>Analyse des études expérimentale portant sur l'évolution du système implant unitaire/dents adjacentes chez l'adulte</i> .....	54
6.2.2.1	Pour Thilander, Ödman et Jemt (1999) [28].....	54
6.2.2.2	Pour Oestrele et Cronin (2000).....	57
6.2.2.3	Pour Bernard, Schatz, Christou, Belser, et Kiliaridis (2004) [4].....	58
6.2.2.4	Pour Jemt (2005) [17] .....	59
6.2.2.5	Pour Jemt, Henriksson et Bondevik (2007).....	63
6.2.2.6	Tableau récapitulatif des principales donnée recueillies .....	67
6.2.3	<i>Les facteurs influençant ce décalage</i> .....	68
6.2.4	<i>Cas particulier de l'incisive centrale</i> .....	68
6.2.5	<i>Synthèse des critères à prendre en compte lors de l'analyse pré-implantaire</i>	69
6.2.5.1	Le sexe.....	69
6.2.5.2	La typologie faciale.....	69
6.2.5.3	Le calage inter-incisif.....	70
6.2.5.4	La ligne du sourire .....	70
6.2.5.5	La dent remplacée .....	71
7	<b>CONCLUSION</b> .....	72
	<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	74
	<b>TABLE DES FIGURES</b> .....	77

# 1 Introduction

L'édentement unitaire antérieur est une situation fort peu confortable qui peut toucher l'ensemble des tranches d'âge de la population, de l'adolescence à l'âge mûr. En effet, ces étiologies sont extrêmement variées; elles comprennent notamment les agénésies dentaires (absence du germe), les traumatismes, la pathologie carieuse, ou encore les pathologies parodontales.

Face à un édentement unitaire antérieur, le chirurgien dentiste possède plusieurs alternatives thérapeutiques à proposer au patient.

La solution amovible, qui reste une bonne solution temporaire; la solution fixe en appui sur les dents adjacentes, dont l'inconvénient majeur est d'altérer les dents naturelles support de bridge (effet iatrogène majeur); et enfin, la solution fixe implantaire, qui, de nos jours, est l'indication de choix: elle rétablit la fonction et l'esthétique de la dent manquante sans altérer les dents adjacentes.

On connaît aujourd'hui assez bien les différentes techniques de pose, les phénomènes de cicatrisation péri implantaire, les complications à court ou à moyen terme, ou encore le devenir d'un implant dans un os à fort potentiel de croissance comme chez l'adolescent, même si, et on le verra, les avis divergent quand il s'agit de déterminer un âge fixe à partir duquel on peut implanter sans risque.

Cependant, on commence seulement aujourd'hui à avoir un réel recul clinique pour pouvoir évaluer la réussite esthétique d'un traitement implantaire à long terme car on ne pose des implants que depuis une trentaine d'années.

On s'est notamment aperçu que même chez des patients implantés à l'âge adulte, on pouvait observer, une, deux, ou trois décennies plus tard, des changements dans la position relative de l'implant par rapport aux dents adjacentes; changements

qui pouvaient, dans certains cas, devenir particulièrement inesthétiques et qui pouvaient compromettre la réussite de la thérapeutique implantaire à long terme.

Nous allons donc, dans un premier temps rappeler les principes de la croissance maxillo-faciale chez l'adolescent. Nous nous intéresserons ensuite aux changements crânio-faciaux qui se mettent en place à l'âge adulte tout au long de la vie, en nous attachant principalement sur les changements pouvant avoir une répercussion sur le devenir esthétique de l'implant unitaire antérieur.

Nous rappellerons ensuite les fondamentaux en esthétique implantaire ainsi que les principes de l'ostéointégration afin d'appréhender les enjeux de l'implantologie et le comportement d'un implant dentaire dans un os tel que le maxillaire.

Enfin, nous étudierons l'impact de la croissance maxillo-faciale sur la thérapeutique implantaire en rappelant ses effets chez l'adolescent; puis en étudiant les effets des changements crânio-faciaux chez l'adulte sur la relation entre la prothèse implanto portée unitaire et les dents naturelles adjacentes et leurs conséquences sur l'esthétique à long terme.

## **2 Croissance du massif facial supérieur**

### **2.1 Définition**

Il est communément admis que la croissance d'un individu correspond à une augmentation staturale qui peut se prolonger un peu au-delà de 20 ans chez les garçons.

Plus rigoureusement, la croissance d'un organe est son changement de volume consécutif à une activité cellulaire, ce qui induit donc un aspect quantitatif. Cependant, les rythmes et les quantités de croissance des différents organes du corps sont différents. Certains, comme le système lymphoïde, présentent même une valeur négative.

Pour Meredith [23], la croissance "est une série de changements anatomiques et physiologiques qui s'étendent de la vie prénatale jusqu'à la fin de la sénilité". Cependant, pour plus de clarté, nous utiliserons le terme de croissance pour les changements observés chez l'adolescent, et nous emploierons l'expression de changements crânio-faciaux pour les variations dimensionnelles observées chez l'adulte.

### **2.2 Rappel des mécanismes de la croissance osseuse**

#### **2.2.1 Histogénèse du tissu osseux**

##### **2.2.1.1 Définition**

L'ostéogénèse est un terme général qui englobe non seulement l'ensemble des processus responsables de la construction d'une pièce osseuse, mais aussi la croissance et les remaniements du tissu osseux.

Les pièces osseuses se forment soit par ossification du tissu conjonctif (c'est l'ossification membraneuse ou intraconjonctive), soit par ossification du tissu cartilagineux (c'est l'ossification endochondrale ou enchondrale). L'ossification est donc précédée de la constitution d'un modèle conjonctif ou d'un modèle cartilagineux. Ce modèle sera le siège d'une ossification primaire à laquelle se succèdera une ossification secondaire.

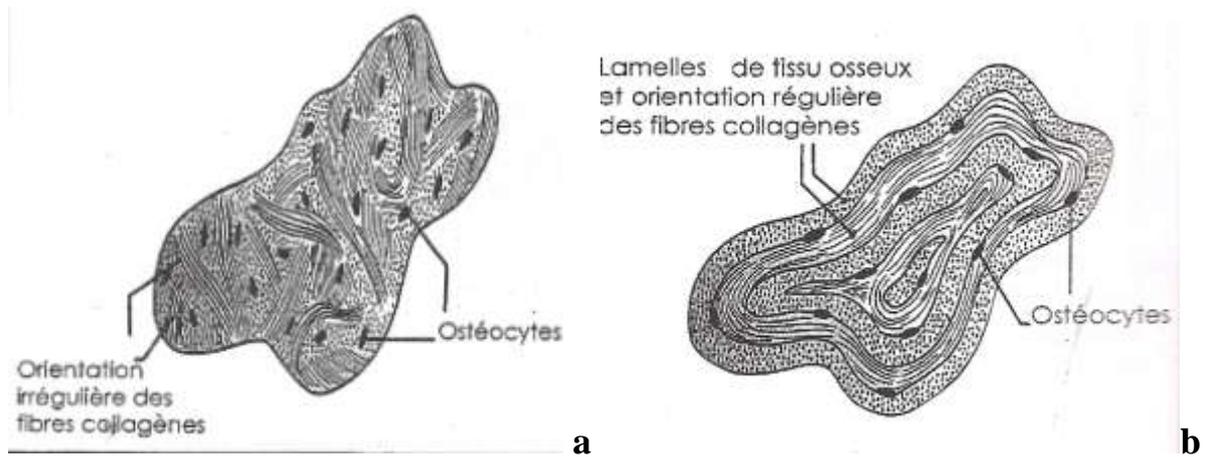
### **2.2.1.2 L'ossification primaire**

L'ossification primaire est une ossification qui se déroule dans un modèle conjonctif ou cartilagineux et qui produit un tissu osseux immature ou réticulaire (tissu osseux fibreux). Son existence est temporaire et est caractérisée par la disposition aléatoire des fibres de collagène [2].

### **2.2.1.3 L'ossification secondaire**

C'est une ossification qui se produit aux dépens du tissu osseux primaire. L'ossification secondaire commence par une destruction ostéoclastique du tissu osseux préexistant, aboutissant à la création de cavités nommées lacunes de Howship dans lesquelles vont pénétrer des bourgeons conjonctivo-vasculaires ainsi que des ostéoblastes qui déposeront des couches successives et concentriques de tissu osseux ne laissant subsister à la fin qu'une lumière arrondie et étroite, le canal de Havers [2].

Ce mécanisme est indispensable pour améliorer la résistance mécanique des os nouvellement formés (Figure 1).



**Figure 1 : a = Schéma de la structure du tissu osseux primaire non lamellaire (Poirier)  
b = Schéma de la structure du tissu osseux secondaire lamellaire (Poirier)**

### **2.2.2 Les facteurs agissant sur la croissance des os**

Ils sont très variés. On retrouve des facteurs génétiques héréditaires, des facteurs hormonaux avec notamment un rôle capital pour la STH (aussi appelée GH – Growth Hormone), la calcitonine, les hormones thyroïdiennes, ou encore pour les hormones sexuelles. Des facteurs environnementaux vont également agir sur la croissance avec notamment les facteurs nutritionnels (apports vitaminiques), les facteurs socio-économiques, les facteurs psycho-affectifs, ou encore le climat [2].

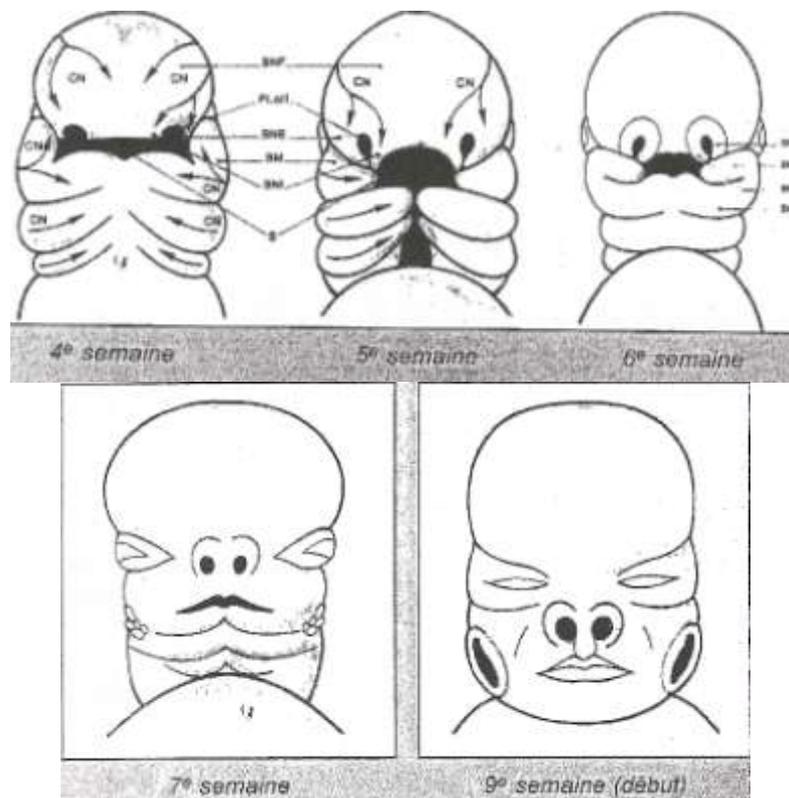
## **2.3 Croissance du maxillaire supérieur**

### **2.3.1 Rappels embryologiques**

La morphologie de base de la face est mise en place entre la quatrième et la dixième semaine in utéro (IU), par le développement et la fusion de cinq bourgeons: un impair, le processus fronto-nasal, les deux maxillaires et les deux mandibulaires, issus des premiers arcs pharyngiens.

L'os maxillaire est issu de la fusion et de la différenciation du Bourgeon Nasal Interne (à l'origine de la partie antérieure de la cloison nasale, de l'os vomer, et

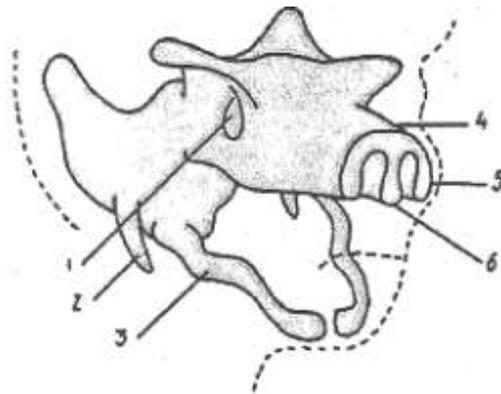
de la partie antérieure des os maxillaires droit et gauche), du Bourgeon Nasal Externe (à l'origine des os nasaux et lacrymaux, de l'apophyse orbitaire des palatins, et de la partie interne des maxillaires), et de la partie supérieure du premier arc branchial appelée Bourgeon Maxillaire Supérieur (à l'origine du modèle cartilagineux de l'apophyse Ptérygoïde et de la Grande aile du Shénoïde, de l'enclume, du maxillaire supérieur, des malaïres, du palatin, et des apophyses zygomatiques du temporal<sup>2</sup>. La division inférieure du premier arc branchial, appelée Bourgeon Mandibulaire, aboutira à la formation du cartilage de Meckel (tuteur de la branche horizontale de la mandibule), des ébauches chondroïdes du marteau, de l'enclume et du tympanal, et des condyles mandibulaires (Figure 2) [2].



**Figure 2 : Evolution de la face de la 4<sup>ème</sup> à la 9<sup>ème</sup> semaine IU (Couly in Château, CDP, Ed Paris 1993).**

BNF: Bourgeon Naso Frontal ; BNE: Bourgeon Nasal Externe ; BNI: Bourgeon Nasal Interne ;  
 BM: Bourgeon Maxillaire ; Pl. olf.: Placodes olfactives ; S: Stomodéum ; Bmd: Bourgeon  
 mandibulaire.

L'os maxillaire possède une ossification de membrane (issu du tissu conjonctif). C'est donc en dehors de la capsule nasale (formée de la partie antérieure du chondroethmoïde, issu du Bourgeon Frontal, et constituant un véritable toit cartilagineux pour la cavité bucco-nasale – Figure 3) que vont apparaître les points d'ossification au début de la 7<sup>ème</sup> semaine IU.

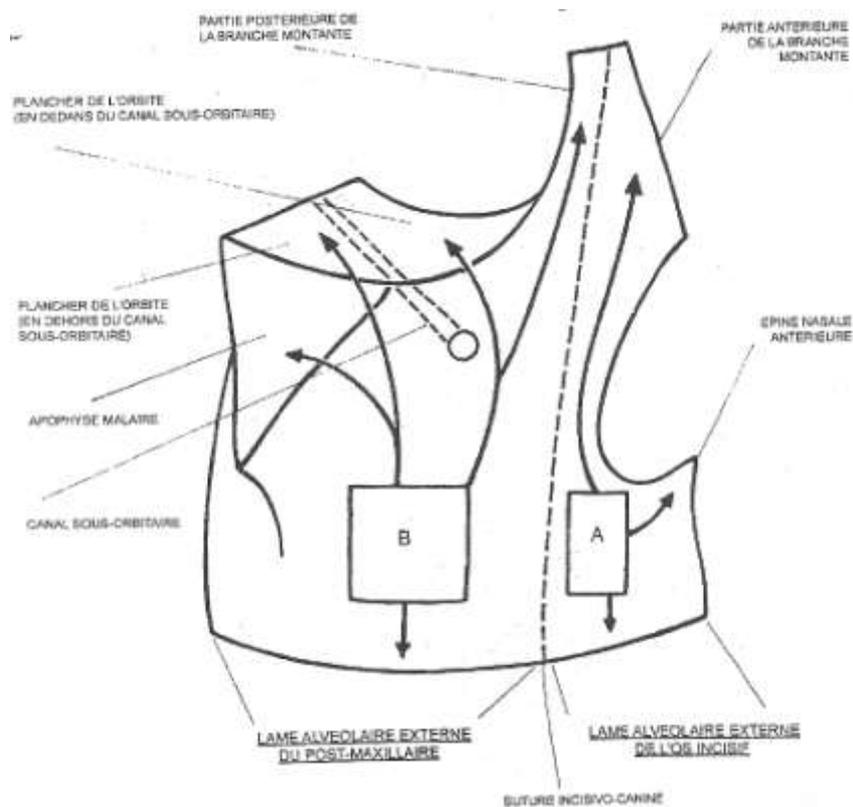


**Figure 3 : Masque du "loup de carnaval" (Mugnier) donnant à voir la partie antérieure du chondrocrâne au deuxième mois IU.**

1: trou optique; 2: cartilage de Reichert; 3 : cartilage de Meckel; 4: capsule nasale; 5 : ébauche du cornet inférieur; 6: septum nasal.

Le premier point antérieur (prémaxillaire ou incisif) est situé en dessous de l'orifice nasal, sous l'auvent antérieur de la capsule. Le deuxième point postérieur (postmaxillaire ou sous orbitaire) est situé en dessous de l'orbite, en dehors de la capsule. Ces points d'ossification vont s'étendre pour fusionner vers la 8<sup>ème</sup> semaine IU. Les centres prémaxillaires (point A, Figure 4) donnent pour chaque côté la lame alvéolaire externe de la zone incisive vers le bas, l'épine nasale antérieure vers l'avant, et la partie antérieure de la branche montante vers le haut. Les centres post maxillaires (point B, Figure 4) donnent la lame alvéolaire externe de la région canine – prémolaires – molaires vers le bas, et se développent également vers le haut pour former un prolongement antérieur à l'origine de la partie postérieure de la branche montante (vers l'avant) et de la partie du plancher de l'orbite située en dedans de la gouttière sous orbitaire (vers l'arrière) ainsi qu'un prolongement postérieur qui

formera la partie du plancher de l'orbite située en dehors de la gouttière sous orbitaire ainsi que l'apophyse malaire.



**Figure 4 : Schéma de l'ossification externe du maxillaire (Munier)**

## **2.3.2 Facteurs intervenant dans la croissance du maxillaire supérieur [2]**

### **2.3.2.1 Facteurs génétiques**

Les tissus cartilagineux de la base du crâne et du septum nasal qui influencent le positionnement et la croissance des maxillaires, ont leur croissance presque entièrement déterminée par l'hérédité. De plus, les facteurs génétiques ont un rôle important dans la détermination des possibilités de réaction des tissus périostés et suturaux aux stimuli mécaniques.

## **2.3.2.2 Facteurs environnementaux**

### **2.3.2.2.1 Facteurs généraux**

La croissance générale est conditionnée par différents facteurs tels que l'état de santé, la nutrition (métabolique), le bilan vitaminique, ou les influences hormonales.

### **2.3.2.2.2 Facteurs loco-régionaux**

Chaque os maxillaire croît en fonction des forces qu'il reçoit de la part des structures molles et dures avoisinantes. Ainsi la croissance des maxillaires dépend de leur déplacement sous l'influence de la croissance des os adjacents, des tensions et pressions issues des muscles et des organes environnants.

#### **2.3.2.2.2.1 Incidence de la croissance cartilagineuse de la base du crâne**

Les synchondroses transversales de la base du crâne contribuent au déplacement en avant du complexe naso-maxillaires notamment par la synchondrose éthmoïdo-sphénoïdal qui disparaît vers l'âge de trois ans, la synchondrose intra-sphénoïdal qui se ferme vers 1 an, la synchondrose sphéno-occipitale dont l'activité se poursuit après la puberté, les synchondroses intra-occipitales : la synchondrose intra-occipitale postérieure ne subsiste que jusqu'à 6 ans, ou enfin la croissance sagittale de la lame criblée de l'éthmoïde qui déplace en avant la suture fronto-maxillaire représentant l'implantation antéro-supérieure du maxillaire.

De plus, l'accroissement en bas et en avant du septum nasal attire le système musculo-aponévrotique superficiel de la face. Les muscles ainsi soulevés agissent sur leurs insertions périostés (qui rejoignent la région de l'épine nasale antérieure) et déterminent l'accroissement des os sous-jacents. Ainsi se forme l'épine nasale antérieure et se conforment les planchers osseux orbitaires et la partie antéro-inférieure des orifices piriformes

#### **2.3.2.2.2 Influence des structures molles**

Le contenu orbitaire (œil et annexe) croît rapidement jusqu'à 3 ans, refoule vers le bas le plancher de l'orbite et allonge ainsi la branche montante du maxillaire

La langue agit sur la croissance de la voûte palatine et sur la rotation du maxillaire par son augmentation de volume au cours de la croissance, par sa position de repos et par son action dynamique au moment de la déglutition et de la mastication. Ses effets sont propulsifs par action sur les sutures transversales et expansifs par action sur les sutures sagittales

Le contenu des fosses ptérygo-maxillaire (muscles ptérygoïdiens en particulier) par son augmentation de volume au cours de la croissance, contribue à avancer la paroi postérieure et la tubérosité du maxillaire

Les muscles par les tractions et les tensions qu'ils exercent sur les pièces osseuses influencent le modelage de surface et la croissance suturale. Ainsi les muscles du voile et les muscles ptérygoïdiens jouent un rôle dans l'orientation des apophyses ptérygoïdes et donc dans celle de la partie basse des maxillaires et du plateau palatin. Les muscles masticateurs agissent sur la croissance maxillaire par l'intermédiaire de l'intensité et de la direction de la force de mastication et de celles des chocs subis par les arcades lors de la trituration des aliments. Les muscles de l'enveloppe faciale ont un rôle important dans la conformation tridimensionnelle des maxillaires : dans le sens vertical et sagittal suivant le degré d'étirement des tissus mous en fonction du degré de flexion ou d'extension de la tête sur le rachis cervical; dans le sens sagittal et vertical à partir de la croissance du septum nasal; dans le sens transversal par l'intermédiaire des piliers commissuraux.

### **2.3.2.2.3 Influence des modalités fonctionnelles**

Le maxillaire étant un véritable carrefour fonctionnel de la face, sa position dans l'espace et sa croissance sont intimement liés aux modalités fonctionnelles locales que sont la vision, la ventilation, la déglutition, la mastication et la phonation.

Ainsi le développement de l'œil induit la conformation du plancher orbitaire et l'allongement de la branche montante du maxillaire; la ventilation nasale permet la pneumatisation des sinus notamment maxillaire et frontaux qui jouent un rôle important respectivement dans le développement et dans le positionnement du maxillaire.

### **2.3.2.2.4 Influence du développement des follicules dentaires**

Le développement des follicules dentaires va jouer un rôle dans la croissance du prémaxillaire: le gonflement des follicules sous pression osmotique interne qui sont facilement déformable entraîne un élargissement des corticales (image du sac de bille).

## **2.3.3 Croissance du maxillaire proprement dite**

Le maxillaire suit une ossification de type membraneuse : des ostéoblastes apparaissent au sein du tissu conjonctif donnant par ossification directe les premiers points osseux. Puis l'ossification s'étendra en tache d'huile à partir de chaque centre. Cependant, l'ossification rattrapera la prolifération conjonctive si bien que les bords des pièces osseuses se rapprochent laissant seulement entre eux une bande conjonctive étroite appelée suture membraneuse ou syndesmose.

Les sutures membraneuses et le périoste sont les résidus de la lame conjonctive originelle laquelle est douée en période de croissance d'un potentiel autonome de prolifération cellulaire mais sa grande particularité par rapport au tissu

cartilagineux du chondrocrâne est que son accroissement dépend des conditions locales, notamment dynamiques et particulièrement musculaires.

Le maxillaire est donc le siège de deux types de croissance : la croissance suturale et la croissance modelante.

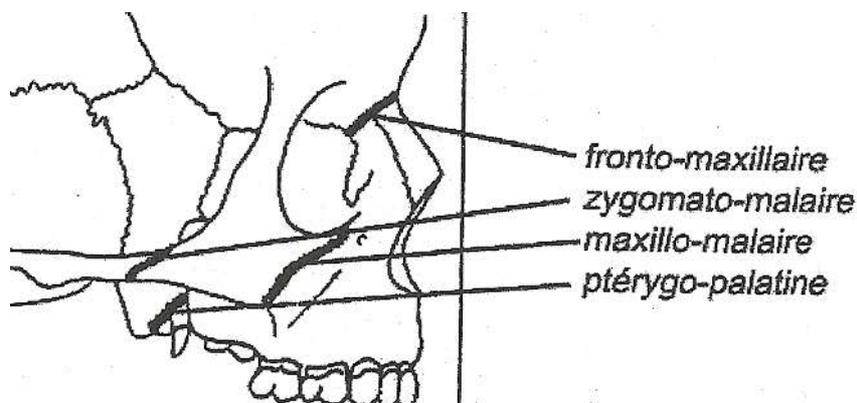
### **2.3.3.1 Croissance suturale**

Elle se fait grâce au système sutural péri maxillaire et crânio-facial.

#### **2.3.3.1.1 Croissance antéro-inférieure**

La croissance suturale antéro-inférieure est assurée par les structures cartilagineuses de la base du crâne et le septum nasal.

La croissance du septum nasal entraîne le maxillaire en bas et en avant, et sollicite son allongement en induisant la croissance au niveau des sutures : fronto-maxillaire, zygomato-malaire, maxillo-malaire, ptérygo-palatine, fronto-zygomatique et zygomatiko-temporale (Figure 5). La croissance du maxillaire résulte donc directement des mouvements subis par le maxillaire.



**Figure 5 : Le parallélisme des sutures faciales entraînerait la croissance faciale en bas et en avant selon Weinmann et Sicher.**

#### **2.3.3.1.1.1 Migration mésiale du maxillaire (Figure 6)**

Le maxillaire est uni à la partie antérieure du frontal et suit les mouvements de cet os, lesquels dépendent eux-mêmes de la croissance de la base du crâne. Les synchondroses de la base du crâne et la poussée du mésethmoïde cartilagineux impriment une migration mésiale au maxillaire. De plus, à partir de 4 ans il y a séparation des corticales externes et internes du frontal et apparition du sinus frontal. L'implantation du maxillaire est portée en avant et le maxillaire migre sous ce sinus.

La suture palatine transverse joue un grand rôle dans la croissance antéropostérieure au niveau du palais. L'activité de cette suture persiste en effet durant toute la croissance et la quasi-totalité de la croissance de rattrapage due au déplacement en avant du maxillaire lui est dévolue. Ce déplacement très important peut atteindre 3 cm de 3 ans à l'âge adulte. La croissance prédomine au niveau de la berge maxillaire de cette suture si bien que cette dernière se déplace vers l'arrière par rapport aux molaires temporaires puis aux prémolaires. L'obliquité vers l'arrière et en dehors de son segment postérieur traduit l'écartement des tubérosités et la divergence de l'arcade alvéolo-dentaire.

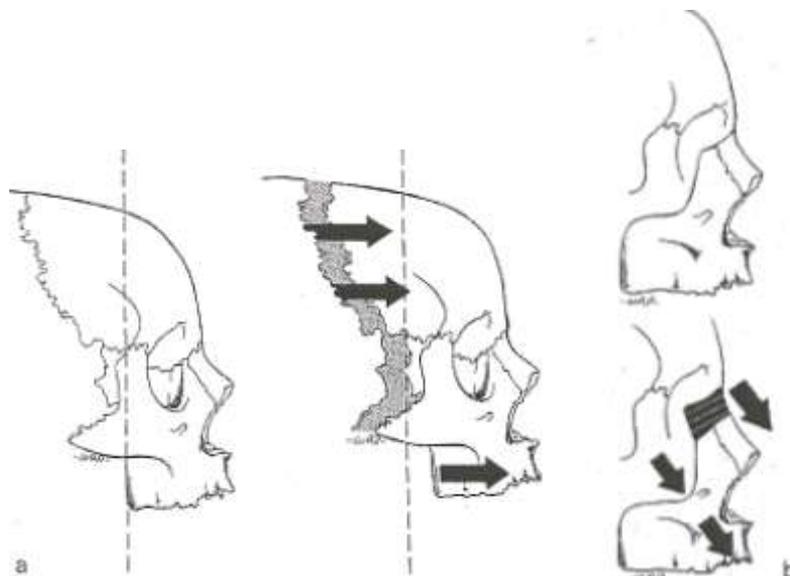
#### **2.3.3.1.1.2 Descente du maxillaire (Figure 6)**

Elle est due à la croissance du globe oculaire (jusqu'à 3 ans) : l'expansion du globe entraîne une distension avec ossification compensatrice de la suture fronto-maxillaire et donc un allongement de l'apophyse montante du maxillaire de même amplitude.

Puis cette descente répond aux tractions musculaires (à partir de 4 ans) : les tractions musculaires s'exercent sur la base maxillaire par les muscles du voile, sur le bord postérieur du palais osseux, par les muscles ptérygoïdiens latéraux, buccinateurs, orbiculaires et labio-mentonniers du fait de leurs insertions inférieures sur les angles et le corps mandibulaire. Parallèlement à la descente du maxillaire, le

plancher orbitaire accomplit un mouvement d'ascension par apposition sur sa face supérieure, résorption sur sa face inférieure (sinus), d'où un allongement vertical des fosses nasales et une augmentation de la hauteur des sinus.

Enfin cette descente est due à une apposition osseuse périostée (puberté) : on observe une apposition de tissu osseux à la base des procès alvéolaires en association avec l'éruption dentaire et au niveau du palais dur; en parallèle, on note une résorption du plancher des fosses nasales et des planchers sinusiens (ces phénomènes sont réglés par la pression linguale et la pression de l'arcade inférieure.)



**Figure 6 : Croissance antéro-postérieure : avancement de la fosse cérébrale moyenne et rôle des sutures fronto-maxillaire et maxillo-malaire.**

### **2.3.3.1.2 Croissance transversale**

Elle est due principalement à l'activité du système sutural sagittal (constitué des synchondroses de la base du crâne, de la suture inter-nasale, de la suture inter-incisive, et de la suture palatine médiane (formée de la suture intermaxillaire en arrière du trou palatin et de la suture interpalatine)) et de la suture maxillo-zygomatique mais elle est complétée par la croissance modelante.

L'augmentation de la largeur du palais est due à 3 mécanismes:

On trouve tout d'abord la suture palatine médiane qui est sollicitée par les fonctions, et qui contribue à l'accroissement des diamètres transversaux. Sa synostose est tardive (âge adulte) mais son activité ralentit considérablement à la fin de la dentition temporaire et cesse pratiquement à 7 ans (comme en témoigne la faible différence entre les distances intermolaires temporaires de l'enfant et interprémolaires de l'adulte)

On trouve ensuite la suture palatine transverse qui représente le mécanisme principal de l'accroissement transversal du palais. Cet allongement important (3 cm de 3 ans à l'âge adulte) est divergent ce qui augmente les diamètres transversaux.

Enfin, les sutures inter-incisives médiane et incisivo-canines, jouent un rôle très important dans l'expansion de la partie antérieure du palais : sous l'influence essentiellement des pressions de la langue et éventuellement des traumatismes occlusaux, les portions de maxillaire situé en avant de la suture incisivo-canine effectuent une rotation externe autour d'un axe situé dans la région canine.

### **2.3.3.2 Croissance modelante**

La croissance modelante correspond à la combinaison des phénomènes de remodelage par apposition et résorption de tissu osseux; elle intéresse toutes les parties de la face.

#### **2.3.3.2.1 Croissance des procès alvéolaires (Figure 7)**

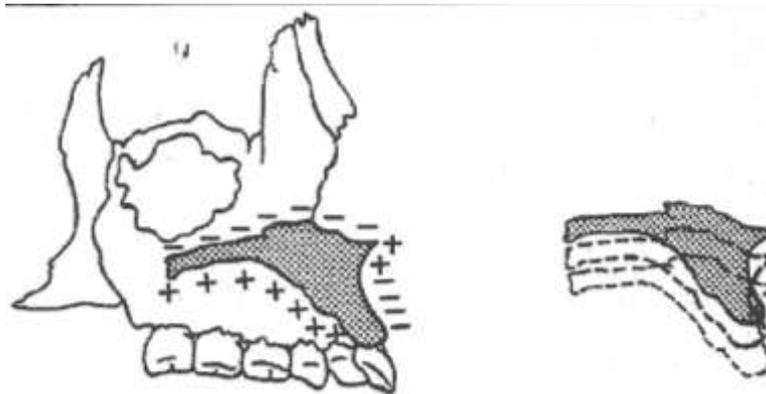
Après la naissance, les dents migrent verticalement et mésialement à travers l'os alvéolaire dont l'existence est liée au système dentaire. Le procès alvéolaire se développe par apposition osseuse et contribue à la croissance verticale totale du maxillaire.

La voûte palatine suit le mouvement de descente grâce à une résorption du plancher des fosses nasales, associée à une apposition sur la face buccale du palais.

L'allongement de l'arcade dentaire et son élargissement postérieur résultent d'une apposition osseuse importante au niveau de la tubérosité et des crêtes alvéolaires. A cette apposition, postérieure correspond une résorption dans la région prémaxillaire.

La croissance en longueur du palais osseux qui est essentiellement due à l'ossification de rattrapage de la suture palatine transverse, est complétée par une apposition osseuse le long du bord libre postérieur de la lame horizontale du palatin (par ossification de l'aponévrose du voile).

La plasticité de l'arcade alvéolo-dentaire bien connue dans le sens sagittal et transversal s'exprime aussi dans le sens vertical ce qui peut aboutir à des changements d'inclinaison de l'ensemble de l'arcade supérieure par rapport au palais.



**Figure 7 : Croissance verticale des procès alvéolaires**

### **2.3.3.2.2 Croissance modelante des contours externes de la face**

Elle se caractérise par une apposition osseuse au niveau des apophyses frontales et zygomatiques, tandis que la partie antérieure du maxillaire se creuse par résorption.

Cette croissance modelante s'exerce dans 2 directions : sa direction verticale complète l'activité des sutures fronto-maxillaires et fronto-zygomatique ; tandis que sa direction horizontale est opposée au déplacement en avant dû à l'activité des sutures zygomatiko-temporales et zygomatiko-maxillaires.

En l'absence de repères stables à l'intérieur du maxillaire, on ne peut connaître l'ampleur des croissances suturale et modelante qui conduisent, en s'additionnant au déplacement squelettique global.

La méthode des implants de Björk a mis en évidence la part de l'activité suturale et celle revenant à l'activité périostée modelante dans la croissance du maxillaire.

On retrouve une résorption osseuse au niveau de la face antérieure du maxillaire sauf à la face antéro-latérale des apophyses montantes, au niveau des os propres du nez et de l'épine nasale du frontal. Cette résorption résulte de la rotation physiologique antérieure du maxillaire qui augmente les pressions subies de la part des tissus mous qui le recouvrent ainsi que de l'adaptation permanente aux modalités fonctionnelles malgré sa croissance (adaptation morphogénétique).

On retrouve une apposition osseuse au niveau des tubérosités palatines : elle provient de l'avancement de la partie basse du maxillaire par rapport au plan frontal passant par les fentes ptérygo-maxillaires. Il y a apposition sur la paroi postérieure des sinus maxillaire. On trouve également une apposition osseuse au

niveau des procès alvéolaires : il y a apposition active avant l'émergence des dents temporaires et molaires permanentes, et apposition passive ligamentaire après l'éruption dentaire complète. Celle-ci dépend de l'orientation du plan occlusal, et de la fonction mandibulo-linguale. Il y a également une apposition osseuse au niveau de la face inférieure du palais : apposition compensée par résorption de la face supérieure (fosses nasales). Ce remodelage du palais osseux se fait selon une rotation postérieure du plan palatin par rapport à la ligne des implants maxillaires. Celle-ci masque la rotation antérieure du corps du maxillaire par rapport à la partie antérieure de la base du crâne ce qui conduit à une inclinaison presque inchangée du plan palatin par rapport à la base du crâne antérieure. Enfin, on relevera une apposition osseuse au niveau des planchers orbitaires : ce qui compense le déplacement sutural du corps du maxillaire (composante horizontale, verticale et rationnelle).

#### **2.3.4 Les rotations maxillaires [2,7]**

Historiquement, Broadbent, Brodie, Weinmann et Sicher soutenaient que le massif facial supérieur se déplaçait vers le bas et l'avant, ceci de façon linéaire par le biais des quatre principales sutures de la face qui présentaient pour eux une direction de croissance parallèle. Ces quatre sutures sont représentées par la suture fronto-maxillaire, la suture maxillo-malaire, la suture zygomatoco-malaire, et la suture ptérygo-palatine.

Pour Björk, le déplacement n'est pas linéaire mais plutôt courbe, incliné vers l'avant pendant la période juvénile puis verticale pendant l'adolescence.

Ce sont les travaux de Björk et Skieller [7] qui ont permis de mettre en évidence un phénomène de rotation associé à la descente en bas et en avant du maxillaire. Cependant cette rotation est masquée par les phénomènes de remodelage permettant notamment au plancher des fosses nasales de garder la même inclinaison.

En 1977, Björk et Skieller [7] reconnaissent les zones de stabilité précédemment citées dans le voisinage du maxillaire à savoir : le plancher de l'orbite, le plancher des fosses nasales, et le contour antérieur de la fosse ptérygo-maxillaire. Par le phénomène de remodelage, ces zones conservent la même inclinaison par rapport à la base du crâne (grâce au remodelage différentiel) et ceci, malgré la rotation (le plus souvent antérieure  $-2,5^\circ$ ) du maxillaire.

Pour Dehayes (1996), il se produirait en plus de la rotation globale du maxillaire dans le plan sagittal, une rotation externe des deux maxillaires dans le plan frontal (en fonction de la flexion ou de l'extension de la base du crâne). En effet, l'angle de la base du crâne, entre le basi-sphénoïde et le basi-occipital, va se fermer ou s'ouvrir en fonction de la croissance suturale. Si l'angle se ferme, il y a rotation faciale antérieure avec avancé du maxillaire, de la mandibule, des cavités glénoïdes avec une rotation antérieure du maxillaire. C'est la typologie Brachyfaciale de Ricketts ou Deepbite de Sassouni. Si l'angle s'ouvre, il y a rotation faciale postérieure, avec une croissance verticale de la mandibule, un recul de la cavité glénoïde et du menton. Le plancher des fosses nasales est fortement résorbé en arrière, on a une rotation postérieure du maxillaire. C'est la typologie Dolychofaciale de Ricketts ou Openbite de Sassousni.

Les rotations maxillaires peuvent être aussi partielles. Au cours de la croissance on peut voir apparaître une angulation entre le palais primaire et secondaire due à la bascule du prémaxillaire dans le sens sagittal autour d'un axe constitué par la suture incisivo-canine. La croissance verticale est fortement influencée par l'environnement fonctionnel. Cette rotation du prémaxillaire peut aussi se faire dans le sens horizontal autour d'un axe situé dans la région canine, produisant un allongement de l'axe incisivo-canin.

### **2.3.5 Rythme de croissance [2]**

Selon Björk, la croissance du maxillaire est continue de la naissance à l'adolescence mais son rythme n'est pas uniforme : pendant la période juvénile, le rythme de croissance est de 1 mm/an, pendant la période pubertaire, de 0,25 mm/an et pendant la période postpubertaire, de 1,5 mm/an.

On constate que la variation du taux de croissance suturale est synchrone de la variation du taux de croissance staturale et de la croissance condylienne sauf en fin de croissance.

Il y a un arrêt de la croissance suturale un an avant l'arrêt de la croissance staturale et 2 ans avant l'arrêt de la croissance condylienne.

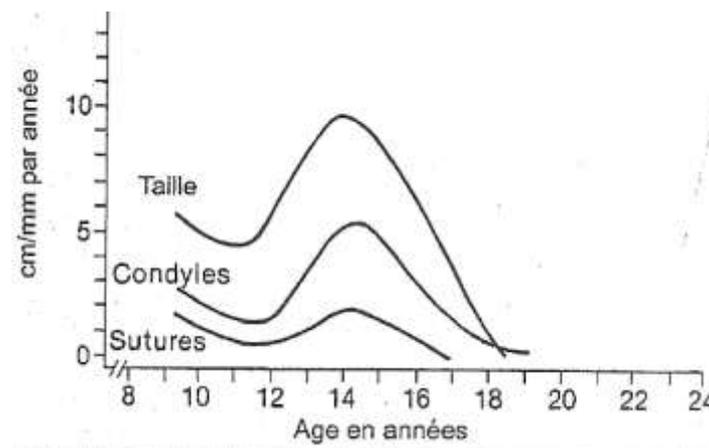
La croissance du maxillaire achevée, il existe durant toute la vie un renouvellement cellulaire et minéral du tissu osseux. C'est ce processus de régénération qui permet de mener des traitements orthodontiques chez l'adulte, et qui va entraîner de manière physiologique, des changements crânio-faciaux au cours de la vie.

## **2.4 Arrêt de la croissance maxillo-faciale [2]**

### **2.4.1 Corrélation entre la croissance staturale et la croissance faciale**

Chez le nouveau né, par rapport au volume corporel, le volume de la tête est beaucoup plus important que chez l'adulte (il représente 25 % de la taille). Chez l'enfant, la face est plus petite que le crâne. La mandibule est rétrognathe chez le nourrisson et continuera sa croissance au-delà de la croissance staturale (jusqu'à 22 ou 23 ans selon les individus).

Pour Nanda, il existe une relation entre la poussée de croissance staturale et faciale. Cependant, d'après Sempe, il n'est pas évident que le parallélisme de la croissance faciale et de celle des os longs soit systématique. La croissance faciale devrait plutôt être comparée à celle de la colonne vertébrale; c'est pourquoi il mesure les enfants en position assise. Selon une observation de Björk (sur 25 garçons danois en 1967), le pic de croissance faciale supérieure (sous dépendance de la croissance suturale), ainsi que le pic de croissance mandibulaire (sous la dépendance de la croissance condylienne) sont légèrement plus tardifs que le pic de croissance staturale. Par ailleurs, les sutures faciales ne sont plus actives avant la fin de la croissance staturale tandis que la croissance condylienne se poursuit au-delà (Figure 8).

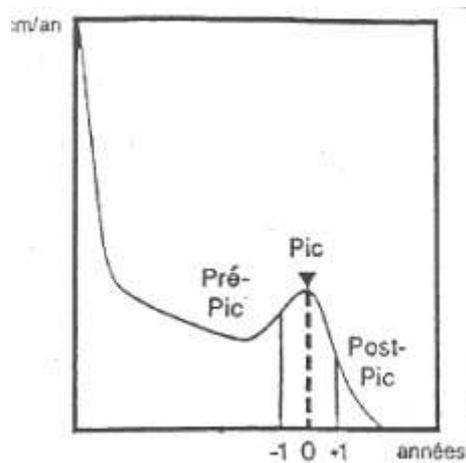


**Figure 8 : Courbes moyennes de taux de croissance de la taille staturale en cm, des sutures maxillo-faciales et des condyles en mm chez les garçons (Björk).**

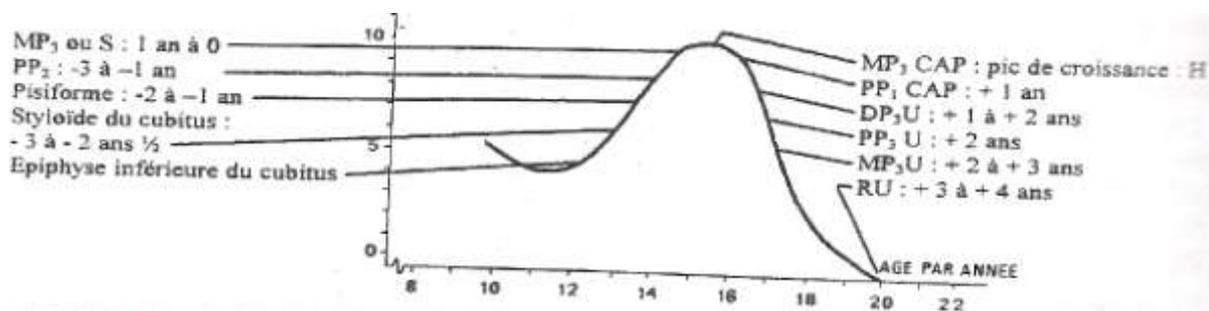
#### **2.4.2 Moyens d'évaluer la fin de la croissance**

La zone post-pubertaire de la courbe de croissance staturale commence au moment de la soudure de l'épiphyse de la phalange distale du troisième doigt (DP3 U). Selon Björk, cette soudure apparaît environ un an après le maximum pubertaire (Figure 9). La fin effective de la croissance staturale intervient au moment de l'union de la diaphyse et de l'épiphyse distale du radius (RU) (Figure 10). Cette union

intervient 3 à 4 ans après le pic pubertaire. A ce stade, la croissance de l'étage supérieur de la face est presque terminée, tandis que la mandibule continue de croître au-delà de la croissance staturale. L'activité des sutures maxillo-faciales s'achève donc un an avant la fin de la croissance staturale et la croissance condylienne persisterait jusqu'à un an au-delà de la fin de la croissance staturale. Il est en outre nécessaire de mentionner que la poursuite de la croissance mandibulaire serait fréquente dans le cas de prognathie mandibulaire, moins importante chez les sujets en classe I squelettique et illusoire chez les sujets présentant un rétrognathie mandibulaire.



**Figure 9 : Division de la courbe de croissance en périodes autour du pic pubertaire. (Hagg et Pancherz, 1988)**



**Figure 10 : Schéma montrant la correspondance entre la croissance staturale et la calcification des os du poignet et des doigts (Ecole Lyonnaise). En ordonnée le taux de croissance staturale exprimé en cm/année, et en abscisse l'âge du sujet.**

L'intérêt de déterminer les âges biologiques est de déterminer la quantité de croissance à venir et de noter la position de notre patient par rapport au pic de croissance. Ces informations sont capitales en implantologie afin d'objectiver la fin de la croissance maxillo-faciale et de pouvoir donner un feu vert à la thérapeutique implantaire.

La détermination de l'âge osseux et de la maturité de l'enfant en général peut se faire par différentes méthodes qui donnent des résultats homogènes. Il est donc tout à fait acceptable, dans la pratique quotidienne de n'en retenir qu'une seule: la radiographie de la main et du poignet est la plus usuelle. On va notamment rechercher l'union de l'épiphyse et de la diaphyse du radius qui se met en place 3 à 4 ans après le pic de croissance. Ce stade correspond à la fin de la croissance staturale, mais pas celle de la croissance mandibulaire.

### **3 Etude des changements crânio-faciaux chez l'adulte**

En observant les courbes de croissances chez l'adolescent, on peut effectivement parler de la fin de la croissance lorsque la courbe semble venir mourir sur l'axe des abscisses (représentant l'âge), même si on a pu noter un potentiel de croissance résiduelle pour la mandibule grâce aux centres de croissance que sont les condyles mandibulaires. Cependant, si on change d'échelle d'étude pour l'axe des ordonnées en réduisant l'échelle de mesure des changements crânio-faciaux chez l'adulte, on peut s'apercevoir que des changements maxillo-faciaux se mettent bien en place chez l'adulte. Ces changements se mettent en place de manière lente et continue tout au long de la vie.

#### **3.1 Les principaux changements relevés pour la base du crâne**

Les études portant sur les changements crânio-faciaux rapportent des résultats panachés concernant la base du crâne (représentée par les points Nasion, Selle turcique et Occipital). En effet, pour un certain nombre d'études [3,15,16,26], il n'est pas relevé de changements de l'angle de la base du crâne avec l'âge. En revanche, pour Lewis et Roche [21,22], il existe une légère diminution à partir de 24 ans. Pour Bishara [6], l'angle de la base du crâne diminue significativement plus chez les hommes que chez les femmes.

De nombreuses études [3,15,16,19,21] trouvent une augmentation en longueur de la base du crâne pour les hommes comme pour les femmes; alors que Tallgren [26], lui, ne mesure pas de changements chez les femmes. Pour Lewis et Roche [21,22], sa longueur maximum est achevée vers 35 ans puis diminue lentement. Pour Bishara [6], la longueur de la base du crâne (N-O) semble augmenter davantage chez les femmes que chez les hommes. Enfin, pour Bondevik [8], toutes les mesures linéaires de la partie supérieure de la face montrent une tendance à

l'augmentation; mais une seule montre une augmentation significative: la longueur de la partie antérieure de la base du crâne (S-N) pour les femmes.

Au regard de ses informations, on ne peut conclure à des changements significatifs et partagés par tous au niveau de la base du crâne.

## **3.2 Les principaux changements relevés au niveau de la face**

### **3.2.1 Au niveau de la hauteur faciale**

Le principal changement observé au niveau de la face, chez l'adulte, est l'augmentation de la hauteur faciale antérieure qui semble principalement due à l'augmentation de l'étage inférieur de la hauteur faciale antérieure. Cette augmentation est retrouvée dans toutes les études et fait l'unanimité parmi les auteurs.

Pour Forsberg [12], qui entreprit une étude longitudinale sur les changements de dimension de la face chez 25 femmes et 24 hommes de 24 à 34 ans sur une période de 10 ans, il en ressort une augmentation significative de la dimension verticale de la face chez l'homme (0,56 mm en moyenne) comme chez la femme (0,67mm). Augmentation qui semble concerner la hauteur faciale inférieure principalement, avec une augmentation de la distance épine nasale antérieure – gnathion de 0,39 mm chez l'homme et de 0,66 mm chez la femme.

Bishara et ses collaborateurs [6], qui entreprirent d'étudier les changements des différents paramètres crânio-faciaux entre 25 et 45, en rappelant, une vingtaine d'année après, 16 femmes et 15 hommes d'une étude sur la croissance faciale menée dans l'Iowa dans les années quarante, rapportent également une augmentation de la hauteur faciale antérieure (N-ANS' et N-Me) ainsi que de la hauteur faciale postérieure (Ar'-Go et S-Go) et de l'angle NSGn° (Figure 12).

Bondevik [8], qui mena ses recherches sur un groupe de 74 femmes et 90 hommes sur une période de 10 ans, rapporte également une augmentation en longueur de la face antérieure (N-Gn). Cette augmentation est principalement due à celle de l'étage inférieure de la face (Gn-NL'). Globalement, les femmes semblent montrer une augmentation de la hauteur faciale, plus importante que chez les hommes, aussi bien en postérieur qu'en antérieur. (Figure 13).

Pour Oesterle et Cronin [24,25], entre 15 et 25 ans, les hommes augmentent leur taille d'environ 15%, leur dimension de maxillaire de 20%, de la mandibule de 26%, tout en ayant une projection mandibulaire en avant dans 30% des cas, et des changements dans la relation mandibulo-maxillaire dans 33% des cas. La plupart des femmes changent très peu entre 17 et 20 ans, mais il apparaît une croissance résiduelle pendant la vingtaine ou au début de la trentaine; ce qui pourrait correspondre à une croissance due aux hormones produites pendant la gestation.

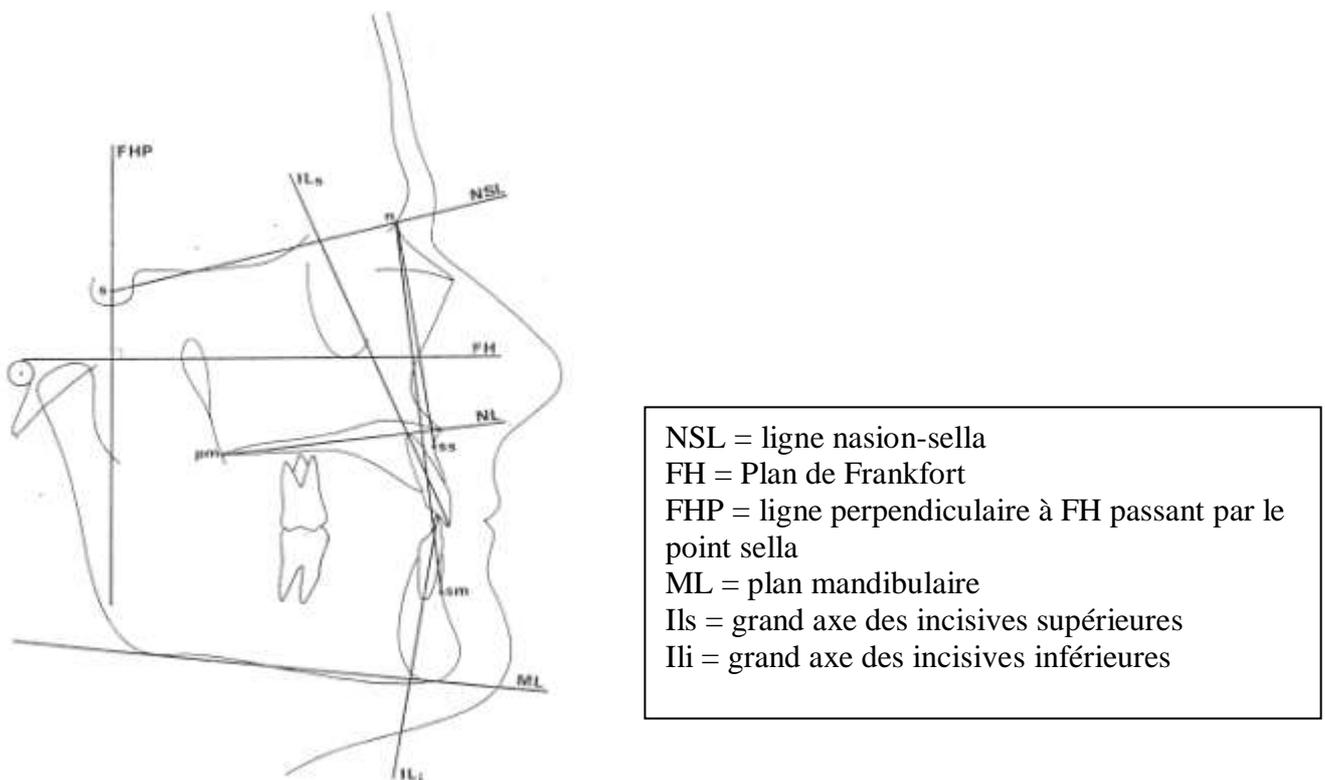
Pour Oesterle et Cronin [24,25], il existe bien une croissance chez l'adulte, et dans des proportions significatives, mais elle est lente et s'étend sur une longue période. Ils relèvent que la hauteur faciale augmente aussi bien en postérieur qu'en antérieur, avec une augmentation particulière pour l'étage inférieur de la face, entraînant des changements d'occlusion importants. Cette augmentation de la hauteur faciale est d'en moyenne de 3 mm entre 17 et 80 ans. Chez les hommes, la croissance postérieure est supérieure à la croissance faciale antérieure; alors que chez les femmes, l'augmentation semble équivalente en antérieur et en postérieur.

### **3.2.2 Au niveau de la convexité faciale**

Parmi les changements observés au niveau de la face chez l'adulte, on retrouve une tendance à l'augmentation de la convexité du profil facial due à une rotation mandibulaire postérieure principalement chez les femmes, et à une augmentation de la dimension antéro-postérieure du maxillaire supérieur

principalement chez les hommes. Sur ce dernier point, les avis semblent diverger. Notons que l'augmentation de la hauteur faciale antérieure et l'augmentation de la convexité faciale sont intimement liées.

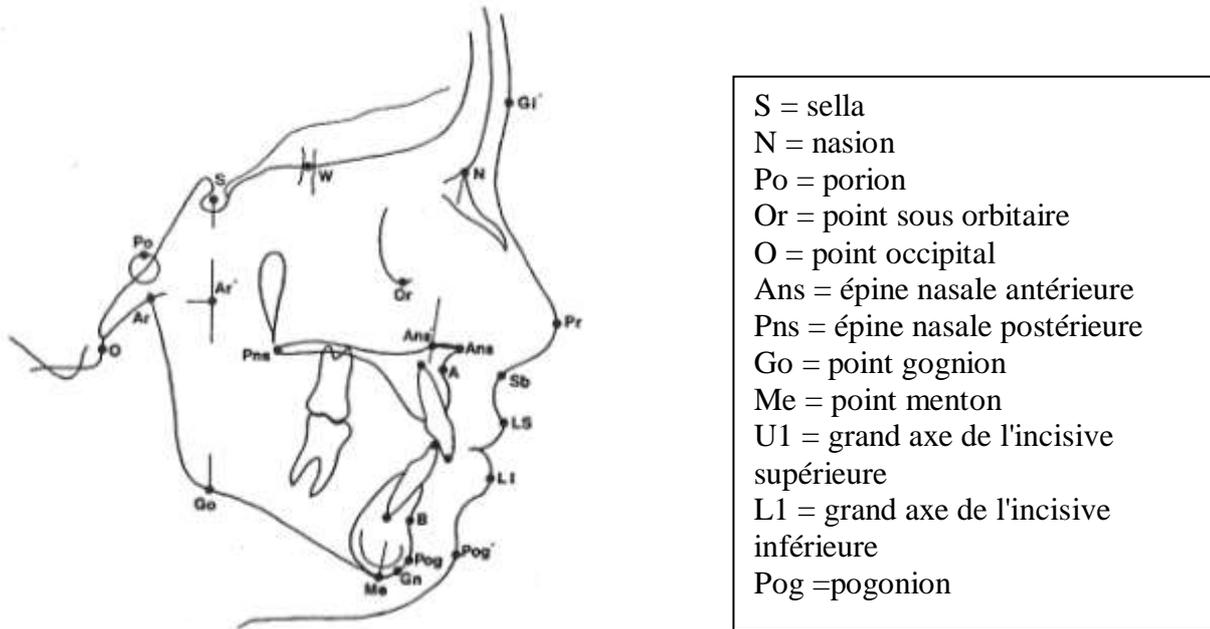
Forsberg [12] note que l'angle formé par le croisement du plan mandibulaire et du plan NSL augmente en moyenne de  $0,26^\circ$  chez l'homme et de  $0,52^\circ$  chez la femme, traduisant une légère rotation mandibulaire postérieure (Figure 11). En revanche, Forsberg ne relève aucun changement de la dimension antéro-postérieure du maxillaire.



**Figure 11 : Les lignes de référence squelettiques de l'étude céphalométrique de Forsberg.**

Bishara et ses collaborateurs<sup>6</sup> rapportent que, chez la femme, les angles  $SNB^\circ$ , et  $SNPog^\circ$  diminuent tandis que les angles  $ANB^\circ$  et  $NAPog^\circ$  augmentent traduisant une rotation mandibulaire postérieure. Chez les hommes, Bishara enregistre une augmentation sensible de l'angle  $SNA^\circ$  et de la longueur Ans-Pns au maxillaire, de la longueur mandibulaire (Ar-Pog), et dans la relation mandibulo-

maxillaire ( $ANB^\circ$  et  $NAPog^\circ$ ) traduisant l'augmentation de la convexité faciale. (Figure 9).



**Figure 12 : Points céphalométriques utilisés par Bishara.**

En résumé, pour Bishara et ses collaborateurs [6], la plupart des changements survenant entre 25 et 45 ans sont de faible amplitude, mais sont statistiquement significatifs. Quelques un de ces changements ont leur importance dans la prise en charge de la prothèse esthétique implanta portée chez l'adulte: chez l'homme, le profil squelettique augmente en convexité à cause de l'augmentation de la longueur du maxillaire (mesure entre l'épine nasale antérieure (Ans) et l'épine nasale postérieure (Pns); chez la femme, le profil squelettique augmente également en convexité, mais à cause de la tendance de la mandibule à la rotation postérieure.

Pour Bondevik [8], le prognathisme maxillaire n'a pas changé pendant les 10 ans de l'étude chez les deux sexes. (S-N-Ss). En revanche, le prognathisme mandibulaire a diminué de manière significative chez les femmes où l'on peut voir les valeur de S-N-Sm ou de S-N-Pg diminuer d'un degré ou plus traduisant la rotation mandibulaire postérieure. Il ne note pas de changements significatifs chez l'homme.

De même pour l'inclinaison du plan mandibulaire (ML) par rapport à la partie antérieure de la base du crâne (NSL) qui augmente significativement chez la femme, et ne change pas chez l'homme. (Figure 13).

Oesterle et Cronin [24,25] notent que pendant l'âge adulte, le maxillaire et la mandibule continuent de grandir vers l'avant et le bas, s'éloignant de la base du crâne. Mais cette croissance est très variable en fonction des individus; elle est d'en moyenne de 1 mm en vertical pour le maxillaire sur une période de 60 ans, même si certains individus ont présenté un changement jusqu'à 5 mm. Enfin, pour Oesterle et Cronin, aucun changement n'est observé pour la position du condyle par rapport aux structures de la base du crâne ce qui implique l'absence de mouvement de la cavité glénoïde pendant l'âge adulte.

### **3.2.3 Autres changements observés**

Bondevik [8] relève également que la mandibule semble augmenter significativement en longueur chez les hommes comme chez les femmes (Ar-Pgn et Co-Pgn). La longueur du corpus (Go-Pg) ne semble pas évoluer, comme la largeur du ramus supérieur; seule la largeur du ramus inférieur (TPb-Abi) augmente significativement, surtout chez les hommes (Figure 13).

Les changements dans le sens transversal (en vue frontale) semblent faible bien que peu renseignés. Un certain nombre d'auteurs [3,6,24] relèvent néanmoins une très légère tendance à la diminution de la largeur d'arcade (pas plus de 0,5 à 1 mm sur une période de 20 ans pour Oesterle et Cronin [24]), entraînant, avec la dérive mésiale des dents au cours de la vie, une augmentation de l'encombrement. Cet encombrement est plus marqué à la mandibule (85 % chance d'augmentation de l'encombrement avec l'âge selon Bishara et ses collaborateurs [6] de) qu'au maxillaire (50 % de chance d'augmentation de l'encombrement).

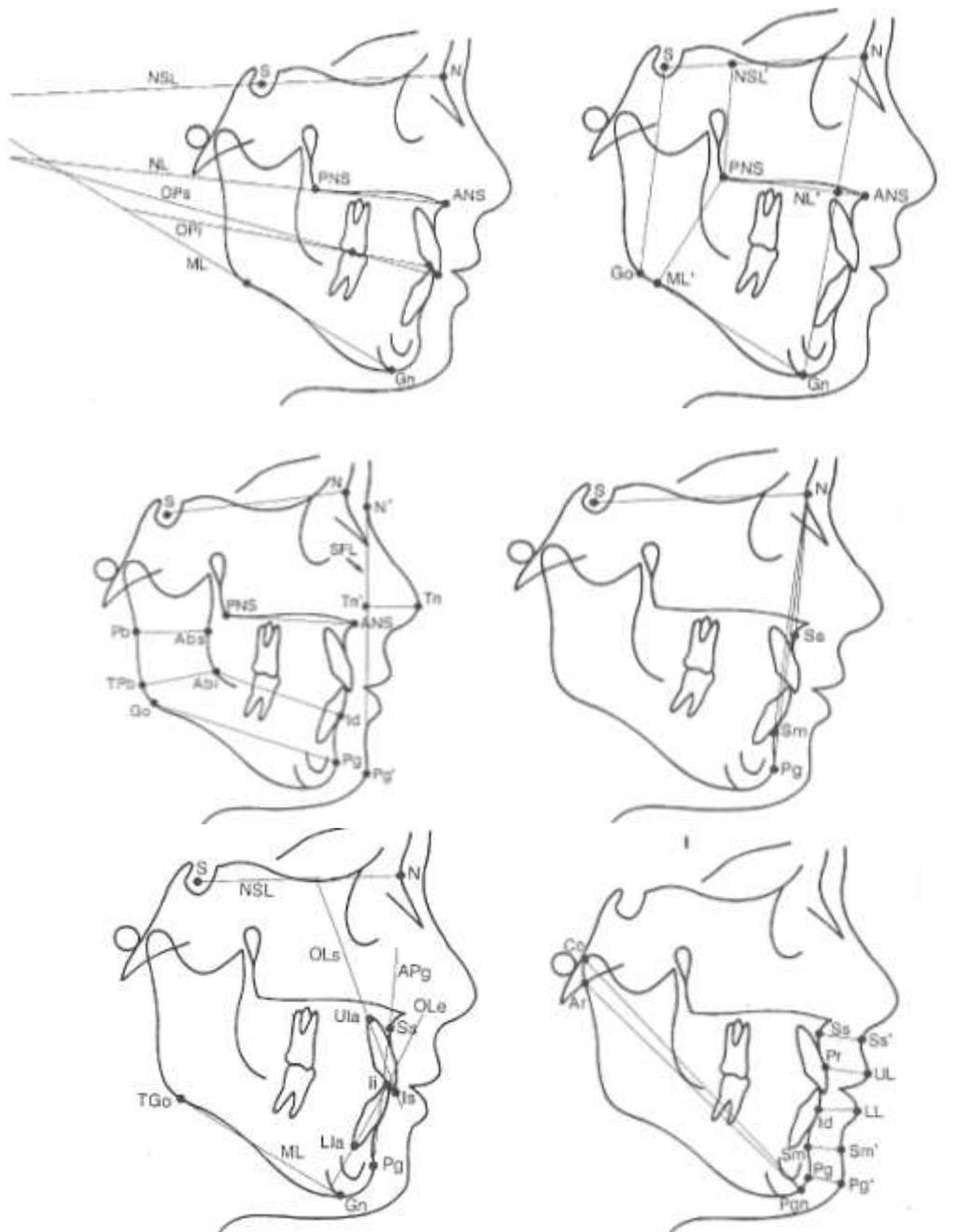


Figure 13 : Repères céphalométriques utilisés par Bondevik.

### 3.3 Les principaux changements relevés au niveau buccal

Forsberg [12] note un mouvement significatif vers le bas des incisives centrales supérieures sans, semble-t-il, affecter le recouvrement inter incisif, qui reste pratiquement inchangé durant l'étude. Il apparaît également que l'angle  $NSL^{\wedge}grand$

axe des incisives supérieures diminue chez les femmes comme chez les hommes, traduisant une verticalisation des incisives centrales supérieures.

Pour Bishara [6], le grand axe des incisives centrales supérieures se redresse au cours de la vie, mais contrairement à Forsberg, Bishara trouve que l'angle inter incisif ainsi que le recouvrement inter incisif augmentent. Bishara insiste également sur l'augmentation significative de l'encombrement dentaire au cours de la vie, particulièrement pour le secteur antérieur.

Bondevik [8] rapporte également une palatoversion des incisives supérieures chez les deux sexes.

### **3.4 Conclusion**

En conclusion de ces travaux sur les changements crânio-faciaux survenant chez l'adulte, il faut tout d'abord noter que ces études sont rares car difficile à mettre en place (études longitudinales à long terme, sur des échantillons suffisamment important pour être statistiquement recevables).

De plus, on s'est aperçu que les résultats de ses études étaient parfois contradictoires. A cela plusieurs explication : tout d'abord, la forte variabilité qu'il peut survenir entre les individus et la présence de biais très importants comme la perte d'un organe dentaire, les parafunctions, les traumatismes faciaux, mais aussi la typologie faciale initiale ou la classe d'Angle, qui sont assez peu renseignés dans les études. On peut également citer les légères imprécisions dans le positionnement points de références des différentes études sur les téléradiographies de profil; et même s'il est reconnu que des changements surviennent également pendant l'age adulte (y compris, selon certains auteurs, en dimensions des structures osseuses), ces changements sont d'ordre millimétrique; on peut retenir la notion d'en moyenne un millimètre tous les dix ans pour la hauteur faciale inférieure. On peut donc facilement

imaginer des erreurs ou des disparités dans les résultats en fonction des méthodes d'analyses ou des imprécisions des tracés.

Malgré les différences entre les études dans les méthodes d'analyse, dans les échantillons sélectionnés, ou dans les résultats obtenus parfois contradictoires, on peut tout de même en ressortir des tendances générales rencontrées dans toutes les études, et qui vont directement concerner notre sujet:

- Il faut d'abord noter que ces changements sont variables en proportion, allant de l'absence de changement à des variations de quelques millimètres, et ce, en fonction du sexe, de la typologie faciale, des forces occlusales ou d'autres facteurs encore méconnus. En effet, les mécanismes de ces changements sont encore mal connus, et il n'y a pas encore suffisamment d'études sur le sujet pour pouvoir édicter des règles prédictives afin de prévoir des changements en fonction de tel ou tel critère.

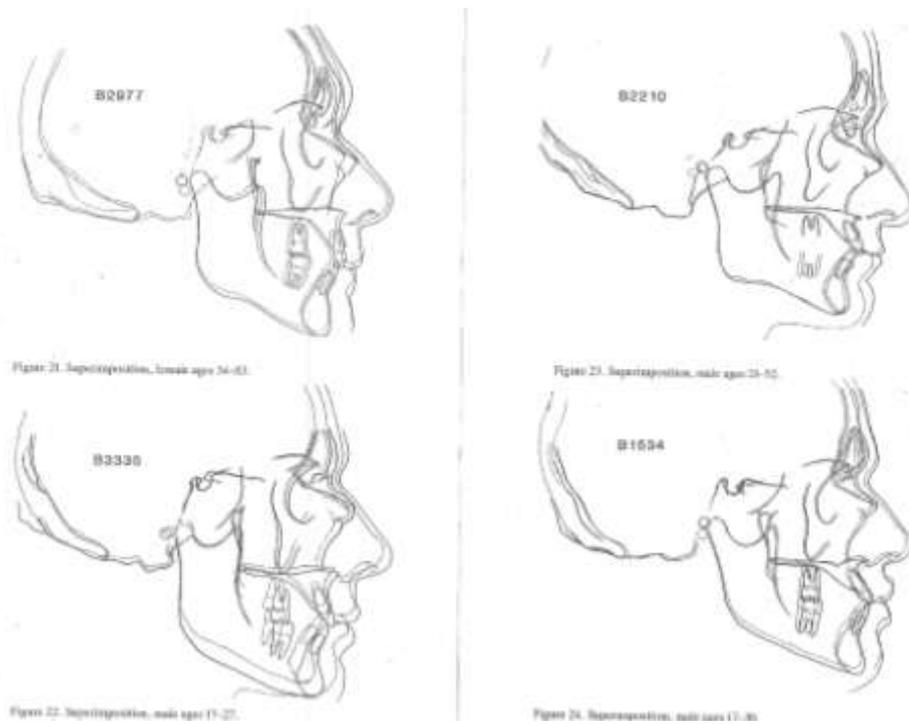
- Ce que nous retiendront pour notre étude et qui est rapporté par tous les auteurs, c'est que l'on retrouve une tendance à l'augmentation de la hauteur faciale inférieure pour les femmes comme pour les hommes, et avec une rotation mandibulaire postérieure chez la femme. On note également dans toutes les études une tendance à la verticalisation de l'incisive maxillaire supérieure ainsi qu'une éruption lente et continue des dents naturelles. Ces résultats sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau récapitulatif des principaux changements crânio faciaux chez l'adulte  
au cours de la vie**

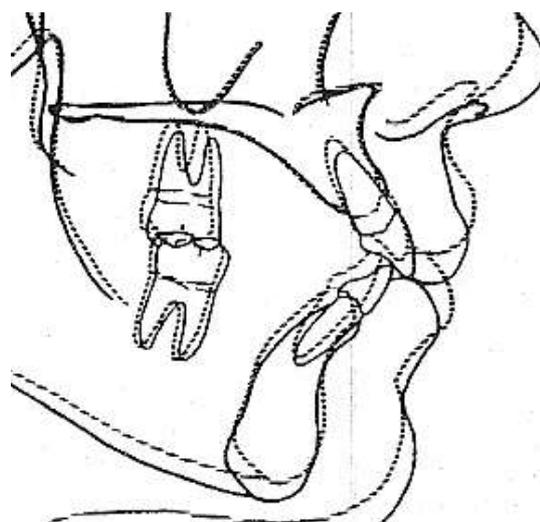
<b>Auteurs / Année</b>	<b>Echantillon étudié</b>	<b>Période de l'étude</b>	<b>Evolution moyenne de la hauteur faciale antérieure (HFA) totale</b>	<b>Evolution moyenne de la convexité faciale</b>	<b>Remarques</b>
<b>Forsberg (1979)</b>	25 femmes 24 hommes (de 24 à 34 ans)	10 ans	+ 0,56 mm chez les hommes + 0,67 mm chez les femmes.	Rotation mandibulaire postérieure de 0,26° chez les hommes et de 0,52° chez les femmes.	Verticalisation et descente de l'incisive centrale supérieure sans affecter le recouvrement inter incisif
<b>Bishara (1994)</b>	16 femmes 15 hommes (de 25 à 45 ans)	20 ans	+ 2 mm chez les hommes + 1,75 mm chez les femmes. Mais augmentation de la partie inférieure de la HFA supérieure chez les femmes que chez les hommes.	Rotation mandibulaire postérieure chez la femme (SNB et SNPog diminuent respectivement de 0,57° et de 0,51° tandis que ANB et NAPog augmentent respectivement de 0,58° et de 1,01°). Chez l'homme la convexité augmente par avancé du maxillaire (SNA augmente de 0,90°, et Ans - Pns augmente de 1,35 mm.)	Verticalisation et descente de l'incisive centrale supérieure mais l'angle inter incisif et le recouvrement augmentent.
<b>Bondevik (1995)</b>	74 femmes 90 hommes (de 22 à 32 ans)	10 ans	+ 1,35 mm chez les femmes + 0,71 mm chez les hommes	Rotation mandibulaire postérieure chez la femme. Absence de changements chez l'homme.	Palatoversion des incisives centrales chez les 2 sexes.
<b>Oesterle - Cronin (2000)</b>	Revue de littérature		+ 3 mm entre 17 et 80 ans		Les édentements multiples réduisent l'augmentation de la HFA.

Pour illustrer les changements crânio-faciaux qui se mettent en place chez l'adulte, observons le travail de Behrents sur les superpositions de téléradiographies de profil chez l'adulte (Figures 14). Ces superpositions mettent notamment en valeur la forte variabilité que l'on retrouve entre les individus. Nous nous arrêterons

également sur un agrandissement des changements moyens de l'étage inférieur de la face (Figure 15). Cet agrandissement, qui utilise l'os palatin comme référence, donne à voir le décalage de l'incisive centrale supérieure et de la mandibule au cours du temps.



**Figure 14 : Quelques exemples de superpositions (Behrents) [3].**



**Figure 15 : Zoom sur les changements moyens au niveau de l'étage inférieur de la face (Behrents – 1985) [3].**

## **4 Critères esthétique en implantologie au secteur antérieur**

Après avoir mis en évidence les changements crânio-faciaux qui se mettent en place au cours de la vie chez l'adulte, intéressons nous à l'impact que ces changements pourraient avoir sur la réussite à long terme de la thérapeutique implantaire, notamment la réussite esthétique. En effet, aujourd'hui, le rendu esthétique de la reconstitution implanto-portée est au moins autant pris en compte que l'ostéointégration ou la restitution de la fonction dans l'évaluation de la réussite thérapeutique. Au secteur antérieur, ces critères esthétiques sont même primordiaux. En effet, lors du sourire, de la phonation ou de la mastication, les dents du secteur antérieur sont en première ligne. C'est pourquoi nous allons nous intéresser aux principaux critères esthétiques à prendre en compte lors de la réalisation de la prothèse implanto portée. Ces critères serviront également de base de comparaison lors des évaluations de la réussite esthétique à long terme.

En premier lieu, il est important de noter le type de sourire du patient traité; il s'agit d'évaluer la proportion de surface dentaire découverte lors du sourire. Dans une étude de Tjan et de ses collaborateurs [27], en 1984, portant sur le niveau du bord libre de la lèvre supérieure lors de la phonation et du sourire chez 454 sujets, il en ressort que dans 11% des cas, on parlera d'une ligne du sourire haute (a) ou de sourire gingival avec une large exposition de la gencive. La ligne du sourire est dite moyenne (b) dans 69% des cas où seules les papilles inter dentaire sont exposés. Enfin, dans 20% des cas, la ligne du sourire est dite basse (c) car la lèvre supérieure ne laisse apparaître qu'une partie de la face vestibulaire des dents du bloc incisif maxillaire, ne laissant pas découvrir de tissu gingival lors du sourire (Figure 16).



**Figure 16 : Hauteur de la ligne du sourire. a : ligne haute. b : ligne moyenne. c : ligne basse.**

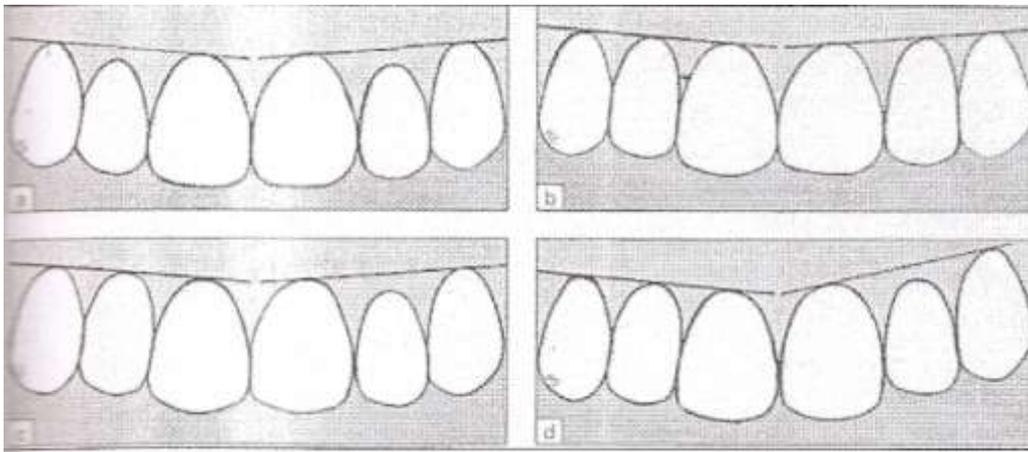
[9]

La notion d'esthétique en prothèse fixée unitaire est très subjective et peu varier en fonction de l'observateur (praticien, patient, ou proche). Pour notre étude, nous allons surtout chercher à établir des critères de référence qui pourront être comparés quelques décennies plus tard. Ainsi, pour l'incisive centrale maxillaire, on parlera surtout de critères de base comme l'alignement des bords libres dans le sens vertical, l'alignement des collets gingivaux (surtout si le patient présente un sourire gingival), le profil d'émergence du col de l'implant, ou encore l'alignement de la couronne dans la forme d'arcade. (Figure 17). Pour l'incisive latérale, nous veillerons également à l'alignement des bords libres avec l'incisive latérale controlatérale, ainsi qu'à la position du collet qui devra se trouver coronairement par rapport à la ligne des collets de l'incisive centrale et de la canine adjacentes.

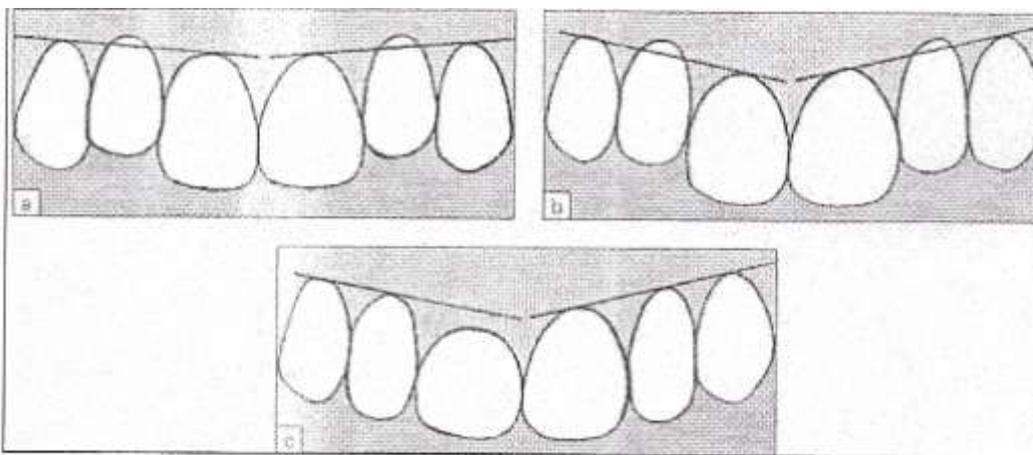


**Figure 17 : Réussite esthétique en prothèse implanto portée unitaire**

Concernant la ligne des collets, Chiche et Pinault [11] considèrent le contour harmonieux lorsque les festons des incisives centrales sont symétriques. Ils doivent se situer soit au même niveau, soit apicalement à ceux de l'incisive latérale. Les festons gingivaux des canines doivent être au même niveau ou plus apicaux que ceux des incisives centrales. Enfin, les collets gingivaux des incisives latérales ne doivent jamais être plus apicaux que la tangente des collets des incisives centrales et des canines (Figures 18 et 19). Cependant, pour tout autre dent que l'incisive centrale, une légère asymétrie n'est pas nécessairement synonyme d'échec; en effet, la position immédiatement adjacente des deux incisives centrales rend toute asymétrie beaucoup plus évidente et disgracieuse.



**Figure 18 : Différents types de contours gingivaux considérés comme esthétiques. [9]**



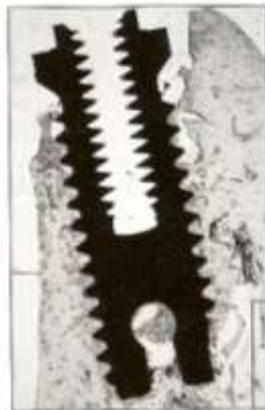
**Figure 19 : Différents types de contours gingivaux considérés comme inesthétiques. [9]**

## 5 Devenir d'un implant dans un os haversien

Pour pouvoir appréhender l'impact des changements crânio-faciaux observés chez l'adulte au cours de la vie sur la relation entre l'implant unitaire antérieur et ses dents adjacentes au maxillaire, il est nécessaire de comprendre les mécanismes d'ostéointégration de l'implant dans un os haversien tel que l'os alvéolaire du maxillaire.

### 5.1 Ostéointégration et physiologie osseuse

Bränemark et ses collaborateurs [10] ont été les premiers, en 1969, à suggérer la possibilité d'un contact direct entre l'os haversien vivant et un implant mis en charge qu'ils ont nommé "ostéointégration". La définition actuelle de l'ostéointégration est une "jonction anatomique et fonctionnelle directe entre l'os vivant remanié et la surface de l'implant mis en charge" (Figure 20).



**Figure 20 : Coupe histologique d'un implant ostéointégré [5]**

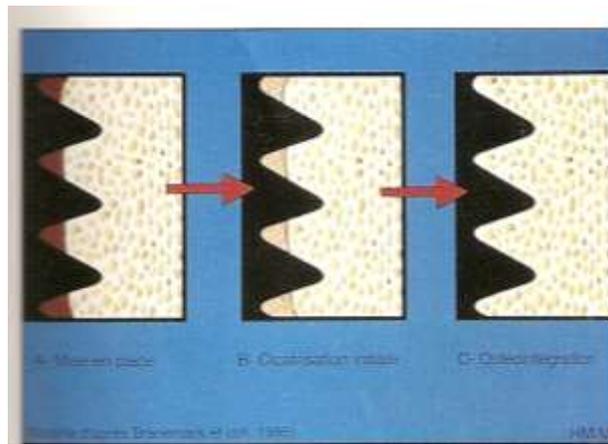
Cette définition doit être analysée en fonction des observations microscopiques (Figure 20). Celles-ci montrent que le contact os/implant n'est pas uniforme. La qualité de l'ostéointégration dépend du pourcentage de contact direct os/implant. La définition est donc essentiellement fondée sur la stabilité clinique et l'analyse radiographique. Cliniquement, l'ostéointégration se traduit par une ankylose, c'est-à-dire l'absence de mobilité de l'implant. La compréhension du concept

d'ostéointégration implique la connaissance des phénomènes de cicatrisation, de réparation, et de remaniement des tissus osseux. Quelque soit le type de plaie osseuse (fracture, greffe osseuse, ou forage en vue de la pose d'implants), le schéma de cicatrisation est similaire. L'intégration tissulaire repose sur le choix d'un matériau biocompatible et inerte.

### **5.1.1 Réponse osseuse péri-implantaire [5]**

L'os possède un fort potentiel de régénération autour des implants. Les observations au microscope optique à fort grossissement ont montré la présence d'os mature cortical péri-implantaire et une interface directe os/implant à la fin de la période de cicatrisation. Habituellement, l'os cortical est en contact avec l'implant sur sa portion coronaire. L'os trabéculaire est en contact direct avec la surface implantaire. Lorsque l'implant est fonctionnel, de l'os cortical se forme, sur une plus longue période, tout autour de l'implant.

Malgré une préparation chirurgicale atraumatique du site implantaire, une zone de nécrose périphérique apparaît toujours autour d'un défaut osseux créé chirurgicalement. L'importance de cette zone de nécrose va essentiellement dépendre de l'élévation de température lors du forage et de la vascularisation du tissu osseux. Après la mise en place d'un implant endo-osseux, environ 1mm d'os adjacent meurt (Figure 21).



**Figure 21 : Cicatrisation osseuse péri implantaire [5]**

A : zone de nécrose apparaissant après mise en place d'un implant

B : néoformation osseuse entre les berges osseuses et l'implant

C : remaniement osseux et formation d'os mature. Ostéointégration effective.

La première étape de cicatrisation est le remplacement du tissu osseux nécrotique péri-implantaire. Entre les berges osseuses du site chirurgical et la surface de l'implant, une néoformation osseuse se produit rapidement. Cet os est immature, de type trabéculaire. Il est donc peu résistant aux forces de mastication.

La deuxième étape concerne le remaniement de cet os. Si un délai suffisant est observé avant la mise en charge de l'implant, les espaces entre les lacis de l'os immature seront couverts d'os mature (lamellaire). La majeure partie de l'espace os/implant sera ainsi comblée de tissu osseux. Il persistera une interface non osseuse au contact de l'implant. L'os compact ainsi formé est assez résistant pour supporter les forces occlusales. La durée de formation d'os compact au niveau de l'interface implantaire est estimée à environ 18 semaines (Figure 22). Parallèlement à la néoformation osseuse au niveau du site chirurgical, l'os non vital situé dans cette région est éliminé par les ostéoclastes. La présence de tissu conjonctif s'interposant entre l'os et l'implant est synonyme d'échec implantaire.

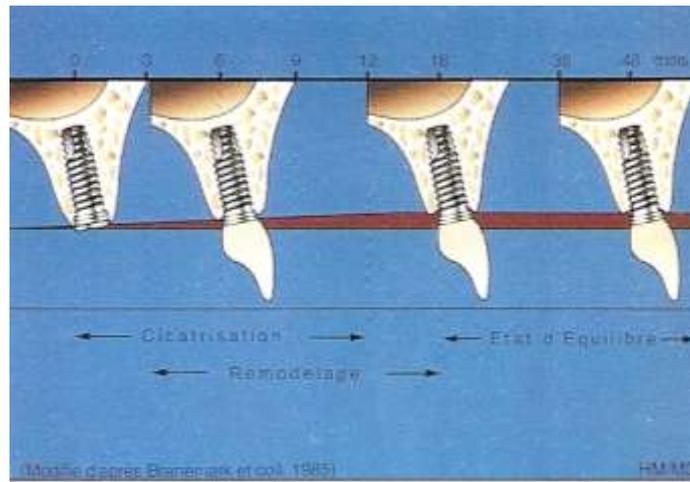


Figure 22 : Chronologie de la cicatrisation et du remodelage osseux péri-implantaire [5].

## **6 Implantologie et croissance maxillo-faciale**

Après ces différents rappels sur la croissance physiologique du maxillaire, sur les critères esthétiques à prendre en compte en implantologie, et des phénomènes d'ostéointégration, intéressons nous à l'impact que peut avoir la croissance normale du maxillaire puis des changements crânio-faciaux de l'adulte sur la réussite de la thérapeutique implantaire. Nous rappellerons dans un premier temps les risques liés à une implantation dans un os à fort potentiel de croissance chez l'adolescent, et nous attarderons ensuite, chez l'adulte afin d'évaluer l'impact des changements crânio-faciaux relevés au cours de la vie sur la réussite de la thérapeutique implantaire, notamment esthétique, à long terme.

### **6.1 Chez l'adolescent**

#### **6.1.1 Rappel sur le phénomène d'ankylose des dents naturelles**

Lors du développement normal, au cours de la croissance, l'éruption des dents naturelles et leur édification radiculaire entraînent la formation des procès alvéolaires et la croissance verticale (oesterle et al. [25]) Mais il peut arriver que le mécanisme s'enraille et que le développement soit interrompu par un processus pathologique: l'ankylose. L'ankylose est une prolifération osseuse réunissant deux structures minéralisées (os et ciment) normalement distinctes. Elle nécessite, pour son développement, une rupture du ligament alvéolo-dentaire. En effet, la dent naturelle n'est pas soudée à l'os; elle est reliée à l'os alvéolaire par ce ligament alvéolo-dentaire qui constitue avec l'os une véritable articulation et renferme de cellules de régénération osseuse, ligamentaire et cémentaire. Il est richement innervé par des récepteurs mécaniques, les propriocepteurs, qui renseignent le système nerveux central sur la position exacte des dents, et la pression exercée par les muscles masticateurs. Il est normalement visible radiologiquement [1].

L'étiologie des ankyloses est parfois mal connue. Dans la plupart des cas, elle est d'origine traumatique (lésion du ligament alvéolaire) ou iatrogène (lésion du sac folliculaire lors du dégagement de canine incluse par exemple). Certains auteurs rapportent également des ankyloses d'origine héréditaire [1].

Cette ankylose dentaire va empêcher tout mouvement naturel ou forcé de la dent et va entraîner l'arrêt du processus éruptif de la dent ayant pour conséquence, avec la croissance du maxillaire supérieur, une infraclusion de la dent ankylosée (Figure 23).



**Figure 23 : Photo donnant à voir l'incisive centrale gauche (21) ankylosée, en infraclusion.**

### **6.1.2 Devenir d'un implant dans un os en croissance, chez l'adolescent**

Le phénomène est similaire en cas de pose d'implant chez l'adolescent en croissance. En effet, comme vu précédemment, l'ostéointégration de l'implant, qui s'apparente à une ankylose, va entraîner l'infraclusion de l'implant et l'arrêt du développement de l'os alvéolaire au niveau du site implanté. Dans le cas d'implantation dans les secteurs latéraux, on a même pu parfois observer la perte de l'implant dans les fosses nasales ou sinusales, due à la croissance verticale vers le bas du reste du maxillaire supérieur.

Ce concept a été mis en évidence par Odman et Thilander [29] en 1992 dans une étude sur l'implantation de jeunes cochons en croissance.

### **6.1.3 Illustrations cliniques d'implantation chez l'adolescent**

#### **6.1.3.1 Dans les secteurs latéraux**

Dans une étude menée par Westwood et Duncan [31] en 1996, il nous est présenté le cas d'un adolescent âgé de 15 ans et 4 mois lors de l'implantation de la seconde prémolaire supérieure droite, suite à une agénésie. 35 mois après la pose de l'implant, on peut noter une franche infraclusion de la couronne implantaire portée qui n'est plus du tout dans le plan d'occlusion. Les auteurs rapportent que dans la même période, la taille staturale de l'adolescent a augmenté de 12,7 centimètres (5 inches). 40 mois après la pose de l'implant, la couronne implantaire portée a été changée et l'occlusion est stable, mais l'examen radiologique révèle l'exposition de la partie apicale de l'implant dans la cavité sinusale du maxillaire (due au processus de résorption osseuse au niveau du plancher du sinus lié à la croissance du maxillaire) (Figure 24).



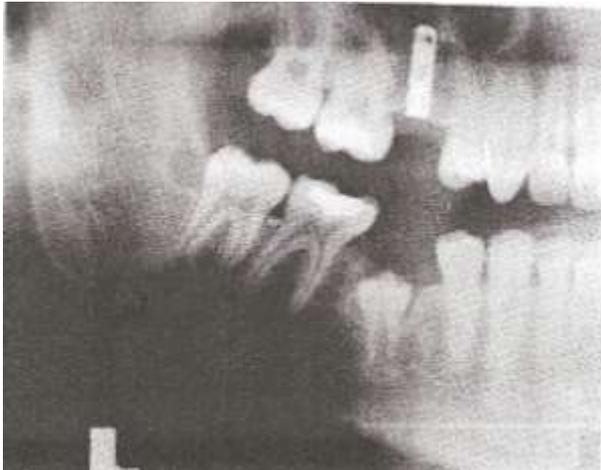
24a



24b



24c



24d



24e

**Figure 24a : Photographie 7 mois après la pose de l'implant, pose de la couronne.**

**Figure 24b : Photographie 35 mois après la pose de l'implant : infraclusion notable.**

**Figure 24c : Réfection de la couronne implanto-portée pour retrouver l'occlusion.**

**Figure 24d : Radiographie prise le jour de la pose de l'implant.**

**Figure 24e : Radiographie 40 mois après la pose de l'implant, on s'aperçoit que la croissance du maxillaire supérieur à pour effet l'émergence de l'extrémité apicale de l'implant dans la fosse sinusale droite.**

### **6.1.3.2 Dans le secteur antérieur**

Dans une étude menée en 2001 par Thilander, Ödman et Lekholm [30], on retrouve le cas d'un garçon âgé de 15 ans et 5 mois présentant une agénésie de l'incisive latérale supérieure gauche remplacée par une couronne implanto portée unitaire (Figure 25a). Trois ans après la pose, on note une infraclusion clinique de 1,6 mm (Figure 25b). Dans le même temps, la taille staturale augmente de 18 cm. A la dernière visite de contrôle, le patient âgé de 25 ans et 2 mois ne présente pas d'augmentation de la taille staturale alors que l'infraclusion de la prothèse implanto

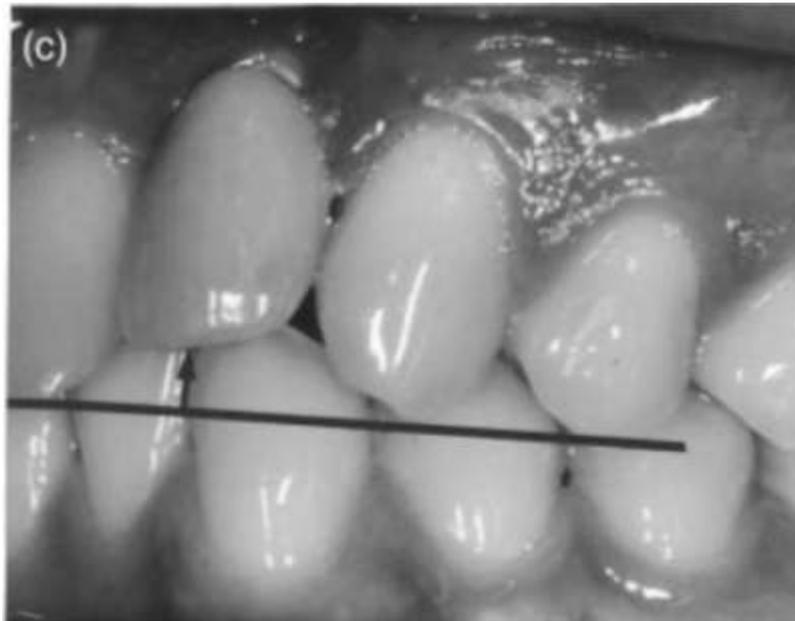
portée est passée à 2,2 mm (Figure 25c). Notons la migration inesthétique du collet gingival de la couronne implanto portée. Rappelons ici que la notion de migration apicale du collet gingival de la prothèse implanto portée est inexacte; c'est en réalité l'absence de croissance du procès alvéolaire à ce niveau (dû à l'ankylose de l'implant) qui empêche la gencive marginale de suivre le mouvement général des tissus mous des dents adjacentes.



**Figure 25a : Incisive latérale supérieure gauche implanto portée chez un adolescent de 15 ans et 5mois [30].**



**Figure 25b : Après trois ans en fonction, on relève une infraclusion de 1,6 mm [30].**



**Figure 25c : A 25 ans et 2 mois, l'infraclusion est passée à 2,2 mm [30].**

### **6.1.3.3 A quel âge planter ?**

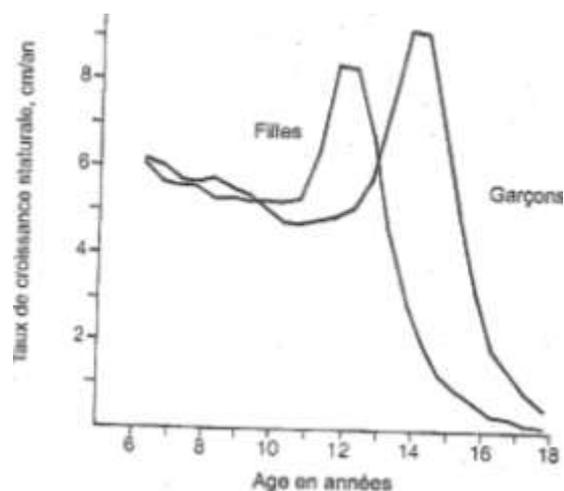
Nous venons de voir les risques liés à l'implantation dans un os en croissance chez les adolescents avec un potentiel de croissance staturale résiduelle. Cependant, l'ensemble des auteurs s'accorde à dire qu'on ne peut évoquer d'âge fixe pour le feu vert de la thérapeutique implantaire.

Fudalej, Kokich et Leroux [13] soulignent qu'il existe une corrélation entre la croissance staturale et la croissance faciale, mais cette corrélation n'est pas parfaite. En effet, ils relèvent, en s'appuyant notamment sur les travaux de Behrents [3], qu'en dépit de l'arrêt de la croissance staturale, une croissance faciale résiduelle et l'éruption des dents qui en résulte, continue après la puberté.

On a vu précédemment les méthodes possibles de détermination de la fin de la croissance avec notamment la radio du poignet. Cependant notre étude tend à montrer que même avec l'assurance de l'arrêt de la croissance staturale, nous devons nous attendre à des changements morphologiques de la face, avec en premier lieu une

augmentation de la hauteur faciale antérieure de 1 mm par décade après la fin de la croissance selon Behrents [3] ou Forsberg [12].

Cependant, rappelons que la fin de la croissance staturale est marquée par la soudure de la diaphyse et de l'épiphyse inférieure du radius (Stade RU) qui intervient 3 à 4 ans après le pic de croissance qui se situe vers 12 – 13 ans pour les filles, et vers 15 ans pour les garçons [2] (Figure 26). Il est d'ailleurs communément admis qu'il est possible d'envisager une thérapeutique implantaire vers l'âge de 16 ans chez les filles, et 18 ans chez les garçons. Cependant, les études portant sur l'analyse de cas cliniques de patient implantés dès l'âge de 15 ans montrent bien qu'il existe un potentiel de croissance résiduelle non négligeable entre 15 et 25 ans due à une fin de croissance tardive chez le jeune homme, ou à une croissance gestationnelle chez la jeune femme. Cela montre bien la difficulté d'établir un âge universel à partir duquel on peut implanter sans risque. Dans la pratique quotidienne, on peut supposer qu'il est préférable, pour plus de prudence, d'attendre au moins l'âge de 17 ans chez les jeunes femmes, et de 19 ans chez le jeune homme pour engager la thérapeutique implantaire.



**Figure 26 : Comparaison de courbes typiques de taux de croissance staturale (cm/an) chez les garçons (pic à 14 ans) et les filles (pic à 12 ans) de 6 à 18 ans.**

## **6.2 Évolution du système implant unitaire / dents adjacentes chez l'adulte**

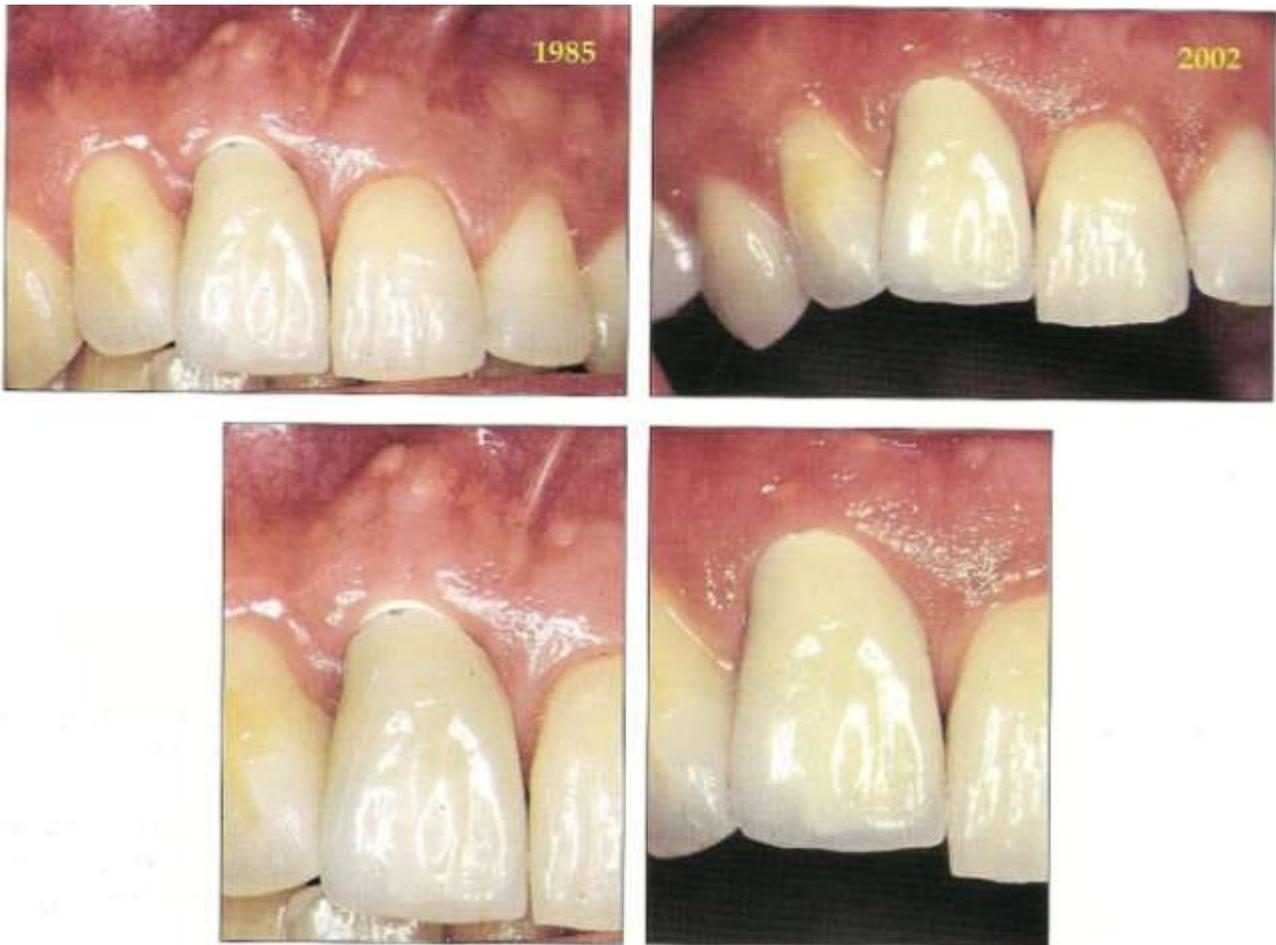
Nous avons donc pu nous apercevoir que les dimensions faciales ne sont pas figées après la fin de la croissance proprement dite. On a notamment pu mettre en évidence des phénomènes lents et continus tout au long de la vie telles qu'une augmentation de la hauteur faciale antérieure, ou encore une rotation mandibulaire postérieure chez la femme, ainsi qu'une éruption de l'incisive centrale supérieure (plus marquée chez la femme).

Ces changements vont pouvoir entraîner, chez certains patients adultes implantés au secteur antérieur du maxillaire, des changements similaires à ceux observés chez l'adolescent, mais dans des proportions bien moindres (potentiel de croissance beaucoup moins important). Ces changements pourront néanmoins remettre en question la réussite esthétique de la thérapeutique implantaire à long terme, comme illustré dans les cas cliniques ci-dessous. Nous nous arrêterons ensuite un peu plus en détail sur les études portant sur l'analyse de la relation entre la prothèse implanto portée unitaire et ses dents adjacentes au secteur antérieur du maxillaire supérieur.

### **6.2.1 Constat clinique :**

#### **6.2.1.1 17 ans après implantation**

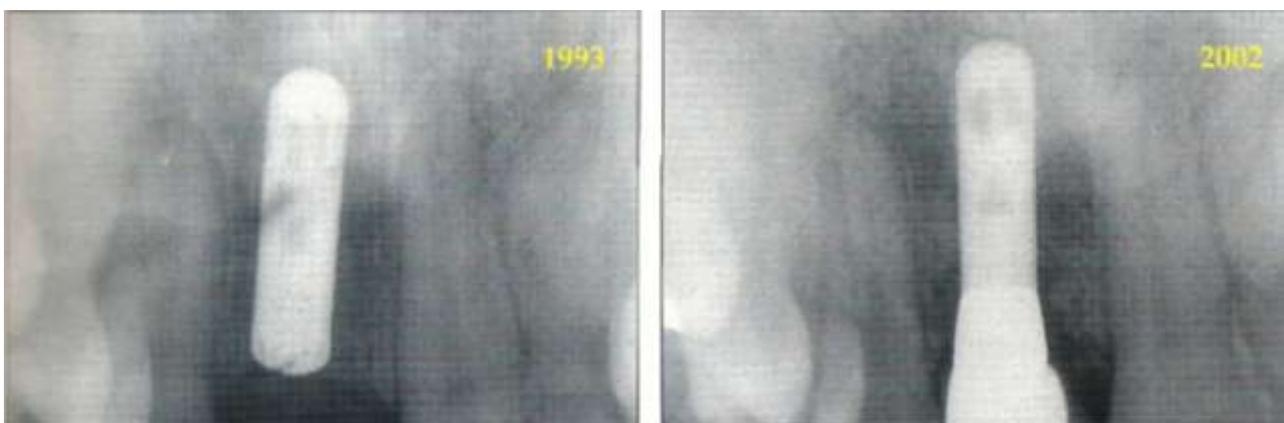
Dans ce cas, un implant unitaire a été mis en place en 1985 chez une patiente âgée de 25 ans en remplacement de l'incisive centrale supérieure droite (11). Après 17 ans en fonction, en 2002, le décalage vertical de quelques millimètres entre les bords libres est flagrant et inesthétique. On peut également noter la migration des tissus mous accompagnant l'éruption des dents naturelles (Figure 27) [5].



**Figure 27 : Photos prises lors de la pose de la couronne implanto portée en 1985 en remplacement de l'incisive centrale supérieure droite, et en 2002 lors de la réévaluation finale.**

(M. Bert)

#### **6.2.1.2 9 ans après implantation**



**Figure 28 : Radiographies rétro alvéolaires de l'implant en remplacement de l'incisive centrale supérieure droite en 1993 lors de la pose et en 2002 lors de la réévaluation finale. (M. Bert)**

Implant mis en place en 1993 chez une patiente âgée de 26 ans pour remplacer une incisive centrale supérieure droite (11) (Figure 28). Nous ne disposons malheureusement pas des photos initiales du jour de la pose de la prothèse définitive, mais gageons que le praticien aura respecté les critères esthétique de base en prothèse fixée unitaire à savoir l'alignement des bords libres avec l'incisive centrale supérieure gauche (21) ainsi que l'intégration de la couronne dans la forme d'arcade.

Après 9 ans en fonction, en 2002, la radio montre une parfaite ostéo intégration, mais esthétiquement (Figure 29) on observe un décalage dans le sens vertical (infraclusion de la prothèse implanto portée) ainsi qu'un décalage dans le sens horizontal (la 11 apparaît décalée vestibulairement) [5].



**Figure 29 : Photos prises en 2002 lors de la réévaluation finale donnant à voir le décalage de la prothèse implanto portée unitaire par rapport aux dents adjacentes.**

## **6.2.2 Analyse des études expérimentale portant sur l'évolution du système implant unitaire/dents adjacentes chez l'adulte**

### **6.2.2.1 Pour Thilander, Ödman et Jemt (1999) [28]**

Thilander, Ödman et Jemt vont mener leur étude sur 10 jeunes adultes entre 14 et 19 ans (moyenne 15 ans et 4 mois) présentant un édentement unitaire antérieur au maxillaire ont été sélectionnés. 15 implants seront posés (11 latérales et 4 centrales). L'étude est basée sur la comparaison des photos, des examens cliniques, des moulages, des radiographies rétro alvéolaires, des téléradiographies de profil, et de la taille corporelle.

Thilander, Ödman et Jemt rapportent un résultat esthétique bon, ou acceptable pour la plupart des adolescents. Cependant, on retrouve un décalage dans le sens vertical chez certains patients dans les 3 premières années suivant la pose; entraînant une infraclusion de la couronne implanto portée. Ce constat est cependant très variable en fonction des individus. Durant ces 3 premières années d'étude, on peut associer ces changements à la fin de la croissance proprement dite (augmentation de la taille staturale de 0 à 18 cm).

Il n'y a pas seulement une différence de niveau des bords libres; dans 2 cas, Thilander, Ödman et Jemt décrivent également un glissement apical des tissus mous marginaux à la couronne implanto portée. L'effet clinique visible est semblable à une perte d'attache, particulièrement inesthétique en cas de sourire laissant apparaître la ligne des collets.

Entre la 4<sup>ème</sup> et la 8 année de l'étude, on ne retrouve plus de croissance staturale chez les 10 sujets de l'étude. Cependant, le décalage vertical entre dent naturelle et implant adjacent a encore augmenté; il est passé en moyenne de 0,46 mm à 0,95 en 4 ans, illustrant l'éruption continue des dents. Aucune augmentation de la

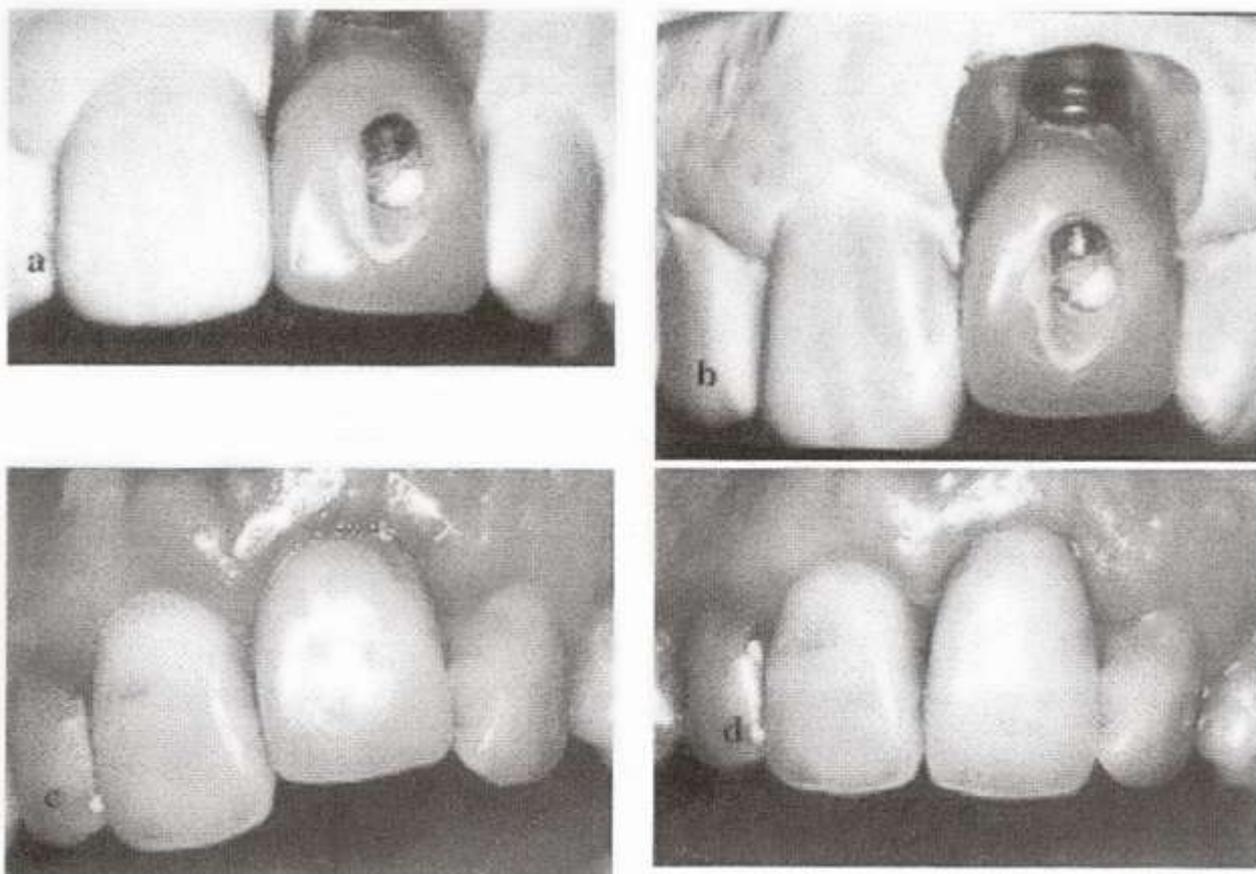
taille staturale, ni de changement cranio faciaux n'ont été enregistré de 19 à 24 ans; cependant, l'infraclusion de la couronne implanto portée a augmenté de 0,5 mm en moyenne en 5 ans.

Pendant les 5 dernières années de l'étude, où la croissance des sujets était terminée, l'infraclusion de couronne implanto portée est passée en moyenne de 0,46 mm à 0,95 mm, avec donc une moyenne de 0,1 mm par an.

Les résultats obtenus par Thilander, Ödman et Jemt sont en accord avec les résultats de Iseri et Solow (1996) [14] qui ont étudié le rythme d'éruption des incisives supérieures chez 14 jeunes filles de 9 à 25 ans en comparant des analyses céphalométriques annuelles. Pour Thilander, Ödman et Jemt, la vitesse d'éruption des dents naturelles décroît vers l'âge de 17-18 ans, suivi d'une diminution lente jusqu'à un palier de 0,1 à 0,2 mm par an.

Chez certains patients, cette augmentation lente de l'infraclusion de la couronne implanto portée peut, à long terme, devenir inesthétique. Pour Thilander, Ödman et Jemt, les patients bénéficiant d'une bonne stabilité inter incisive ne développent pas ou peu d'infraclusion, alors que ceux ne présentant pas de contacts inter incisifs développent une forte tendance à l'infraclusion.

Thilander, Ödman et Jemt vont également suivre un groupe de patients ayant reçu une couronne implanto portée unitaire dans le secteur incisif supérieur entre 20 et 37 ans, 3 cas viennent illustrer que l'infraclusion de la prothèse peut arriver chez l'adulte; ces sujets présentaient un manque de contacts inter incisifs (Figure 30).



**Figure 30 : Implant mise en place chez une femme de 34 ans en remplacement de l'incisive centrale supérieure gauche (21) (a). 12 ans plus tard, on peut noter la position en infraclusion de la prothèse implanto portée (b, c). On peut également remarquer la migration apicale de l'attache conjonctive qui semble proportionnelle au décalage vertical des bords libres. La couronne implanto portée, devenue inesthétique, est remplacée (d). On peut noter l'absence d'alignement des collets, d'où l'impression de "dent longue" de la 21 (d).**

En conclusion, pour Thilander, Ödman et Jemt, l'analyse pré implantaire est capitale afin d'évaluer les risques d'infraclusion potentielle de la future couronne implanto-portée. Ils recommandent également qu'un traitement orthodontique soit mis en place lorsque cela est nécessaire afin de permettre un gain suffisant de place pour l'implant en redressant les dents adjacentes sans utiliser de mouvements intrusifs (pour éviter la récurrence), et une bonne stabilité inter incisive (en occlusion) afin de réduire le risque d'infraclusion à l'âge adulte. Enfin, ils préconisent l'utilisation d'une contention définitive pour éviter la récurrence.

### 6.2.2.2 Pour Oestrele et Cronin (2000)

Pour Oestrele et Cronin, l'augmentation verticale des procès alvéolaires est d'en moyenne de 1 à 2 mm en antérieur comme en postérieur au cours de la vie; mais aussi bien certains patient ne présentent aucune croissance verticale autant certains ont une croissance significative. D'où les différences entre les individus concernant le devenir esthétique de la prothèse implanto portée et sa relation avec ses dents naturelles adjacentes.

Dans cette étude [24], Oestrele et Cronin considèrent un patient adulte à partir de 21 ans; cependant, on peut retrouver une croissance résiduelle chez certains hommes jusqu'à 25 ans, alors que la croissance chez la femme est considérée comme terminée vers 17 ans, même si on n'exclue pas une croissance au cours de la grossesse, due à la production hormonale, qui peut induire une intrusion relative de l'implant de 1 mm. De même pour la mandibule, où une croissance mandibulaire verticale entraîne une protrusion des incisives mandibulaire qui peut allé jusqu'à 2 à 3 mm en 20 ans et provoque une déficience verticale et antéro postérieure relative de l'implant.

Dans les secteurs postérieurs, les effets de la croissance semblent moins gênants chez l'adulte; dans certains cas, on retrouve, après 20 ans ou plus, une couronne implanto portée en légère sous occlusion.

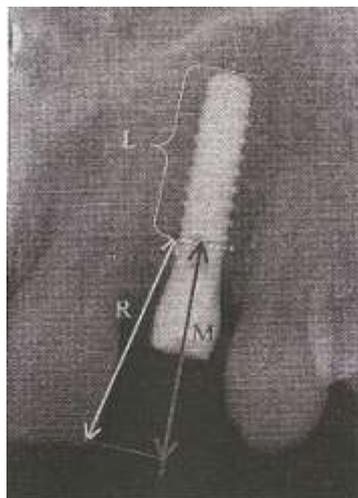
Une variable importante dans la stabilité esthétique à long terme de la prothèse implanto portée est la mastication; la façon de se servir de ses dents. En effet, selon Oestrele et Cronin, un usage lent et physiologique de ses dents ou un usage rapide et pathologique, peut mitiger ou inverser les effets de la croissance chez l'adulte. Les abrasions, et autres facettes d'usures peuvent sévèrement changer la position relative des incisives ou des surfaces occlusales des dents. Oestrele et Cronin rapportent une étude<sup>20</sup> menée sur 54 adultes présentant des usures dentaires a révélé

que le taux d'usure dentaire dépassait la compensation de l'éruption naturelle des dents et la croissance de l'os alvéolaire, provoquant une rotation mandibulaire antérieure, ainsi qu'une diminution de l'étage inférieur de la face.

#### **6.2.2.3 Pour Bernard, Schatz, Christou, Belser, et Kiliaridis (2004) [4].**

Bernard, Schatz, Christou, Belser, et Kiliaridis vont mener leur étude sur 28 patients répartis en 2 groupes : 1 groupe d'adultes jeunes de 14 patients âgés de 15,5 à 21 ans, et un groupe d'adultes matures de 14 patients âgés de 40 à 55 ans. Tous présentent au moins un édentement unitaire antérieur nécessitant la pose de 40 implants (16 incisives centrales, 12 latérales et 12 canines).

Les mesures sont prises à partir de l'implant qui est un point fixe (Figure 31). Ces mesures sont enregistrées en moyenne 4,2 ans après la chirurgie (de 1 an et 8 mois à 9 ans et 1 mois). Notons que ce grand écart de période entre les mesures est dommageable pour la comparaison des résultats.



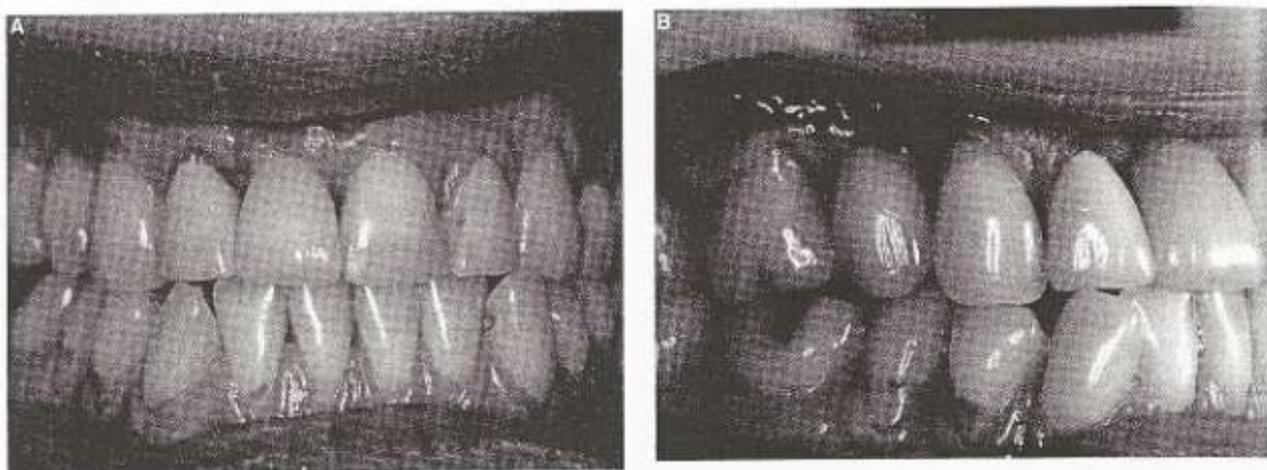
**Figure 31 : Mesures réalisées sur des clichés rétroalvéolaires. La mesure (M) est calculée proportionnellement à la longueur L connue.**

Bernard, Schatz, Christou, Belser, et Kiliaridis rapportent, pour le groupe de jeunes adultes, que tous les patients présentent une infraclusion de la couronne implanto portée. Le décalage vertical varie entre 0,1 et 1,65 mm. Il est en moyenne de 0,69 mm. Pour le groupe d'adultes matures, ils notent que tous les patients présentent une infraclusion de la couronne implanto portée par rapport à la dent adjacente. Le décalage vertical varie entre 0,12 et 1,86 mm. Il est en moyenne de 0,67 mm sur la période de l'étude.

En conclusion, pour Bernard, Schatz, Christou, Belser, et Kiliaridis, les adultes matures présentent un décalage vertical important des dents naturelles par rapport à la prothèse implanto-portée; aussi important que chez les jeunes adultes bénéficiant pourtant d'un potentiel de croissance résiduelle. Cette interprétation tiens compte de la moyenne, qui est plus sensible aux valeurs extrêmes isolées. En tenant compte de la médiane, le décalage serait tout de même moins important pour le groupe d'adultes matures. Cela prouve néanmoins la grande variabilités entre les individus.

#### **6.2.2.4 Pour Jemt (2005) [17]**

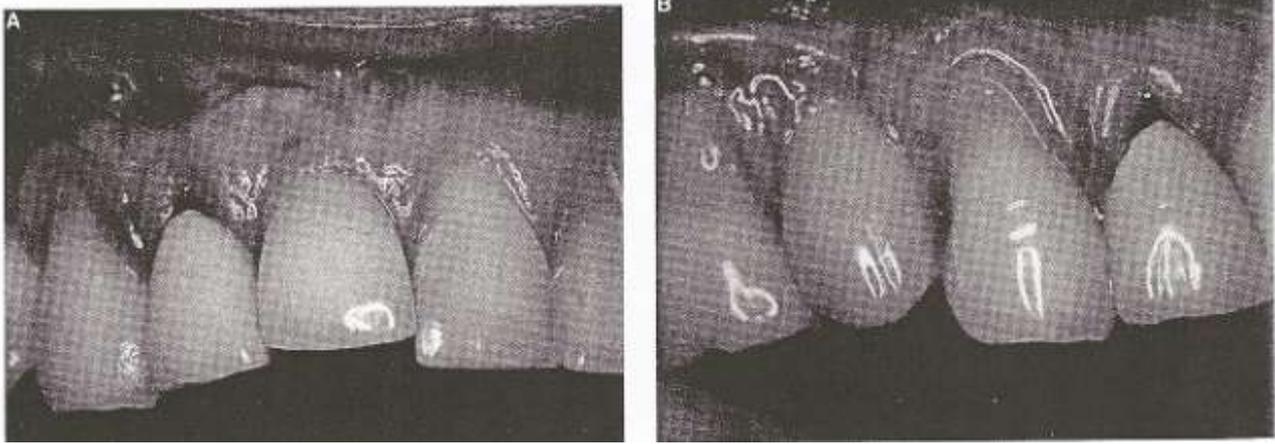
Jemt va réaliser son étude sur une femme âgée de 25 ans, traitée en 1987 par 2 implants unitaires (11 et 14) suite à traumatisme. Des empreintes d'étude seront prises en 1987 avant traitement et en 2004 après 16 ans en fonction et seront scannées et analysées par ordinateur avec le palais comme référence. Les mesures sont comparées aux clichés photo pris en 1988 (Figure 32), 1997 (après 9 ans), et en 2004 (après 16 ans).



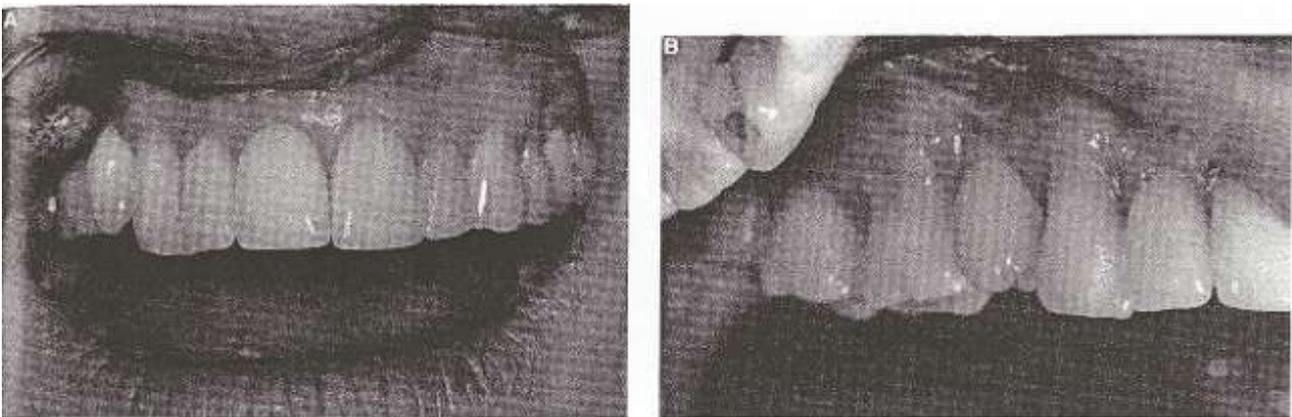
**Figure 32 : Photos cliniques du jour de la pose des couronnes implanto portées unitaires, à 25 ans (1988). A : de l'incisive centrale supérieure droite (11). Notons que l'incisive centrale supérieure droite (12) a été couronnée en 1988 également. B : de la première prémolaire supérieure droite (14). On peut s'apercevoir de la bonne intégration et des respects des critères esthétiques tels que l'alignement des bords libres entre 11 et 21, l'alignement des collets gingivaux ou encore l'intégration des prothèses implanto portées dans la forme d'arcade.**

Jemt relèvera une infra position des implants au bout de 9 ans, comme les photos le montrent clairement (Figure 33). De nouvelles couronnes sont réalisées dans la région antérieure en 2002 (15 ans), mais des signes d'infra position de l'implant (11) sont déjà visibles 1 an plus tard, à l'examen final (2004) (Figure 34)

Les mesures sur les moulages montrent de petits mouvements des dents avec une tendance à une légère éruption du secteur antérieur maxillaire combinée à une palato version.



**Figure 33 : Photos cliniques après 9 ans en fonction, à 34 ans (1997). A : Notons l'infra position de la couronne implanto portée (11), ainsi que le décalage des collets entre 11 et 21. B: Notons la position de la couronne implanto portée (14) en retrait par rapport à la courbe d'occlusion.**



**Figure 34 : Photos clinique après 16 ans en fonction, à 41 ans (2004). A : Les incisives centrale et latérale droite (11 et 12) ont été pourvues de nouvelles couronnes un an auparavant, en 2003. Notons le début d'infra position de la couronne implanto portée de 11, un an seulement après sa pose. B : L'infra position de la 14 s'accroît légèrement.**

Jemt relève que les valeurs des mesures de l'éruption verticale des dents à partir des moulages, en prenant le palais comme référence, sont moins importantes que la valeur d'infra position clinique (à partir des photos) de la couronne implanto portée; ce qui indique que la position verticale du palais a dû changer relativement à l'implant (tendance à la réduction de la distance palais - implant). Le palais suit donc

probablement les changements des procès alvéolaires, maintenant ainsi constante la hauteur de la crête alvéolaire.

La patiente étudiée dans cette étude montre une tendance à une légère éruption du secteur antérieur maxillaire, ainsi qu'une palato version et d'un encombrement des incisives supérieures, et une dérive mésiale des molaires; ce qui coïncide avec la plupart des études menées chez l'adulte.

Il est important de rappeler la grande variabilité entre les individus. Bondevik [8] rapporte dans une étude sur une période de dix ans, une légère tendance à la rotation mandibulaire postérieure combinée à une légère augmentation de la hauteur faciale antérieure chez les jeunes adultes; il note également que cette tendance est plus marquée chez les femmes, et chez les sujets présentant une typologie de face longue (dolychofacial). La patiente étudiée dans l'étude de Jemt semble faire partie des sujets présentant le maximum de risques d'infraclusion de l'implant, avec une augmentation de la dimension verticale antérieure supérieure à la moyenne.

Jemt s'aperçoit également dans cette étude que le risque d'infraclusion de la prothèse implanta portée ne touche pas uniquement le secteur antérieur. Il note en effet un mouvement particulier de la deuxième prémolaire inférieure droite réalisant une éruption combinée à une lingualisation. Ce mouvement permet de compenser les changements d'occlusions dus à la lente infraclusion de la couronne implanta portée antagoniste. De plus, il s'est aperçu que la crête alvéolaire suivait le mouvement des dents; au niveau du bloc antérieur maxillaire, cette crête alvéolaire suit donc le mouvement d'éruption et de palato version des dents. Ce qui implique pour l'implant, une réduction de l'os en vestibulaire, avec le risque, si l'implant est placé trop vestibulaire dès la pose, d'avoir, à long terme, une fenestration, une perte de fonction ou tout du moins un échec esthétique.

En conclusion, pour Jemt, l'éruption verticale des dents naturelles est une réalité clinique facilement observable avec un implant ostéointégré, sur une période de 16 ans (dans le cas étudié). En utilisant le palais comme référentiel de mesures, les mouvements dentaires semblent se produire dans de plus faibles proportions; ce qui semble indiquer que le palais suivra dans une certaine proportion le mouvement des dents. Enfin, la crête alvéolaire semblant suivre les mouvements dentaires d'éruption et de palato version (pour le bloc antérieur maxillaire), le risque de réduction de l'épaisseur d'os alvéolaire en vestibulaire de l'implant est présent.

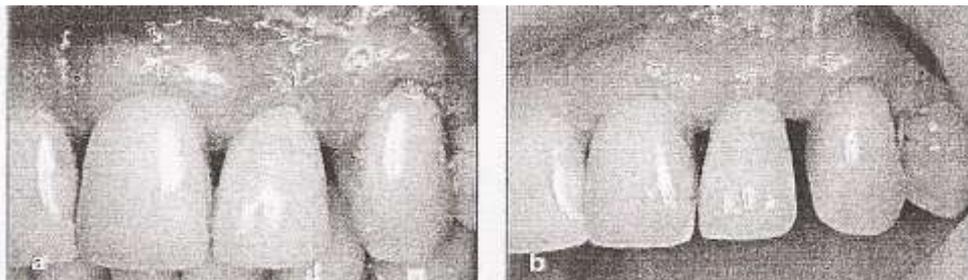
#### **6.2.2.5 Pour Jemt, Henriksson et Bondevik (2007)**

Dans cette étude [18], la dernière parue sur le sujet à la rédaction de cette thèse, les auteurs vont analyser la prévalence et l'amplitude des mouvements des dents adjacentes aux couronnes implantaires portées unitaires dans une analyse à long terme (sur plus de 15 ans).

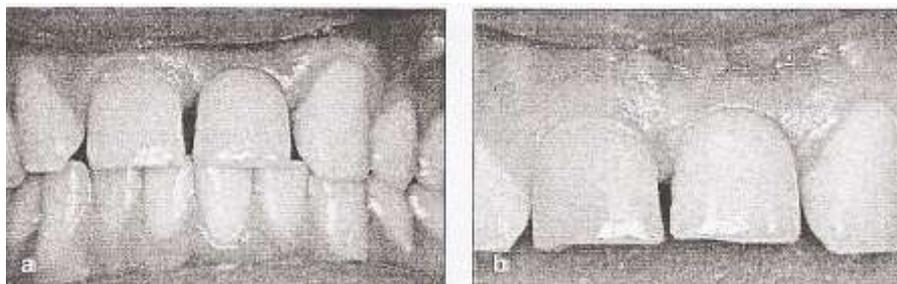
Jemt, Henriksson et Bondevik mèneront leur étude sur un groupe constitué de 25 patients sélectionnés parmi un groupe de 39 patients ayant participé à une précédente étude. Tous ont reçu un implant unitaire dans le secteur antérieur (de canine à canine) entre Décembre 1987 et Juin 1990. Les mesures de cette étude ont été réalisées à 15,9 plus ou moins 0,7 années après la pose des couronnes. Des clichés photographiques ont été réalisés pour les 25 sujets de l'étude lors de la pose des prothèses et lors de l'examen final. Sur les 25 patients, 7 sont des femmes; la moyenne d'âge du groupe étudié lors de la pose des implants est de 26,9 ans.

Les mesures sont basées sur la comparaison des clichés entre ceux pris le jour de la pose des couronnes et ceux pris lors de l'examen final. Un soin particulier a été apporté à la prise des photographies finales avec la même orientation que les clichés initiaux. Chaque cas est évalué par les trois auteurs séparément en notant, de A à D, le niveau d'infra position de la couronne implantaire portée: Score A: pas de

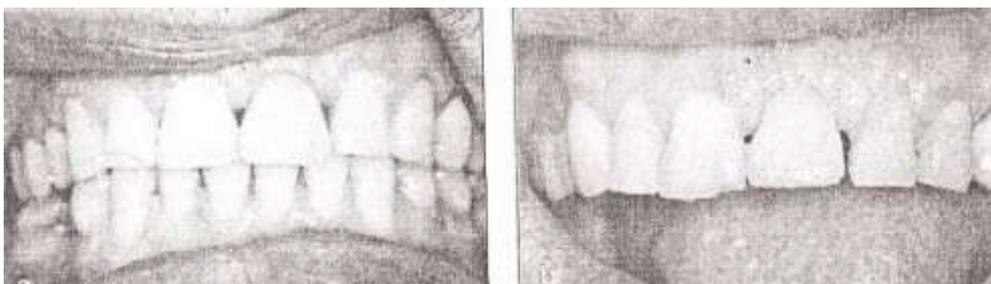
décalage vertical entre les bords libres de la prothèse implanto portée et des dents naturelles adjacentes (Figure 35a). Score B: décalage vertical minime à insignifiant (moins de 0,5 mm) (Figure 35b). Score C: décalage vertical visible, mais inférieur ou égal à 1mm (Figure 35c). Score D: décalage vertical de la prothèse implanto portée cliniquement significatif; supérieur à 1 mm (Figure 35d).



**Figure 35a : Score A : Patient de 46 ans porteur d'une incisive latérale gauche (22) implanto portée (a). Après 17 ans en fonction (b), pas de mouvement dentaires observés.**



**Figure 35b : Score B : Patient de 21 ans porteur d'une incisive centrale gauche (21) implanto portée (a). Après 16 ans en fonction (b), on peut observer un léger décalage dans le sens vertical ( $\leq 0,5$  mm).**



**Figure 35c : Score C : Patient âgé de 38 ans, présentant une incisive centrale gauche implanto portée (a). Après 17 ans en fonction, on peut observer un décalage  $\leq$  à 1 mm.**



**Figure 35d : Score D : Patiente âgée de 34 ans ayant reçu une incisive centrale supérieure droite implanto portée (a). Après 16 ans en fonction, on observe un décalage vertical ( $> 1\text{mm}$ ) (b), et palatin (c) évident des dents naturelles par rapport à l'implant.**

Jemt, Henriksson et Bondevik vont présenter les résultats suivants :

Chez les hommes, 11 sites implantaire sur 20 présentent une situation clinique stable, sans changements verticaux des dents naturelles adjacentes aux restaurations unitaires implanto portées (Score A)

Chez les femmes, au contraire, aucune situation clinique stable n'a été relevée. Au bout de 15 à 17 ans d'étude, tous les sites implantaire présentent un décalage vertical d'au moins 0,5 mm.

Concernant le décalage antéro postérieur, 22 sites implantaire sur 28 étaient exploitables (prise de clichés occlusaux ou moulages d'étude). Sur ces 22 sites, 10 (45%) sont cliniquement stables à la fin de l'étude, et 12 (55%) cas présentent un décalage palatin des dents adjacentes par rapport à la prothèse implanto portée unitaire. Sur ces 12 cas, 8 ont été relevés sur des hommes (47%) et 4 chez des femmes (80%).

Malgré un échantillon étudié relativement faible en nombre de sujets, principalement pour les femmes, les données présentées montrent tout de même des différences à long terme entre hommes et femmes, avec un risque d'infra position de la prothèse implanto portée plus important chez les femmes.

En accord avec les études antérieures, Jemt, Henriksson et Bondevik estiment qu'il est raisonnable d'avancer que les patients présentant une augmentation de la hauteur faciale antérieure et/ou une rotation mandibulaire postérieure auront un risque plus important d'infraclusion de la prothèse implanto portée unitaire quand celle-ci est placée au secteur antérieur du maxillaire. Dans cette étude, les femmes présentent une augmentation significativement plus grande de ces deux paramètres céphalométriques après dix ans que les hommes.

Une précédente étude, basée sur des analyses radiographiques, trouvait une prévalence de 18% de sites implantaires présentant une infra position d'1 mm ou plus; résultat qui coïncide avec les 14% avancés dans la présente étude (Score D).

De plus, aucune corrélation n'a pu être mis en évidence dans cette étude entre les données céphalométriques avec les mesures sur les moulages et la proportion de l'augmentation de la hauteur faciale antérieure ou de la rotation mandibulaire postérieure pour chaque patient. En outre, il existe de nombreuses études reliant les forces occlusales à la croissance faciale; les personnes avec une face longue, type dolychofacial, présentant une rotation mandibulaire postérieure ainsi qu'une augmentation de la hauteur faciale antérieure présenterai des valeurs de forces occlusales inférieures à celles des personnes avec des faces carrées type brachyfacial. Une étude approfondie sur le sujet pourrait être intéressante.

En conclusion, Jemt, Henriksson et Bondevik observent donc dans cette étude, qu'à long terme, des mouvements des dents naturelles adjacentes à la prothèse implanto portée unitaire au secteur antérieur du maxillaire supérieur apparaissent chez certains patients. Le risque de mouvements dentaires semble plus important chez les femmes que chez les hommes. Cela semble associé à l'augmentation significativement plus importante de la hauteur faciale antérieure et de la rotation mandibulaire postérieure chez les femmes. En outre, il peut être suggéré que les femmes à tendance typologique dolychofacial auront un risque plus important de

décalage vertical tardif et inesthétique si un implant unitaire est placé dans le secteur antérieur du maxillaire supérieur.

### 6.2.2.6 Tableau récapitulatif des principales données recueillies

Auteurs / Année	Echantillon	Sites implantés	Décalage vertical	Remarques
<b>Thilander Ödman Jemt (1999)</b>	10 jeunes adultes entre 14 et 19 ans au début de l'étude	Edentements unitaires 11 incisives latérales 4 incisives centrales	0,5 mm en moyenne en 5 ans (sans augmentation de la taille staturale)	- Dépendant du calage inter incisif.  - Prévoir contention pour éviter la récurrence
<b>Oesterle Cronin (2000)</b>	Revue de littérature		Variable De 1 à 2 mm au cours de la vie	Décalage vertical dépendant de la fonction masticatoire
<b>Bernard Schatz Christou Belser Kiliaridis (2004)</b>	28 patients - 14 de 15 à 21 ans - 14 de 40 à 55 ans.  Intervalle de mesure de 4,2 ans en moyenne (de 1 an et 8 mois à 9 ans et 1 mois)	40 implants posés: - 16 incisives centrales  - 12 incisives latérales - 12 canines	Adultes jeunes : - de 0,1 à 1,65 mm (0,69 mm en moyenne)  Adultes matures : - de 0,12 à 1,86 mm (0,67 mm en moyenne)	- Grande variabilité entre les individus  - Biais lié aux périodes d'étude hétérogènes.
<b>Jemt (2005)</b>	1 femme de 25 ans sur une période de 16 ans	2 implants unitaires : 11 et 14	Infraclusion notable de la couronne implanto portée	- Patient à typologie dolychofacial (décalage supérieur à la moyenne)  - Touche également les secteurs latéraux
<b>Jemt Henriksson Bondevik (2007)</b>	25 patients - 7 femmes et 18 hommes âgés en moyenne de 26,9 ans. - Sur une période de 15,9 ans		Chez les hommes, 11 sites sur 20 ne présentent pas de changement  Chez les femmes aucun site n'est stable	- Décalage antéro postérieur en plus dans 55% des cas.

### **6.2.3 Les facteurs influençant ce décalage**

Pour résumer ce qui a été dit précédemment, on peut rappeler que le décalage vertical (et parfois palatin) observé à long terme chez des patients implantés à l'âge adulte par des implants unitaires antérieurs au maxillaire est très variable en fonction des individus. Il va de l'absence de décalage à un différentiel parfois très important (jusqu'à 5 mm).

Les facteurs qui agissent sur ce décalage sont certainement nombreux et la plupart d'entre eux sont mal connus. Outre les forces occlusales [20] (qui tendent à réduire la hauteur des dents en cas de bruxisme), ou le calage inter incisif [28], le sexe et la typologie faciale semblent les facteurs prépondérants dans l'avènement d'un décalage vertical. On s'est en effet aperçu que les femmes présentaient une augmentation de la hauteur faciale antérieure au cours de la vie supérieure à celle des hommes (notamment due à la rotation mandibulaire postérieure), de même que les patients à typologie dolychofaciale présentaient une tendance à l'augmentation de la hauteur faciale antérieure supérieure aux patients à typologie brachyfaciale. Bondevik<sup>8</sup> rappelle d'ailleurs que les forces occlusales et la typologie faciale étaient intimement liés avec des forces occlusales plus faibles pour les patients de type dolychofacial (face longue).

Malheureusement, il n'a pas encore été trouvé de moyens cliniques ou radiographiques fiables et reproductible pour anticiper cette croissance faciale antérieure qui pourrait être un bon moyen d'évaluer le risque d'infraclusion future de la prothèse implanto-portée unitaire au secteur antérieure du maxillaire supérieur.

### **6.2.4 Cas particulier de l'incisive centrale**

Les conséquences de ses changements crânio-faciaux chez l'adulte sont principalement dommageables pour le pronostic esthétique à moyen ou long terme (selon la proportion d'augmentation de la hauteur faciale antérieure) de la prothèse

implanto portée unitaire remplaçant une incisive centrale du maxillaire supérieur (pour les incisives mandibulaires, le risque est équivalent avec une tendance à l'infraclusion et au décalage lingual de la prothèse implanto portée unitaire par rapport aux dents naturelles qui se seront versées vestibulairement avec leur éruption au cours de la vie). Le risque d'obtenir un résultat esthétique disgracieux à long terme est nettement moins important dans le cas d'implantations plurales ou d'implantation unitaire autre que le cas de l'incisive centrale. En effet, dans le premier cas, si on remplace les deux incisives centrales par exemple, aucun des deux implants ostéointégré ne présentera de mouvement et donc la symétrie sera assurée. Dans le deuxième cas, l'implantation unitaire d'une incisive latérale, et qui plus est d'une canine, présentera moins de risque d'échec esthétique à long terme en raison de la distance qui sépare la dent implantée et son équivalente controlatérale, qui, à moins d'un décalage très important, ne permettra pas à l'œil de déceler un léger décalage vertical.

## **6.2.5 Synthèse des critères à prendre en compte lors de l'analyse pré-implantaire**

### **6.2.5.1 Le sexe**

L'ensemble des auteurs étudiés s'accordent à dire que les femmes présentent une augmentation de la hauteur faciale inférieure plus importante que chez les hommes, notamment en raison de la rotation mandibulaire postérieure. Cette augmentation de la dimension verticale antérieure plus importante chez les femmes représente un risque d'infraclusion de la prothèse implanto-portée supérieur chez les femmes.

### **6.2.5.2 La typologie faciale**

On a pu s'apercevoir au cours de notre analyse que les individus à face longue type dolychofacial présentait un risque de décalage tardif plus important que

les individus à face courte type brachyfacial. Ceci s'explique notamment par la physiologie musculaire et la fonction masticatoire qui sont étroitement liés. En effet les patients brachyfaciaux, à la musculature faciale trapue, vont développer des forces masticatoires très importantes et seront plus sujet au bruxisme entraînant des usures dentaires et donc une tendance à la rotation mandibulaire antérieure. A l'inverse, les patients dolychofaciaux à la musculature faciale longiligne et développant des forces occlusales plus faibles présentent un risque plus important d'infraclusion du à la tendance plus importante à la rotation mandibulaire postérieure.

### **6.2.5.3 Le calage inter-incisif**

Thilander, Ödman et Jemt [28] nous rappellent dans leur étude l'importance et la nécessité d'obtenir une occlusion équilibrée avant d'entreprendre une réhabilitation implantaire. L'occlusion doit être équilibrée, y compris dans le secteur antérieur où l'on devra s'assurer d'un bon calage inter incisif afin de permettre une stabilité inter incisive dans le temps. Pour Thilander, Ödman et Jemt, il sera souvent nécessaire d'entreprendre un traitement orthodontique afin d'obtenir cette stabilité inter incisive.

### **6.2.5.4 La ligne du sourire**

La position de la ligne du sourire est un élément qu'il est nécessaire de prendre en compte dans l'évaluation du risque esthétique en cas d'une éventuelle infraclusion tardive de la prothèse implanto portée. En effet, en cas de ligne du sourire qui laisse apparaître la ligne des collets, le risque esthétique sera plus élevé qu'en cas de ligne du sourire plus basse ne découvrant qu'une partie de la couronne. Dans le deuxième cas, même en cas d'infraclusion notoire, le remplacement de la prothèse implanto portée sera moins inesthétique qu'en cas de ligne du sourire haute où l'on peut être amené à découvrir des lignes de collets décalées et une impression de "dent longue".

### **6.2.5.5 La dent remplacée**

Le risque d'échec esthétique tardif concerne principalement le remplacement d'une incisive centrale maxillaire. En effet, avec l'incisive centrale controlatérale naturelle immédiatement à côté, le moindre décalage va provoquer une asymétrie évidente qui pourra être ressentie comme esthétiquement gênante. Une asymétrie concernant une incisive latérale ou une canine sera beaucoup mieux acceptée par les patient car étant moins visible d'un simple coup d'œil en raison de l'éloignement l'équivalente controlatérale.

## 7 Conclusion

Au terme de cette revue de bibliographie, nous nous sommes donc aperçu que les structures crânio faciales ne sont pas figées chez l'adulte. Cependant, même en respectant l'âge de la fin de la croissance avant d'implanter, la relation implant unitaire / dent adjacente ne sera pas nécessairement figée. En effet, à la fin de la croissance staturale, on peut observer des changements cranio faciaux tout au long de la vie. Et même si qualifier ces changements de véritable "croissance" reste difficile dans la mesure où les changements dimensionnels des structures osseuses ne fait pas l'unanimité, que ces changements ne sont pas observés systématiquement, et sont dus à des phénomènes d'apposition et de résorption, il n'en reste pas moins que l'on retrouve des changements significatifs en dimension ou en angulation lors des analyses longitudinales à long terme des céphalométries de profil. Parmi ces changements, on peut noter l'augmentation de la hauteur faciale antérieure chez les hommes comme chez les femmes, principalement dû à l'augmentation de la partie inférieure de la face antérieure, ainsi qu'une tendance à la rotation mandibulaire postérieure chez les femmes. On a également pu relever une verticalisation de l'incisive centrale au cours de la vie, combinée à une éruption continue des dents naturelles.

Rappelons ici la difficulté de réaliser des études longitudinales fiables sur les changements crânio-faciaux survenant chez l'adulte en raison de la grande variabilité entre les individus, de la finesse des changements observés ou encore de l'imprécision des tracés. Cependant, on a pu sentir que la variabilité de ces changements est à mettre en rapport avec le sexe, la classe squelettique ou dentaire, la typologie verticale ou encore les forces occlusales et les parafunctions.

Au niveau de l'implant unitaire du secteur antérieur au maxillaire supérieur, la conséquence de ces changements va être la possible infra position de la prothèse implanto portée à long terme. Dans les cas des implantations des secteurs latéraux,

ces légers changements de la position relative de la prothèse implanta portée par rapport aux dents adjacentes sont sans conséquences majeures pour la réussite esthétique du traitement; il suffira de changer la prothèse en cas d'infraclusion. Dans le secteur antérieur du maxillaire supérieur, pour le remplacement des incisives latérales ou des canines, le risque de voir le décalage vertical devenir inesthétique à long terme est limité dans la mesure où l'équivalente naturelle controlatérale n'est pas directement adjacente; une légère asymétrie ne sera donc pas choquante pour l'œil, à moins d'avoir un décalage vertical très important associé à un sourire gingival qui découvrirait des collets mal alignés.

Le problème peut en revanche se poser pour le remplacement d'une incisive centrale unitaire. En effet, avec la présence de la controlatérale immédiatement à côté, le moindre décalage vertical est immédiatement visible et inesthétique; et même si le changement de prothèse peut être une solution, le décalage des collets et l'impression de "dent longue" associé ne sont pas satisfaisants. Il est donc capital, lors de l'analyse pré implantaire, en cas d'implantation unitaire d'une incisive centrale au maxillaire, d'être capable de déceler les risques d'infraclusion à long terme. Pour résumer, une femme, à la typologie faciale dolychocéphale (face longue), sans calage inter incisif, ferait une bonne candidate au décalage vertical et/ou palatin tardif. Il sera donc nécessaire d'informer nos patients du risque potentiel pour la réussite esthétique à long terme. Certains auteurs proposent la pose d'une contention pour maintenir les relations entre l'implant unitaire et les dents naturelles adjacentes.

Nous nous sommes donc aperçus au cours de cette étude qu'un décalage tardif pouvait survenir à long terme en cas d'implantation unitaire dans le secteur antérieur du maxillaire supérieur. Cependant, on peut dire que ce décalage n'est pas systématique et qu'il est le résultat d'une lente évolution au cours du temps. Néanmoins, il sera intéressant de poursuivre les études sur le sujet afin d'affiner notre capacité prédictive et de pouvoir proposer des solutions palliatives.

## Références Bibliographiques

**1. ALBERS DD.**

Ankylosis of teeth in the developing dentition.  
Quintessence Int 1986;**17**: 303-308.

**2. AKNIN JJ.**

La croissance Cranio-Faciale  
Paris: SID, 2007.

**3. BEHRENTS RG.**

Growth in the aging craniofacial skeleton  
Monograph 17. Craniofacial Growth series.Center for Human Growth and  
development, University of Michigan, 1985.

**4. BERNARD JP, SCHATZ JP, CHRISTOU P et coll.**

Long-term vertical changes of the anterior maxillary teeth adjacent to single  
implants in young and mature adults. A retrospective study.  
J Clin Periodontol 2004 Nov; **31**(11):1024-1028.

**5. BERT M.**

Gestion des complications implantaire  
Paris: Quintessence Internationale, 2004.

**6. BISHARA SE, TREDER JE et JAKOBSEN JR.**

Facial and dental changes in adulthood.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 1994 Aug; **106**(2):175-186.

**7. BJÖRK A et SKIELLER V.**

Facial development and tooth eruption. An implant study at the age of puberty.  
Am J Orthod 1972;**62**:339 - 383

**8. BONDEVIK O.**

Growth changes in the cranial base and the face: a longitudinal cephalometric  
study of linear and angular changes in adult Norwegians  
Eur J Orthod 1995;**17**: 525-532.

**9. BORGHETTI A et MONNET-CORTI V.**

Chirurgie Plastique Parodontale.  
Paris : CDP, 2003.

**10. BRÄNEMARK et coll**

Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies.  
Scand J Plast Reconstr Surg. 1969; **3**(2):81-100.

**11. CHICHE G et PINAULT A.**

Esthétique et restauration des dents antérieures.  
Paris : CDP, 1995.

**12. FORSBERG CM.**

Facial morphology and ageing: a longitudinal cephalometric investigation of young adults.

Eur J Orthod 1979; **1**(1):15-23.

**13. FUDALEJ P, VINCENT G, KOKICH, et LEROUX B.**

Determining the cessation of vertical growth of the craniofacial structures to facilitate placement of single-tooth implants.

Am J Orthod Dentofac 2007; **131** : S59-S67.

**14. ISEREI H et SOLOW B.**

Continued eruption of maxillary incisors and first molars in girls from 9 to 25 years, studied by the implant method.

Europ J Orthod 1996; **18**: 245-256.

**15. ISRAEL H.**

Age factor and the pattern of change in craniofacial structures.

Am J Phys Anthropol 1973; **39**: 111-128.

**16. ISRAEL H.**

Recent knowledge concerning craniofacial aging.

Angle Orthod 1973; **43**(2):176-184.

**17. JEMT T.**

Measurements of tooth movements in relation to single-implant restorations during 16 years: a case report.

Clin Implant Dent Relat Res 2005; **7**(4):200-208.

**18. JEMT T, AHLBERG G, HENRIKSSON K et BONDEVIK O.**

Tooth movements adjacent to single-implant restorations after more than 15 years of follow-up.

Int J Prosthodont 2007 Nov-Dec; **20**(6):626-632.

**19. KENDRICK GS et RISINGER HL.**

Changes in the anteroposterior dimensions of the human male skull during the third and fourth decade of life.

Anat Rec 1967; **159**: 77-81.

**20. KILIARIDIS S, JOHANSSON A, HARALDSON T, et coll.**

Craniofacial morphology, occlusal traits, and bite force in persons with advanced tooth wear.

Am J Orthod Dentofac Orthop 1995; **107**:286-292.

**21. LEWIS AB et ROCHE AF.**

Late growth changes in the craniofacial skeleton.

Angle Orthod 1988; **58**(2):127-135.

**22. LEWIS AB et ROCHE AF.**

The saddle angle; constancy or change?  
Angle Orthod 1977;**47**(1):46-54.

**23. MEREDITH HV.**

Toward a working concept of physical growth.  
Am J Orthod Oral Surg 1945;**31**:440-458.

**24. OESTERLE LJ et CRONIN RJ Jr.**

Adult growth, aging, and the single-tooth implant.  
Int J Oral Maxillofac Implants 2000 Mar-Apr; **15**(2): 252-260.

**25. OESTERLE LJ et CRONIN RJ Jr et RANLY DM.**

Maxillary implants and the growing patient.  
Int J Oral Maxillofac Implants 1993;**8**(4):377-387.

**26. TALLGREN A.**

Neurocranial morphology and ageing – a longitudinal roentgen cephalometric study of adult Finnish women.  
Am J Phys Anthropol 1974;**41**:285-293.

**27. TJAN AH, MILLER GD et THE JG.**

Some esthetic factors in a smile.  
J Prosthet Dent 1984;**51**(1): 24-28.

**28. THILANDER B, ODMAN J et JEMT T.**

Single implants in the upper incisor region and their relationship to the adjacent teeth. An 8-year follow-up study.  
Clin Oral Implants Res 1999 Oct;**10**(5):346-355.

**29. THILANDER B, ODMAN J et coll.**

Aspects on osteointegrated implants inserted in growing jaws. A biometric and radiographic study in the young pig.  
Eur J Orthodont 1992;**14**: 99-109.

**30. THILANDER B, ODMAN J et LEKHOLM U.**

Orthodontics aspects of the use of oral implants in adolescents: a 10 years follow up study.  
Europ J Orthodont 2001;**23**:715-731.

**31. WESTWOOD RM et DUNCAN JM.**

Implants in adolescents: a literature review and case reports.  
Int J Oral Maxillofac Implants 1996 Nov-Dec;**1**(6):750-755.

## Table des figures

- Figure 1** : Schéma de la structure du tissu osseux primaire non lamellaire (a) et lamellaire (b) selon Poirier [2].....p 7
- Figure 2** : Evolution de la face de la 4<sup>ème</sup> à la 9<sup>ème</sup> semaine IU (Couly in Château, CDP, Ed Paris 1993)[2].....p 8
- Figure 3** : Masque du "loup de carnaval" (Mugnier) donnant à voir la partie antérieure du chondrocrâne au deuxième mois IU [2].....p 9
- Figure 4** : Schéma de l'ossification externe du maxillaire (Munier) [2].....p 10
- Figure 5** : Le parallélisme des sutures faciales entraînerait la croissance faciale en bas et en avant selon Weinmann et Sicher [2].....p 14
- Figure 6** : Croissance antéro-postérieure : avancement de la fosse cérébrale moyenne et rôle des sutures fronto-maxillaire et maxillo-malaire [2]...p 16
- Figure 7** : Croissance verticale des procès alvéolaires [2].....p 18
- Figure 8** : Courbes moyenne de taux de croissance de la taille staturale en cm, des sutures maxillo-faciales et des condyles en mm chez les garçons (Björk) [2].....p 23
- Figure 9** : Division de la courbe de croissance en périodes autour du pic pubertaire. (Hagg et Pancherz, 1988) [2].....p 24
- Figure 10** : Schéma montrant la correspondance entre la croissance staturale et la calcification des os du poignet et des doigts (Ecole Lyonnaise) [2].....p 24
- Figure 11** : Les lignes de référence squelettiques de l'étude céphalométrique de Forsberg [12].....p 29
- Figure 12** : Points céphalométriques utilisés par Bishara [6].....p 30
- Figure 13** : Repères céphalométriques utilisés par Bondevik [8].....p 32
- Figure 14** : Quelques exemples de superpositions (Behrents) [3].....p 32
- Figure 15** : Zoom sur les changements moyens au niveau de l'étage inférieur de la face (Behrents – 1985) [3].....p 36

<b>Figure 16</b> : Hauteur de la ligne du sourire. [9].....	<b>p 38</b>
<b>Figure 17</b> : Réussite esthétique en prothèse implanta portée unitaire.....	<b>p 38</b>
<b>Figure 18</b> : Différents types de contours gingivaux considérés comme esthétiques [9].....	<b>p 39</b>
<b>Figure 19</b> : Différents types de contours gingivaux considérés comme inesthétiques [9].....	<b>p 39</b>
<b>Figure 20</b> : Coupe histologique d'un implant ostéointégré [5].....	<b>p 40</b>
<b>Figure 21</b> : Cicatrisation osseuse péri implantaire [5].....	<b>p 42</b>
<b>Figure 22</b> : Chronologie de la cicatrisation et du remodelage osseux péri-implantaire [5].....	<b>p 43</b>
<b>Figure 23</b> : Photo donnant à voir l'incisive centrale gauche (21) ankylosée, en infraclusion.....	<b>p 44</b>
<b>Figure 24</b> : Illustration clinique d'implantation chez l'adolescent dans les secteurs latéraux [31].....	<b>p 47</b>
<b>Figure 25</b> : Illustration clinique d'implantation chez l'adolescent dans le secteur antérieur [30].....	<b>p 48 – 49</b>
<b>Figure 26</b> : Comparaison de courbes typiques de taux de croissance staturale (cm/an) chez les garçons (pic à 14 ans) et les filles (pic à 12 ans) de 6 à 18 ans [2].....	<b>p 50</b>
<b>Figure 27</b> : Photos prises lors de la pose de la couronne implanta portée en 1985 en remplacement de l'incisive centrale supérieure droite, et en 2002 lors de la réévaluation finale. (M. Bert) [5].....	<b>p 52</b>
<b>Figure 28</b> : Radiographies rétro alvéolaires de l'implant en remplacement de l'incisive centrale supérieure droite en 1993 lors de la pose et en 2002 lors de la réévaluation finale. (M. Bert) [5].....	<b>p 52</b>
<b>Figure 29</b> : Photos prises en 2002 lors de la réévaluation finale donnant à voir le décalage de la prothèse implanta portée unitaire par rapport aux dents adjacentes. (M. Bert) [5].....	<b>p 53</b>
<b>Figure 30</b> : Implant mise en place chez une femme de 34 ans en remplacement de l'incisive centrale supérieure gauche. (Thilander, Ödman et Jemt) [28].....	<b>p 56</b>

<b>Figure 31</b> : Mesures réalisées sur des clichés rétroalvéolaires [4].....	<b>p 58</b>
<b>Figure 32</b> : Photos cliniques du jour de la pose des couronnes implanto portées unitaires, à 25 ans (1988) (Jemt) [17].....	<b>p 60</b>
<b>Figure 33</b> : Photos cliniques après 9 ans en fonction, à 34 ans (1997) (Jemt) [17].....	<b>p 61</b>
<b>Figure 34</b> : Photos clinique après 16 ans en fonction, à 41 ans (2004) (Jemt) [17].....	<b>p 61</b>
<b>Figure 35</b> : Evaluation de l'infraclusion de la prothèse implanto-portée unitaire (Score A, B, C ou D) (Jemt, Henriksson et Bondevik) [18].....	<b>p 64</b>

	Thèse N°
<p><b>Le Guennec Benoit.</b> – Impact du remodelage osseux crânio-facial sur l'esthétique à long terme de la prothèse implanta portée unitaire du secteur maxillaire antérieur. 35 f. ; ill. ; 31 ref. ; 30 cm.- (Thèse : Chir.Dent.; NANTES ; 2008). N°</p>	
<p><u>Résumé de thèse :</u></p> <p>On commence seulement aujourd'hui à avoir un réel recul clinique pour pouvoir évaluer la réussite esthétique d'un traitement implantaire à long terme car on ne pose des implants que depuis une trentaine d'années. On s'est notamment aperçu que même chez des patients implantés à l'age adulte, on pouvait observer, une, deux, ou trois décennies plus tard, des changements dans la position relative de l'implant par rapport aux dents adjacentes; changements qui pouvaient compromettre la réussite esthétique de la thérapeutique implantaire à long terme.</p> <p>Après un rappel sur les principes de la croissance maxillo-faciale chez l'adolescent, nous présentons les changements crânio-faciaux qui se mettent en place à l'age adulte tout au long de la vie, en nous attardant principalement sur les changements pouvant avoir une répercussion sur le devenir esthétique de l'implant unitaire antérieur.</p> <p>Enfin, nous présentons l'impact de ces changements sur la relation entre la prothèse implanta portée unitaire et les dents naturelles adjacentes et leurs conséquences sur l'esthétique à long terme chez l'adulte.</p>	
<p><u>Rubrique de classement :</u> Implantologie</p>	
<p><u>Domaine Bibliodent :</u> Croissance et développement</p>	
<p><u>Mots clés MESH :</u> Croissance osseuse – Esthétique dentaire – Implants dentaire Bone development – Esthetics dental – Dental implants</p>	
<p><u>Mots clés Bibliodent :</u> Croissance crânio-faciale – adulte – Esthétique – Prothèse implantaire</p>	
<p><u>Jury :</u> Président : Monsieur le Professeur Bernard Giumelli Assesseurs : Monsieur le Docteur Afchine Saffarzadeh Monsieur le Docteur Eric Chaberlin Directeur de thèse : <u>Monsieur le Docteur Alain Hoornaert</u></p>	
<p><u>Adresse de l'auteur :</u> 29 chaussée de la Madeleine – 44000 Nantes. <a href="mailto:bleguennec@gmail.com">bleguennec@gmail.com</a></p>	