

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I
U.F.R D'ODONTOLOGIE

ANNEE UNIVERSITAIRE 2004-2005

MEMOIRE

Pour le

CERTIFICAT D'ETUDES CLINIQUES SPECIALES
MENTION ORTHODONTIE

**LA MATURATION DE LA SUTURE MEDIO-PALATINE :
INCIDENCE SUR L'EXPANSION MAXILLAIRE TARDIVE**

Présenté le 15 Décembre 2005 par

Morgane LE GUILLOU

Jury :

- Monsieur le Professeur P. CANAL
- Monsieur le Docteur Ch. CHAMBAS
- Monsieur le Docteur J.J. AKNIN
- Madame le Docteur M. RABERIN
- Monsieur le Docteur L. MORGON

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

Président de l'Université
Vice-Président du Conseil d'Administration
Vice-Président du Conseil Scientifique
Vice-Président du Conseil des Etudes et de Vie Universitaire
Secrétaire Général

M. le Professeur D. DEBOUZIE
M. le Professeur R. GARRONE
M. le Professeur J.F. MORNEX
M. le Professeur G. ANNAT
M. J.P. BONHOTAL

SECTEUR SANTE

Composantes :

Comité de Coordination des Etudes Médicales	Président : M. le Professeur D. VITAL-DURAND
U.F.R. de Médecine "R.T.H. Laënnec"	Directeur : M. le Professeur D. VITAL-DURAND
U.F.R. de Médecine "Grange-Blanche"	Directeur : M. le Professeur X. MARTIN
U.F.R. de Médecine "Lyon-Nord"	Directeur : M. le Professeur. F. MAUGUIERE
U.F.R. de Médecine "Lyon-Sud"	Directeur : M. le Professeur F.N. GILLY
U.F.R. d'Odontologie	Directeur : M. le Docteur O. ROBIN
Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques	Directeur : M. le Professeur F. LOCHER
Institut Techniques de Réadaptation	Directeur : M. le Professeur L. COLLET
Département de Formation et Centre de Recherche en Biologie Humaine	Directeur : M. le Professeur P. FARGE

SECTEUR SCIENCES

Composantes :

UFR de Physique	Directeur : M. le Professeur A. HOAREAU
UFR de Biologie	Directeur : M. le Professeur H. PINON
UFR de Mécanique	Directeur : M. le Professeur H. BEN HADID
UFR de Génie Electrique et des Procédés	Directeur : M. le Professeur A. BRIGUET
UFR Sciences de la Terre	Directeur : M. le Professeur P. HANTZPERGUE
UFR de Mathématiques	Directeur : M. le Professeur M. CHAMARIE
UFR d'Informatique	Directeur : M. le Professeur M. EGEA
UFR de Chimie-Biochimie	Directeur : M. le Professeur J.P. SCHARFF
UFR STAPS	Directeur : M. le Professeur R. MASSARELLI
C.R.A.L.	Directeur : M. B. GUIDERDONI, Directeur de Recherche
I.S.T.I.L.	Directeur : M. le Professeur J. LIETO
I.S.F.A.	Directeur : M. le Professeur J.C. AUGROS
IUT A	Directeur : M. C. COULET, Maître de Conférences
IUT B	Directeur : M. le Professeur R. LAMARTINE

U.F.R. D'ODONTOLOGIE DE LYON

Doyen : M. Olivier ROBIN, Maître de Conférences
Vice-Doyen : M. Guillaume MALQUARTI, Professeur des Universités
Vice-Doyen : M. Jean-Christophe FARGES, Maître de Conférences
Vice-Doyen Etudiant : Mlle Thuy-Anh TRAN

SOUS-SECTION 56-01: PEDODONTIE

Professeur des Universités : M. Jean-Jacques MORRIER
Maîtres de Conférences : Mme Dominique BOUVIER-DUPREZ, M. Jean-Pierre DUPREZ

SOUS-SECTION 56-02 : ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : M. Jean-Jacques AKNIN, M. Laurent MORGON, M. Alain HUET,
Mme Claire PERNIER, Mme Monique RABERIN

SOUS-SECTION 56-03 : PREVENTION - EPIDEMIOLOGIE ECONOMIE DE LA SANTE - ODONTOLOGIE LEGALE

Professeur des Universités : M. Denis BOURGEOIS
Maître de Conférences : M. Bruno COMTE

SOUS-SECTION 57-01 : PARODONTOLOGIE

Professeur des Universités : M. Jacques DOURY
Maîtres de Conférences : M. Bernard-Marie DURAND, M. Pierre-Yves HANACHOWICZ,
M. Philippe RODIER

SOUS-SECTION 57-02 : CHIRURGIE BUCCALE - PATHOLOGIE ET THERAPEUTIQUE ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION

Professeur des Universités : M. Jean-Loup COUDERT
Maître de Conférences : Mme Anne-Gaëlle CHAUX-BODARD, M. Thomas FORTIN,
M. Jean-Pierre FUSARI

SOUS-SECTION 57-03 : SCIENCES BIOLOGIQUES

Professeur des Universités : M. Henry MAGLOIRE
Maîtres de Conférences : Mme Odile BARSOTTI, M. Christian CHAVRIER
M. J. Christophe FARGES, M. Christian RIBAUX

SOUS-SECTION 58-01 : ODONTOLOGIE CONSERVATRICE - ENDODONTIE

Professeur des Universités : M. Pierre FARGE
Professeurs 1er grade : M. Philippe BONIN
Maîtres de Conférences : Mme Marion LUCCHINI, M. Alain MARCILLY, M. Thierry SELLI,
Mme Dominique SEUX

SOUS-SECTION 58-02 : PROTHESE

Professeur des Universités : M. Dominique BOIS, M. Guillaume MALQUARTI
Professeur 1er grade : M. Christian PIREL
Maîtres de Conférences : M. Yves ALLARD, Mme Catherine MILLET, M. Gilbert VIGUIE,
M. Stéphane VIENNOT, M. Bernard VINCENT

SOUS-SECTION 58-03 : SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES OCCLUSODONTIQUES, BIOMATERIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE

Professeur des Universités : Mme Michèle LISSAC
Maîtres de Conférences : Mme Brigitte GROSGOGEAT, M. Patrick EXBRAYAT, M. Olivier ROBIN

PLAN

INTRODUCTION	1
---------------------	----------

PREMIERE PARTIE : RAPPELS ANATOMIQUES ET CROISSANCE TRANSVERSALE DU PALAIS

1 ANATOMIE	2
1.1 Le palais	2
1.2 La suture médio-palatine	2
1.3 Les fibro-muqueuses palatines	3

2 PARTICIPATION DE LA SUTURE MEDIO-PALATINE DANS LA CROISSANCE TRANSVERSALE POST-NATALE DU PALAIS	4
--	----------

DEUXIEME PARTIE : MATURATION DE LA SUTURE MEDIO-PALATINE

1 CARACTERISTIQUES DE LA MATURATION DE LA SUTURE MEDIO-PALATINE	7
1.1 Histologie	7
1.1.1 <u>Structure microscopique des sutures aux différents stades de développement</u>	7
Stade d'approche des territoires osseux	8
Stade de rencontre des territoires osseux	9
Stade de croissance suturale active	10
La croissance à un stade plus avancé	10
Stade adulte	11
1.1.2 <u>Particularité structurale : tissu cartilagineux</u>	11
1.2 Stades évolutifs	12
1.2.1 <u>En fonction du degré d'envahissement osseux</u>	12
Stade de synfibrose	12
Stade de synarthrose fibreuse	12
Stade de synostose	13
1.2.2 <u>En fonction de la morphologie</u>	14
1.3 Facteurs de la maturation suturale	15

1.3.1	<u>Facteurs génétiques</u>	15
1.3.2	<u>Facteurs environnants</u>	15
	Les hormones	16
	les structures cartilagineuses et les éléments osseux de la base du crâne	17
	Les tissus mous et les fonctions	18

2 INDICATEURS DE LA MATURATION SUTURALE : IMPORTANCE DE LA CONNAISSANCE DES AGES BIOLOGIQUES

2.1	Corrélation âge statural / maturation suturale	20
2.1.1	<u>Etudes implantaires</u>	20
2.1.2	<u>Etudes histologiques</u>	21
2.2	Corrélation âge osseux / maturation suturale	23

<p>TROISIEME PARTIE : APPLICATION CLINIQUE DE L’EVALUATION DE LA MATURATION DE LA SUTURE MEDIO-PALATINE</p>
--

1.	LA THERAPEUTIQUE D’EXPANSION MAXILLAIRE	26
1.1	Principe et Indication	26
1.2	Description des principaux dispositifs utilisés	27
1.3	Rythmes d’application	29
1.4	Effets thérapeutiques maxillaires	29
1.4.1	<u>Au niveau de la suture médio-palatine</u>	29
	Analyse histologique	29
	Analyse radiologique	30
1.4.2	<u>Au niveau squelettique</u>	31
1.4.3	<u>Au niveau alvéolaire</u>	32
1.4.4	<u>Au niveau dentaire</u>	32
1.5	Stabilité/ contention	34
2.	L’EXPANSION MAXILLAIRE TARDIVE	35
2.1	Contre-indications de l’expansion maxillaire tardive	35
2.2	Etudes concernant l’expansion maxillaire tardive	37

2.2.1	<u>Etude expérimentale chez l' animal</u>	38
2.2.2	<u>Etudes histologiques chez l'homme</u>	39
2.2.3	<u>Etudes cliniques</u>	40

ETUDE CLINIQUE DE L'EXPANSION MAXILLAIRE TARDIVE

1	MATERIEL ET METHODE	48
1.1	Echantillon	48
1.2	Protocole clinique	49
1.3	Enregistrements	49
1.4	Mesures	50
2	RESULTATS	51
2.1	Examens clinique et radiologique	51
2.2	Etude des moulages	60
2.2.1	<u>Etude des distances inter-dentaires</u>	60
2.2.2	<u>Etude de la version molaire</u>	65
2.2.3	<u>Etude du tracé des contours palatins</u>	68
3	DISCUSSION	69
3.1	Largeur inter-molaire	69
3.2	Largeur inter-canine	70
3.3	Version molaire	70
	ANNEXE	72
	CONCLUSION	78

INTRODUCTION

Une des caractéristiques essentielles de l'orthopédie dento-faciale est de s'appliquer à des sujets en pleine croissance et de pouvoir alors intercepter, activer ou moduler cette croissance, notamment au niveau des sutures faciales.

La suture médio-palatine constitue un joint d'union des pièces osseuses constituant la voûte palatine; c'est un site de croissance actif et le siège d'une ossification.

Lorsqu'un enfant présente une déficience transversale maxillaire ou endognathie maxillaire, il est d'utilisation courante de la résoudre par une thérapeutique d'expansion maxillaire rapide dont le principe est de stimuler la croissance de la suture médio-palatine.

Dans le cadre de cette thérapeutique d'expansion, l'évaluation de la maturation de la suture médio-palatine semble être d'une importance clinique significative.

Dans ce travail, notre objectif est de déterminer l'âge limite de l'expansion maxillaire.

Après quelques rappels anatomiques et physiologiques de la voûte palatine afin de situer la suture médio-palatine et de préciser son rôle dans la croissance transversale, nous étudierons les caractéristiques et les facteurs concourant à sa maturation et nous tenterons d'évaluer s'il existe une corrélation positive entre la maturation de cette suture et les âges biologiques.

Dans la troisième partie, après avoir présenté la thérapeutique d'expansion maxillaire et ses effets, nous discuterons de la limite d'âge de l'expansion à travers une analyse des principales études à ce sujet.

Enfin, nous présenterons et étudierons les effets de l'expansion maxillaire orthopédique réalisée chez 11 jeunes adultes afin d'illustrer notre propos.

PREMIERE PARTIE : RAPPELS ANATOMIQUES ET CROISSANCE TRANSVERSALE DU PALAIS

1 ANATOMIE

1.1 Le palais

Le palais comprend deux parties :

- une partie antérieure, horizontale, osseuse et solide : le palais osseux ou palais dur (voûte palatine), formé par l'union des processus palatins des maxillaires et des lames horizontales des os palatins et recouvert d'une fibromuqueuse très adhérente à l'os.

- une partie postérieure, verticale, musculaire et mobile : le voile du palais ou palais mou.

Cette cloison ostéomusculaire sépare les fosses nasales de la cavité buccale.

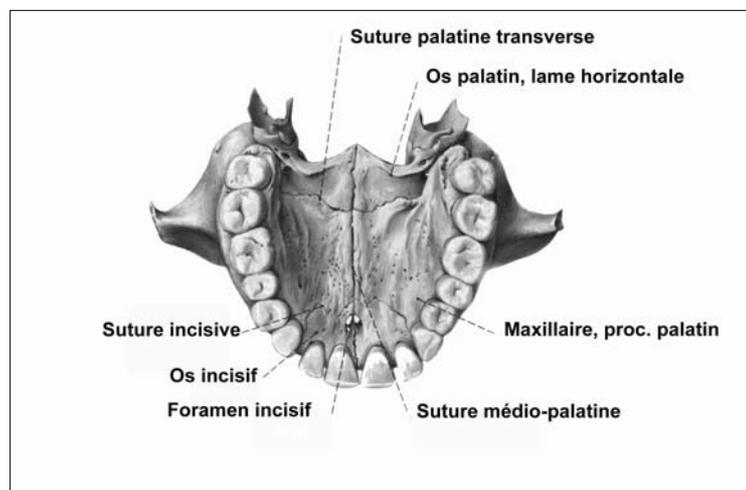


Figure 1 : Palais dur (SOBOTTA, 1995 /80).

1.2 La suture médio-palatine

La suture médio-palatine est de type harmonique : les surfaces s'affrontent bord à bord par simples rugosités. Elle fait partie du système sutural sagittal (SCOTT, cité par LE DIASCORN, 1972 /56).

Elle est formée de deux parties :

Partie antérieure : la suture intermaxillaire

Elle résulte de l'accolement sur la ligne médiane des bords internes et rugueux des processus palatins des maxillaires.

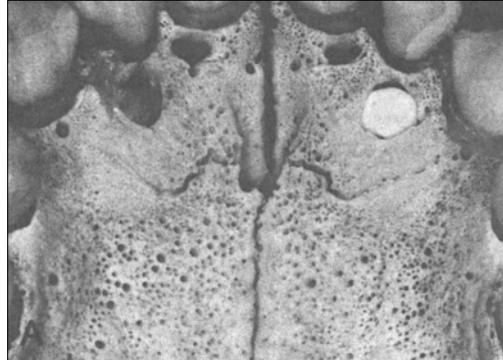


Figure 2 : Suture intermaxillaire, vue palatine (BEHRENTS et HARRIS, 1991 /7).

Partie postérieure : la suture interpalatine

Elle résulte de la réunion sur la ligne médiane, des bords internes, épais, rugueux et finement dentelés des lames horizontales des palatins.

1.3 Les Fibro-muqueuses palatines (DELAIRE et coll, 1989 /32)

Au niveau du palais, il existe trois types de fibro-muqueuses :

- ♦ La fibro-muqueuse des lames palatines : lisse et mince, elle occupe seulement la partie médiane et postérieure de la voûte palatine, en regard des fosses nasales et recouvre donc la suture médio-palatine.
- ♦ La fibro-muqueuse palatine maxillaire : épaisse et striée, elle circonscrit la précédente jusqu'à la gencive.
- ♦ La fibro-muqueuse gingivale : lisse, elle correspond à l'étage alvéolaire et s'étend de la fibro-muqueuse palatine maxillaire aux collets des dents.

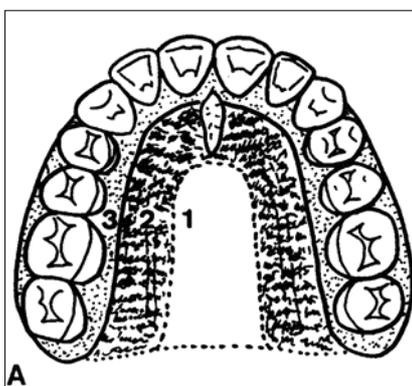


Figure 3 : Représentation schématique de la localisation des trois fibro-muqueuses palatines (DELAIRE et coll, 1989 /32).

1 : fibro-muqueuse des lames palatines

2 : fibro-muqueuse palatine maxillaire

3 : fibro-muqueuse gingivale

2 PARTICIPATION DE LA SUTURE MEDIO-PALATINE DANS LA CROISSANCE TRANSVERSALE POST-NATALE DU PALAIS

Deux mécanismes contribuent à la croissance transversale post-natale du palais :

- la croissance modelante d'origine périostée sur les parties latérales des procès alvéolaires,
- la croissance au niveau de la suture médio-palatine.

L'influence respective de ces deux facteurs est discutée selon les auteurs.

→ Selon certains auteurs, le mécanisme de croissance modelante constitue le facteur essentiel de la croissance transversale :

SCOTT (cité par BJORK et SKIELLER, 1977 /11) décrit la suture médiane comme un site de croissance actif durant la vie fœtale, en doutant toutefois qu'une croissance ait lieu à ce niveau après la naissance.

ENLOW (cité par BJORK et SKIELLER, 1977 /11) considère que l'élargissement du palais et de l'arcade dentaire supérieure résulte essentiellement d'un processus de remodelage.

LATHAM (cité par BJORK et SKIELLER, 1977 /11) ne trouve aucun signe histologique de croissance active de la suture médio-palatine après l'âge de 2-3 ans.

D'après LE DIASCORN (1972 /56), après la première enfance, le palais s'élargit grâce à :

- L'activité de la suture médio-palatine sollicitée par les fonctions de déglutition et de mastication, cependant la croissance obtenue au niveau de cette suture est faible car il existe peu de différences entre les distances inter-prémolaires de l'adulte et inter-molaires temporaires de l'enfant.
- L'allongement de l'arcade alvéolo-dentaire vers l'arrière (mécanisme principal), par l'activité de la suture palatine transverse.

Cet allongement important (de l'ordre de 3 cm entre l'âge de 3 ans et l'âge adulte) est de plus divergent d'où une augmentation des diamètres transversaux (principe du V d'Enlow).

→ L'opinion opposée, selon laquelle l'activité de la suture médio-palatine contribue beaucoup à l'élargissement du maxillaire, en tout cas après les premières années de la vie, a été défendue par d'autres auteurs :

Dès 1922, KEITH et CAMPION, en comparant des crânes d'adultes et d'enfants, concluent que la suture médiane est un facteur actif dans la croissance en largeur du palais dur (cités par BJORK et SKIELLER, 1977 /11).

Les études radiographiques de BJORK et SKIELLER (1977 /11, 1984 /12), au moyen de la méthode des implants métalliques, se sont révélées très appropriées. Ils concluent que la croissance suturale est le facteur le plus important dans le développement transversal du maxillaire.

- En effet, ils évaluent depuis l'âge de 3,11 à 17,11 ans la croissance suturale médiane à 6,7 mm et à 9,5 mm la distance entre les limites externes du maxillaire.

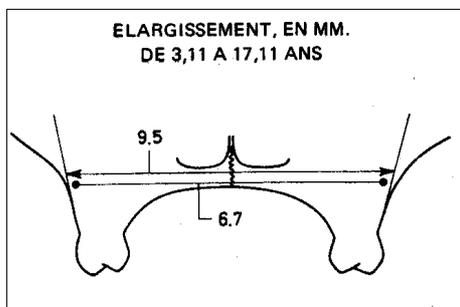


Figure 4 : Croissance transversale du maxillaire au niveau des implants latéraux (BJORK et SKIELLER, 1984 /12).

- De plus, en comparant les zones antérieures et latérales, ils mettent en évidence que la croissance est plus grande entre les implants latéraux qu'entre les implants antérieurs, dans un rapport de 1 à 3 en moyenne.

Cela démontre que la suture médio-palatine s'élargit davantage dans la partie postérieure que dans la partie antérieure et que, en conséquence, les deux héli-maxillaires pivotent l'un par rapport à l'autre selon un plan transversal.

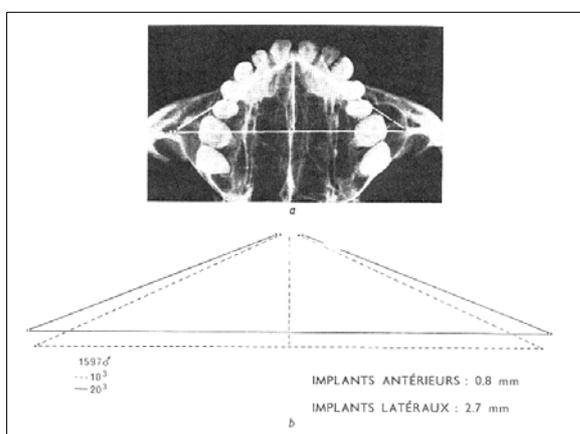


Figure 5 : Croissance de la suture médio-palatine. Triangle construit dans le plan horizontal, pour illustrer la rotation transversale des héli-maxillaires au cours de la croissance (BJORK et SKIELLER, 1977 /11, 1984 /12).

Ceci entraîne alors un raccourcissement de la longueur du maxillaire dans le plan sagittal médian.

Ce fait a été confirmé par les travaux de OSTYN et coll (1995 /67) concernant la régulation de la croissance transversale maxillaire chez le *Macaca fascicularis*.

Pour DELAIRE (LE DIASCORN, 1972 /56), les sutures inter-incisive (partie antérieure de la suture intermaxillaire, en avant du canal palatin antérieur) et incisivo-canine jouent un rôle important dans l'expansion de la partie antérieure du palais.

Sous l'influence essentiellement des pressions linguales, les deux portions du pré-maxillaire effectuent une rotation externe autour d'un axe situé dans la région de la canine. Ce déplacement osseux que DELAIRE compare à celui d'un pont-levis à deux battants, est rendu inapparent par la croissance de rattrapage des sutures inter-incisive et incisivo-canine.

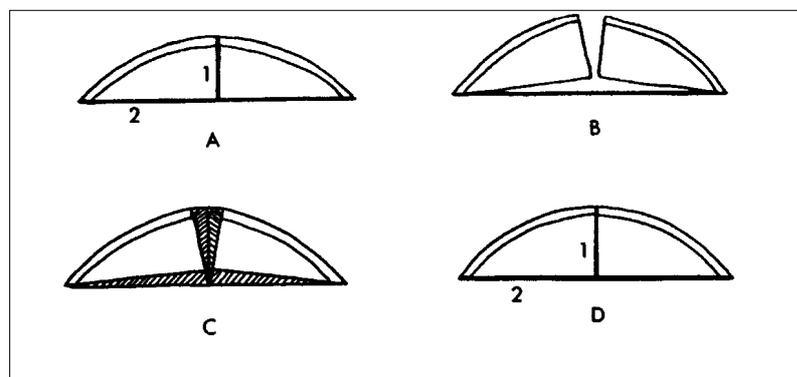


Figure 6 : Mécanisme de la croissance au niveau des sutures inter-incisive (1) et incisivo-canine (2), (d'après DELAIRE, LE DIASCORN, 1972 /56).

A : Pont fermé.

B : Pont ouvert (sans rattrapage des sutures).

C : Secteurs de croissance de rattrapage (hachures).

D : Les sutures après la croissance.

DEUXIEME PARTIE : MATURATION DE LA SUTURE MEDIO-PALATINE

1 CARACTERISTIQUES DE LA MATURATION DE LA SUTURE MEDIO-PALATINE

Pour PHILIPPE et CHOQUIN (1971 /73), la maturation est le processus de différenciation des tissus selon lequel un organe devient pleinement apte à remplir sa fonction.

Si la croissance est l'aspect quantitatif, la maturation est un phénomène qualitatif.

Nous allons analyser lors du processus de croissance, les phénomènes histologiques, les stades évolutifs de la suture médio-palatine ainsi que les facteurs concourant à sa maturation.

1.1 Histologie

L'étude histologique des sutures nous permet de mieux saisir le mécanisme de croissance à leur niveau.

1.1.1 Structure microscopique des sutures aux différents stades de développement

Différentes conceptions existent, nous développerons la plus communément admise, celle de PRITCHARD, SCOTT et GIRGIS établie en 1956 à partir d'une étude histologique de matériel sutural humain et animal (LE DIASCORN, 1972 /56 ; DESHAYES, 1986 /33; WAGEMANS et coll, 1988 /85 ; COHEN, 1993 /22).

Les sutures passent successivement par plusieurs stades, depuis les premiers stades embryonnaires, alors qu'elles ne sont pas encore individualisées, jusqu'au stade adulte.

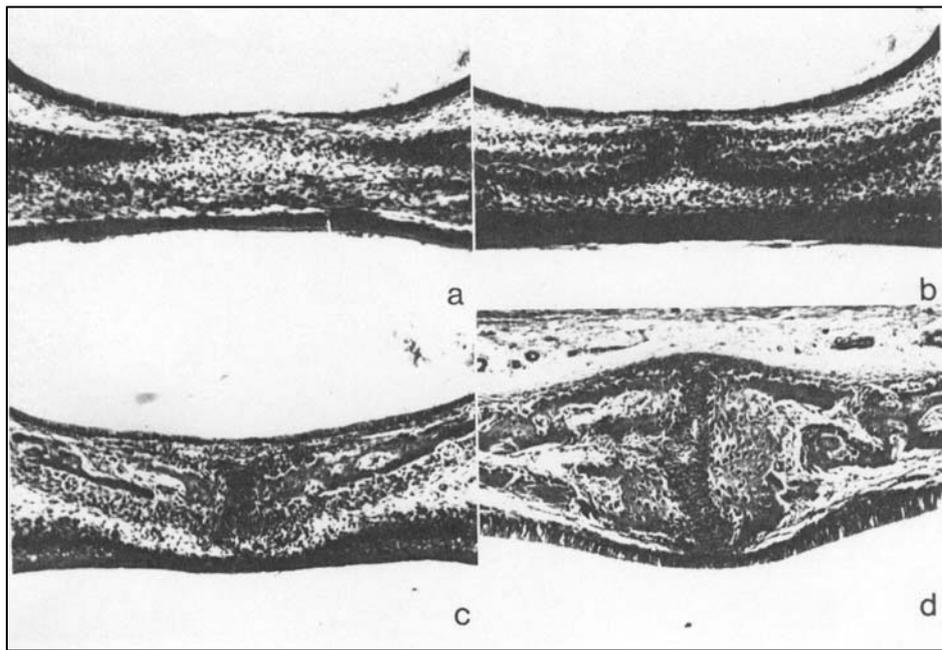


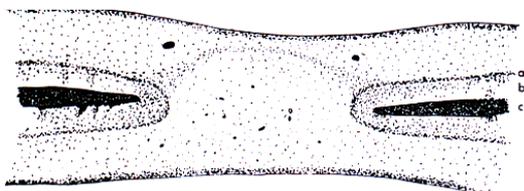
Figure 7 : Les différents stades du développement sutural (WAGEMANS et coll, 1988 /85).

Sections histologiques de la suture intermaxillaire chez le rat albinos Wistar.

- a- Stade d'approche.
- b- Stade de rencontre.
- c- Stade de croissance suturale active.
- d- Stade de croissance plus avancé.

Stade d'approche des «territoires osseux»

Lors de la formation des os de la face et de leur rapprochement au sein du tissu mésenchymateux lâche, on reconnaît déjà, à proximité du «territoire osseux» trois zones bien distinctes :



- a- Couche externe périostée fibreuse.
- b- Couche ostéogène.
- c- Plateau osseux interne.

Figure 8 : Représentation schématique d'une suture palatine de fœtus de mouton (d'après PRITCHARD, LE DIASCORN, 1972 /56).

- Une couche fibreuse périostée externe (ou capsulaire) en continuité directe avec la partie fibreuse du périoste, constituée de fibres collagènes épaisses, tangentielles avec des fibroblastes intercalés.
- Une couche ostéogène : constituée de fibrilles précollagènes immatures à disposition radiée, très riche en cellules : les pré-ostéoblastes situés en périphérie et les ostéoblastes situés dans la partie interne de l'os. Cette zone est le siège d'une activité ostéogénique intense.
- Un plateau osseux interne : constitué de lamelles entremêlées d'os de membrane.

Stade de rencontre des «territoires osseux»

Au moment où les os se rejoignent, les capsules fibreuses des «territoires osseux» s'unissent par l'intermédiaire de deux lames fibreuses (externe et interne), considérées comme des couches de jonction. Un reliquat de tissu mésenchymateux lâche va s'interposer entre les extrémités osseuses et les extrémités des capsules fibreuses vont garder leur identité.

D'un bord à l'autre de l'os, la suture présente cinq couches distinctes (LE DIASCORN, 1972 /56 ; DESHAYES, 1986 /33; WAGEMANS, 1988 /85) :

- la première couche ostéogène ,
- la première couche fibreuse,
- la zone médiane cellulaire lâche, hautement vasculaire,
- la seconde couche fibreuse,
- la seconde couche ostéogène .

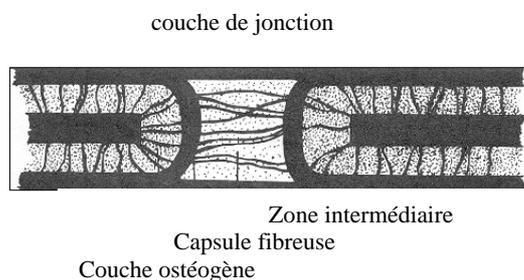


Figure 9 : Schéma illustrant la structure d'une suture en cours de croissance (d'après SCOTT, LE DIASCORN, 1972 /56).

Stade de croissance suturale active

Une certaine quantité d'os néoformé va apparaître au niveau de chaque berge suturale (dépôts sous périoste et endosté) expliquant les remaniements structuraux importants présentés sur les schémas suivants.

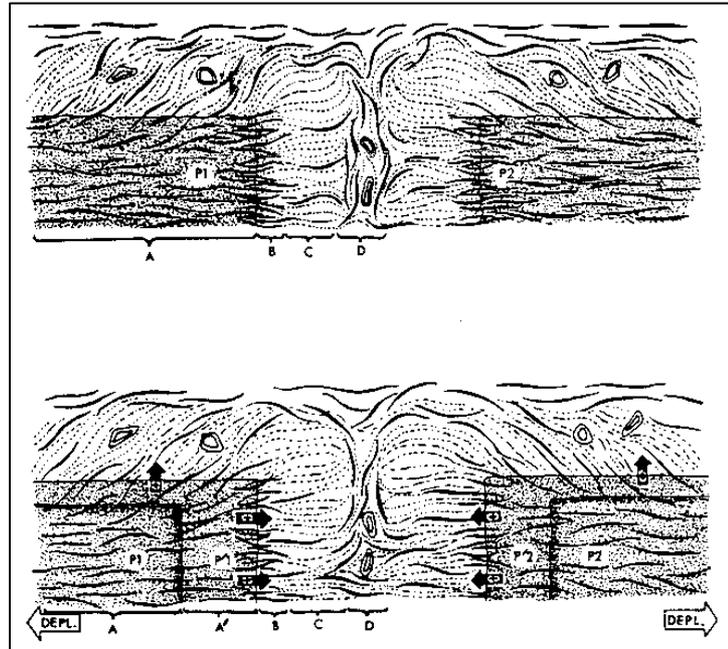


Figure 10 : En haut : répartition des fibres constituant une suture, en bas : modifications structurales engendrées par la croissance suturale (d'après ENLOW, LE DIASCORN, 1972 /56).

A : Plateau osseux.

A' : Os néoformé.

B : Zone fibrillaire épaisse.

D : Zone capsulaire.

C : Zone ostéogène.

La croissance à un stade plus avancé

Les berges osseuses sont plus épaisses et compactes. L'os est le siège de remaniements structuraux : formation d'os haversien, apposition en surface et remodelage interne par résorption ostéoclastique.

On distingue toujours cinq couches au niveau de la suture, mais leurs proportions sont modifiées :

- La couche ostéogène est réduite à une simple couche d'ostéoblastes.
- Les deux capsules fibreuses sont plus denses, mais l'orientation des fibres demeure tangentielle aux faces suturales de l'os.

- De forts trousseaux fibreux (fibres de Sharpey) partent de l'os en rayonnant et se terminent dans les couches capsulaires.
- Le périoste se divise en deux couches : la couche externe, couche d'union entre les deux berges suturales, et la couche interne contournant la partie interne de la suture pour former une des capsules fibreuses qui rejoint la couche interne du périoste de l'autre côté.
- La zone médiane très vasculaire est beaucoup moins fibreuse que les zones capsulaires.

Stade adulte

Il n'y a plus de croissance active au niveau des berges osseuses.

La couche ostéogène est réduite à une couche de cellules conjonctives qui peuvent, cependant, reprendre un potentiel ostéogénique en cas de fracture.

Bien que le mode de formation des sutures crâniennes et faciales soit quelque peu différent, toutes les sutures de la face et du crâne présentent cette structure en 5 couches (PRITCHARD et coll cités par WAGEMANS, 1988 /85).

Cette structure en 5 couches est largement acceptée aujourd'hui, ce nombre de couches a cependant été discuté par de nombreux auteurs (WEINMANN et SICHER, ENLOW cités par WAGEMANS et coll, 1988 /85; PERSSON, KOKICH, MIROUE et ROSENBERG cités par COHEN, 1993 /22). Ceux-ci insistent sur la variabilité importante de la structure suturale entre des sutures différentes mais aussi à l'intérieur d'une même suture où des stades différents peuvent être observés.

1.1.2 Particularité structurale : tissu cartilagineux

La présence de cartilage secondaire au niveau de certaines sutures sagittales dont la suture médio-palatine a été constatée par plusieurs auteurs (PRITCHARD et SCOTT, ENLOW, PETROVIC et STUTZMANN, cités par LE DIASCORN, 1972 /56 ; BERESFORD, VINKKA, cités par WAGEMANS, 1988 /85).

Ce cartilage n'apparaît que secondairement chez le jeune rat en phase de croissance active, dans la portion maxillaire de la suture, de part et d'autre de la ligne médiane et n'existe pas en période post-natale chez l'homme (LATHAM et BURSTONE, cités par LE DIASCORN, 1972 /56; PETROVIC et STUTZMANN, 1978 /72; PERSSON et coll, 1978 /70).

Toutefois MIROUE et ROSENBERG (cités par COHEN, 1993 /22) notent la présence de cartilage secondaire au niveau de la suture médio-palatine humaine.

La présence de ce cartilage est considérée comme une adaptation du tissu sutural aux contraintes mécaniques lors de la phase de croissance active (FORBES, 1986 /37; FRIEDE, cité par WAGEMANS, 1988 /85; MIROUE et ROSENBERG, cités par COHEN, 1993 /22; PERSSON, 1995 /71), cependant le mécanisme contrôlant la différenciation des cellules soit en préchondroblastes, soit en squelettoblastes est encore inconnu.

Selon MIROUE et ROSENBERG, ce cartilage secondaire n'intervient pas dans le processus de fermeture suturale (cités par COHEN, 1993 /22).

1.2 Stades évolutifs

1.2.1 En fonction du degré d'envahissement osseux

Au fur et à mesure du développement des pièces osseuses dans la matrice ostéogène, la membrane suturale va être progressivement envahie par l'ossification.

On peut schématiser cette évolution en trois stades (LE DIASCORN, 1972 /56; PIETTE et REYCHLER, 1991 /74) :

Stade de synfibrose :

Les pièces osseuses sont maintenues par une lame fibreuse lâche permettant un déplacement plus ou moins important de ces os. A la naissance, tous les os de la face et du crâne sont réunis par des synfibroses.

La durée de ce stade varie selon chaque suture mais ne se rencontre que chez les jeunes enfants.

Stade de synarthrose fibreuse :

La lame fibreuse persiste encore entre les pièces osseuses mais la mobilité est déjà très réduite. C'est à ce moment là que l'on peut qualifier la suture médio-palatine de suture harmonique.

La durée de ce stade est très variable selon les sutures et les sujets mais d'une manière générale on le rencontre chez l'adulte.

Stade de synostose :

C'est le stade final, définitif, non réversible. La lame conjonctive suturale a totalement disparu. Les pièces osseuses sont en continuité absolue. Seul un discret sillon marque l'emplacement de l'articulation.

La synostose marque la fin de la croissance suturale, mais non obligatoirement la fin de la croissance de la pièce osseuse qui peut être encore soumise à d'importants remaniements morphologiques et structuraux.

Ce dernier stade, de même que les précédents, intervient à des âges très différents selon les auteurs et les individus comme nous le verrons pour le cas particulier de la suture médio-palatine.

Au niveau de la suture médio-palatine, l'apposition osseuse se fait de part et d'autre des deux bords de la suture, de façon symétrique (PERSSON, 1995 /71).

C'est **un processus progressif** : au départ, seules certaines zones de la suture sont synostosées (KOKICH, 1976 /53; PERSSON et THILANDER, 1977 /69; PERSSON et coll, 1978 /70).

L'étude histologique de PERSSON (1978 /70) à partir de biopsies de cadavres humains (24 hommes et femmes de 15 à 35 ans) montre que la synostose de la suture médio-palatine apparaît :

- dans les zones où les fibres collagènes sont arrangées transversalement à la suture,
- soit sous la forme de spicules osseuses fines provenant des bords osseux de la suture avec de nombreux ostéoblastes et ostéocytes (A), soit sous la forme d'une masse irrégulière, non homogène et pauvre en cellules (B).

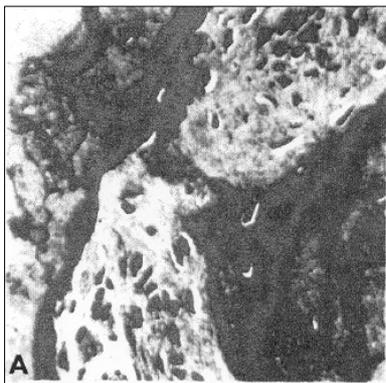


Figure 11 : Microphotographie de la suture intermaxillaire d'un homme de 25 ans, coloration de Mayer (PERSSON, 1978 /70).

Une résorption ostéoclastique est fréquemment observée à proximité de ces zones synostosées. Ces auteurs notent en effet la présence de fractures des premiers ponts osseux sous l'action de forces fonctionnelles, **contribuant de ce fait à la réouverture de la suture.**

La synostose de la suture médio-palatine **début**e au niveau **postérieur** (SICHER cité par KOKICH, 1976 /53; DAVIDA cité par PERSSON et THILANDER, 1977 /69; PERSSON et THILANDER, 1977 /69; MANN et coll, 1991 /60 ; REVELO et FISHMAN, 1995 /77; KNAUP et coll, 2004 /52) et plus dans la région orale que nasale (PERSSON et THILANDER, 1977 /69).

1.2.2 En fonction de la morphologie

Selon MELSEN (1975 /64, 1982 /65), le développement de la suture médio-palatine passe par trois stades :

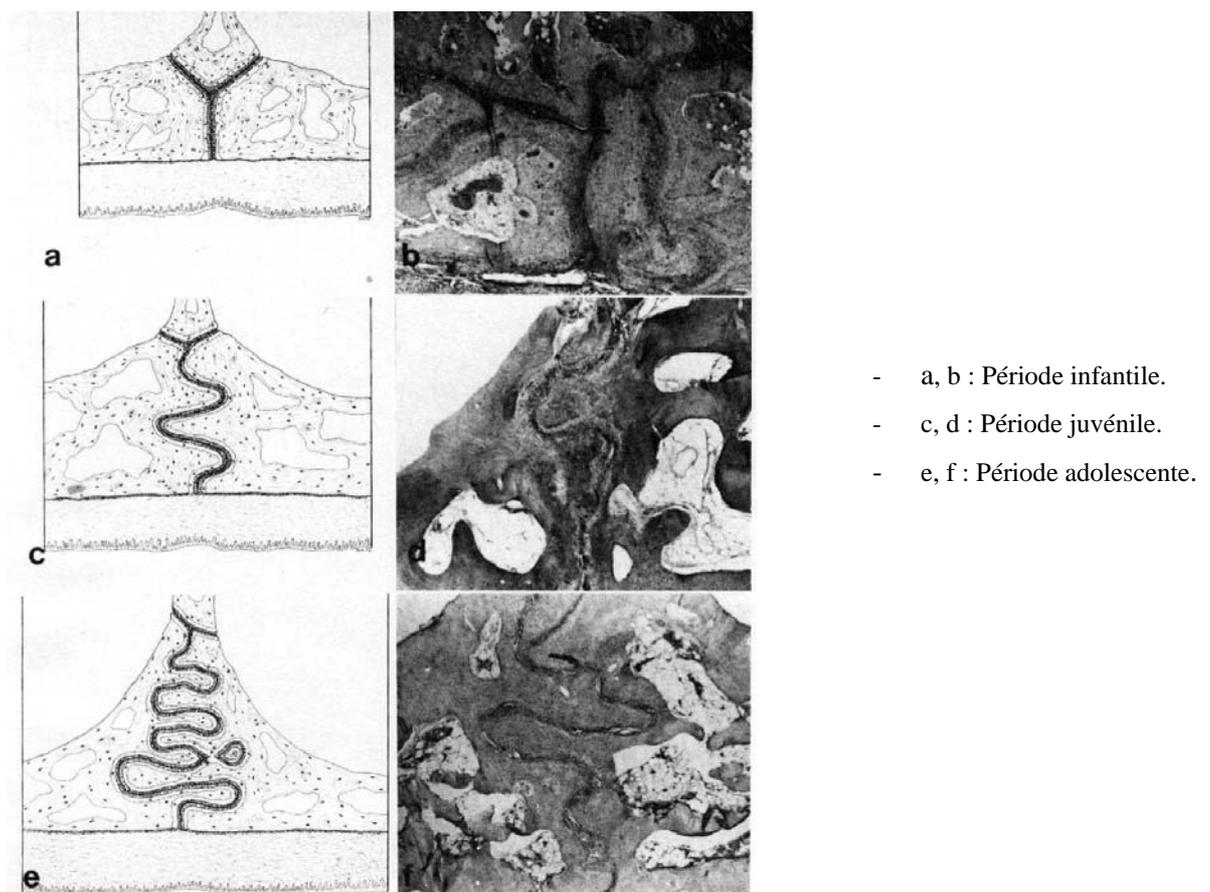


Figure 12 : Développement de la suture médio-palatine, vue frontale (MELSEN, 1975 /64).

- La période infantile : la suture est large et en Y, l'auteur illustre cette configuration vers l'âge de 1 an.
 - La période juvénile : la suture plus sinueuse est représentée ainsi à l'âge de 10 ans.
 - La période adolescence : la suture est profondément intriquée avec des interdigitations constituant un système mécanique de blocage; elle apparaît ainsi vers l'âge de 12 ans.
- Ces interdigitations reflètent l'importance du nombre et de la longueur des projections osseuses au niveau de la suture.

De nombreux auteurs montrent que la morphologie suturale (MOSS cité par MELSEN, 1982 /65; DE COSTER, 1989 /27; HERRING, KOSKINEN, FOLEY et KOKICH, cités par PERSSON, 1995 /71 ; PERSSON, 1995 /71) ainsi que l'organisation histologique (WAGEMANS, 1988 /85; DE COSTER, 1989 /27; PERSSON, HERRING et MUCCI cités par PERSSON, 1995 /71) sont le reflet de stimuli environnementaux s'appliquant à cette suture.

1.3 Facteurs de la maturation suturale

La croissance faciale, ainsi que la croissance suturale résultent de la combinaison de facteurs génétiques et de facteurs environnants.

1.3.1 Facteurs génétiques

L'hérédité va fournir les potentialités du développement intrinsèque du cartilage de croissance et des tissus périostés et suturaux, ainsi que les possibilités de réaction de ces tissus aux stimuli mécaniques spécifiques (FRANKE, LE DIASCORN, 1972 /56).

1.3.2 Facteurs environnants

WATANABE, en 1957 montre par une expérience de transplantation qu'une suture non stimulée ne croît plus mais au contraire se ferme (DE COSTER, 1989 /27).

PETROVIC (1978 /72) prouve que les sutures faciales placées en culture organotypique ne possèdent pas de potentiel de croissance indépendant.

DE COSTER (1989 /27) conclut de son expérience de transplantations réciproques de sutures différentes, que les sutures ne sont pas génétiquement et irréversiblement programmées; elles semblent être juste le reflet des sollicitations extrinsèques environnantes.

La croissance et la maturation osseuses suturales sont aussi influencées par les facteurs environnants comprenant les facteurs généraux tels que les influences hormonales et les facteurs locaux avec les structures cartilagineuses, osseuses, les tissus mous et les fonctions (LE DIASCORN, 1972 /56).

Les hormones

Elles influencent la croissance cranio-faciale au même titre que la croissance générale (MAROTEAUX, 1995 /61; DE KERDANET, 1995 /30).

- Hormones sexuelles : androgènes et oestrogènes

Elles interviennent surtout au moment de la croissance pubertaire.

Elles ont un effet stimulant sur la croissance et il semble qu'à fortes doses, elles accélèrent la maturation squelettique.

- Hormone thyroïdienne : la thyroxine

Une insuffisance de l'hormone thyroïdienne est associée à un retard de la croissance et de la maturation. En revanche, l'hyperthyroïdie se traduit par une accélération de la croissance et de la maturation.

L'administration d'hormone thyroïdienne en excès chez le rat augmente la fermeture de la suture sagittale crânienne (AKITA et coll, 1996 /2). (Compte tenu de l'analogie structurale des sutures crâniennes et faciales, les conclusions des études des sutures crâniennes peuvent s'appliquer à la face).

- Hormone de croissance : l'hormone somatotrope (STH)

Elle agit au niveau de la croissance staturale qu'elle active, soit directement, soit par l'intermédiaire des somatomédines.

De nombreuses recherches chez les jeunes rats (GASSON et PETROVIC, PETROVIC, GASSON et STUTZMANN, STUTZMANN et OUDET, STUTZMANN cités par PETROVIC et STUTZMAN, 1978 /72) ont montré que l'administration de STH stimule de façon hautement significative la croissance en longueur et en largeur du massif maxillaire supérieur par stimulation de la suture médio-palatine.

PETROVIC et STUTZMAN (1978 /72), grâce à la méthode de culture organotypique, proposent un diagramme fonctionnel du contrôle de la croissance du maxillaire supérieur par l'hormone somatotrope et notent que :

- L'action directe de la STH sur la suture médio-palatine est mineure. Elle modifie la réactivité des préostéoblastes et des préchondroblastes là où il y a du cartilage secondaire, vis à vis des facteurs extrinsèques locaux de stimulation des divisions cellulaires.
- L'action de la STH sur la suture médio-palatine est essentiellement indirecte, elle se fait par l'intermédiaire :
 - de l'accroissement transversal des masses cartilagineuses de l'ethmoïde et du cartilage situé entre le corps et les grandes ailes du sphénoïde,
 - de l'accroissement du volume de la langue.

Ces accroissements produisent la latéralisation des deux bords alvéolaires gauche et droit, entraînant une stimulation de la vitesse de croissance au niveau de la suture médio-palatine.

L'injection d'hormone de croissance humaine lors du traitement d'expansion chez le rat augmente la quantité de formation ostéoïde et d'os néoformé au niveau de la suture médio-palatine (KIYOSUE, 1990 /50).

les structures cartilagineuses et les éléments osseux de la base du crâne

Le maxillaire étant appendu à la partie antérieure de la base du crâne, sa position est directement conditionnée par la croissance des structures cartilagineuses de la base du crâne ; par conséquent la croissance de la base du crâne sollicite la croissance de la suture médio-palatine.

Le complexe sphénoïde-ethmoïde s'articule avec tous les os de la face et notamment avec le maxillaire, lequel est poussé en avant, en dehors et vers le bas par la croissance de l'ethmoïde, qui d'après DELAIRE (1971 /31) représente l'un des principaux moteurs de la croissance faciale.

Pour SCOTT (cité par LE DIASCORN, 1972 /56), le cartilage situé entre le corps et les ailes du sphénoïde constitue l'élément régulateur de la base du crâne (rôle actif dans l'accroissement de la largeur interoculaire). La suture médio-palatine suit le mouvement transversal des maxillaires et tend à colmater la brèche. L'accroissement transversal de ce

cartilage entraîne donc une stimulation de croissance au niveau de la suture médio-palatine (CHATEAU, 1993 /18).

A trois ans, la largeur interoculaire ayant atteint ses dimensions adultes, l'augmentation en largeur du palais doit donc connaître d'autres mécanismes.

Pour PETROVIC et STUTZMAN (1978 /72), ces structures agissent sur la croissance de la suture médio-palatine par l'intermédiaire de la STH. Ils notent que leur résection entraîne un ralentissement notable de la croissance au niveau de la suture médio-palatine.

Les tissus mous et les fonctions

Depuis les travaux de VAN DER KLAUW ainsi que de MOSS et le développement de la théorie des matrices fonctionnelles et périostées, on sait que les sutures répondent secondairement au développement des tissus mous, des cavités fonctionnelles et des fonctions qui y sont associées (DE COSTER, 1996 /29).

→Le facteur lingual

La langue, logée dans la cavité buccale, influence la morphogenèse des arcades tant à l'état statique qu'à l'état dynamique (SOULET, 1989 /81; CHATEAU et PETIT, 1995 /19).

Les pressions presque permanentes jouent un rôle certain sur le développement du palais, sollicitent la suture médio-palatine lors de la croissance et limitent le refoulement lingual des dents sous l'effet de la sangle labio-jugale.

Une anomalie de la posture linguale de repos en cas de brièveté du frein lingual, d'amygdales et de végétations adénoïdes hypertrophiées constitue un facteur important dans l'apparition des déficits transversaux maxillaires :

- La langue n'équilibre plus l'action musculaire jugale au niveau du couloir alvéolo-dentaire.
- La langue ne remplit plus son rôle dilatateur au niveau du palais : la suture médio-palatine n'est plus stimulée.

Elle influence aussi directement les dimensions et la conformation des arcades alvéolo-dentaires et de la voûte palatine par son volume.

Une aglossie ou une microglossie s'accompagne d'un hypodéveloppement du maxillaire par manque de stimulation de la suture médio-palatine et absence de pressions latérales sur les prémolaires et les molaires (CHATEAU, 1993 /18).

De plus, lors de la déglutition fonctionnelle mature, la langue exerce une force excentrique au niveau de la face palatine des dents supérieures ainsi qu'au niveau de la voûte palatine, stimulant de ce fait la croissance de la suture médio-palatine.

Lors de la persistance d'une déglutition dysfonctionnelle au-delà d'un certain âge, l'absence de contacts de la langue avec la voûte palatine et l'influence de la musculature jugale ne permet pas au maxillaire d'atteindre une dimension transversale normale, notamment par manque de stimulation suturale (DELAIRE cité par CAILLARD-KONIGSBERG, 1997 /14).

→Le facteur respiratoire

La respiration normale est nasale, elle constitue un élément fondamental de la morphogénèse faciale.

Lors de la respiration nasale, le passage de l'air dans le sinus maxillaire crée une pression responsable d'une augmentation du volume sinusal. Cette expansion sinusienne retentit directement sur le développement du maxillaire du fait de leur continuité anatomique avec par conséquent une action expansive au niveau de la suture médio-palatine.

Les travaux de LIMME (cité par MAUHOURET et RABERIN, 2000 /62) confirment l'importance du passage de l'air dans les sinus, responsable de turbulences et de pressions qui engendrent des processus expansifs de stimulation du système sutural.

L'obstruction plus ou moins importante des voies aériennes supérieures induit un trouble de la respiration. La respiration devient buccale et entraîne une posture basse de la langue, un étirement des tissus mous et une chute de la pression intra-sinusienne.

Les respirateurs buccaux sont généralement caractérisés par un hypodéveloppement maxillaire, notamment par manque de sollicitation de la suture médio-palatine (CAILLARD-KONISBERG, 1997 /14).

→Le facteur musculaire jugal

Le buccinateur et le masséter constituant les joues ont une action au niveau du développement transversal du palais, tant par leur rôle au niveau de l'équilibre linguo-jugal que par leur activité lors de la mastication.

En effet, il a été montré que l'hyperfonction des muscles masticatoires augmente la croissance de la suture médio-palatine (KILIARIDIS, 1995 /49 ; YAMOTO, 1996 /89) et qu'une paralysie unilatérale ainsi qu'une fonction masticatoire réduite diminue l'activité suturale (KAWATA et coll, 1998 /48; SINSEL, 1999 /79).

En revanche, la présence d'une hypertonicité peut diminuer le développement transversal du palais (DELAIRE cité par CHATEAU, 1993 /18).

L'ensemble de ces données nous montre le rôle important des fonctions physiologiques dans le processus de maturation normale de la suture médio-palatine.

Toutes les dysfonctions sont susceptibles de causer un défaut de sollicitation suturale entraînant une anomalie de la maturation suturale.

2 INDICATEURS DE LA MATURATION SUTURALE : IMPORTANCE DE LA CONNAISSANCE DES AGES BIOLOGIQUES

Dans le cadre de l'expansion maxillaire, ce qui nous intéresse, c'est de connaître le moment d'apparition de la synostose. L'objectif de ce chapitre est de déterminer s'il existe une corrélation positive entre la fermeture de la suture médio-palatine et les âges biologiques.

2.1 Corrélation âge statural / maturation suturale

La fin de la croissance staturale se situe (LEPINE et GUYOMARD, 1995 /57) :

- chez les garçons, en moyenne vers l'âge de 18 ans 1/2 +/-1 pour RICKETTS, 19 ans 1/2 +/- 1,2 pour BJORK,
- chez les filles, en moyenne vers l'âge de 14 ans 1/2 +/-0,6 pour RICKETTS, 15 ans +/-0,2 pour BJORK.

Même si l'âge chronologique ne nous renseigne pas sur l'état de croissance, la fin de la croissance staturale reste fortement corrélée à l'âge chronologique.

2.1.1 Etudes implantaires (BJORK et SKIELLER, 1977 /11; CANAL, 1991 /15) :

Les travaux de BJORK sur 25 enfants Danois lui permettent de constater l'existence d'une relation étroite entre la croissance faciale et l'âge statural.

- Les courbes de croissance suturale, condylienne et staturale suivent simultanément des amplitudes de variation, certes différentes en taux, mais presque identiques chronologiquement. Selon BJORK, la croissance de la suture médio-palatine est corrélée avec la croissance staturale.
- Le maximum de croissance suturale se produit au moment du pic pubertaire.

- Toutefois, la croissance suturale, en particulier au niveau de la suture médio-palatine, s'achève 2 ans avant la fin de la croissance condylienne et staturale, c'est à dire vers l'âge moyen de 17 ans.

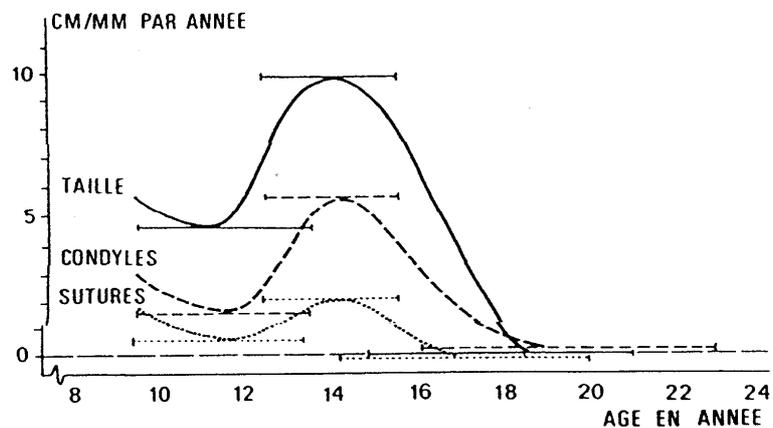


Figure 13 : Comparaison des rythmes d'accroissement en fonction du temps, de la taille, des condyles et des sutures, chez les garçons d'après BJORK (CANAL, 1991 /15).

2.1.2 Etudes histologiques

Selon SICHER (1965), la fermeture de la suture médio-palatine débute vers l'âge de 30 ans (cité par KOKICH, 1976 /53).

En 1966, LATHAM et BURSTONE étudient les sutures faciales chez des sujets de la naissance à l'âge de 18 ans. Aucune preuve histologique de synostose n'a été trouvée (cités par KOKICH, 1976 /53).

L'étude histologique et microradiographique de MELSEN (1975 /64) réalisée à partir d'un échantillon de 33 garçons et 27 filles âgés de 0 à 18 ans, montre que :

- Le développement post-natal du palais peut être divisé en 3 stades, lesquels correspondent aux étapes de la courbe de croissance staturale de BJORK et HELM.
- La croissance au niveau de la suture médio-palatine se poursuit jusqu'à l'âge de 16 ans chez la fille, 18 ans chez le garçon. A ce stade la suture médio-palatine est réduite à une bande de tissu conjonctif sans activité ostéoblastique.

Cependant, elle ne précise pas l'âge du début de fermeture suturale ni celui de la synostose complète.

PERSSON et THILANDER (1977 /69) réalisent une étude de la suture médio-palatine, à partir de coupes histologiques de 24 cadavres adultes (hommes et femmes de 15 à 30 ans) dont les sujets les plus jeunes sont en fin de croissance.

Ils calculent un index d'oblitération et observent les résultats suivants :

- L'index de fermeture de la suture augmente de façon notable à partir de 25 ans.
- L'âge auquel apparaît un début de synostose est très variable selon les individus.

Alors qu'un début de synostose est repéré chez une adolescente de 15 ans, une femme de 27 ans ne présente toujours pas de fermeture suturale.

Ces auteurs concluent que ces différences signifient une importante variabilité individuelle du processus d'ossification en fonction de l'âge.

L'existence de cette variabilité individuelle est confirmée par d'autres auteurs. En effet, GRUSPIER et MULLEN (1991 /38) analysent la méthode de MANN (1991 /60) dont le but est de déterminer l'âge d'un squelette à partir de l'examen de la fermeture des sutures palatines. Ils notent le manque de fiabilité d'une telle méthode; le palais ne constitue pas un support acceptable compte tenu de l'importante variabilité de la fermeture suturale entre les individus.

PIRELLI et coll (1999 /75) observent au microscope des coupes de suture médio-palatine à partir de biopsies provenant de sujets âgés de 10 à 30 ans. Ils n'observent aucun signe de synostose.

Récemment, KNAUP et coll (2004 /52) réalisent une étude post-mortem histomorphométrique de la suture médio-palatine et analysent la largeur moyenne ainsi que l'ossification dans trois sites différents de la suture de 22 sujets âgés de 18 à 63 ans. Cet échantillon est divisé en deux groupes en fonction de l'âge : groupe 1 : ≤ 25 ans et le groupe 2 : ≥ 26 ans.

Ces auteurs mettent en évidence :

- Un degré moyen d'ossification très faible dans les deux groupes :
 - o de 0% (0 à 0,54%) dans le groupe 1,
 - o de 3,11% (0,12 à 8,29%) dans le groupe 2.
- Une largeur suturale moyenne :
 - o de 211,20 μm (171,43 à 240,17) dans le groupe 1,
 - o de 161,16 μm (142,73 à 205,70) dans le groupe 2.

Le sujet le plus âgé sans signe d'ossification était un homme de 54 ans.

Le sujet le plus âgé de 63 ans montrait une ossification moyenne de 3,11 % seulement.

Cette étude montre une augmentation du degré d'ossification avec l'âge, les valeurs d'ossification restent cependant très faibles.

D'après l'ensemble de ces données, il semble donc n'y avoir **aucune relation entre la croissance staturale et la fermeture de la suture médio-palatine :**

- Un sujet en fin de croissance peut présenter un début de synostose.
- Un sujet ayant terminé sa croissance depuis longtemps peut ne pas présenter de signes de synostose.

2.2 Corrélation âge osseux / maturation suturale

En 1995, REVELO et FISHMAN (77) tentent de déterminer s'il existe une corrélation positive entre le développement en terme de maturité (stade SMI) et la fermeture de la suture médio-palatine. Pour cette étude, 84 patients sont sélectionnés (39 garçons et 45 filles de 8 à 18 ans). Les 11 indicateurs de maturité squelettique (SMI) sont représentés.

Ces indicateurs de maturité squelettique (SMI) ont été établis en 1982 par FISHMAN (36) à partir d'une étude longitudinale et transversale des clichés radiographiques du poignet et de la main.

- SMI 4 apparaît en moyenne un an avant le pic de croissance pubertaire.
- SMI 5 ou 6 correspond en moyenne au pic de croissance pubertaire.
- SMI 11 marque la fin de la croissance.

Des radiographies occlusales et du poignet sont prises le même jour pour chaque patient.

Les mesures de longueur et le pourcentage concomitant de la longueur de la suture ossifiée sont enregistrés pour les segments A-P, A-B et B-P (à l'aide d'une loupe X 5, avec une jauge Helios et une règle millimétrée).

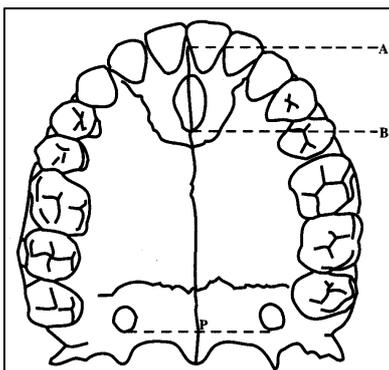


Figure 14 : Position des repères (REVELO et FISHMAN, 1995 /77).

- Point A : Le plus antérieur de la région pré-maxillaire.
- Point B : Le plus postérieur du mur postérieur du trou palatin antérieur (fosse incisive).
- Point P : Tangent à une ligne reliant les murs postérieurs des conduits palatins postérieurs.

Ces auteurs ne notent pas de différences significatives de fermeture de la suture médio-palatine entre les filles et les garçons, bien que les valeurs relevées chez les garçons soient numériquement un peu plus élevées.

- Ce tableau montre les moyennes et intervalles de pourcentage de jonction de la suture médio-palatine totale (A-P), du segment antérieur de la suture (A-B) et du segment postérieur de la suture (B-P).

SMI	(A-P)		(A-B)		(B-P)	
	Moyenne	Intervalle	Moyenne	Intervalle	Moyenne	Intervalle
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	1,1	0.0-4.4	2,0	0.0-7.7	1,7	0.0-6.7
2	2,7	0.0-7.0	1,0	0.0-7.7	3,8	0.0-12.0
3	8,0	6.2-10.5	2,1	0.0-8.4	10,8	6.7-14.8
4	13,0	11.2-20.0	12,4	0.0-23.1	14,3	11.5-22.0
5	16,0	11.7-20.5	11,2	0,0-20.0	17,2	10.4-26.7
6	16,8	12.5-27.5	8,6	0.0-16.7	23,7	14.8-35.5
7	22,9	13.4-30.0	13,5	0.0-33.4	28,3	17.0-40.0
8	24,4	22.8-24.5	11,0	0.0-12.5	30,3	24.3-32.4
9	26,5	21.2-35.2	14,8	0.0-37.5	33,6	28.2-37.0
10	45,1	28.0-62.3	23,3	0.0-53.0	54,1	37.5-66.7
11	52,4	30.0-69.0	41,7	0.0-60.0	57,6	26.5-73.4

- Les différents segments montrent une progression de la fermeture au fur et à mesure de l'apparition des stades SMI.
- Aux mêmes stades de maturation (SMI), le segment postérieur montre davantage de jonction que le segment antérieur. Pendant toute l'adolescence, la jonction de la suture médio-palatine se fait donc davantage sur le segment postérieur.
- Les pourcentages moyens de jonction augmentent de façon **progressive et irrégulière**. En effet, les intervalles observés à chaque stade SMI sont larges, notamment dans le secteur antérieur, et ce, plus spécialement durant les derniers stades reflétant **une grande variabilité des valeurs de fermeture tout au long de l'adolescence**.

- **Au stade SMI 11, c'est à dire à la fin de la croissance squelettique et faciale, la suture médio-palatine n'est fermée en moyenne, que sur environ la moitié de sa longueur.**

Synthèse

Avec l'avancée de l'âge, la structure de la suture médio-palatine présente des zones de synostose.

La fermeture suturale est progressive, avec une participation plus importante et plus précoce du segment postérieur qui se ferme avant le segment antérieur.

La plupart des auteurs note son début **bien après la fin de la croissance staturale**, c'est à dire vers 25, 30 et même 50 ans.

Toutefois, pour REVELO et FISHMAN (1995 /77), elle débute dès l'enfance, augmente **progressivement et irrégulièrement**. A la fin de la croissance staturale, elle est synostosée, sur 50% (+/- 20%) de sa longueur.

Les études de PERSSON et THILANDER (1977 /69) ainsi que de REVELO et FISHMAN (1995 /77) révèlent que la fermeture de la suture médio-palatine est caractérisée par une **grande variabilité individuelle**.

Il n'existe actuellement aucun âge biologique qui nous permet d'évaluer le stade de maturation suturale et par conséquent la synostose de la suture médio-palatine.

TROISIEME PARTIE : APPLICATION CLINIQUE DE L'EVALUATION DE LA MATURATION DE LA SUTURE MEDIO-PALATINE

Dans la dernière partie de notre travail nous présenterons et étudierons les effets de l'expansion maxillaire réalisée chez de jeunes adultes.

Avant d'exposer nos résultats, nous analyserons dans ce chapitre les indications, modalités thérapeutiques ainsi que les effets de l'action d'une force de stimulation de la suture médio-palatine, puis nous aborderons l'expansion maxillaire tardive à travers une revue de la littérature.

1. LA THERAPEUTIQUE D'EXPANSION MAXILLAIRE

1.1 Principe et indication

- L'expansion maxillaire fait partie des thérapeutiques orthopédiques dont l'objectif est de corriger les dysmorphies squelettiques en utilisant et guidant la croissance. Elle s'adresse donc plus particulièrement à des sujets jeunes, en période de croissance.

Au niveau de la suture médio-palatine, l'application d'une force orthopédique centrifuge, avant son stade de synostose permet l'expansion maxillaire par une action de disjonction suturale.

- L'expansion maxillaire orthopédique est indiquée en présence d'une endognathie maxillaire. Il s'agit d'une insuffisance de développement transversal du maxillaire, caractérisée par une voûte palatine étroite et profonde, fréquemment associée à une inversion d'occlusion uni ou bilatérale et à un encombrement de la zone incisivo-canine. Les rapports occlusaux transversaux peuvent parfois être normaux du fait de la présence de compensations dentoalvéolaires.

Une autre manifestation clinique de la déficience transversale maxillaire est la présence de zones noires au niveau de l'arcade supérieure lors du sourire. VARNASDALL utilise le terme de « zones négatives » (cité par RABERIN, 2001 /76).

- La radiographie de la main permet par la détermination de l'âge osseux selon les indices de GREULICH et PYLE de situer un enfant sur sa courbe du taux de croissance staturale. De nombreux auteurs se réfèrent à cela pour choisir le moment de l'expansion.

La plupart des cliniciens indique des résultats orthopédiques favorables lorsque la disjonction est réalisée avant (HICKS, KREBS, WERTZ, TIMMS, BELL et LECOMPTE, HABERSON et MYERS, cités par BELL, 1982 /8) et pendant la croissance adolescente (HICKS, KREBS, WERTZ, HAAS, MELSEN, SKIELLER, cités par BELL, 1982 /8).

Selon ARMORIC (1993 / 4), l'âge idéal de traitement se situe entre 8 et 10 ans, avant le pic de croissance.

REVELO et FISHMAN (1995 /77) prennent en considération le stade de maturation osseuse. Le moment idéal pour commencer une expansion orthopédique correspond aux stades SMI 1 à SMI 4. Au stade SMI 4, 13% de la suture médio-palatine est ossifiée. D'après la classification de FISHMAN (1982 /36), ce stade correspond, en moyenne, à l'âge de 11 ans chez la fille et 12 ans chez le garçon.

Ces auteurs concluent qu'il est préférable de faire une expansion avant le stade SMI 9, 25% de la suture médio-palatine étant ossifiée à ce stade.

1.2 Description des principaux dispositifs utilisés

Bien que certains auteurs aient mis en évidence une action squelettique du Quadhélix lors de traitements réalisés en denture temporaire ou mixte (BELL, 1982 /8; FRANCK, 1982, LAUR, 1996 ; ALLORY, 1997 ; MAC NAMARA, 2000 cités par RABERIN, 2001 /76), compte tenu de notre étude, nous limiterons notre description aux disjoncteurs dont le principe est d'avoir une action essentiellement suturale.

Il existe trois grands types de disjoncteurs : ils présentent tous un vérin central et sont généralement scellés dans la cavité buccale. Une fois activés, ils peuvent délivrer des forces suffisamment importantes estimées entre 3 et 10 pounds susceptibles de vaincre la résistance de la suture médio-palatine (ISSACSON et INGRAM cités par DORUK et coll, 2004 /34).

- Le disjoncteur sur bagues : le disjoncteur d'HYRAX

Il est constitué d'un vérin central et de quatre bagues. Les dents d'ancrage sont souvent les premières molaires permanentes et, soit les premières prémolaires permanentes, soit les premières molaires lactéales. Les bras latéraux du vérin, situés à distance de la muqueuse palatine, sont soudés sur les bagues métalliques.

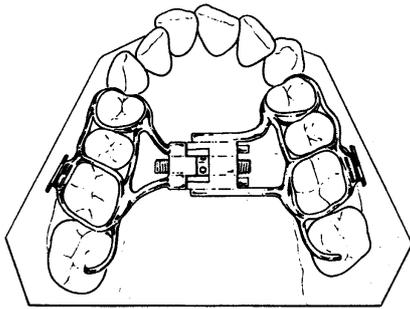


Figure 15 : Disjoncteur de type Hyrax (MAC NAMARA, 1995 /58).

- Le disjoncteur sur bagues et résine : le disjoncteur de HAAS

Le dispositif de base est identique au précédent, cependant les bras latéraux du vérin sont incorporés dans des plaques de résine acrylique en contact avec la muqueuse palatine.

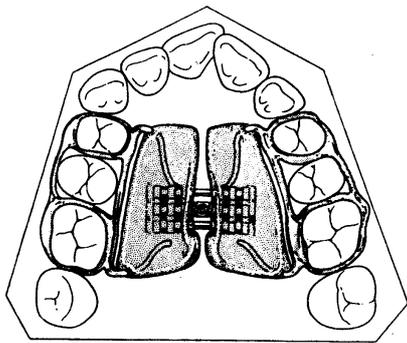


Figure 16 : Disjoncteur de type Haas (MAC NAMARA, 1995 /58).

- Le disjoncteur sur gouttières

Les bras latéraux du vérin sont noyés dans une résine auto-polymérisante étalée jusqu'au tiers de la face vestibulaire des dents, généralement de la face distale de la canine à la première molaire définitive.

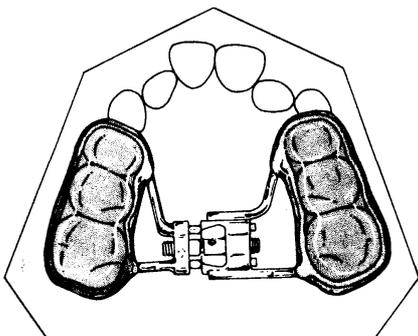


Figure 17 : Disjoncteur sur gouttières (MAC NAMARA, 1995 /58).

1.3 Rythmes d'application

On distingue trois possibilités d'expansion (RABERIN, 2001 /76) :

- La disjonction maxillaire ultra-rapide en 3 séances, avec pré-médication et sous anesthésie locale pour obtenir une expansion de 6 à 9 mm.
- La disjonction maxillaire rapide réalisée en 2 à 3 semaines, donc un peu plus longue mais moins traumatisante que la précédente.

Le vérin est activé le plus souvent matin et soir d'un quart de tour.

L'ouverture de la suture médio-palatine peut se traduire, dans les premiers jours par des douleurs au niveau de la racine du nez selon LANGLADE (1986 /55), une sensation de pression située dans la région nasale et sous les yeux pour ZIMRING et ISAACSON, au niveau des procès alvéolaires, de la voûte palatine, des zones suturales fronto-nasale, zygomatoc-maxillaire et parfois zygomatoc-temporale pour HAAS (cités par CHACONAS et CAPUTO, 1982 /17).

- La disjonction maxillaire lente sur 3 mois.

1.4 Effets thérapeutiques maxillaires

Dans ce chapitre, nous nous limiterons à l'étude des effets thérapeutiques squelettiques et dentoalvéolaires maxillaires de l'expansion maxillaire classique réalisée en période de croissance.

1.4.1 Au niveau de la suture médio-palatine

Analyse histologique

En 1972, MELSEN (63) réalise une disjonction chez 8 enfants âgés de 8 à 13 ans, à l'aide d'un disjoncteur d'Hyrax, et observe à partir de biopsies, les résultats suivants :

- Après 3 semaines :
 - une augmentation de la largeur de tissu mou séparant les deux moitiés palatines,
 - l'existence d'une hyperémie et d'une inflammation locale,
 - la présence d'une activité ostéoblastique autour des fragments osseux,
 - un étirement des fibres collagènes.
- Après 4 semaines :
 - une réduction de la largeur de tissu mou,

- une importante activité osseuse, l'os néoformé apparaît non seulement au niveau des bords osseux de la suture, mais aussi au centre de la suture sous forme d'îlots provenant en fait des interdigitations suturales fracturées (activité ostéoblastique intense),
- l'existence d'une ligne de démarcation entre l'os lamellaire mature et l'os fibreux néoformé.
- Après 5 semaines :
 - apparition de larges zones de résorption osseuse (activité ostéoclastique intense) proches des zones d'apposition osseuse.
- Après 1 an :
 - formation d'un pont osseux du côté buccal de la suture.

L'action mécanique de la disjonction crée au niveau de la suture une véritable inflammation, suivie d'une apposition puis d'un remodelage osseux aboutissant à sa réparation.

Il existe une relation entre la maturation suturale et les réactions tissulaires : lorsque l'expansion est réalisée avant le pic pubertaire, MELSEN note l'absence de micro-fractures mais une véritable stimulation de la croissance suturale alors qu'à partir de l'adolescence (12 ans), la disjonction est obtenue par de nombreuses micro-fractures de la région suturale.

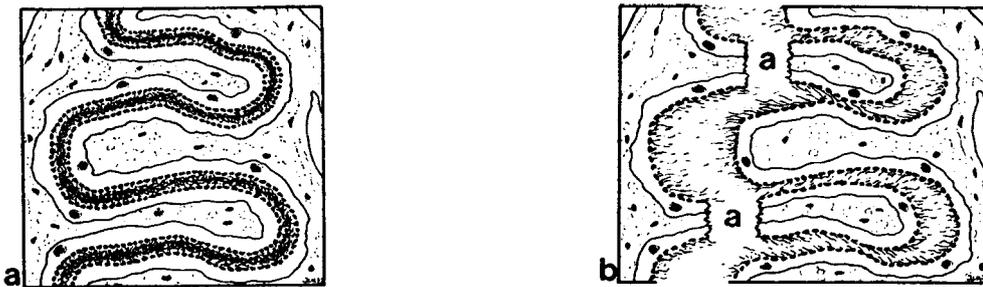


Figure 18 : a - Suture avant expansion.

b - Fractures lors de l'expansion (MELSEN, 1972 /63).

Analyse radiologique

- Dans le plan occlusal

Un cliché en incidence verticale de Belot pris pendant l'activation de l'appareil, montre l'écartement des lames palatines droite et gauche signant la réalité de la disjonction.

Selon HAAS (1980 /40), l'ouverture de la suture apparaît de façon parallèle.

Toutefois, pour la majorité des auteurs l'ouverture de la suture médio-palatine apparaît sous la forme d'une aire triangulaire à base antérieure, laquelle correspond à la zone de moindre résistance (DEBBANE, WERTZ, EKSTROM, BELL, cités par BELL, 1982 /8; KREBS cité par DA SILVA et coll, 1991 /24; CHATEAU, 1993 /18; ISERI et coll, 2004 /46; DAVIDOVITCH et coll, 2005 /26).

- Dans le plan frontal

L'ensemble des auteurs est unanime pour décrire, dans le plan frontal, un élargissement triangulaire, avec pour centre de rotation la suture fronto-nasale (COTTON, HICKS, STOREY, BROSSMAN, EKSTROM, MUGUERZA, THORNE, cités par BELL, 1982 /8; HAAS, WERTZ, KREBS, cités par DA SILVA et coll, 1995 /25; HICKS cité par MAC NAMARA, 1995 /58, DA SILVA et coll, 1995 /25).

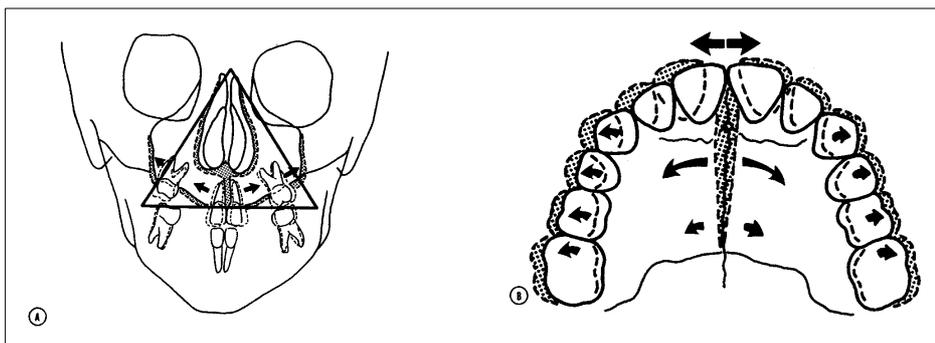


Figure 19 : Expansion maxillaire A : Plan frontal, B : Plan occlusal (BELL, 1982 /8).

1.4.2 Au niveau squelettique

- L'ouverture triangulaire de la suture médio-palatine dans le plan frontal crée une version latérale des moitiés palatines (STOREY, BROSSMAN, ISAACSON et INGRAM, RUNE et coll, TIMMS, cités par BELL, 1982 /8).
- Le maxillaire effectue aussi un mouvement de bascule en bas et en avant (STOREY, WERTZ, cités par BELL, 1982 /8; BASSIGNY, 1991 /6; DA SILVA et coll, 1991 /24; HAAS, cité par ADKINS et coll, 1990 /1).

Selon WERTZ (1970 /88), le mouvement vers le bas est de 1 à 2 millimètres. Le mouvement vers l'avant n'est pas constant, toutefois, il est rarement supérieur à 1,5 millimètres.

1.4.3 Au niveau alvéolaire

Les procès alvéolaires subissent des forces compressives et présentent de ce fait une bascule latérale lors de l'expansion maxillaire (GERLICH, HAAS, COTTON, cités par PAVLIN et coll, 1984 /68; BISHARA et STALEY, 1987 /10).

1.4.4 Au niveau dentaire

L'expansion maxillaire orthopédique se traduit par :

- Un diastème entre les incisives centrales : il apparaît rapidement et prouve l'existence de la disjonction de la suture médio-palatine.

Les incisives effectuent un mouvement radiculaire divergent associé à un mouvement coronaire convergent sous l'effet de la traction des fibres transeptales (LANGLADE, 1986 /55).

Le diastème se ferme spontanément en quelques semaines.

- Des modifications des largeurs inter-molaire et inter-canine

Pour HAAS (cité par ARMORIC, 1993 /4), la disjonction permet une augmentation de la distance inter-molaire stable de 9 mm à condition de surtraiter aux alentours de 12 mm et de maintenir les résultats par une longue contention.

Pour ADKINS et coll (1990 /1), une disjonction permet d'obtenir, une augmentation :

- de la distance inter-molaire de 6,5 mm +/- 1,2 mm,
- de la distance inter-canine de 2,9 mm +/- 1,4 mm.

DA SILVA FILHO et coll (1995 /25) notent, à partir d'un échantillon de 32 enfants âgés de 5 à 11 ans (âge moyen de 8 ans) un gain transversal moyen immédiat de 5,46 mm (1 à 9 mm) au niveau des premières molaires.

CIAMBOTTI et all (2001 /20) observent 3 mois après l'expansion une augmentation moyenne de la distance inter-molaire de 4,76 mm.

MAC NAMARA et coll (2003 /59) dans une étude de 112 patients (âge moyen de 12 ans et 2 mois) exposent un gain transversal de moindre importance avec un accroissement moyen résiduel de 4,4 mm au niveau des molaires et de 3,9 mm au niveau des canines, résultant d'une activation de moindre intensité. Il doit être noté aussi que leurs mesures ont été réalisées après la dépose du dispositif multibagues faisant suite à l'expansion maxillaire.

FENDERSON et coll (2004 /35), lors d'une étude de patients en phase de denture mixte ou adulte jeune (âge moyen de 11,4 ans) notent un gain résiduel moyen de 6,1 mm au niveau de la distance inter-molaire et de 3,9 mm au niveau de la distance inter-canine.

DORUK et coll (2004 /34) étudient les effets de l'expansion chez 17 sujets (âge moyen de 12,7 ans) et notent un gain transversal immédiat de 6,77 mm au niveau des molaires et de 6,06 mm au niveau des canines.

- Des versions dentaires

Les dents d'ancrage : prémolaires et molaires, montrent une version corono-vestibulaire significative (BISHARA et STALEY, 1987 /10; ADKINS et coll 1990 /1; DA SILVA et coll, 1991 /24; BASSIGNY, 1991 /6).

Bien que cette version soit variable d'un individu à l'autre, selon ADKINS et coll (1990 /1), l'angulation moyenne, 3 mois après l'expansion est de $7,3 \pm 5,8^\circ$ au niveau des molaires.

CIAMBOTTI et all (2001 /20) observent 3 mois après l'expansion une version molaire de $6,08^\circ$ à partir d'un échantillon de 12 patients (âge moyen de 11,1 ans).

MAC NAMARA et coll (2003 /59) ainsi que FENDERSON et coll (2004 /35) observent après disjonction et traitement multibagues une version molaire moyenne de moindre intensité, soit de $4,8^\circ$ et de $2,1^\circ$ respectivement.

Synthèse :

L'augmentation de la dimension transversale du palais créée par l'expansion maxillaire orthopédique résulte de la combinaison :

- des effets squelettiques par l'ouverture de la suture médio-palatine,
- des effets orthodontiques par les mouvements des dents et des procès alvéolaires.

Les études de KREBS (cité par HANDELMAN, 1997 /42) montrent que les effets orthopédiques de l'expansion maxillaire rapide sont en moyenne de 50% chez l'enfant, lorsque le traitement est réalisé entre 8 et 12 ans.

D'après les études de COTTON, FRANK et ENGEL, LADNER et coll, DA SILVA FILHO, cités par CIAMBOTTI et all (2001 /20), les effets squelettiques mesurés lors de différentes études représentent entre 40 et 58% de l'expansion transversale réalisée.

L'objectif de l'expansion maxillaire rapide est d'augmenter la dimension transversale au niveau de la base apicale avec un mouvement minime au niveau des dents.

1.5 Stabilité/ contention

Stabilité

La plupart des auteurs notent un taux élevé de récurrence de l'augmentation de la largeur inter-molaire après une expansion maxillaire.

Elle est toutefois variable selon les auteurs, de 0% pour HAAS, de 24 à 29% pour STOCFISH à 56% pour TIMMS (cités par FENDERSON et coll, 2004 /35).

Pour BASSIGNY (1991 /6), La vestibulo-version des molaires, prémolaires et canines récurrence de 30 à 50%.

Une hypercorrection est toujours réalisée afin de contrer la récurrence dentoalvéolaire inévitable.

ALPINER et BEAVER (cités par COUCHAT /23) préconisent d'effectuer une surcorrection d'un tiers de l'expansion nécessaire pour anticiper la récurrence.

SIMS, HICKS, EKSTROM, WERTZ, BELL recommandent une surcorrection de 2 à 3 millimètres (BELL, 1982 /8).

HAAS réalise même des articulés inversés vestibulaires (MAC NAMARA, 1995 /58).

Facteurs de récurrence

Au niveau basal, le résultat de la disjonction reste stable si la durée de la contention permet la consolidation de la suture médio-palatine.

L'effet de vestibulo-version dentaire semble le plus exposé à la récurrence. Les différents facteurs mis en cause sont :

- **Parodontaux** : la tension restituée des fibres transeptales et de la muqueuse palatine préalablement étirée par la disjonction.
- **Musculaires** : la pression exercée par les muscles des joues et des lèvres sur l'arcade maxillaire (HALAZONETIS et coll, 1994 /41).
- **Occlusaux** : une mauvaise intercuspidation en fin de traitement (ARMORIC, 1993 /4).
- **L'âge** : une plus grande proportion de récurrence en fonction de l'âge plus avancé du patient, d'après WERTZ (1970 /88); BELL (1982 /8); BISHARA et STALEY (1987 /10); DA SILVA FIHLO et coll (1995 /25); BACCETTI et coll cités par FENDERSON et coll, 2004 /35).

Contention

Elle permet :

- La dissipation des forces résiduelles, qui selon ZIMRING et ISSACSON (cités par LANGLADE, 1986 /55) continue d’agir approximativement pendant six semaines.
- La reminéralisation de la suture médio-palatine étirée.

COBO et coll (1992 /21) réalisent une étude radiographique après une expansion maxillaire rapide et notent que la densité osseuse retrouve son niveau initial seulement deux semaines après la fin du traitement, signant la reminéralisation de la suture.

La plupart des auteurs notent, cependant, des durées de reminéralisation plus longues :

Pour EKSTROM (cité par COBO et coll, 1992 /21), cinq mois sont nécessaires à la reminéralisation de la suture médio-palatine.

Pour HAAS (1973 /39) ainsi que pour DA SILVA et coll (1991 /24), la suture médio-palatine est totalement réparée 90 jours après la phase active du traitement.

Pour CHATEAU (1993 /18), la reminéralisation des lames palatines jusqu’à la suture est visible à la radiographie 2 mois après la fin de l’activation.

2. L’EXPANSION MAXILLAIRE TARDIVE

En règle générale, les anomalies du sens transversal ne constituent pas un défi orthodontique si on parvient à les détecter avant ou durant la poussée de croissance qui caractérise l’adolescence. Cependant, une fois la poussée de croissance terminée, le protocole d’expansion maxillaire rapide n’est plus aussi clair et net.

2.1 Contre-indications de l’expansion maxillaire tardive

Certains cliniciens présentent des difficultés de disjonction de la suture médio-palatine après la période de croissance adolescente en fonction de différents facteurs :

Facteurs histologiques

La sensibilité des cellules suturales aux forces d’expansion diminuerait avec l’avancée de l’âge.

TEN CATE et coll (1977 /83) ont mis en évidence au niveau des tissus suturaux une activité cellulaire ostéoblastique, fibroblastique et fibroclastique qui suit l'expansion moins importante chez les chats plus âgés que celle observée chez les jeunes chats en croissance.

BRIN et coll (1981 /13), en utilisant la mesure des nucléotides cycliques comme indicateurs de l'activité suturale et de néoformation osseuse, ont mis en évidence que les cellules osseuses suturales de jeunes chats étaient plus sensibles aux forces d'expansion que les cellules de chats plus âgés.

Ces auteurs concluent que les jeunes animaux répondent mieux aux forces appliquées lors de l'expansion maxillaire rapide que les animaux plus âgés qui montrent une capacité d'adaptation plus réduite.

Facteurs squelettiques :

La synostose au niveau de la suture médio-palatine peut apparaître dès l'âge de 15 ans selon PERSSON et THILANDER (1977 /69), de 12-13 ans selon BELL (1982 /8).

PROFFIT signale que « vers la fin de l'adolescence, l'interdigitation et l'ossification de la suture atteignent un point au-delà duquel l'expansion palatine devient impossible » (cité par STUART et WILTSHIRE, 2003 /82).

De plus , d'autres sutures adjacentes à la suture palatine seraient trop rigides pour permettre l'expansion chez le jeune adulte sorti de l'adolescence (MELSEN, 1975 /64; MELSEN et MELSEN, 1982 /65; MAC NAMARA et BRUDON, 1995 /58).

D'autre part, la résistance squelettique des os environnants augmente avec l'âge (ZIMRING et ISAACSON, cités par CHACONAS et CAPUTO, 1982 /17). Elle repose essentiellement sur l' os frontal et les os zygomatiques pour HAAS (1973 /39), sur l' os sphénoïde et les os zygomatiques pour BISHARA et STALEY (1987 /10) ainsi que pour ISERI et TEKKAYA (1998 /45), le pilier zygomatoco-maxillaire pour ISSACSON et coll (cités par NORTHWAY et MEADE, 1997 /66).

Facteurs dentaires

Les travaux de LYSLE-JOHNSON et de VARNASDALL (cités par DE COSTER, 1995 /28) ont montré des déhiscences parodontales latérales après une expansion maxillaire rapide à l'âge de 12, 13, 14 et 15 ans. Les remparts alvéolaires doivent en effet résister à la force déployée pour étirer une suture déjà plus fibrosée, plus résistante et peuvent subir, de ce fait des fenestrations ou même des fractures de la corticale.

L'effet de version et le risque de déhiscences parodontales au niveau des dents d'ancrage seraient plus importants avec l'augmentation de l'âge selon WANG (2000 /86); KLUEMPER et SPALDING (2001 /51); SHERIDAN, (2002 /78).

Facteurs de récidence

D'après WERTZ (1970 /88), BELL (1982 /8), BISHARA et STALEY (1987 /10), DA SILVA FIHLO et coll (1995 /25), BACCETTI et coll cités par FENDERSON et coll, (2004 /35), la rigidité squelettique plus importante avec l'âge diminuerait la stabilité des résultats de l'expansion à long terme.

2.2 Etudes concernant l'expansion maxillaire tardive

Malgré le pessimisme de certains auteurs face à la possibilité d'une disjonction après la période de croissance, la mise en évidence d'un début de synostose possible à la fin de l'adolescence ainsi que l'importante variabilité individuelle de la maturation osseuse de la suture médio-palatine amènent d'autres auteurs à réexaminer la possibilité de l'expansion maxillaire chez l'adulte.

Le présent chapitre fait le point sur la littérature portant sur l'expansion maxillaire tardive.

HAAS (1973 /39) notifie une ouverture suturale de 2,5 millimètres chez un homme de 38 ans.

WRIGHT (cité par KOKICH, 1976 /53) déclare qu'une disjonction peut être réalisée jusqu'à 35 ans selon le stade de maturation du sujet.

TIMMS et VERO (1981 /84) pensent que le recours chirurgical n'est pas nécessaire jusqu'à 25 ans.

Pour BISHARA et STALEY (1987 /10), l'âge idéal se situe entre 13 et 15 ans, l'expansion est possible plus tard cependant les résultats sont imprévisibles et moins stables.

MAC NAMARA et BRUDON (1995 /58) s'interrogent sur la possibilité d'une expansion à la fin de l'adolescence et chez l'adulte jeune d'une vingtaine d'années.

CAPELOZZA et coll (1996 /16) rapportent des cas d'expansion chez des patients de 20 ans, de 38 ans (HAAS), de 25 ans (ALPERN et YUROSKO), et même de 50 ans (INOUE et coll).

Selon CAPELOZZA et coll (1996 /16), NORTHWAY et MEADE (1997 /66), HANDELMAN (1997 /42, 2000 /43), un défaut transversal mineur peut être corrigé sans chirurgie après la maturité squelettique.

ISSACSON et MURPHY, ZIMRING et ISSACSON, WERTZ, HAAS, PAPADOPOULOS, KOLOKITHA (cités par IOANNIDOU et KOLOKITHA, 2000 /44) s'accordent sur une possibilité d'ouverture, aussi bien pour les adolescents que pour les adultes avec cependant des effets plus limités en raison de la rigidité des pièces squelettiques.

Pour BETTS (2004 /9), un déficit transversal inférieur ou égal à 5 mm peut être traité orthodontiquement avec des résultats raisonnablement stables.

2.2.1 Etude expérimentale chez l'animal

KANEKAWA et SHIMIZU (1998 /47) réalisent une analyse histomorphométrique et chimique de la suture médio-palatine chez le rat.

L'échantillon comporte 64 rats mâles répartis en 4 groupes en fonction de l'âge : 6 semaines, 15 semaines, 24 semaines et 52 semaines. Chaque groupe est divisé en 2 sous-groupes : un groupe traité par expansion palatine pendant 7 jours et un groupe témoin.

SHINODA (cité par ces auteurs) note que le rat atteint sa maturité sexuelle à 12 semaines.

L'ensemble des groupes de rats traités montre une augmentation de largeur de la suture médio-palatine par rapport aux groupes témoins. Cette augmentation est identique chez les rats de 6, 15 et 24 semaines, elle est cependant nettement inférieure chez les rats de 52 semaines (Fig 20).

L'analyse de l'activité de la phosphatase alcaline (marqueur de la minéralisation osseuse) montre une augmentation dans les groupes traités par rapport aux groupes témoins, toutefois cette hausse d'activité diminue régulièrement avec l'âge, surtout à partir de l'âge de 24 semaines (Fig 21)

Une période de contention plus longue semble donc nécessaire chez les rats plus âgés.

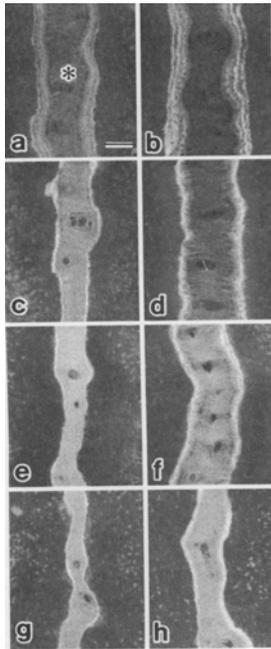


Figure 20 : Coupes frontales de la suture médio-palatine.

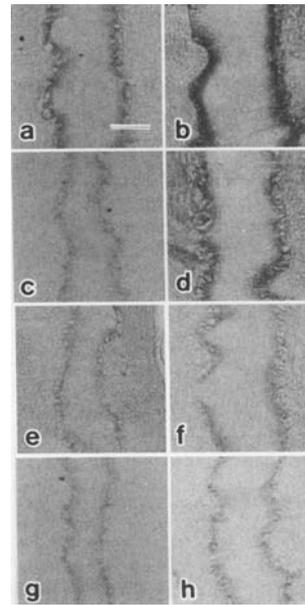


Figure 21 : Coloration de la phosphatase alcaline au niveau de la suture médio-palatine.

- Groupes a, c, e, g : groupes contrôles.
- Groupes b, d, f, h : groupes traités.
- Groupes a,b : 6 semaines ; c,d : 15 semaines ; e,f : 24 semaines ; g,h : 52 semaines.

2.2.2 Etudes histologiques chez l'homme

PERSSON et THILANDER (1977 /69) acceptent une fermeture de la suture palatine de 5% comme critère limite de la disjonction.

Ils concluent à partir de leur étude histologique qu'une thérapeutique de disjonction pourrait être donc tentée chez la majorité des sujets jusqu'à 25 ans.

Ces résultats ont été récemment confirmés :

Selon l'étude de WEHRBEIN et YIDIZHAN (2001 /87), 9 personnes sur 10 (de 18 à 38 ans) examinées après leur décès auraient pu subir une expansion maxillaire avec succès : moins de 5% de la suture était oblitéré.

L'étude histomorphométrique de KNAUP et coll (2004 /52) met aussi en évidence un degré d'ossification faible dans un échantillon de sujets âgés de 18 à 63 ans. Ces auteurs concluent que le début d'ossification suturale n'a aucune signification clinique jusqu'à 20 ans, les premiers ponts osseux apparaissant de manière isolée.

S'ils appliquent les conclusions des auteurs précédents, l'expansion maxillaire rapide semblerait être réalisable chez la plupart des sujets : 77,3% des sujets de plus de 26 ans présentent un index d'ossification inférieur à 5%.

2.2.3 Etudes cliniques

ALPERN et YUROSKO (1987 /3) évaluent le succès de l'expansion non chirurgicale chez 82 patients adultes de moins de 25 ans.

L'ensemble des patients a présenté une ouverture suturale confirmée cliniquement par l'apparition d'un diastème inter-incisif qui s'élargit au cours de l'expansion puis se referme de la même façon que lorsque l'expansion maxillaire est réalisée chez l'enfant en cours de croissance. Parmi ces patients, 12 étaient des femmes dont la plus âgée avait 20 ans (âge moyen de 16 ans et 6 mois). L'homme le plus âgé ayant subi une expansion maxillaire non chirurgicale avait 25 ans.

CAPELOZZA et coll (1996 /16) ont procédé à l'expansion maxillaire rapide chez 38 patients ayant atteint les dernières années de l'adolescence et l'âge adulte : 7 hommes de 17 à 23 ans (âge moyen de 21 ans et 4 mois) et 31 femmes de 15 à 44 ans (âge moyen de 20 ans et 6 mois).

De ces 38 patients, 31 patients (âge moyen de 18 ans et 9 mois), soit 81,5% des patients ont subi avec succès l'expansion maxillaire rapide. La définition d'une expansion « réussie » était fondée sur les données cliniques indiquant la manifestation d'un diastème.

Ces auteurs notent cependant un diastème relativement étroit comparativement au degré d'ouverture du vérin.

Le gain transversal moyen après la disjonction et le traitement orthodontique est évalué à 3,26 millimètres environ au niveau des molaires permettant d'obtenir des relations occlusales satisfaisantes à la fin du traitement.

Le gain transversal le plus important a été réalisé chez un sujet âgé de 21 ans et 5 mois, lequel a montré une augmentation de la distance inter-molaire de 7 millimètres.

Parmi les 7 patients n'ayant pas montré de diastème inter-incisif, 2 ont présenté des effets dentoalvéolaires suffisants pour permettre une normalisation des rapports maxillo-mandibulaires transversaux et 5 patients ont eu recours à une expansion maxillaire assistée chirurgicalement en raison de réactions douloureuses. Ces derniers étaient plus âgés que les patients traités sans chirurgie (âge moyen de 30 ans et 7 mois).

Ces auteurs concluent que, malgré l'échec de l'expansion maxillaire non chirurgicale chez certains sujets, cette thérapeutique avait été réussie chez la plupart des jeunes adultes.

Il convient de souligner que la plupart des sujets participant à cette étude ont éprouvé une douleur significative que l'on peut attribuer au rythme d'expansion très rapide de 4 quarts de tour par jour, et ce jusqu'à l'apparition d'un diastème.

NORTHWAY et MEADE (1997 /66), comparent l'expansion maxillaire chirurgicale et l'expansion maxillaire orthopédique chez l'adulte. Pour ce faire, ils disposent d'un échantillon de HAAS comprenant 15 patients adultes (âge moyen de 22,48 ans) traités par expansion maxillaire orthopédique et traitement multibagues. Ils notent un gain transversal moyen de 5,5 mm au niveau des molaires et de 3,5 mm au niveau des canines. La version molaire mesurée est négligeable, celle-ci étant neutralisée lors du traitement multibagues.

Ces auteurs présentent toutefois une inquiétude concernant la récession parodontale observée de 0,8 mm au niveau des molaires; aucune dent n'est cependant sévèrement compromise.

Selon HAAS (cité par ces auteurs), l'expansion maxillaire chez l'adulte constitue une approche différente de l'expansion réalisée chez l'enfant. Elle est toutefois cliniquement acceptable et stable. Ils préconisent une contention définitive par le port nocturne d'une plaque de Hawley.

HANDELMAN (1997 /42) présente parmi 27 cas adultes traités avec un disjoncteur de Haas 5 cas : il s'agit de 3 femmes de 30, 32 et 42 ans et 2 hommes de 23 et 44 ans.

Le vérin est activé d'un quart de tour par jour jusqu'à l'obtention de la surcorrection (obtention d'un articulé croisé vestibulaire) constituant ainsi une approche différente pour solliciter la suture médio-palatine.

L'appareil est laissé en place 3 mois. Après sa dépose, une plaque de contention est réalisée et portée la nuit pendant 5 ans.

HANDELMAN effectue de nombreuses mesures à partir des modèles d'études : largeurs d'arcade, angulations axiales des premières molaires maxillaires, hauteurs des couronnes cliniques (évaluation de la récession gingivale), tracé des contours palatins.

La prise de clichés rétroalvéolaires permet de contrôler les résorptions radiculaires éventuelles.

Le déficit transversal et les inversés d'articulés ont tous été corrigés malgré une séparation suturale rarement observée.

Le site d'expansion est l'alvéole, les tracés des contours palatins révèlent que l'expansion commence au niveau de la moitié ou du tiers supérieur de la voûte palatine, dont le volume est alors augmenté.

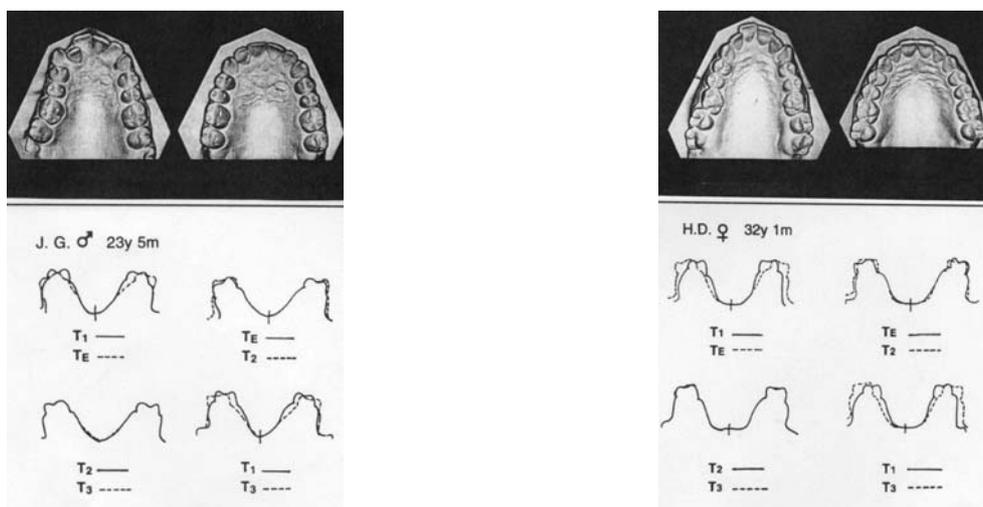


Figure 22 : Présentation de cas traités par HANDELMAN (1997 /42) :

- Modèles de l'arcade maxillaire (à gauche : avant expansion ; à droite : après expansion).
- Tracés des contours palatins (T1 : avant expansion, TE : après expansion, T2 : après traitement orthodontique, T3 : à long terme : 6 à 9 ans après selon les cas).

Cet auteur note un gain transversal de 3,4 à 7,5 mm et une version molaire de 10° à 18° selon les patients en fin de traitement.

Aucun des 5 patients n'a présenté de récessions parodontales et de résorptions radiculaires.

Les résultats à long terme apparaissent stables.

Plus récemment, HANDELMAN et coll (2000 /43), concluent que l'expansion maxillaire non chirurgicale chez les adultes est une technique sûre et prévisible pour corriger les anomalies transversales du maxillaire supérieur.

Leur conclusion est fondée sur la comparaison de 47 adultes et de 47 enfants ayant subi une expansion non chirurgicale et d'un groupe témoin de 52 patients dont l'état n'avait pas exigé ce traitement. L'âge des 47 adultes s'inscrivait dans la plage de 18 à 49 ans (âge moyen de 29 ans et 9 mois \pm 8 ans). Dans le cadre de cette étude, l'expansion maxillaire a été effectuée selon le même protocole que l'étude précédemment citée.

9 des 47 sujets ont éprouvé de la douleur et de l'œdème, mais tous ont pu terminer leur traitement après une période de repos de quelques semaines et l'adoption d'un rythme d'expansion plus lent, soit un quart de tour tous les 2 jours.

Aucun des patients adultes n'a présenté de diastème. Les auteurs ont démontré que le gain transversal obtenu était comparable à celui obtenu chez les enfants et que la translation de l'os alvéolaire n'avait entraîné qu'une inclinaison minimale des molaires.

Un gain transversal de 4,6 mm \pm 2,8 mm et une version de 3° en moyenne avec une diminution de l'angle de 6,2 \pm 11,5° étaient obtenus au niveau des premières molaires (d'où l'importance d'une surcorrection pour permettre aux molaires de se redresser). Les enfants, quant à eux montraient un gain transversal de 5,7 mm \pm 2,4 mm et une absence de version molaire.

Les tracés des contours palatins mettent en évidence des différences en fonction de l'âge : l'expansion débute au niveau du sommet de la voûte palatine chez l'enfant alors qu'elle apparaît au niveau de la moitié ou du tiers supérieur de la voûte palatine chez l'adulte, HANDELMAN parle d'expansion maxillaire alvéolaire.

Cet auteur évalue toutefois à 18% les effets squelettiques de l'expansion maxillaire adulte alors qu'ils atteignent 56% chez l'enfant. L'expansion obtenue au niveau de la moitié palatine est identique chez l'enfant et chez l'adulte.

Les sujets féminins ont affiché une certaine perte d'attache gingivale comparativement au groupe témoin, mais cette perte de 0,5 mm a été jugée acceptable sur le plan clinique.

Les auteurs notent des résultats stables à long terme : aucun adulte ayant subi une expansion maxillaire n'a manifesté la réapparition de son occlusion croisée, durant au moins un an suivant l'arrêt de la contention (durée moyenne sans contention de 5,9 ans \pm 3,9 ans).

WANG (2000 /86) compare les effets de l'expansion maxillaire rapide réalisée chez 47 enfants et 47 adultes et note les résultats suivants :

- Une augmentation des largeurs inter-canine et inter-molaire plus importante chez les enfants; ce rapport n'apparaît pas au niveau des prémolaires,
- une augmentation de la largeur palatine plus importante chez les enfants,
- une version molaire et alvéolaire plus importante chez les adultes.

IOANNIDOU et KOLOKITHA (2000 /44) présentent deux cas âgés de 18 ans traités par une expansion palatine rapide à l'aide d'un disjoncteur de type Haas. Le résultat a été jugé satisfaisant. La première patiente a montré une expansion maxillaire de 10 mm obtenue en 3 semaines à raison de 2 activations par jour.

STUART et WILSHIRE (2003 /82) présentent le cas d'une jeune adulte de 19 ans et 7 mois atteinte d'un déficit transversal maxillaire nécessitant une expansion maxillaire. L'option chirurgicale a été refusée par la patiente. Celle-ci a préféré l'expansion maxillaire rapide tout en ayant été informée des séquelles éventuelles de cette approche.

Après avoir procédé à l'évaluation de la suture palatine à l'aide d'une radiographie occlusale, il a été préconisé à la patiente de ne tourner la vis qu'une fois par jour pendant 7 jours pour affaiblir la suture palatine et réduire la douleur, puis il a été prescrit de donner deux tours de vis par jour. 24 jours après la première activation, l'expansion réalisée était de 7 mm avec un diastème de 3 mm.

ISERI et coll (2004 /46) réalisent une étude dont l'objectif est d'évaluer les effets à court terme et à long terme de l'expansion maxillaire semi-rapide avec un disjoncteur en résine collé chez des adolescents et des jeunes adultes.

Ce protocole d'activation « semi-rapide » a été mis au point à partir d'une étude précédente. En 1998, ces auteurs évaluent la résistance des structures environnantes lors de l'expansion palatine rapide par la méthode des éléments finis en 3D et notent l'existence d'une moindre résistance lorsque l'expansion est lente. L'activation est de 2 quarts de tour par jour les 5-6 premiers jours puis de 3 quarts de tour par semaine avec le même dispositif amovible afin de diminuer la résistance et de permettre une meilleure adaptation du complexe naso-maxillaire, ce qui diminuerait la récurrence.

Ces auteurs comparent 20 sujets traités (âge moyen de 14,57 ans) et 20 sujets témoins. Les sujets présentent un articulé inversé uni ou bilatéral et des indicateurs de maturité compris entre MP3 cap et RU. Le traitement dure en moyenne 4 mois.

La mise en place d'implants permet d'analyser les résultats de l'expansion qui sont les suivants :

- Augmentation des largeurs au niveau de la cavité nasale et de la base maxillaire.
- Gain transversal moyen évalué à 7,4 mm au niveau inter-molaire et à 2,7 mm au niveau de la base maxillaire.

Ces résultats sont en accord avec l'étude précédente de KREBS révélant que la réponse suturale $\leq 50\%$ de l'expansion totale avec l'augmentation de l'âge, soit de 33% lorsque le traitement est réalisé entre 13 et 19 ans (cité par HANDELMAN, 1997 /42).

DAVIDOVITCH et coll (2005 /26) réalisent une expansion maxillaire rapide chez 28 sujets âgés de 8 à 20 ans et comparent les effets obtenus en fonction de l'âge et de l'utilisation de deux disjoncteurs différents, comportant 2 ou 4 bagues.

L'expansion est considérée comme réussie lorsqu'une disjonction suturale minimale de 1,5 est mesurée au niveau des canines (mesures réalisées sur les clichés occlusaux).

Chaque dispositif crée une expansion palatine avec des effets cependant différents. Le dispositif à 4 bagues produit une disjonction de la suture médio-palatine 2,5 fois plus importante.

Alors que l'utilisation du dispositif à 2 bagues ne permet pas la disjonction suturale minimale de 1,5 mm chez les enfants de plus de 12 ans, le dispositif à 4 bagues permet une disjonction de l'ensemble des patients jusqu'à 17 ans, à l'exception d'un patient âgé de 20 ans.

Ces auteurs préconisent par conséquent l'utilisation d'un disjoncteur à 4 bagues lorsque l'expansion est réalisée chez des patients de plus de 12 ans.

LAGRAVERE et coll (2005 /54) réalisent une étude de la littérature concernant les effets à long terme de l'expansion maxillaire rapide. Ils concluent que l'expansion mesurée au niveau des distances inter-molaire et inter-canine est similaire chez l'adolescent et le jeune adulte.

BASSARELLI et coll (2005 /5) comparent, à partir des moulages, la hauteur de la couronne clinique vestibulaire des dents maxillaires de 50 patients adultes (18 à 50 ans) traités par une expansion maxillaire lente, à celle de 50 patients traités sans expansion transversale afin d'évaluer le risque parodontal.

Les 2 groupes ne présentent aucun changement significatif de la hauteur de la couronne clinique quelque soit l'âge et le degré de version dentaire, lequel est corrélé à l'intensité de l'expansion.

Aucun effet iatrogène de l'expansion maxillaire lente n'a été démontré dans le cadre de cette étude.

L'ensemble de ces études nous montre que la disjonction maxillaire chez l'adulte peut être tentée, notamment avant l'âge de 20 ans compte tenu de la maturation suturale.

Elle résulte de la même façon que lorsqu'elle est réalisée chez l'enfant d'effets squelettiques et dentoalvéolaires.

En effet, ALPERN et YUROSKO (1987 /3), CAPELOZZA et coll (1996 /16), NORTHWAY et MEADE (1997 /66), STUART et WILSHIRE (2003 /82), ISERI et coll (2004 /46) notent un effet squelettique mis en évidence par l'apparition d'un diastème inter-incisif.

Cependant pour HANDELMAN (1997 /42, 2000 /43), il ne s'agit pas d'un objectif à atteindre; le site de l'expansion maxillaire chez l'adulte étant l'alvéole. HANDELMAN parle d'expansion maxillaire alvéolaire. Il doit être noté que les patients traités dans le cadre de cette étude sont plus âgés que dans les études précédentes et le rythme d'activation est plus lent.

L'ensemble des auteurs s'accorde sur le fait que la réponse squelettique de l'expansion maxillaire tardive est de moindre importance que lorsque celle-ci est réalisée chez l'enfant.

Malgré l'optimisme de ces auteurs vis à vis d'une possibilité de disjonction chez l'adulte, certaines limites ont toutefois été énoncées : elles concernent les patients présentant une déficience transversale sévère nécessitant une expansion de 8-10 mm et la présence d'un contexte parodontal défavorable (CAPELOZZA, 1996 /16; HANDELMAN, 1997 /42, 2000 /43; BASSARELLI et coll, 2005 /5).

ETUDE CLINIQUE DE L'EXPANSION MAXILLAIRE TARDIVE

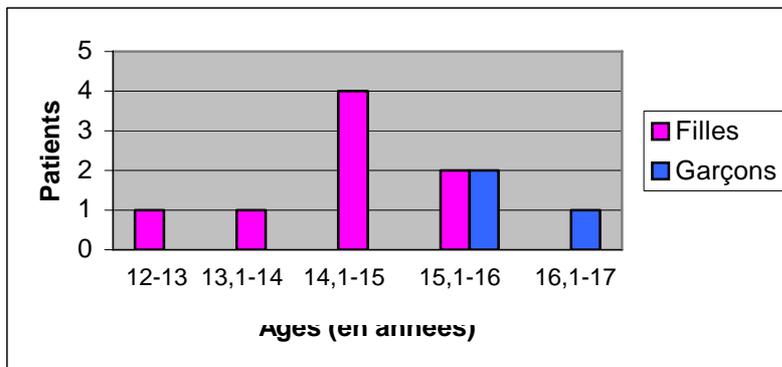
1 MATERIEL ET METHODE

1.1 Echantillon

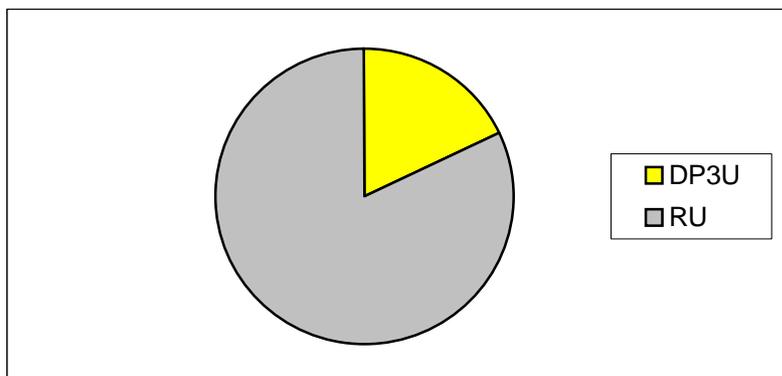
Nous avons choisi d'illustrer ce travail par la présentation de 11 cas : 3 garçons et 8 filles âgés de 12 à 17 ans (moyenne d'âge de 14 ans et 11 mois) sur lesquels a été mis en œuvre un protocole d'expansion maxillaire.

Les critères de sélection furent :

- Squelettique : présence d'un déficit maxillaire transversal.
- Dentaire : articulé croisé uni ou bilatéral, contexte parodontal sain.
- Stade de maturité squelettique : L'âge osseux visualisé à l'aide d'une radiographie de la main et du poignet d'après les indices de GREULICH et PYLE indique une absence de croissance ou une fin de croissance staturale.



Représentation de notre échantillon en fonction de l'âge et du sexe.



Représentation de notre échantillon en fonction du stade de maturité squelettique.

1.2 Protocole clinique

Une tentative d'expansion maxillaire rapide a été proposée malgré le stade de maturité squelettique.

D'après les conclusions des études précédemment citées, il n'existe aucune variable biométrique permettant d'évaluer avec certitude le degré de sidération complète de la suture médio-palatine. Le seul moyen d'établir l'efficacité de l'expansion maxillaire rapide chez l'adulte est de commencer le traitement et de contrôler l'apparition d'un diastème inter-incisif ainsi que la douleur.

Le dispositif utilisé dans notre étude est un disjoncteur de type Hyrax scellé sur les premières molaires.

Nous avons préconisé un rythme d'activation de $\frac{1}{4}$ de tour le matin et de $\frac{1}{4}$ de tour le soir (soit $\frac{1}{2}$ mm par jour) jusqu'à l'obtention de l'expansion désirée en tenant compte de la surcorrection.

Une surveillance réalisée chaque semaine nous permettait de contrôler le rythme d'activation, l'apparition d'un diastème, la douleur et l'intégrité parodontale. Le succès de la disjonction était jugé par l'apparition clinique d'un diastème entre les incisives centrales.

La contention de l'expansion fut réalisée par le disjoncteur conservé en place pendant 6 mois. Après l'expansion maxillaire, tous les sujets ont bénéficié d'un traitement multi-attaches.

1.3 Enregistrements

Dans la mesure du possible, une série d'enregistrements : photographies intra-buccales, clichés radiographiques occlusaux et modèles d'étude ont été réalisés à :

- T1 : avant la disjonction,
- T2 : après la disjonction,
- T3 : pendant le traitement multi-attaches ou le jour de la dépose.

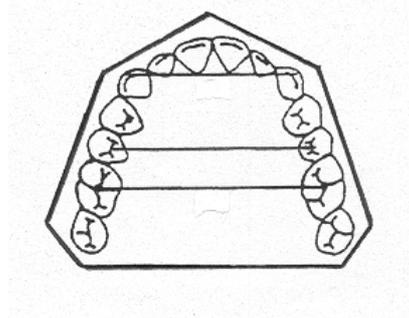
Avant le début du traitement, une radiographie de la main et du poignet permet d'évaluer le stade de maturité squelettique de chaque patient.

Au cours de la disjonction, une photographie de face et une radiographie occlusale visualisent la disjonction suturale.

1.4 Mesures

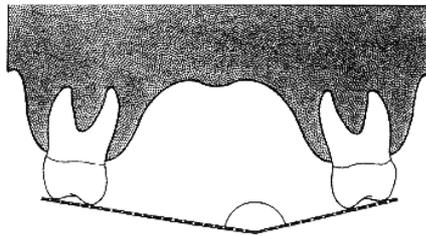
A partir des modèles d'étude réalisés à T1, T2 et T3, nous nous sommes intéressés à l'étude :

- des variations de largeur d'arcade mesurées au niveau des premières molaires (au niveau de la fosse centrale), et des canines (au niveau de la pointe cuspidienne) d'après l'étude de DORUCK et coll (2004 /34).

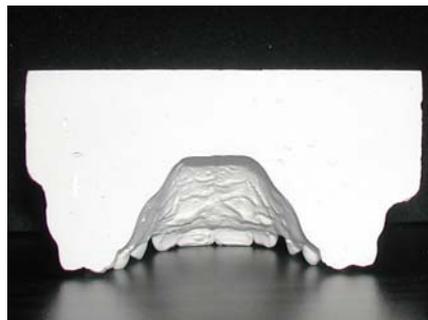


- de la version molaire :

Celle-ci sera mise en évidence par la mesure de l'angle formé entre les lignes joignant les cuspidés vestibulaire et palatine des premières molaires maxillaires droite et gauche à partir de coupes frontales de modèles passant au niveau de la première molaire (selon MAC NAMARA et coll (2003 /59).



- du remodelage de la voûte palatine à partir de la réalisation d'une superposition des tracés des contours de la voûte palatine sur la suture médio-palatine selon le procédé utilisé par HANDELMAN (1997 /42, 2000 /43).



2 RESULTATS

2.1 Examens clinique et radiologique

Examen clinique

Après l'expansion maxillaire, l'ensemble des patients montrent une normalisation des rapports occlusaux transversaux.

Le protocole thérapeutique a été bien toléré. Aucun des patients n'a éprouvé de douleurs et d'effets iatrogènes au niveau du parodonte nécessitant l'arrêt du traitement.

Après une semaine d'activation, 9 patients sur 11 ont présenté un diastème inter-incisif, preuve de l'effet squelettique de l'expansion.

Seule la patiente n° 2 n'a pas montré de diastème, nous lui avons alors recommandé un rythme d'activation plus lent soit $\frac{1}{4}$ de tour par jour ; après 2 semaines d'activation, le diastème inter-incisif est apparu.

Examen radiologique

Les clichés radiographiques occlusaux réalisés chez certains patients lors de la disjonction visualisent l'ouverture de la suture médio-palatine. Celle-ci apparaît de façon plus ou moins nette.

Les clichés occlusaux des patients n°4 et 6 ont été réalisés 2 semaines après la fin de l'activation du vérin, c'est la raison pour laquelle le diastème inter-incisif n'apparaît pas.

Nous retrouvons une ouverture triangulaire, à base antérieure, zone de moindre résistance décrite dans la littérature.

Avant la disjonction



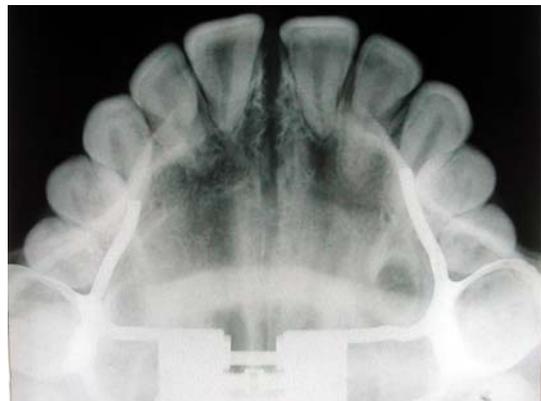
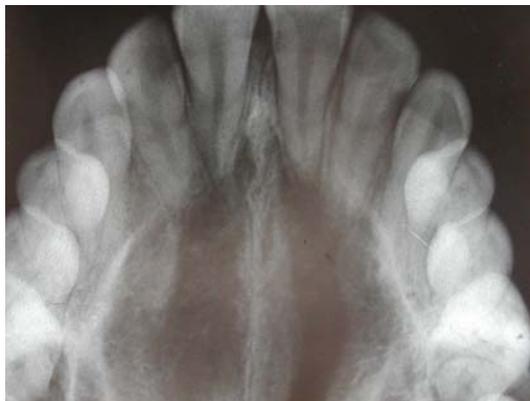
Pendant la disjonction



Avant la disjonction



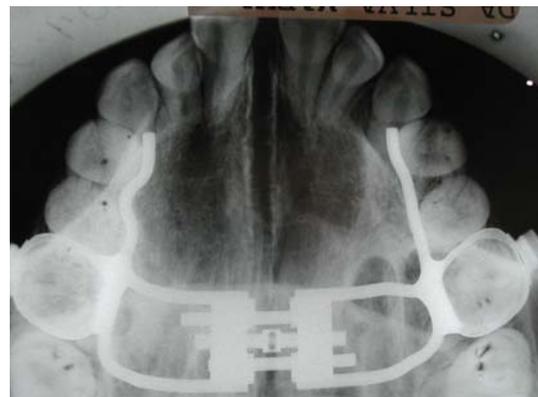
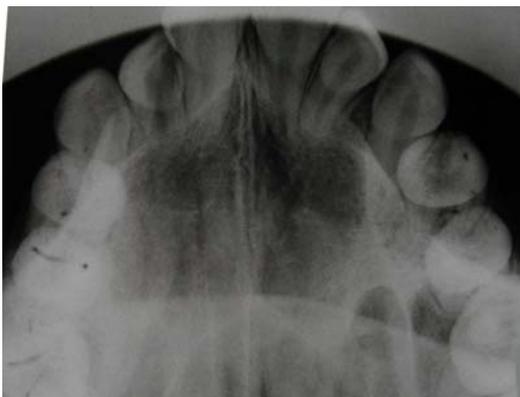
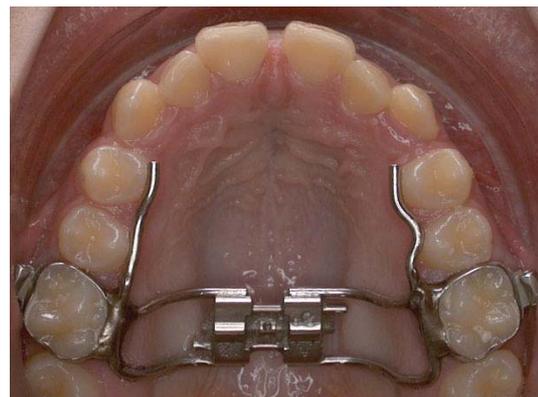
Pendant la disjonction



Avant la disjonction



Pendant la disjonction

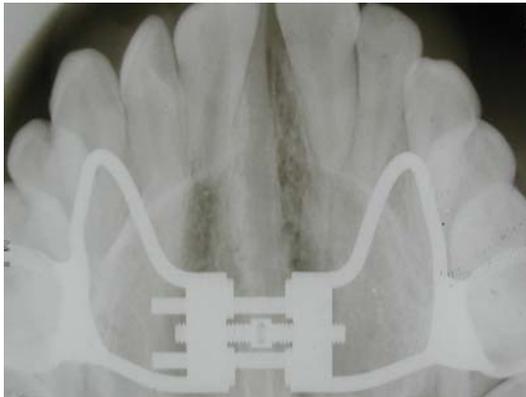
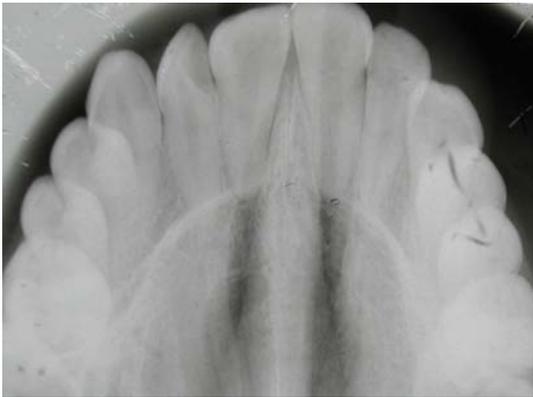


Cas n°4 : H

Avant la disjonction



Pendant la disjonction



Cas n°5 : J

Avant la disjonction



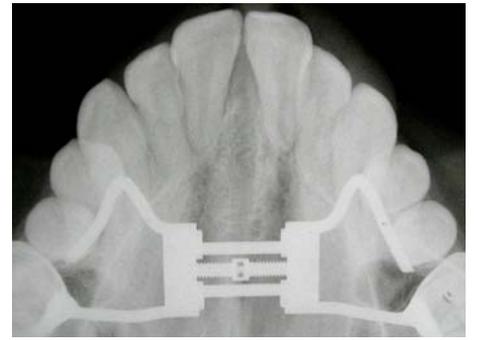
Pendant la disjonction



Avant la disjonction



Pendant la disjonction



Après la disjonction



Cas n°7 : S

Avant la disjonction



Après la disjonction



Cas n°8 : E

Avant la disjonction



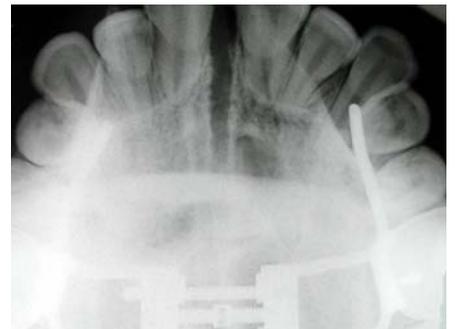
Après la disjonction



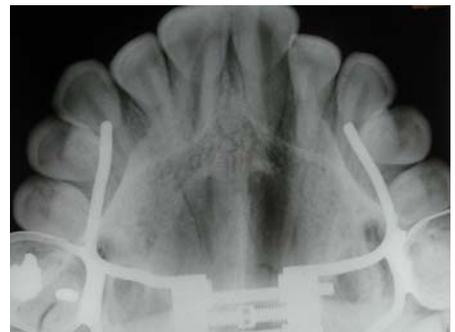
Avant la disjonction



Pendant la disjonction



Après la disjonction



Cas n°10 : M

Avant la disjonction



Pendant la disjonction



Cas n°11 : B

Avant la disjonction



Fin de traitement



2.2 Examen des moulages

Les mesures et les tracés des contours de la voûte palatine réalisés à partir des moulages sont répertoriés dans l'annexe p 72 à 77.

A partir de notre échantillon initial de 11 patients , nous distinguons 2 sous-échantillons en fonction des documents disponibles :

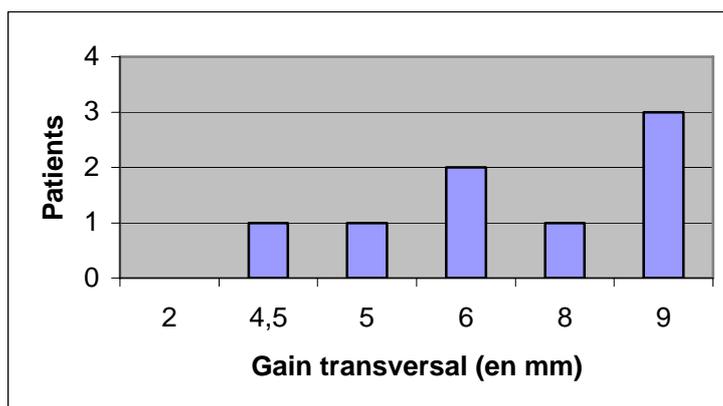
- Un sous-échantillon de 8 patients étudié entre les temps T1 et T2, c'est à dire avant et immédiatement après l'expansion maxillaire.
- Un sous-échantillon de 6 patients étudié entre T1 et T3 c'est à dire avant et pendant la phase des finitions orthodontiques ou lors de la dépose du dispositif multibagues.

2.2.1 Etude des distances inter-dentaires.

♦ Effets immédiats de l'expansion maxillaire tardive (T1-T2) : Etude de 8 patients

○ Au niveau de la distance inter-molaire :

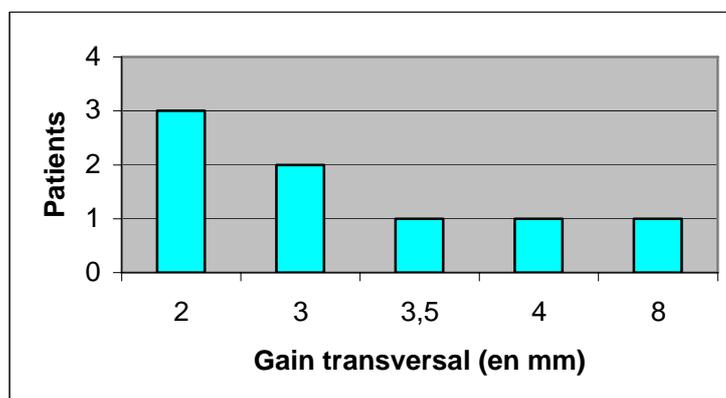
Patients	T1	T2	Différences (T1-T2)
N°1 : S	43	49	6
N°2 : D	46	51	5
N°3 : M	46,5	51	4,5
N°4 : H	46,5	54,5	8
N°5 : J	46	52	6
N°6 : H	46	55	9
N°7 : S	41	50	9
N°8 : E	46	55	9



Visualisation du gain transversal au niveau des molaires (T1-T2).

○ **Au niveau de la distance inter-canine:**

Patients	T1	T2	Différences (T1-T2)
N°1 : S	31	34	3
N°2 : D	34	36	2
N°3 : M	31,5	33,5	2
N°4 : H	35,5	39	3,5
N°5 : J	35	38	3
N°6 : H	31	33	2
N°7 : S	29	33	4
N°8 : E	32	40	8



Visualisation du gain transversal au niveau des canines (T1-T2).

Le gain transversal moyen s'élève à :

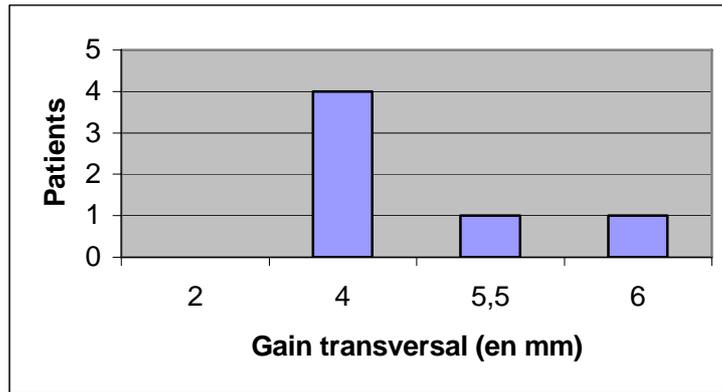
- 7 mm (de 4,5 à 9 mm) au niveau des premières molaires,
- 2,8 mm (de 2 à 4 mm) au niveau des canines.

Les résultats de la patiente n° 8 n'ont pas été pris en compte au niveau de la distance inter-canine. Elle présente une augmentation de 8 mm qui n'est pas représentative de l'effet de l'expansion maxillaire seule, un traitement multibagues réalisé préalablement à l'expansion maxillaire explique ces résultats.

Immédiatement après la disjonction, les résultats obtenus révèlent qu'il est possible d'obtenir malgré un stade de maturité squelettique situé à RU :

- ♦ Au niveau de la distance inter-molaire :
 - une augmentation minimale de 4,5 mm,
 - **une augmentation maximale de 9 mm** obtenue chez 3 patientes.
- ♦ Au niveau de la distance inter-canine :
 - une augmentation minimale de 2 mm obtenue chez 3 patients,
 - **une augmentation maximale de 4 mm.**
- ♦ **Effets à moyen terme de l'expansion maxillaire tardive (T1-T3) : Etude de 6 patients**
 - **Au niveau de la distance inter-molaire :**

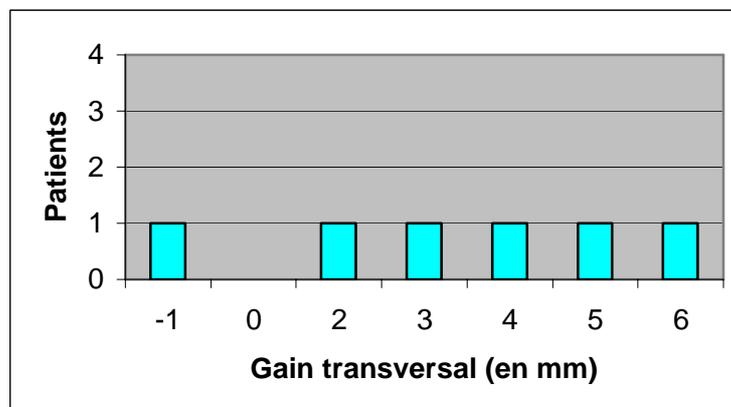
Patients	T1	T3	Différences (T1-T3)
N°6 : H	46	50	4
N°7 : S	41	47	6
N°8 : E	46	50	4
N°9 : M	43,5	47,5	4
N°10 : M	46,5	52	5,5
N°11 : B	43	47	4



Visualisation du gain transversal au niveau des molaires (T1-T3).

○ **Au niveau de la distance inter-canine**

Patients	T1	T3	Différences (T1-T3)
N°6 : H	31	35	4
N°7 : S	29	32	3
N°8 : E	32	34	2
N°9 : M	37	36	-1
N°10 : M	35	40	5
N°11 : B	26	32	6



Visualisation du gain transversal au niveau des canines (T1-T3).

Le gain transversal moyen (T1-T3) s'élève à :

- 4,6 mm (4 à 6 mm) au niveau des premières molaires,
- 3,1 mm (-1 à 6 mm) au niveau des canines.

La patiente n° 8 présente une distance inter-canine négative compte tenu de l'importante ectopie vestibulaire des canines avant le début du traitement, expliquant de ce fait la diminution de la largeur transversale à ce niveau après l'expansion et le traitement multibagues.

Après la disjonction et le traitement multibagues, les résultats obtenus révèlent qu'il est possible d'obtenir malgré un stade de maturité squelettique situé à RU :

- ♦ Au niveau de la distance inter-molaire :
 - une augmentation minimale de 4 mm obtenue chez 4 patients,
 - **une augmentation maximale de 6 mm** obtenue chez 1 patiente.
- ♦ Au niveau de la distance inter-canine :
 - une augmentation minimale de 2 mm obtenue chez 1 patiente,
 - **une augmentation maximale de 6 mm** obtenue chez 1 patiente, liée à la normalisation de la forme d'arcade initiale triangulaire et très étroite antérieurement.

♦ **Modifications observées entre T2 et T3 : Etude de 3 patientes**

Patients	T1	T2	Différences (T1-T2)	T3	Différences (T1-T3)
N°6 : H	46	55	9	50	4
N°7 : S	41	50	9	47	6
N°8 : E	46	55	9	50	4

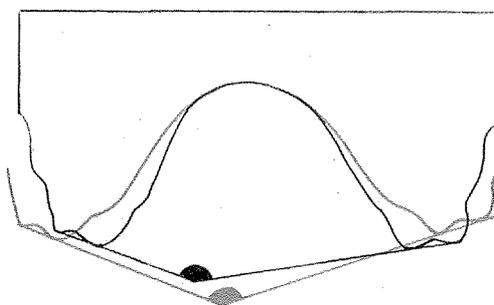
Nous n'avons pu suivre que 3 cas entre T2 et T3, c'est à dire immédiatement après la disjonction et jusqu'au stade des finitions orthodontiques ou de la dépose afin d'étudier l'évolutivité de l'expansion maxillaire tardive.

La largeur inter-molaire augmente entre T1 et T2 puis diminue de 55% pour les patientes n° 6 et 8 et de 33% pour la patiente n° 7 au temps T3.

On peut expliquer cette diminution par la récurrence de l'effet de version dento-alvéolaire lié à l'expansion et l'incorporation des données du 3^{ème} ordre lors du traitement multibagues, d'où l'importance de réaliser une surcorrection.

2.2.2 Etude de la version molaire (en degrés)

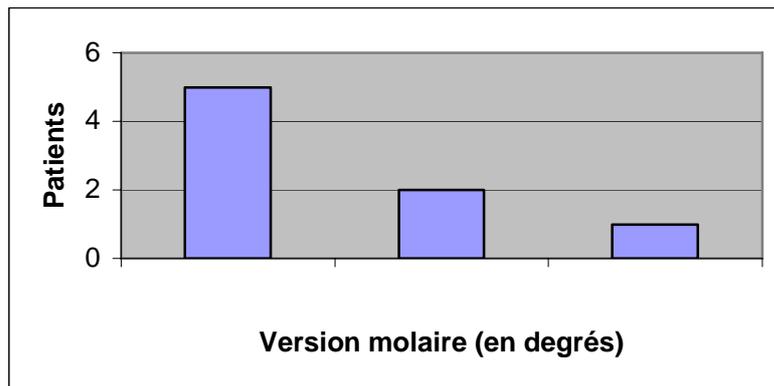
- T1
- T2 / T3



Visualisation des angles mesurés

♦ Effets immédiats de l'expansion maxillaire tardive (T1-T2): Etude de 8 patients

Patients	T1	T2	Différences (T1-T2)
N°1 : S	170	162	8
N°2 : D	167	164	3
N°3 : M	161	160	1
N°4 : H	160	158	2
N°5 : J	165	158	7
N°6 : H	150	137	13
N°7 : S	177	150	27
N°8 : E	155	135	20



Visualisation de la version molaire (T1-T2).

Après la disjonction, l'ensemble des patients présente une version vestibulaire iatrogène des molaires objectivée par la diminution de l'angle molaire mesuré.

La vestibulo-version moyenne est évaluée à 5,06°; celle-ci est cependant variable selon les patients :

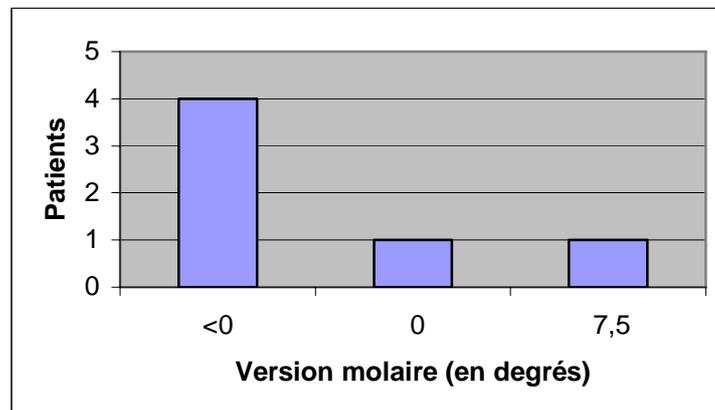
- 5 patients présentent une version vestibulaire négligeable comprise entre 0 et 5°,
- 2 patients présentent une version vestibulaire comprise entre 5,1 et 10°,
- 1 patiente présente une importante vestibulo-version évaluée à 13,5°, mise en évidence par une diminution de l'angle molaire de 27°.

La présence d'une version importante semble liée à l'intensité de l'expansion réalisée. En effet ce sont les 3 patientes qui ont montré le gain transversal molaire le plus important de 9 mm immédiatement après l'expansion, qui présentent les versions les plus importantes.

On peut aussi penser que la présence d'une version vestibulaire importante, peut s'expliquer par une disjonction squelettique incomplète associée de ce fait à une majoration des effets dento-alvéolaires .

♦ **Effets à moyen terme de l'expansion maxillaire tardive (T1-T3) : Etude de 6 patients**

Patients	T1	T3	Différences (T1-T3)
N°6 : H	150	163	-13
N°7 : S	177	162	15
N°8 : E	155	184	-13
N°9 : M	165	165	0
N°10 : M	166	174	-8
N°11 : B	156	168	-12



Visualisation de la version molaire (T1-T3)

- 4 patients sur 6 (patients n° 6, 8, 10 et 11) présentent par rapport à T1 une linguoversion des premières molaires comprise entre 4 et 6,5°, reflet de la récidence dentoalvéolaire de l'expansion et du redressement de l'axe dentaire lors du traitement multibagues, permettant de ce fait une normalisation de l'axe dentaire notamment chez les patientes n°5 et 7 qui présentaient déjà une importante version vestibulaire des molaires à T2.

Cette linguo-version lors du traitement multibagues faisant suite à la disjonction diminue le gain transversal d'où la nécessité de réaliser une surcorrection.

- La patiente n° 9 ne montre aucun changement concernant l'axe des molaires entre T1 et T3.

- Seule la patiente n°7 montre une diminution de l'angle, reflet d'une vestibulo-version des molaires.

On peut remarquer que cette patiente présentait la version molaire la plus importante au temps T2. Celle-ci ne pouvant être neutralisée par la récidive et le traitement multibagues, il persiste de ce fait une vestibulo-version de $7,5^\circ$ par côté (diminution de l'angle molaire de 15°).

2.2.3 Etude du tracé des contours palatins

L'observation des superpositions des tracés des contours palatins sur la suture médio-palatine met en évidence le remodelage de la voûte palatine associé à l'expansion maxillaire.

Les tracés des patients n°1, 2, 3, 4, 5, 9, 10 et 11 présentent une expansion légère mais régulièrement répartie qui débute au sommet, voire au tiers supérieur de la voûte palatine signant une réelle expansion squelettique.

Les tracés des patients n°6, 7 et 8 mettent en évidence une expansion qui débute aussi au sommet, voir au tiers supérieur cependant celle-ci est nettement plus importante dans le tiers inférieur de la voûte palatine, signe de la version dento-alvéolaire déjà mise en évidence par la mesure de l'angle molaire.

L'importante version dento-alvéolaire visualisée sur les tracés (T1-T2) des patientes n°6, 7 et 8 n'apparaît plus sur les tracés (T1-T3) du fait de la récidive et du redressement d'axe lors du traitement multibagues. Ces résultats ont déjà été mis en évidence par l'étude précédente concernant la version des molaires.

3 DISCUSSION

3.1 Largeur inter-molaire

Largeur immédiate

Les résultats de notre étude enregistrés immédiatement après l'expansion révèlent une augmentation moyenne de la largeur inter-molaire évaluée à 7 mm. Une augmentation maximale de 9 mm peut cependant être obtenue.

Ces valeurs correspondent à celles obtenues par IOANNIDOU et KOLOKITHA (2000 /44), STUART et WILSHIRE (2003 /82) ainsi que par ISERI et coll (2004 /46) qui notent respectivement une expansion immédiate de 10 mm, 7 mm et 7,4 mm.

Chez l'enfant, DORUK et coll (2004 /34) notent aussi un gain transversal qui se rapproche de celui trouvé dans notre étude, soit 6,77 mm.

DA SILVA FILHO et coll (95 /25) ainsi que CIAMBOTTI et coll (2001 /20) notent cependant chez l'enfant, une augmentation des distances inter-molaires moins importante avec respectivement 5,4 mm et 4,76 mm.

Largeur résiduelle

Au cours des finitions orthodontiques ou lors de la dépose, on obtient une expansion inter-molaire résiduelle moyenne de 4,6 mm.

Ces valeurs correspondent à celles rencontrées dans la littérature dans le cadre des traitements réalisés chez l'adulte. HANDELMAN (1997 /42, 2000 /43) note une augmentation inter-molaire résiduelle de 3,4 à 7,5 mm selon les sujets ; CAPELLOZZA et coll (1996 /16) notent une augmentation moyenne de 3,26 mm, avec une augmentation de 7 millimètres obtenue chez un sujet de 21,5 ans.

De même, nous avons obtenu chez une patiente un gain maximal de 6 mm.

Nos valeurs sont de moindre importance que celles trouvées dans l'étude de NORTHWAY et MEADE (1997 /66) avec un gain transversal inter-molaire moyen de 5,5 mm.

D'autre part, l'expansion inter-molaire résiduelle que nous avons obtenue est identique à celle obtenue chez l'enfant.

En effet , MAC NAMARA et coll (2003 /59) observent à partir d'un échantillon de 112 patients une augmentation moyenne de la largeur inter-molaire de 4,4 mm après l'expansion maxillaire et le traitement multibagues.

FENDERSON et coll (2004 /35) notent quand à eux un gain transversal résiduel moyen de 6,1 mm au niveau de la distance inter-molaire.

3.2 Largeur inter-canine

Largeur immédiate :

Nos résultats révèlent un gain transversal moyen immédiat de 2,8 mm avec un gain maximum de 4 mm.

DORUK et coll (2004 /34) notent chez l'enfant des valeurs nettement plus élevées, soit un gain de 6,06 mm.

Largeur résiduelle

Dans notre travail, l'augmentation de la largeur inter-canine résiduelle a été évaluée à 3,1 mm en moyenne.

CAPELLOZZA et coll (1996 /16) relèvent une augmentation moindre de 1,46 mm . Ils prennent cependant en compte les valeurs négatives lors du repositionnement palatin des canines ectopiques.

Nos valeurs se rapprochent de celles de NORTHWAY et MEADE (1997 /66), lesquels notent une distance inter-canine résiduelle de 3,4 mm.

Nos résultats se rapprochent aussi de ceux trouvés lors de l'expansion maxillaire orthopédique chez l'enfant ; ADKINS et coll (1990 /1) notent une valeur de $2,9 \pm 1,4$ mm; MAC NAMARA et coll (2003 /59) ainsi que FENDERSON et coll (2004 /35) obtiennent 3,9 mm.

3.3 Version molaire

Version immédiate

Dans notre étude concernant la version vestibulaire des molaires immédiatement après l'expansion , nous notons une grande variabilité d'un patient à l'autre.

La vestibulo-version moyenne est évaluée à $5,06^\circ$ avec une version maximale de $13,5^\circ$.

Nous observons que cette version est d'autant plus importante que la largeur inter-molaire immédiate est augmentée.

Nos valeurs correspondent à celles obtenues chez l'enfant, CIAMBOTTI et all (2001 /20) notent une version moyenne immédiate de 6,08°.

Version résiduelle

Dans notre étude, la version molaire apparaît réduite lors du traitement multibagues. La majorité des patients montre par rapport au début du traitement une linguoversion.

De même NORTWAY et MEADE (1997 /66) mettent en évidence une version molaire négligeable de 1°. Ils expliquent cela par le fait qu'un traitement multibagues fait suite à l'expansion.

Dans notre étude, une seule patiente présente une version vestibulaire résiduelle de 7,5°.

HANDELMAN (1997 /42) note une vestibuloversion plus importante de 10° à 18°. Lors d'une étude plus récente comprenant un échantillon plus important (2000 /43), il note une vestibuloversion molaire moyenne de 3,1 ° avec une diminution de l'angle molaire de 6,2° ± 11,5°.

Cet effet parasite de version vestibulaire des molaires est aussi retrouvé dans le cadre de l'expansion maxillaire rapide précoce; il est toutefois de moindre importance que chez l'adulte.

Chez l'enfant, la version des molaires est respectivement évaluée à 4,8° et à 2,1° après la disjonction et la phase d'alignement multibagues par MAC NAMARA et coll (2003 /59) et par FENDERSON et coll (2004 /35).

ANNEXE

Mesures des distances inter-dentaires (en mm).

Patients	T1	T2	Différences (T1-T2)	T3	Différences (T1-T3)
N°1 : S					
Inter-molaire	43	49	6		
Inter-canine	31	34	3		
N°2 : D					
Inter-molaire	46	51	5		
Inter-canine	34	36	2		
N°3 : M					
Inter-molaire	46,5	51	4,5		
Inter-canine	31,5	33,5	2		
N°4 : H					
Inter-molaire	46,5	54,5	8		
Inter-canine	35,5	39	3,5		
N°5 : J					
Inter-molaire	46	52	6		
Inter-canine	35	38	3		
N°6 : H					
Inter-molaire	46	55	9	50	4
Inter-canine	31	33	2	35	4
N°7 : S					
Inter-molaire	41	50	9	47	6
Inter-canine	29	33	4	32	3
N°8 : E					
Inter-molaire	46	55	9	50	4
Inter-canine	32	40	8	34	2
N°9 : M					
Inter-molaire	43,5			47,5	4
Inter-canine	37			36	-1
N°10: M					
Inter-molaire	46,5			52	5,5
Inter-canine	35			40	5
N°11 : B					
Inter-molaire	43			47	4
Inter-canine	26			32	6

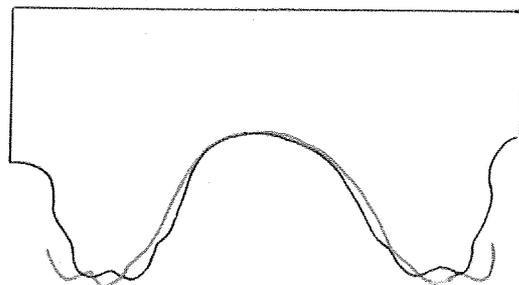
Mesure de la version molaire (en degrés)

Patients	T1	T2	Différences (T1-T2)	T3	Différences (T1-T3)
N°1 : S	170	162	8		
N°2 : D	167	164	3		
N°3 : M	161	160	1		
N°4 : H	160	158	2		
N°5 : J	165	158	7		
N°6 : H	150	137	13	163	-13
N°7 : S	177	150	27	162	15
N°8 : E	155	135	20	184	-13
N°9 : M	165			165	0
N°10 : M	166			174	-8
N°11 : B	156			168	-12

Tracés des contours palatins

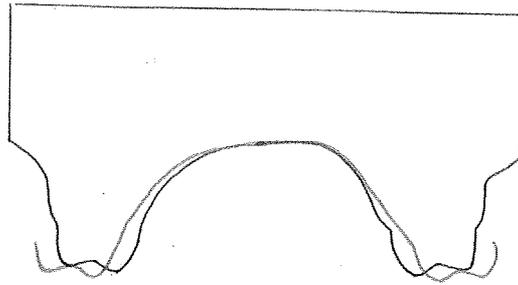
- Temps T1 : Début du traitement
- Temps T2 : Après la disjonction
Temps T3 : Phase des finitions orthodontiques ou de dépose

Patiente n° 1 : S



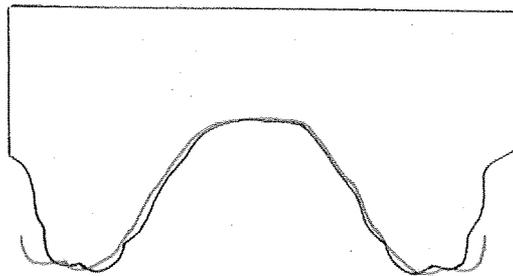
T1-T2

Patiente n°2 : D



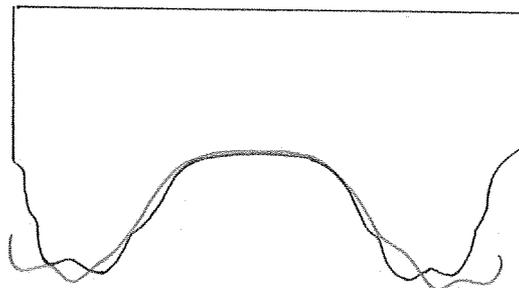
T1-T2

Patient n° 3 : M



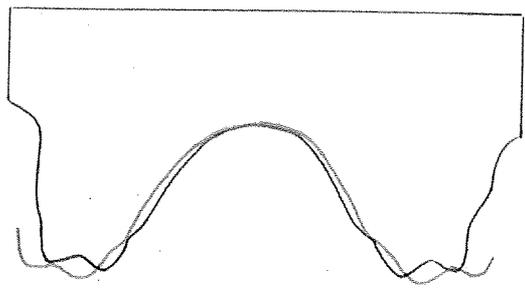
T1-T2

Patient n°4 : H



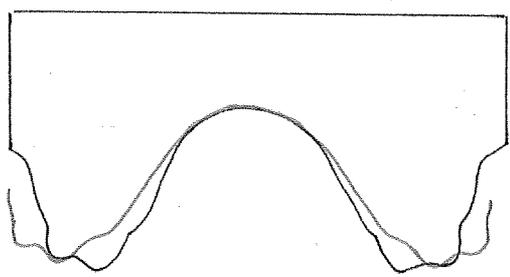
T1-T2

Patient n°5 : J

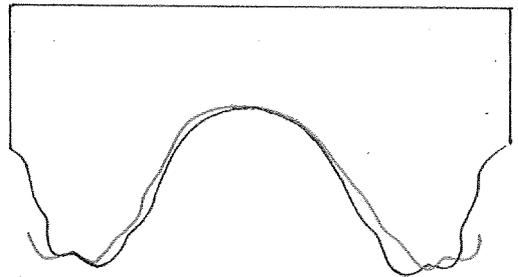


T1-T2

Patiente n° 6 : H

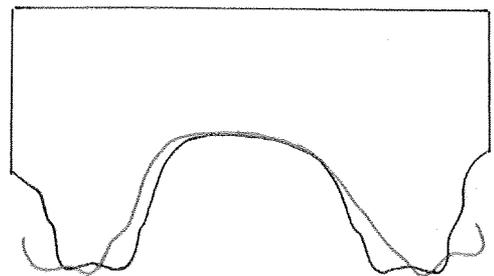


T1-T2

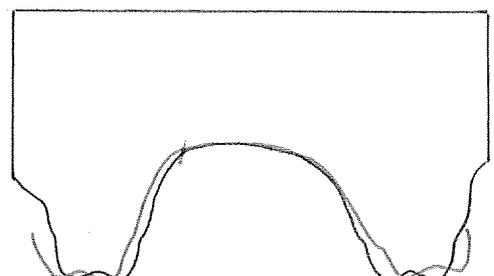


T1-T3

Patiente n° 7 : S

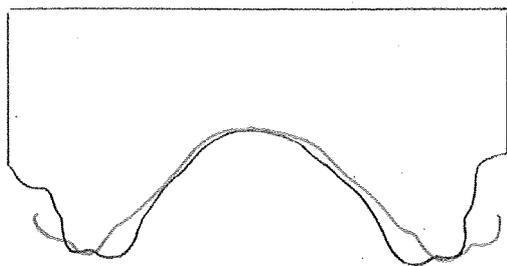


T1-T2

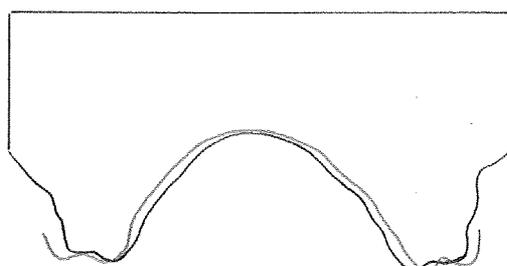


T1-T3

Patiente n°8 : E

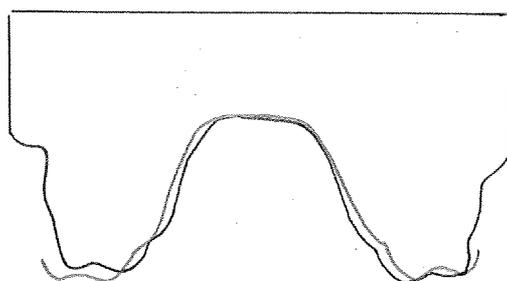


T1-T2



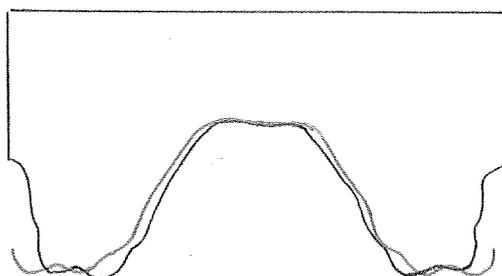
T1-T3

Patiente n°9 : M



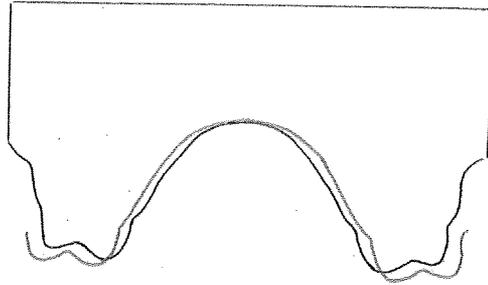
T1-T3

Patient n°10 :M



T1-T3

Paciente n°11 : B



T1-T3

CONCLUSION

Au cours de cet exposé, nous avons étudié les différentes caractéristiques concourant à la maturation de la suture médio-palatine. C'est un processus progressif, débutant au niveau postérieur.

Bien que REVELO et FISHMAN (1996 /77) notent le début de la fermeture suturale dès l'enfance, la majorité des auteurs s'accorde pour notifier la synostose de la suture médio-palatine bien après la fin de la croissance staturale, c'est à dire vers 25 ans, 30 ans et voire 50 ans.

Par conséquent, il semblerait que la suture médio-palatine puisse être manipulée par intervention orthopédique, notamment par l'expansion palatine rapide, chez les patients adultes .

Dans ce travail, notre intérêt était de connaître les limites d'âge de l'expansion maxillaire orthopédique.

Certaines études ont mis en évidence des résultats nous confortant dans la possibilité d'une thérapeutique orthopédique tardive du sens transversal.

C'est en se basant sur ces données que nous avons réalisé un protocole de disjonction maxillaire orthopédique, à partir d'un petit échantillon de 11 patients âgés de 12 à 17 ans (âge moyen de 14 ans et 11 mois) dont le stade de maturité squelettique indiquait une absence de croissance pour la majorité d'entre eux.

Les examens clinique et radiologique ainsi que l'analyse des modèles font apparaître que l'expansion que nous avons obtenue, est le résultat d'effets squelettiques visualisés notamment par l'apparition d'un diastème inter-incisif, révélateur d'une disjonction suturale.

Nous avons obtenu un gain transversal immédiat important. En effet, nous avons noté sur quelque cas une augmentation de 9 mm de la distance inter-molaire. Ceci laisse présager l'existence d'un potentiel d'expansion important à travers ce protocole thérapeutique d'expansion maxillaire tardif.

L'étude de la version molaire immédiate montre que celle-ci est d'autant plus marquée que l'augmentation de la distance inter-molaire est intense.

Cependant les 3 cas étudiés à court et à moyen terme ont montré que l'expansion résiduelle était beaucoup plus faible que celle enregistrée immédiatement.

Par conséquent, un examen complémentaire des versions molaires semble important dans le cadre de l'expansion maxillaire tardive car il permettrait de gérer la récurrence éventuelle qui apparaît après la dépose du disjoncteur et lors du traitement multibagues.

En effet, la perte de gain transversal a été évaluée entre 33% et 55% du gain immédiat.

Aussi faudrait-il réaliser, dans le cadre de l'expansion maxillaire tardive une surcorrection plus importante que la surcorrection de 2-3 mm préconisée habituellement par SIMS, HICKS, EKSTROM, WERTZ et BELL (cité par BELL, 1982 /8) ainsi que par ISERI et coll (2004 /46). HAAS (MAC NAMARA, 1995 /58) et HANDELMAN (1997 /42, 2000 /43) réalisent des articulés inversés vestibulaires.

Ce protocole thérapeutique a sûrement des limites. Il faudra être vigilant sur les effets iatrogènes d'une maturation suturale précoce complète qui pourrait être à l'origine de déhiscences parodontales vestibulaires.

Cette étude nous a montré que l'on pouvait faire bénéficier nos jeunes patients adultes d'une expansion maxillaire orthopédique nécessaire pour la stabilité des résultats, diminuant ainsi l'indication de l'expansion chirurgicale.

Il serait intéressant dans une future étude d'augmenter la taille de notre échantillon, de repousser la limite d'âge et de faire une analyse précise des répercussions parodontales ainsi que des effets squelettiques en développant notre méthodologie par des mesures céphalométriques de clichés radiographiques en incidence norma frontalis selon l'analyse de RICKETTS, ou par une étude tomométrique.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- ADKINS MD., NANDA RS., CURRIER GF.
Arch perimeter changes on rapid palatal expansion.
Am J Orthod, 1990, 97 (3) : 194-199.
- 2- AKITA S., HIRANO A., FUJII T.
Identification of IGF-I in the calvarial suture of young rats: histochemical analysis of cranial sagittal sutures in a hyperthyroid rat model.
Plast Reconstr Surg, 1996, 97 : 1-12.
- 3- ALPERN MC., YUROSKO JJ.
Rapid palatal expansion in adults: With and without surgery.
Angle Orthod, 1987, 57: 245-263.
- 4- ARMORIC M.
Gouttières orthodontiques et orthopédiques thermoformées.
Paris : S I D, 1993.
- 5- BASSARELLI T., DALSTRA M., MELSEN B.
Changes in clinical crown height as a result of transverse expansion of the maxilla in adults.
Eur J Orthod, 2005, 27 (2) : 121-128.
- 6- BASSIGNY F.
Manuel d'orthopédie dento-faciale. 2^{ème} ed.
Paris : Masson, 1991.
- 7- BEHRENTS RG., HARRIS EF.
The premaxillary-maxillary suture and orthodontic mechanotherapy.
Am J Orthod, 1991, 99 : 1-6.
- 8- BELL RA.
A review of maxillary expansion in relation rate of expansion and patient's age.
Am J Orthod, 1982, 81 (2) : 32-37.
- 9- BETTS NJ., STURTZ DH., ALDRICH DA.
Treatment of transverse discrepancies (width) in patients who require isolated mandibular surgery: the case for maxillary expansion.
J Oral Maxillofac Surg, 2004, 62 (3): 361-364.
- 10- BISHARA SE., STALEY RN.
Maxillary expansion : clinical implications.
Am J Orthod, 1987, 91 (1) : 3-14.
- 11- BJORK A., SKIELLER V.
Croissance en largeur du maxillaire, étudiée par la méthode des implants.
Rev Orthop Dento Faciale, 1977, 4 : 431-442.

- 12- BJORK A., SKIELLER V.
La croissance du maxillaire dans les trois dimensions, comme le révèle radiographiquement la méthode des implants.
Rev Orthop Dento Faciale, 1984, 18 : 281-298.
- 13- BRIN I., HIRSHFELD Z., SHANFELD JL., DAVIDOVITCH Z.
Rapid palatal expansion in cats : Effects of age on sutural cyclic nucleotides.
Am J Orthod, 1981, 79 (2) : 162-175.
- 14- CAILLARD-KONIGSBERG E.
Théories et étiologies des anomalies dentomaxillaires.
Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Odontologie, 1997, 23-470-A-10 : 1-14.
- 15- CANAL P.
La croissance normale du massif cranio-facial.
Manuel d'orthopédie dento-faciale, BASSIGNY F (2ème édition).
Paris : Masson, 1991.
- 16- CAPELOZZA L., NETO JC., DA SILVA OG., URSI WJS.
Non-surgically rapid maxillary expansion in adults.
Int J Adult Orthod Orthognath Surg, 1996, 11 : 57-66.
- 17- CHACONAS J., CAPUTO A.
Observation of orthopedic force distribution produced by maxillary orthodontic appliances.
Am J Orthod, 1982, 82 (6) : 492-501.
- 18- CHATEAU M.
Orthopédie dento-faciale Tome 1: bases scientifiques, Tome 2: clinique.
Paris : CdP, 1993.
- 19- CHATEAU ME., PETIT HP.
Orthognathie: Principes, raisonnements, pratique.
Paris : Masson, 1995.
- 20- CIAMBOTTI C., NGAN P., DURKEE M., KOHLI K., KIM H.
A comparison of dental and dentoalveolar changes between rapid palatal expansion and nickel-titanium palatal expansion appliances.
Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2001, 119 : 11-20.
- 21- COBO JM., VIJANDE M., SUAREZ-QUINTANILLA D.
Evaluation of maxillary disjunction with bone densitometry.
J Clin Orthod, 1992, 25 (2) : 107- 110.
- 22- COHEN M.
Sutural biology and the correlates of craniosynostosis.
Am J of Med Genet, 1993, 47 : 581-616.
- 23- COUCHAT D.
La disjonction inter-maxillaire en orthopédie dento-faciale.
Mémoire de Cecsmo, Aix-Marseille II, 1997.

- 24- DA SILVA OG., VILLAS-BOAS MC., CAPELOZZA L.
Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions : a cephalometric evaluation.
Am J Orthod, 1991, 100 (2) : 171-179.
- 25- DA SILVA FILHO OG., PRADO MONTES LA., TORELLY LF.
Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis.
Am J Orthod, 1995, 107 : 268-275.
- 26- DAVIDOVITCH M., EFSTATHIOU S., SARNE O., VARDIMON AD.
Skeletal and dental response to rapid maxillary expansion with 2-versus 4-bans appliances.
Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2005, 127 : 483-492.
- 27- DE COSTER T.
Transplantations réciproques de sutures crâniennes et faciales chez le cobaye: une évaluation histologique.
Orthod Fr, 1989, 60 : 543-557.
- 28- DE COSTER T.
L'expansion orthopédique précoce du maxillaire : une prévention simple de l'encombrement dentaire.
Orthod Fr, 1995, 66 : 963-971.
- 29- DE COSTER T.
L'expansion précoce du maxillaire.
Rev Orthop Dento Faciale, 1996, 30 : 469-475.
- 30- DE Kerdanet M., BONNAURE-MALLET M.
La croissance: une adaptation.
Orthod Fr, 1995, 66 : 15-25.
- 31- DELAIRE J.
Considération sur la croissance faciale (en particulier du maxillaire supérieur). Dédutions thérapeutiques.
Rev Stomatol, 1971, 72 : 57-76.
- 32- DELAIRE J., MERCIER J., GORDEEFF A., BEDHET N.
Les trois fibro-muqueuses palatines.
Rev Stomatol Chir maxillofac, 1989, 90, 6 : 379-390.
- 33- DESHAYES MJ.
Croissance craniofaciale et orthodontie.
Paris : Masson, 1986.
- 34- DORUK C., BICAKCI AA., BASCIFTICI FA., AGAR U., BABACAN H.
A comparison of the effects of rapid maxillary expansion and fan-type rapid maxillary expansion on dentofacial structures.
Angle Orthod, 2004, 74 : 184-94.

- 35- FENDERSON FA., MAC NAMARA JA., BACCETTI T., VEITK CJ.
A long-term study on the expansion effects of the cervical-pull facebow with and without rapid maxillary expansion.
Angle Orthod 2004, 74 : 439-449.
- 36- FISHMAN L.
Radiographic evaluation of skeletal maturation, a clinically oriented method based on hand-wrist films.
Angle Orthod, 1982, 52 : 88-112.
- 37- FORBES DP., AL-BAREEDI S.
Inhibition of secondary cartilage of the intermaxillary suture in Sprague-Dawley rats following the enucleation of maxillary molars.
J Craniofac Genet Dev Biol, 1986, 6 : 73-88.
- 38- GRUSPIER KL., MULLEN GJ.
Maxillary suture obliteration: a test of the Mann method.
J Forensic Sci, 1991, 36 : 512-519.
- 39- HAAS AJ.
Interviews.
J Clin Orthod, 1973, 7 (4) : 227-245.
- 40- HAAS AJ.
Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion.
Angle Orthod, 1980, 50 (1) : 189-217.
- 41- HALAZONETIS DJ., KATSAVRIAS E., SPYROPOULOS MN.
Changes in cheek pressure following rapid maxillary expansion.
Eur J Orthod, 1994, 16 (4) : 295-300.
- 42- HANDELMAN CS.
Nonsurgical rapid maxillary alveolar expansion in adults : A clinical evaluation.
Angle Orthod, 1997, 67 (4) : 291-308.
- 43- HANDELMAN CS., WANG W., BEGOLE EA., HAAS AJ.
Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report of 47 cases using the Haas expander.
Angle Orthod, 2000, 70 (2) : 129-144.
- 44- IOANNIDOU J., KOLOKITHA O.
L'expansion maxillaire rapide: présentation de trois cas cliniques.
Orthod Fr., 2000, 71 (2) : 95-103.
- 45- ISERI H., TEKKAYA E.
Biomechanical effects of rapid maxillary expansion on the craniofacial skeleton, studied by the finite element method.
Eur J Orthod, 1998, 20 : 347-356.

46- ISERI H., OZSOY S.

Semi-rapid maxillary expansion: a study of long-term transverse effects in older adolescents and adults.

Angle orthod, 2004, 74 (1) : 71-78.

47- KANEKAWA M., SHIMIZU N.

Age-related changes on bone regeneration in midpalatal suture during maxillary expansion in the rat.

Am J Orthod, 1998, 114 (6) : 646-653.

48- KAWATA T., TOKIMASA C., FUIITA T., KAWASOKO S., KAKU M., SUGIYAMA H., TANNE K.

Midpalatal suture of osteopetrotic (op/op) mice exhibits immature fusion.

Exp Anim (Japan), 1998, 47 (4) : 277-281.

49- KILIARIDIS S.

Masticatory muscle influence on craniofacial growth.

Acta Odontol Scand, 1995, 53 (3) : 196-202.

50- KIYOSUE S.

Effects of human growth hormone on restoration process of midpalatal suture areas after maxillary expansion in rats.

Fukuoka Shika Daigaku Gakkai Zasshi, 1990, 17 (2) : 179-197.

51- KLUEMPER GT., SPALDING PM.

Realities of craniofacial growth modification.

Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am., 2001, 9 (1) : 23-51.

52- KNAUP B., YILDIZHAN F., WEHRBEIN H.

Age-related changes in the midpalatal suture: A histomophometric study.

J Orofac Orthop, 2004, 65 : 467-474.

53- KOKICH V.

Age changes in the human frontozygomatic suture from 20 to 95 years.

Am J Orthod, 1976, 69 (4) : 411-430.

54- LAGRAVERE MO., MAJOR PW., FLORES-MIR C.

Long-term dental arch changes after rapid maxillary expansion treatment: a systematic review.

Angle orthod, 2005; 75 (2) : 155-161.

55- LANGLADE M.

Thérapeutique orthodontique.

Paris : Maloine, 1986.

56- LE DIASCORN H.

Anatomie et physiologie des sutures de la face.

Paris : Prélât, 1972.

- 57- LEPINE R., GUYOMARD F.
Maturation et croissance.
Orthodontie française, 1995, 66 : 27-69.
- 58- MAC NAMARA JA., BRUDON WL.
Orthodontic and orthopedic treatment in the mixed dentition.
Ann Arbor : Needham Press, 1995.
- 59- MAC NAMARA JA., BACCETTI T., FRANCHI L., HEBERGER TA.
Rapid maxillary expansion followed by fixed appliances : a long-term evaluation of changes in arch dimensions.
Angle Orthod, 2003, 73 : 344-353.
- 60- MANN RW., JANTZ RL., BASS WM., WILLEY PS.
Maxillary suture obliteration : a visual method for estimating skeletal age.
J Forensic Sci, 1991, 36 : 781-791.
- 61- MAROTEAUX P.
Les maladies osseuses de l'enfant.
Paris : Médecine Sciences Flammarion, 1995.
- 62- MAUHOURET S., RABERIN M.
Maturation de l'équilibre musculaire en relation avec l'établissement de la denture mixte.
Orthod Fr, 2000, 71 : 27-53.
- 63- MELSEN B.
A histological study of the influence of sutural morphology and skeletal maturation on rapid palatal expansion in children.
Trans Eur Orthod Soc, 1972, 499-507.
- 64- MELSEN B.
Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study.
Am J Orthod, 1975, 68 (1) : 42-54.
- 65- MELSEN B., MELSEN F.
The postnatal development of the palatomaxillary region studied on human autopsy material.
Am J Orthod, 1982, 82 : 329-342.
- 66- NORTHWAY WM., MEADE JB.
Surgically assisted rapid maxillary expansion : A comparison of technique, response, and stability.
Angle Orthod, 1997, 67 (4) : 309-320.
- 67- OSTYN JM., MALTHA JC., VAN'T HOF MA., VAN DER LINDEN FPGM.
The role of intercuspitation in the regulation of transverse maxillary development in *Macaca fascicularis*.
Angle Orthod, 1995, 65 (3) : 215-222.

68- PAVLIN D., VUKICEVIC BS.

Mechanical reactions of facial skeleton to maxillary expansion determined by laser halography.

Am J Orthod, 1984, 85 (6) : 498-507.

69- PERSSON M., THILANDER B.

Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age.

Am J Orthod, 1977, 72 : 42-52.

70- PERSSON M., MAGNUSSON BC., THILANDER B.

Sutural closure in rabbit and man : a morphological and histochemical study.

J Anat, 1978, 125 (2) : 313-321.

71- PERSSON M.

The role of sutures in normal and abnormal craniofacial growth.

Acta Odontol Scand, 1995, 53 : 152-161.

72- PETROVIC A., STUTZMAN J.

Analyse expérimentale du rôle respectif des différents sites d'accroissement dans la croissance du complexe maxillaire supérieur.

Orthod Fr, 1978, 49 : 293-323.

73- PHILIPPE J., CHOQUIN Y.

Croissance et maturation. Dans : Dix questions d'orthopédie dento-faciale, 2ème série.

Paris : Prélât, 1971.

74- PIETTE., REYCHLER.

Traité de pathologie buccale et maxillo-faciale.

Bruxelle : De Boeck, 1991.

75- PIRELLI P., BOTTI F., RAGAZZONI E., ARCURI C., COCCHIA D.

A light microscopic investigation of the human midpalatal suture.

Ital J Anat Embryol, 1999, 104 (1) : 11-18.

76- RABERIN M.

Pathologies et thérapeutiques de la dimension transversale en denture mixte. Conséquences sur l'équilibre musculaire.

Orthod Fr, 2001, 72 : 131-142.

77- REVELO B., FISHMAN L.

Evaluation de la maturation de la suture médio-palatine.

Am J Orthod, 1995, Ed Française, 1 : 45-50.

78-SHERIDAN JJ.

Do you attempt adult maxillary expansion?

J Clin Orthod, 2002, 36 (1) : 25-28.

79- SINSEL NK.

The effects of unilateral partial facial paralysis on nasofrontal sutural growth : an experimental study in the rabbit.

Plast Reconstr Surg, 1999, 103 : 87-92.

80- SOBOTTA J.

Atlas d'anatomie humaine, Vol 1 : tête, cou, membre supérieur.

Paris : Ed Médicales Int, 1995.

81- SOULET A.

Education neuro-musculaire des fonctions oro-faciales.

Rev Orthop Dento Faciale, 1989, 23 : 135-175.

82- STUART DA., WILTSHIRE WA.

Rapid palatal expansion in the young adult: time for a paradigm shift?

J Can Dent Assoc, 2003, 69 (6): 374-377.

83- TEN CATE AR., FREEMAN E., DICKINSON JB.

Sutural development : Structure and its response to rapid expansion.

Am J Orthod, 1977, 71 (6) : 622-636.

84- TIMS DJ., VERO D.

The relationship of rapid maxillary expansion to surgery with special reference to midpalatal synostosis.

Br J Oral Surg, 1981, 19 (3) : 180-196.

85- WAGEMANS P., VAN DE VELDE JP., KUIJPERS-JAGTAMAN AM.

Sutures and forces: A review.

Am J Orthod, 1988, 94 : 129-141.

86- WANG L.

Comparative research on forms of dental and palatal arches between adults and children after rapid maxillary expansion.

Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi, 2000, 18 (6) : 397-40.

87- WEHRBEIN H., YIDIZHAN F.

The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation.

Eur J Orthod, 2001, 23 (2) : 105-114.

88- WERTZ R.

Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening.

Am J Orthod, 1970, 58 (1) : 41-66.

89- YAMOTO S.

The effects of food consistency on maxillary growth in rats.

Eur J Orthod, 1996, 18 (6) : 601-615.

RESUME

Lorsqu'un enfant présente une déficience transversale maxillaire ou endognathie maxillaire, il est d'utilisation courante de la résoudre par une thérapeutique d'expansion maxillaire rapide, dont le principe est de stimuler la croissance de la suture médio-palatine.

Ainsi, dans le cadre de cette thérapeutique, l'évaluation de la maturation de la suture médio-palatine semble être d'une importance clinique significative.

La plupart des auteurs concluent à un processus dégénératif progressif de l'activité suturale, généralement tardif, caractérisé par une grande variabilité individuelle. Les âges biologiques ne permettraient pas un diagnostic de la maturation suturale.

De nombreuses études relatent un début de synostose bien après la fin de la croissance staturale. Par conséquent, une sollicitation orthodontique tardive pourrait être envisagée dans de nombreux cas.

Après une étude bibliographique portant sur l'expansion non chirurgicale chez les jeunes adultes, nous présenterons 11 cas cliniques où cette technique a été réalisée avec succès : 3 garçons et 8 filles âgés de 12 à 17 ans, situés au stade de maturité squelettique RU pour la majorité d'entre eux.

Les observations clinique et radiologique mettent en évidence une disjonction suturale ; l'analyse des moulages montre une expansion inter-molaire maximale de 9 mm et une normalisation de rapports occlusaux transversaux.

Cette possibilité d'expansion maxillaire tardive diminuerait ainsi l'indication de l'expansion chirurgicale.

When a child presents a maxillary transversal arch deficiency, it is usually solved through rapid maxillary expansion which consists in stimulating the growth of the midpalatal suture.

Thus within the scope of this therapeutics, the appraisal of the maturation of the midpalatal suture seems to be of major clinical importance.

Most authors conclude that there is a progressive degenerative process, which usually occurs late and is characterised by a large variability according to individuals. The biologic ages do not allow a diagnosis of the suture maturation.

Numerous studies mention the beginning of a synostosis well after the end of stature growth. Consequently rapid maxillary expansion in non growing patients could be considered in many cases.

After a bibliographic study on non surgical expansion on young adults, we will present 11 clinical cases to whom this technique was successfully applied : 3 boys and 8 girls aged between 12 and 17 at UR stage.

Despite the stage of skeleton maturity, clinical and radiological observations reveal a sutural disjunction ; the analysis of the casts shows an inter-molar expansion up to 9 mm and a normalisation of transversal discrepancies.

Thus, the possibility of a late maxillary expansion would reduce the indication for surgical expansion.

Mots clés :

Suture médio-palatine
Croissance maxillaire
Expansion maxillaire
Adulte

Midpalatal suture
Maxillary growth
Maxillary expansion
Adults